



Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов

Автор: Джон Краевски (*John Krajewski*)

Содержание:

1. Введение
2. Непрерывное развитие
3. Влияние человеческих ошибок
4. Результативно ориентированный подход
5. Заключение
6. Wonderware System Platform и InTouch

1. Введение

Конечные пользователи современных промышленных систем постоянно ищут пути повышения эффективности использования этих систем без ущерба для качества продукции или безопасности персонала. Одна из наиболее перспективных для этого областей находится у них буквально перед глазами: человеко-машинный интерфейс, используемый для контроля и управления этими системами. Используя более совершенные средства контроля и управления, эксплуатирующий персонал может значительно повысить как эффективность бизнеса, так и безопасность производства.

2. Непрерывное развитие



Рис. 1 – Эволюция промышленных операторских интерфейсов

За последние несколько десятилетий способы взаимодействия людей с промышленными системами существенно изменились, что показано на рис. 1. Эти изменения обусловлены потребностью в оптимизации использования, управления и обслуживания этих систем эксплуатирующим персоналом, а также развитием технологии, делающей эти изменения возможными.

В течение ближайших десятилетий подобные изменения будут продолжаться естественным путем – под давлением рынка в сочетании с дальнейшим технологическим прогрессом. В настоящее время на реализацию приложений человеко-машинного интерфейса (HMI) воздействует несколько тенденций, определяющих особенности их дизайна:

- укрупнение систем;
- увеличение объемов данных;
- повышение уровня автоматизации;
- зависимость от уровня квалификации работников;
- все более широкое распространение удаленного управления.

Каждая из этих тенденций влечет за собой новые проблемы, способные существенно снизить эффективность и безопасность работы персонала.

Укрупнение систем и расширение зон ответственности

Количество единиц оборудования в современных промышленных системах продолжает увеличиваться по мере снижения стоимости подключаемых устройств. Системы управления способны контролировать все больше оборудования, при этом растут надежность и пропускная способность сетей, а требования к промышленным системам диктуются потребностями крупных мировых рынков. Но в то время как развитие технологий позволяет подключать к системам все больше и больше единиц оборудования, их пользовательские интерфейсы отстают в развитии и не справляются с таким ростом. Численность обслуживающего персонала современных систем ниже, поэтому зоны ответственности операторов сегодня гораздо шире, чем раньше, тогда как применяемые методы управления не рассчитаны на столь большие объемы оборудования.

Другой ключевой особенностью такого укрупнения является объединение в единые системы гораздо более крупных географических зон, чем было возможно или целесообразно в прошлом. Укрупнение систем позволяет их пользователям принимать управленческие решения в реальном времени, например, определять, какое из производственных подразделений сможет произвести определенную услугу или продукцию с меньшими затратами. Сегодня такие крупные системы уже стали обычными, в том числе благодаря повышению экономичности и надежности объединяющих их сетей. Но, вне зависимости от коммерческих соображений, одним из результатов такого укрупнения является перегрузка операторов возросшими объемами данных, снижающая эффективность их работы.

Рост объемов данных и повышение нагрузки на операторов

Даже простое увеличение числа единиц оборудования уже приводит к росту объема генерируемых данных. Например, в прошлом один датчик мог генерировать только одно значение, которое и поступало в систему мониторинга. Но современные датчики также передают данные диагностики и встроенного контроля, а также множество параметров отладки, которые в совокупности повышают плотность данных на единицу оборудования на несколько порядков. Зачастую пользовательские интерфейсы, на которые поступают эти данные, не способны отображать их оптимально для оператора, и лишь еще больше повышают нагрузку на его восприятие.

Повышение уровня автоматизации и нежелательные последствия

Для снижения вероятности человеческих ошибок все больше производственных функций автоматизируется с помощью систем управления и стандартизации производства. Это несколько облегчает труд операторов, но имеет и нежелательные побочные эффекты. Поскольку операторы редко участвуют в разработке и реализации систем управления, они плохо понимают логику их работы, и в результате становятся оторванными от работы процесса. Это ведет к чрезмерной зависимости операторов от системы. Они начинают действовать лишь в ответ на события с ее стороны, например, аварийные сигналы или сообщения о нарушении работы процесса. Нередко приходится слышать о том, что функции операторского персонала сводятся лишь к устранению неполадок или реагированию на аварийные сигналы. В такой среде операторы действуют лишь реактивно, т.е., неспособны предотвращать проблемы, а могут лишь реагировать на них.

Кадровые проблемы и их воздействие на уровень профессионализма

Продолжающееся развитие производственных систем на фоне практической неизменности принципов дизайна пользовательских интерфейсов заставляет тратить все больше времени на подбор и обучение нового персонала. Часто на приобретение необходимых навыков операторы затрачивают не менее двух лет, поскольку им необходимо стать настоящими экспертами, способными компенсировать недостатки самих систем. Однако ситуация на рынке приводит к сокращению средней продолжительности работы сотрудников на одном месте. Сегодня эксплуатационный персонал чаще меняет места работы, продвигается по служебной лестнице внутри своей организации и т.д. В результате этих и других причин средняя продолжительность работы на одном месте составляет лишь около 2 лет. Это означает, что оператор редко успевает достичь максимального уровня профессионализма. Еще одной проблемой почти во всех сегментах рынка является выход на пенсию наиболее квалифицированных сотрудников и необходимость их скорейшей замены. Поэтому необходимо каким-то образом сократить как время, затрачиваемое персоналом на приобретение достаточной профессиональной подготовки, так и разброс качества работы между отдельными операторами.

Удаленное управление и связанные с ним проблемы

С развитием и удешевлением сетевых технологий операторы все чаще размещаются вдали от мест размещения производственных процессов. Это зачастую диктуется такими соображениями, как безопасность, повышение эффективности работы персонала за счет расширения зон ответственности, или необходимость развертывания деятельности именно в месте сосредоточения основных специалистов. Каковы бы ни были конкретные причины такого удаления операторов от процессов, оно создает для них дополнительные сложности, поскольку в этом случае они уже не могут использовать для оценки ситуации весь набор своих чувств. Многие операторы уверяют, что при работе в непосредственной близости от оборудования они могут оценить его состояние даже по звуку, вибрациям и запаху, что невозможно при удаленном управлении. Поэтому эксплуатационный персонал попадает еще в большую зависимость от эффективности HMI, отображающего состояние системы или процесса. К сожалению, нередко пользовательские интерфейсы реализуются просто в виде анимированных диаграмм, изображающих трубопроводы и контрольно-измерительные приборы (Piping and Instrumentation Diagrams – P&ID). Но интерфейсы P&ID никогда не были рассчитаны на решение описанных выше проблем, поэтому их операторы плохо понимают, как работает система, и как ей нужно управлять.

3. Влияние человеческих ошибок

Описанные выше тенденции заставляют операторов работать на пределе возможностей, результатом чего являются сбои и нарушения работы процессов в результате человеческих ошибок. Ошибки операторов в промышленных системах вызывают до 42% аварийных ситуаций¹, имеющих непосредственное отношение к экономическим потерям и угрозам безопасности.

¹ <https://www.asmcconsortium.net/defined/sources/Pages/default.aspx>

Экономические потери

Аварийные ситуации в производственных процессах неизбежно влекут за собой экономические потери в результате полной или частичной потери работоспособности систем, снижения эффективности производственных процессов или качества готовых продуктов или услуг. Исследования показывают, что потери работоспособности отдельных систем приводят к снижению производительности на 3–8%². При пересчете на весь срок службы систем, потери в результате снижения эффективности процессов, будут, очевидно, еще большими вследствие снижения производительности или качества готовых продуктов или услуг. В результате этого за срок службы системы накапливаются серьезные экономические потери. Эти потери можно предотвратить, но если не принимать никаких мер по улучшению дизайна HMI, то очевидно, что объем потерь будет только возрастать. При этом слишком часто операторы не принимают во внимание коммерческую сторону процесса, которая полностью игнорируется в ходе разработки дизайна HMI.

Риски для безопасности

Многие производственные процессы несут в себе серьезные риски для здоровья или даже жизни персонала. Для обеспечения надежной работы системы необходимо учитывать множество факторов, в том числе управление аварийной сигнализацией, качество работы контуров управления и дизайн HMI. В этом документе мы ограничимся лишь рассмотрением аспектов безопасности, связанных с HMI, хотя, конечно, это гораздо более широкая тема. 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. Однако в ходе недавнего опроса пользователей промышленных систем около 70% респондентов заявили, что перегрузка аварийными сигналами мешает им управлять производственным процессом³. Традиционно используемая в HMI технология аварийных сообщений не позволяет оператору быстро оценивать серьезность многих из них и принимать правильные решения. Без улучшения способов передачи и обработки этой важнейшей информации невозможно обеспечить надежность работы системы в целом.

Коммерческая модель

Экономическую эффективность почти любого производственного процесса можно описать с помощью простой модели (см. рис. 2). При том, что различные процессы производят разные продукты и услуги, почти каждый из них имеет на входе сырье и энергию, а на выходе - продукт или услугу и отходы. Ключевой задачей в отношении самого процесса является повышение его устойчивости при минимальных затратах (сырье, энергия и отходы) и максимальном качестве и количестве производимых продукции и/или услуг. Однако, к сожалению, современные HMI, используемые для управления большинством процессов, ориентированы на поддержание определенного рабочего состояния, а не на оптимизацию эффективности бизнеса. Для достижения более высокого экономического эффекта необходимо при разработке этих систем принимать во внимание и коммерческую сторону. Необходим анализ процесса, который помог бы определить, какие решения должен принимать оператор для достижения требуемых коммерческих показателей. После определения круга этих решений необходимо разработать пользовательский интерфейс таким образом, чтобы он поддерживал принятие этих решений и стимулировал выполнение оператором нужных действий.

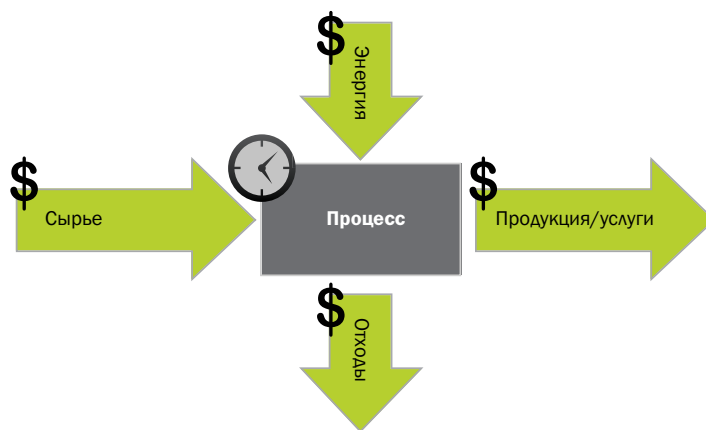


Рис. 2 - Типовая коммерческая модель производственного процесса

4. Результатно-ориентированный подход

Краеугольным камнем улучшения общих принципов дизайна HMI является обеспечение «ситуационного восприятия» (Situational Awareness – SA). Лишь обладая необходимым ситуационным восприятием, операторы могут принимать эффективные решения, гарантирующие успешность бизнеса. На рис. 3 показано разделение ситуационного восприятия на 3 уровня: собственно восприятие (перцепция), осознание и проекция. Большинство приложений HMI помогают

² <http://www.asmconsortium.net/Documents/2007%20ASM%20Overview%20-%20MKQ%20Symposium.pdf>

³ <http://www.automationworld.com/operations/why-nuisance-alarms-just-wont-go-away>

⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Working_memory

Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов

операторам достичь только первого уровня, т.е., перцепции⁴. Обычно HMI лишь отображает числовое значение, обозначающее текущий сигнал от датчика, в определенном месте экрана, позволяющем оператору определить место происхождения сигнала.

Как оператор распорядится этой информацией, в большой степени зависит от его опытности. Но HMI может также предоставлять информацию, позволяющую достичь второго уровня ситуационного восприятия – осознания. Кроме текущего значения сигнала датчика, HMI также может отображать и ожидаемые значения. Обычно разница между неопытными и опытными операторами заключается в том, что последние хорошо помнят параметры системы и ориентируются в ожидаемых значениях. Поэтому непосредственное предоставление оператору информации об ожидаемых значениях позволит неопытным операторам приблизиться по эффективности работы к опытным. Но в большинстве случаев даже опытные операторы недостаточно хорошо достигают наивысшего уровня ситуационного восприятия - проекции. Для достижения этого уровня система должна помочь оператору определить, требуется ли от него какие-либо действия, а также понять возможные последствия его действия или бездействия. К счастью, существуют инструменты и технологии, позволяющие повысить эффективность работы операторов за счет целеориентированного дизайна, эффективной структуры окон, оптимального использования цветов, рационального (actionable) характера аварийной информации и эффективных элементов дизайна.



Рис. 3 – Три уровня ситуационного восприятия

Целенаправленный дизайн

Выше мы уже говорили о необходимости решения проблем безопасности и экономичности для достижения целей бизнеса. Однако если эти проблемы не принимались во внимание на этапе разработки интерфейсов, через которые система управляется и эксплуатируется, то вероятность их успешного решения невелика. Поэтому описанные цели необходимо не упускать из внимания еще на этапе разработки приложений HMI. Одним из методов, позволяющих при разработке определить цели приложения, является «целенаправленный анализ задач» (Goal Directed Task Analysis – GDTA)⁵. Как показано на рис. 4, процесс GDTA начинается с определения основных коммерческих ориентиров для системы. Например, это может быть минимизация энергозатрат. На основе этих главных задач проводится анализ системы для определения подзадач. Подзадачи - это более конкретные задачи, непосредственно связанные с процессом - например, сокращение расхода пара в ходе процесса очистки. Эти подзадачи должны давать основу для дальнейших действий. Необходимо понять, какие решения должен принимать оператор, и на основе этого разработать HMI таким образом, чтобы оператора можно было легко обучить принятию правильных решений и таким образом обеспечить достижение поставленных целей. Для каждой подзадачи необходимо понимать, как оператор будет достигать восприятия на уровне 1, осознания на уровне 2, и, наконец, проекции на уровне 3. И только после того, как будет достигнуто четкое понимание коммерческих задач системы, можно разрабатывать саму систему, позволяющую решать эти задачи.



Рис. 4 - Структура “цель - решение - требование SA”

Effective Window Structure

Самым широко распространенным методом разработки структуры окон промышленных HMI является воспроизведение структуры P&ID и обеспечение навигации между ее различными представлениями. При использовании P&ID трудозатраты на дизайн интерфейсов невелики, но проблема этого подхода заключается в том, что он изначально не направ-

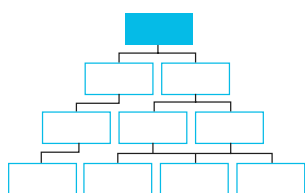
⁵ Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design, Second Edition by Mica R. Endsley стр. 65

Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов

лен на достижение операторами ключевых целей бизнеса, в силу чего, как правило, и не позволяет достичь их. Другим подходом, часто используемым в тех случаях, когда в системе содержится очень много информации, является ее как можно более плотное размещение.

На первый взгляд это кажется логичным, но на самом деле лишь перегружает операторов. Исследования показали, что среднестатистический человек может обработать лишь около четырех блоков данных одновременно 6. С учетом этого необходимо выбрать подход, который



позволял бы оператору при оценке необходимости выполнения действий сканировать как можно меньше информационных элементов. Наилучшим вариантом является представление системы в виде 4-уровневой иерархической модели, как показано на рис. 5. Окна в

этой структуре будут эффективно ориентировать пользователя в отношении восприятия, действий или детальной информации – в зависимости от уровня наблюдаемого окна.

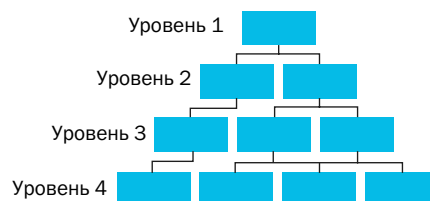


Рис. 5 – Эффективная структура окон HMI

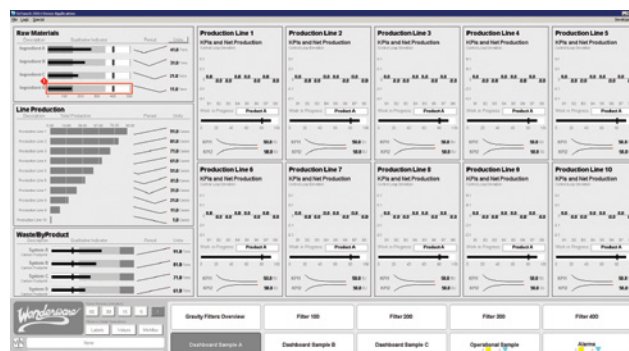
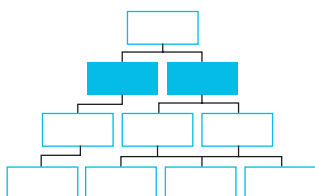


Рис. 6 – Пример окна уровня 1

Уровень 1 – обзор уровня предприятия

Окна высшего в иерархии уровня 1 содержат все основные элементы дизайна, которые призваны доводить до оператора информацию, позволяющую в рамках ситуационного восприятия достигнуть уровня проекции для основных подзадач, идентифицированных в ходе GDTA (в рамках целенаправленного дизайна). Окна уровня 1 редко воспроизводят структуру реального процесса, а напоминают скорее информационные панели, пример которых показан на рис. 6. Основной задачей окон уровня 1 является стимулирование восприятия оператора, облегчение принятия им решений о необходимости каких-либо действий или дальнейшего определения ситуации, а также предоставление доступа к окнам уровня 2.



Уровень 2 – обзор уровня цеха

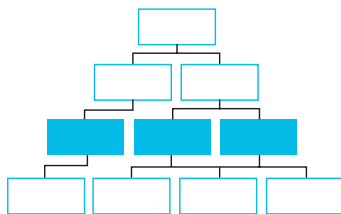
После того, как с помощью окон уровня 1 информация воспринята, и на ее основе принято решение о необходимости принятия мер или дальнейшего определения, следующим шагом является переход к окнам уровня 2, позволяющим оператору выполнить это действие или оценить ситуацию. Ввиду широкого разброса требований к интерфейсам HMI, разделение уровней «восприятия» и «действия» зависит от потребностей конкретной системы. Стандартным подходом является создание окон уровня 2 как основных рабочих окон. При создании окон уровня 2 следует основное внимание уделять предполагаемым действиям оператора. Как показано на рис. 7, окна уровня 2 могут содержать элементы, которые могут считаться элементами процесса, но при этом не обязаны отражать абсолютно все подробности. Например, если оператор выполняет процедуру запуска на уровне всей системы, то необходимо создать специальное окно уровня 2, в котором были бы объединены вся информация и все действия, необходимые для такого запуска. Очень часто при выполнении процесса оператору приходится перемещаться между множеством окон, что замедляет его работу и ведет к ошибкам. Описанная выше методика может существенно повысить успешность и эффективность сложных процедур. Для каждого окна уровня 1 может существовать несколько экранов уровня 2. При необходимости более детального анализа состояний оборудования и подробных данных процесса оператор должен иметь непосредственный доступ к окнам уровня 3.



Figure 7 - Пример окна уровня 2

Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов



Уровень 3 – подробная рабочая информация

Окна уровня 3 наиболее близко напоминают интерфейсы P&ID большинства систем, и поэтому с большой степени вероятности уже созданы для реальных систем. Пример окна уровня 3

показан на рис. 8. Из него видно, что в окнах не обязательно показывать каждый физический элемент, например, трубопровод, так как подобные элементы редко предоставляют сколько-нибудь значимую информацию. Эти окна обычно используются в качестве поддержки для экранов уровня 2. Например, если на экранах уровня 2 показаны показаны стартовые точки последовательностей процесса, то экраны уровня 3 можно использовать для выявления и устранения узких мест процесса.

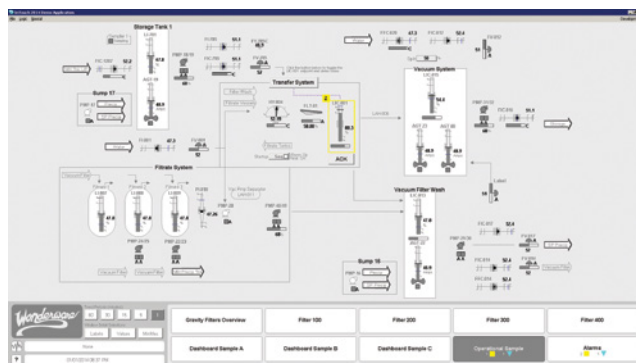
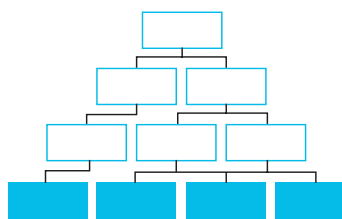


Рис. 8 – Пример окна уровня 3



Окна уровня 3 обеспечивают доступ к информации о статусе всего оборудования, охватываемого соответствующим экраном уровня 2. Для каждого экрана уровня 2 может существовать несколько экранов уровня 3.

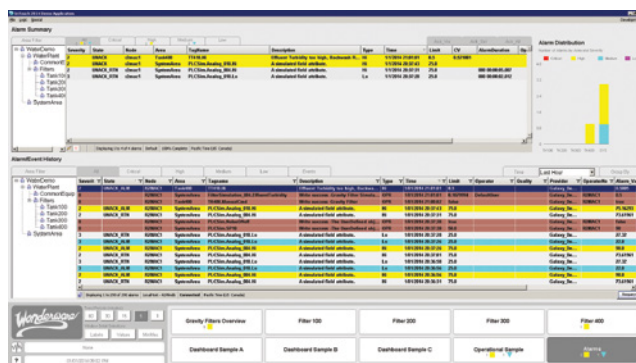


Рис. 9 - Пример окна уровня 4

Уровень 4 – дополнительная информация

Из окон уровня 3 можно выполнять самые разнообразные действия. Окна, содержащие вспомогательную информацию для подобных задач, располагаются на уровне 4. Обычно эти окна обеспечивают анализ тенденций, событий и аварийных сигналов, отладку контуров управления, справочную/процедурную информацию и другой контент. На рис. 9 показан пример комбинированного окна уровня 4, содержащего сводку и хронологию аварийных сигналов. Для каждого экрана уровня 3 может существовать несколько экранов уровня 4.

Использование цветов и анимации

На заре применения компьютеров для управления производственными процессами они имели лишь самые базовые графические возможности. Со временем графические функции ЭВМ становились все более мощными, и их стали широко использовать и в приложениях HMI, не особенно задумываясь о правильности такого выбора. Стало модным превращать приложения HMI в некий демонстрационный экспонат, эмулирующий процесс в очень наглядной манере. Зачастую это эффектное визуальное представление использовалось для оправдания инвестиций в системы автоматизации перед ключевыми акционерами. Однако такой внешне впечатляющий интерфейс зачастую ухудшал способность оператора оценивать текущую ситуацию и, как следствие, принимать правильные решения для достижения максимальных коммерческих результатов. На рис. 10 показан экран процесса с трехмерными изображениями трубопроводов и фланцев, не несущими для оператора никакой полезной информации, а также измерительных приборов с наложенными искусственными бликами. При этом красный цвет имеет несколько различных значений. В другой версии графического интерфейса, показанной на рис. 11, цвет используется гораздо более эффективно.



Рис. 10 – Пример неудачного использования цвета

Нередко люди считают графику, специально разработанную для улучшения ситуационного восприятия, скучной. Дело в том, что графика, эффективно передающая состояние процесса оператору, действительно внешне скучна. Но зато огра-

Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов

ниченное использование цвета позволяет привлечь 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. Если операторы будут отвлекаться на созерцание вращающихся насосов или плавное изменение цветов вместо того, чтобы следить за тем, не отклоняются ли значения параметров от допустимых величин, то такой HMI вряд ли обеспечит реализацию коммерческих задач или безопасную эксплуатацию оборудования.

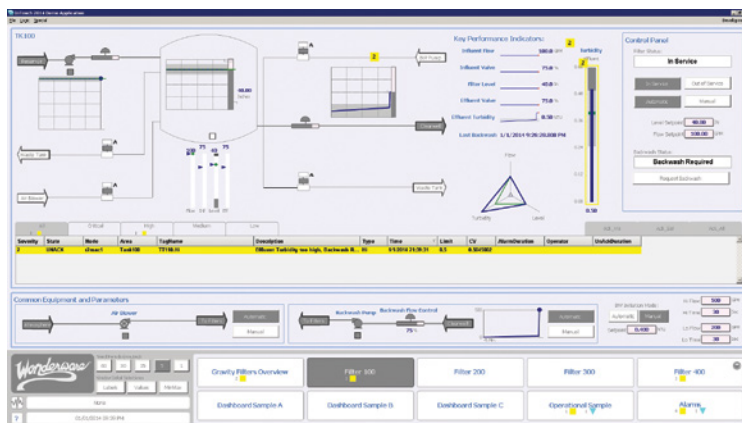


Рис. 11 – Пример более оптимального использования цвета

Цвет никогда не должен служить единственным способом индикации значения или состояния, но он может очень эффективно использоваться для привлечения внимания. Для создания оптимального дизайна HMI очень важно установить стандарты цвета и строго следовать им.

При разработке стандартов цвета для приложения HMI, очень важно исключить его неоднозначное использования. Если один цвет будет иметь несколько значений, то оператор не сможет однозначно идентифицировать информацию. При выборе цветов также следует учитывать, что целых 8 процентов мужчин и 0,5 процента женщин страдают дальтонизмом. Очень эффективным способом преодоления ограничений дальтонизма является использованием вариаций насыщенности цвета. У дальтоников нарушена способность различать оттенки цвета, но они различают изменения цветовой насыщенности. Одним из вариантов цветовой палитры является использование исключительно серого цвета до тех пор, пока не требуется сообщить о ненормальной ситуации. Можно также использовать альтернативные палитры, показанные на рис. 12, но при этом очень важно, чтобы оператор мог без труда однозначно отличить нормальное состояние от аварийного. Не существует какой-то одной цветовой палитры, которая бы универсально подходила всем приложениям, но, если соблюдать эти простые рекомендации, то выбранные цвета будут работать на вас, а не против вас.

Рациональная аварийная сигнализация

Аварии – это по определению события, требующие принятия каких-либо мер. Поэтому аварийные сигналы являются основным механизмом, инициирующим выполнение оператором неких действий. Однако большинство систем генерируют такой большой объем аварийных сигналов, что операторы просто не в состоянии его обработать. В ходе недавнего опроса 52% респондентов заявили, что они не проводят анализа своих систем аварийной сигнализации для выявления их достоинств и недостатков⁷. Очевидно, что нужно каким-либо образом улучшить порядок обработки аварийных сигналов. Для начала необходимо провести ревизию всех сконфигурированных в системе аварийных сигналов для оценки их

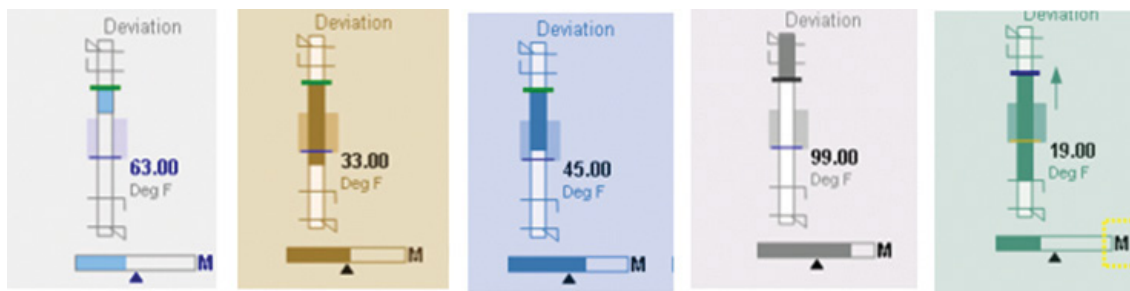


Рис. 12 – Альтернативные цветовые палитры

Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов

серьезности. Нередко используется очень большое количество (тысячи) степеней серьезности аварий, но такая практика требует от оператора четкого понимания каждой из них, что практически нереально. А в критических ситуациях недостаток понимания напрямую ведет к ошибочным решениям.

Передовые методики управления аварийной сигнализацией рекомендуют использовать максимум четыре градации серьезности аварийных сигналов: критическая, высокая, средняя и низкая. Максимальное время реагирования на сигналы этих четырех степеней серьезности составляет 5, 30, 60 и 120 минут соответственно, как показано на рис. 13. Это ориентировочные величины, которые можно корректировать согласно реальным особенностям процесса. Если некое [аварийное] событие не требует выполнения каких-либо действий в течение времени, отведенного для аварии низкой степени серьезности, то его статус следует изменить на «событие», и исключить его из списка аварий. Необходимо проверить конфигурационные параметры каждого аварийного сигнала, чтобы убедиться, что он активизируется только в том случае, когда от оператора требуется выполнение каких-либо действий, минимизировав таким образом вероятность бессодержательных, раздражающих аварийных сигналов. Но и после этого количество аварийных сигналов может по-прежнему превышать объем, который способен обработать оператор. Поэтому следует использовать специальные методы, позволяющие оператору идентифицировать те аварии, которые требуют принятия мер.

Серьезность аварии	Предел времени реагирования
Критическая	5 минут
Высокая	30 минут
Средняя	60 минут
Низкая	120 минут

Рис. 13 - Степени серьезности аварий и ожидаемые пределы времени реагирования

Рамки индикации аварийных сигналов

Чтобы облегчить процесс выделения аварийных сигналов, требующих принятия мер, каждой степени серьезности необходимо сопоставить уникальный вариант визуализации – т.е., уникальные цвет, форму и идентификатор. На рис. 14 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 может относиться несколько аварийных сигналов, эти рамки также обеспечивают суммирование аварийных сигналов, показывая наиболее срочный из них.

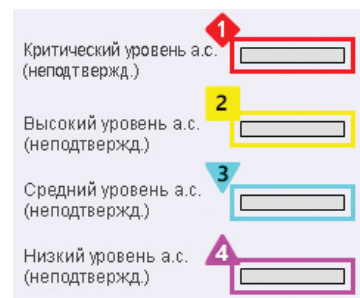


Рис. 14 – Рамки для индикации аварий всех степеней серьезности

Агрегирование аварийных сигналов

Обычно в дизайне HMI для сообщения оператору о текущих аварийных сигналах используются крупные контрастные надписи (баннеры). Но при одновременном отображении множества баннеров сигналы меньшей степени серьезности могут мешать восприятию более серьезных. 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. 15. На этом рисунке изображено 3 кнопки: одна из них - это Gravity Filters Overview (обзор гравитационных фильтров), еще одна - Filter 100, и последняя - Filter 200. Из рисунка видно, что в системе имеется две аварии: одна критической серьезности, и одна - высокой. Авария критической степени серьезности связана с Filter 100, а высокой степени серьезности - с Filter 200. Чтобы непосредственно перейти к соответствующему графическому элементу для обработки аварийного сигнала, оператору достаточно щелкнуть мышью на нужной кнопке.

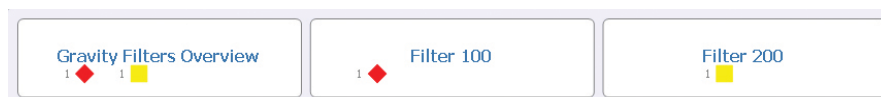


Рис. 15 - Значки аварийных сигналов на навигационных кнопках

Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов

Эффективные элементы дизайна

При разработке и компоновке HMI, обеспечивающего наилучший уровень ситуационного восприятия, важно начинать со стандартизованного набора элементов дизайна, которые будут использоваться во всем приложении. Такими элементами дизайна могут быть символы или экраны, эффективно передающие оператору ключевую информацию – при этом требующие лишь минимального обучения и не создающие высокой когнитивной нагрузки. Эти элементы дизайна затем предстоит оптимизировать для достижения необходимого для управления процессом уровня ситуационного восприятия (перцепции, осознания или проекции). Объем данного документа, безусловно, не позволит нам рассмотреть все возможные элементы дизайна. Для иллюстрации приведенных тезисов рассмотрим примеры индикации измерений с трендами и элементами информационных панелей.

Индикация измерений с трендами

Наиболее распространенный подход к дизайну промышленных HMI заключается в построении схематического изображения процесса в стиле P&ID и дополнении его числовыми значениями, указывающими текущие значения от датчиков в местах работы оборудования. Эти числовые значения обычно сопровождаются указанием имени тега и единиц

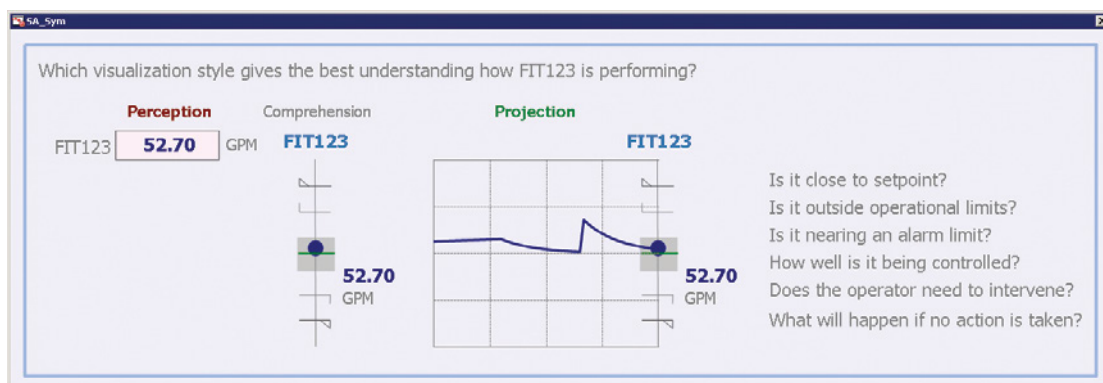


Рис. 16 – Обеспечение различных уровней ситуационного восприятия с помощью различных элементов дизайна

измерения датчика. Такой метод представления информации имеет множество недостатков, снижающих способность оператора воспринимать эти данные и конвертировать их в полезную информацию, позволяющую принимать обоснованные решения. Как показано на рис. 16, за счет отображения основных аварийных точек, рабочих ограничений, пределов оптимального диапазона, уставок и текущего значения в контексте такая индикация измерений дает намного больше информации и гораздо более эффективна в смысле повышения уровня ситуационного восприятия оператора. При таком представлении оператор может с первого взгляда заметить отклонение значения от нормы. В комбинации с элементом «тренд» оператору можно сообщить не только текущее значение, но и тенденцию и скорость его изменения, что позволит оператору спрогнозировать будущее значение (т.е., осуществить проекцию) и определить, требуется ли выполнять какие-либо действия. Тренды являются одним из наиболее эффективных методов достижения уровня проекции в отношении значений данных, поэтому их следует как можно шире использовать в промышленных приложениях HMI.

Элементы информационных панелей

Одной из самых больших сложностей, с которыми сталкиваются операторы, является необходимость быстрой комплексной оценки множества изменяющихся в реальном времени значений с целью выявления определенных паттернов или проблемных зон, а также сопоставления их с коммерческими ориентирами. На рис. 17 (следующая страница) таблица с числовыми значениями сопоставляется с теми же данными в виде различных графиков. Мы видим, что табличная форма очень неэффективно передает ключевые тенденции изменения значений. Но при использовании таких элементов информационных панелей, как графики и диаграммы, эта информация воспринимается гораздо легче, так как она уже предварительно обработана. Это означает, что вместо отдельных значений, взаимосвязи между которыми оператору приходилось бы мысленно высчитывать в уме, на экран выводятся готовые графические представления этих взаимосвязей, легко понятные даже самому неопытному сотруднику. Для сравнения отметим, что при использовании традиционных методов визуализации HMI даже самые опытные операторы редко могут выделить такую информацию из имеющихся данных.

Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов

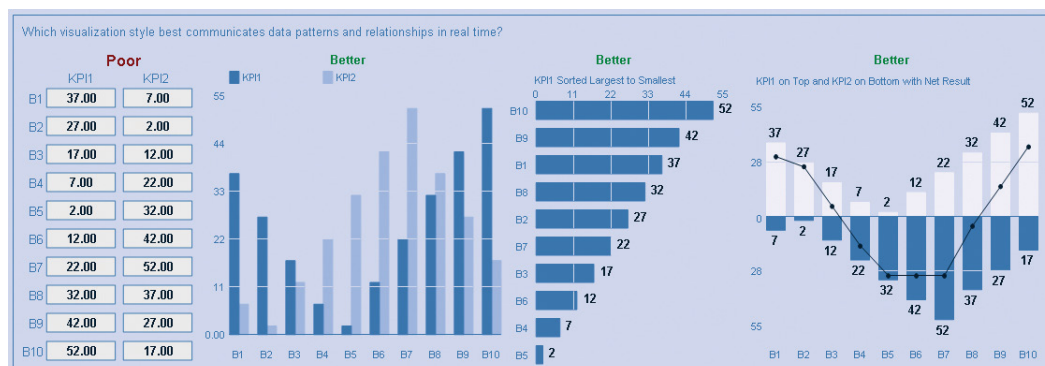


Рис. 17 - Демонстрация взаимосвязей данных с помощью различных элементов дизайна

5. Заключение

Современные производственные системы продолжают укрупняться, генерируют все большие объемы данных и переходят на все более высокие уровни автоматизации. Они зависят от квалификации персонала, и при этом нередко управляются из удаленных центров. Эти изменения, характерные для промышленности в целом, требуют применения новых подходов к визуализации производственных процессов. Систематический подход к обеспечению ситуационного восприятия способен значительно повысить надежность реализации коммерческих задач. Исследования показали, что указанные методики в 5 раз повышают вероятность своевременного обнаружения аварийных ситуаций по сравнению с традиционными способами⁸. Такое заблаговременное реагирование позволяет добиться существенного повышения экономической эффективности и безопасности.

По мере развития производственных процессов совершенствуется и дизайн интерфейсов HMI, используемых для управления ими. На рис. 18 показаны основные этапы этого развития. Вместо того, чтобы заставлять операторов отслеживать огромное множество параметров, данные приводятся в контексте, обеспечивающем ситуационное восприятие. Операторы уже не являются просто рабочими – они становятся специалистами по обработке информации, оперативно принимающими важные для бизнеса решения. Системы управляются уже не реактивным, а в упреждающем (проактивном) режиме, позволяющем извлечь максимальную коммерческую выгоду. И, наконец, основная задача эксплуатационного персонала изменяется с простого обслуживания процесса на управление бизнесом в реальном времени.

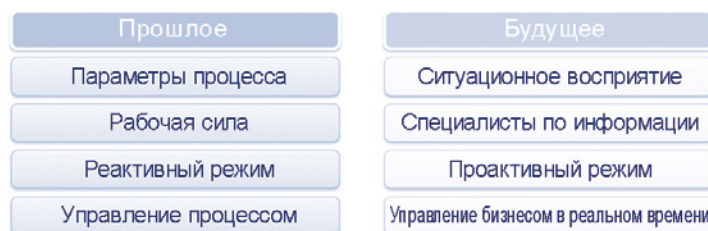


Рис. 18 – Эволюция управления производственными процессами

⁸ <https://www.asmc Consortium.net/Documents/HFES2005BusinessJustificationforHFIInterfaces-v100b.pdf>

Ситуационное восприятие

Новый подход к дизайну человеко-машинных интерфейсов

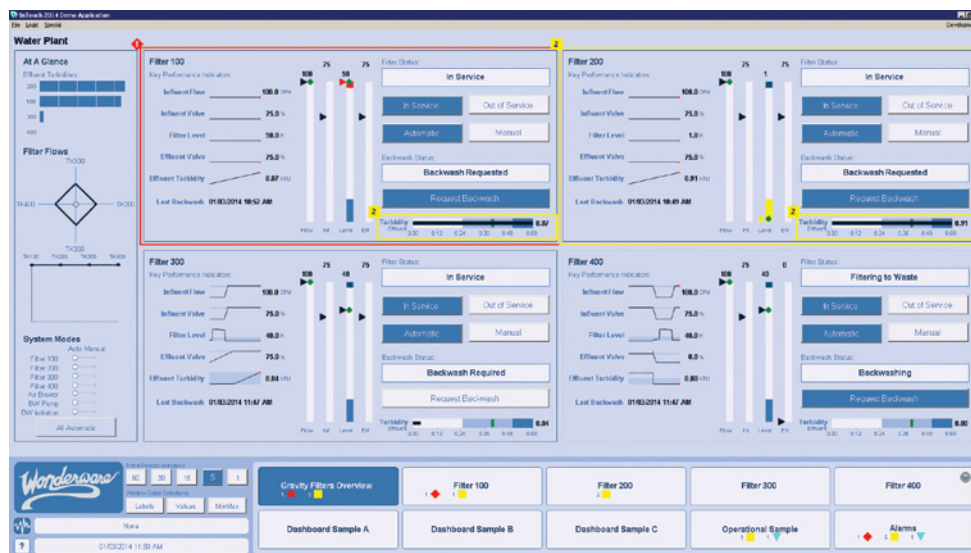


Рис. 19 – Пример окна уровня 1 с использованием средств ситуационного восприятия

6. Wonderware System Platform и InTouch

Начиная с версий HMI-интерфейса InTouch 2014 и системы диспетчерского управления Wonderware System Platform 2014, все описанные в данном документе методики доступны пользователю по умолчанию в виде набора очень простых в использовании продуктов. Эти методики можно встраивать в существующие системы или использовать при разработке новых. В тех случаях, когда для существующей системы уже имеются окна типа P&ID, их можно просто дополнить соответствующими окнами уровней 1 и 2, что позволит добиться необходимого уровня ситуационного восприятия при любом имеющемся бюджете. Используя средства обеспечения ситуационного восприятия, предоставляемые InTouch HMI и системой диспетчерского управления Wonderware System Platform, любой бизнес сможет вывести свое производство на мировой уровень эффективности при минимальных затратах и с быстрой окупаемостью.



www.wonderware.ru

Санкт-Петербург
тел. +7 812 327 3752
info@wonderware.ru

Москва
тел. +7 495 641 1616
info@wonderware.ru

Екатеринбург
тел. +7 343 287 1919
info@wonderware.ru

Самара
тел. +7 846 273 95 85
info@wonderware.ru

Київ
тел. +38 044 495 33 40
info@wonderware.com.ua

Минск
тел. +375 17 2000 876
info@wonderware.ru

Helsinki
puh. +358 9 540 4940
info@wonderware.fi

Rīga
tel. +371 6738 1617
info@wonderware.lv

Vilnius
tel. +370 5 215 1646
info@wonderware.lt

Tallinn
tel. +372 668 4500
info@wonderware.ee