

# РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ.

## ЧАСТЬ 1

ХАЛКЕР ГЕТЦ (HELCKER GOETZ)

В данной публикации, состоящей из двух частей, рассматривается развитие методологии высокоэффективных человеко-машинных интерфейсов. Первая часть посвящена вопросам совершенствования человеко-машинных интерфейсов, безопасности, удобству их использования, а также некоторым соображениям по поводу согласованного использования цвета.

**РИС. 1.** ▼  
Высокопроизводительный  
человеко-машинный  
интерфейс

В последние годы дизайн интерфейса эволюционировал от терминалов, управляемых с помощью командной строки, до систем, управляемых движением глаз, в которых обучение происходит практически мгновенно. Такие изменения стали результатом исследований в различных областях знаний. Но какую пользу это может принести промышленности?

Многие промышленные интерфейсы, спроектированные в сжатые

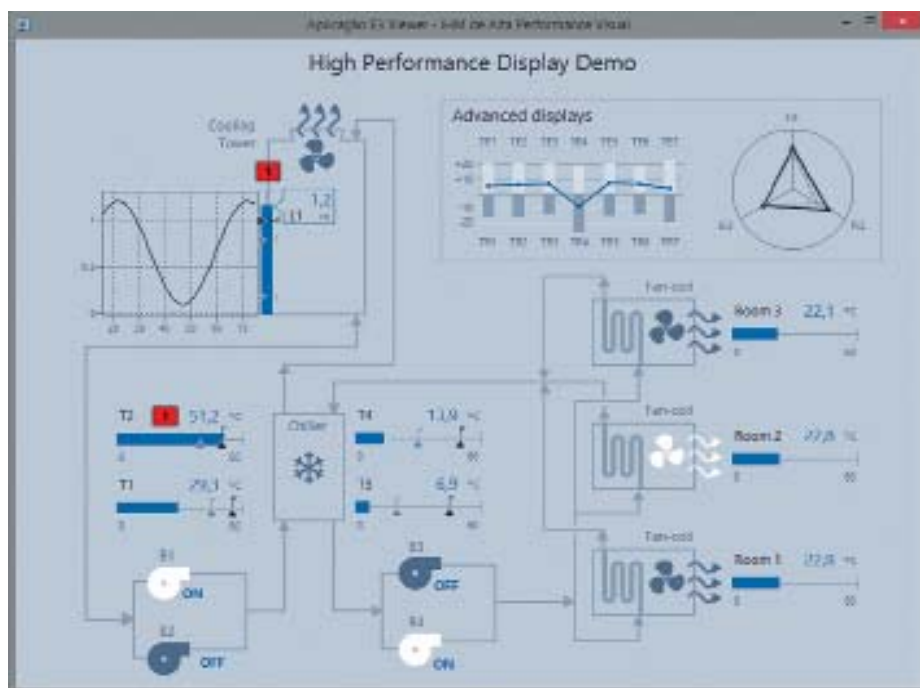
сроки, были ограничены рамками бюджета, то есть внешние факторы оказывали влияние на ход данного процесса, что и определило в конечном итоге полученный результат. Все это отражается на эффективности интерфейсов, а кроме того, делает их разработку в части результативности и удовлетворенности пользователей гораздо более сложной.

Основная задача методологии создания высокоэффективных человеко-

машинных интерфейсов (в англ. терминологии HMI — human-machine interface) — восполнить этот пробел, объединив в разработке ультрасовременные конструкции и опыт, достигнутый в авиационной промышленности. Наиболее заметные особенности таких интерфейсов включают оптимизированные цвета, выделенные сигналы тревоги и аварийного оповещения, минималистически нарисованные объекты, широкое применение графиков и гистограмм, значения, отображаемые в контексте, экраны на основе сетки, а также эффективное использование пространства для воспроизведения информации (рис. 1).

Такой подход, помимо общей эстетики, имеет целый ряд своих преимуществ: предотвращение сбоев оборудования, снижение числа эксплуатационных ошибок, повышение операционной эффективности, улучшение качества данных, легкости обучения, а также более низкие издержки, связанные с восприятием информации с точки зрения психологических особенностей персонала, то есть его когнитивности.

Проведенное тестирование, направленное на сравнение высокопроизводительных визуализированных человеко-машинных интерфейсов с их традиционными собратьями, показывает настолько разительные результаты, что они уже не могут быть проигнорированы. Однако для достижения оптимального соотношения затрат и получаемых при этом



выгод такая методология построения человеко-машинных интерфейсов может быть применена постепенно. Например, в виде нескольких элементов существующей системы, и здесь уже не потребуются начинать все с нуля.

## БЕЗОПАСНОСТЬ И ОТЧЕТ В СОБСТВЕННЫХ ДЕЙСТВИЯХ

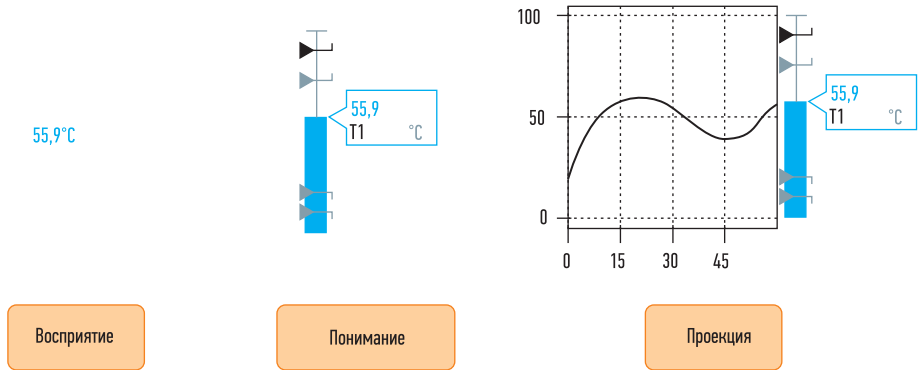
Безопасный промышленный интерфейс должен отличаться удобством применения. При разработке подобного интерфейса именно интересы пользователя должны учитываться в первую очередь, а сам процесс — во вторую. Удобство и простота эксплуатации человеко-машинного интерфейса должны быть хорошо продуманы как для стандартных, так и для критических ситуаций. Поэтому он должен создаваться «с оглядкой» на его пользователя, не теряя его из виду.

### Стандарт ISO 9241-11-1998

Этот стандарт<sup>1</sup> задает эргономические требования к офисному оборудованию с визуальными терминалами (англ. VDT — visual display terminal) и определяет его пригодность к использованию как сочетание эффективности, производительности и удовлетворенности при его эксплуатации в рамках системы. Этот же стандарт описывает и показывает такие измерения пригодности, как легкая обучаемость, простота запоминания и низкий уровень ошибок.

Как известно, многие несчастные случаи происходят именно из-за человеческих ошибок. Когда интерфейс разработан правильно, он путем повышения ситуационной осведомленности оператора помогает избежать многих трагедий. Таким образом, человеко-машинный интерфейс может эффективно способствовать повышению безопасности и надежности. Понятие «ситуационная осведомленность» означает полное осознание происходящего вокруг. Это является идеальным связующим звеном между воспринимаемой ситуацией и реальной ситуацией. Таким образом, ситуационная осведомленность включает восприятие, понимание и их проекцию на текущую ситуацию.

Так что давайте договоримся, что, во-первых, мы воспринимаем некий факт как некоторую данность. Далее,



мы должны понять его в контексте, то есть является ли эта ситуация нормальной или нет, является ли она границей с аномальным поведением или процессом или нет. Затем мы должны сделать проекцию в виде последствий воспринимаемого факта в его контексте, чтобы решить, какие меры следует принять, и определить их актуальность. Как же реализовать все три аспекта в интерфейсе?

Исходные данные дают нам представление о значении. Тем не менее они не показывают нам, находится ли это значение в рамках или на границе допустимого. То есть они не предлагают нам контекст события.

Осмысление ситуации может быть достигнуто путем указания пределов безопасности, чтобы диапазон эксплуатации в нормальных условиях контролируемой переменной был полностью ясен для оператора. Данный признак контекста может отображаться в нескольких вариантах представления — объектах. Например, это могут быть обычные диаграммы, диаграмма радарного типа или гистограммы. Однако такие ограничения в виде заданных пределов пока еще не позволяют сделать прогноз последствий по результатам наблюдаемого поведения, поскольку они не указывают на тенденцию поведения переменной во времени.

Необходимая проекция может быть достигнута несколькими способами. Интуитивный способ заключается в использовании диаграммы или графика, по которым можно оценить поведение переменной во времени (рис. 2).

## УЛУЧШЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСА В ЧАСТИ УДОБСТВА ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

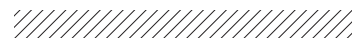
Основная цель индустриального человеко-машинного интерфейса — обеспечение взаимодействия пользователя с производственным технологическим процессом. Интерфейс предусматривает оперативное оповещение оператора в том случае, когда на предприятии что-то пошло не так. Для эффективного выполнения этой задачи интерфейс должен предупредить оператора о том, что действительно случилось нечто важное, требующее принятия конкретных мер. Однако он не должен привлекать внимания пользователя к малозначительной, не относящейся к делу сигнализации во время критического сбоя в работе оборудования. Использование таких преаттентивных методов в проектировании интерфейса может повысить его эффективность. Но что это означает?

Посмотрим на себя. Наш мозг обрабатывает и хранит визуальную информацию, которую получает от наших глаз. Исследователи создали модель для имитации этой функции, содержащей память, которая называется иконической, или сенсоральной. На данном этапе происходит очень быстрая обработка полученной визуальной информации. Это похоже на то, когда мы воспринимаем что-то, даже если это всего лишь небольшой проблеск или когда это «что-то» просто привлекло наше внимание.

Далее информация передается нашей кратковременной памяти

**РИС. 2. ▲** Использование графиков и диаграмм поможет операторам оценить поведение переменной во времени

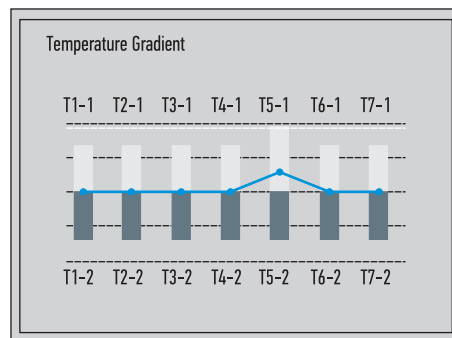
<sup>1</sup> Аналогичный документ РФ — ГОСТ Р ИСО 9241-11-2010 «Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 11. Руководство по обеспечению пригодности использования». Стандарт предназначен для применения при проектировании, разработке, оценке, приобретении продукции и обмене информацией о пригодности ее применения. Настоящий стандарт содержит руководство по установлению требований к пригодности использования и ее оценке. Стандарт применим как для продукции общего назначения, так и для продукции, приобретаемой или разрабатываемой для конкретной организации. — Прим. перев.



**РИС. 3.** ►  
Графическое  
представление  
аналоговых значений

ТТ1	48 °С	ТВ1	47 °С	ТГ1	1 °С
ТТ2	47 °С	ТВ2	48 °С	ТГ2	-1 °С
ТТ3	47 °С	ТВ3	47 °С	ТГ3	0 °С
ТТ4	47 °С	ТВ4	47 °С	ТГ4	0 °С
ТТ5	67 °С	ТВ5	47 °С	ТГ5	20 °С
ТТ6	47 °С	ТВ6	48 °С	ТГ6	-1 °С
ТТ7	48 °С	ТВ7	47 °С	ТГ7	1 °С

Неправильно



Правильно

(англ. СТМ — short-term memory), где воспринятые нами сведения могут быть либо выброшены за ненадобностью передаваться для хранения к нашей долговременной памяти. Кратковременная память, судя по ее определению, является ограниченной и временной. Информация не очень долго находится в этом типе памяти. Если происходит перегрузка оператора ненужной визуальной информацией, его кратковременная память перенасыщается, и, чтобы новая информация могла быть сохранена, он должен «сбросить» старую информацию. Когда информация таким путем теряется, то отбрасывается и та ее часть, которая может впоследствии иметь важное значение для принятия решения в условиях чрезвычайной ситуации. В управлении производственными процессами такое не рекомендуется.

Вот почему мы должны всегда избегать применения экранов со слишком большим количеством цветов и объектов наблюдения. Это препятствует эффективности информативной функциональной способности интерфейса, тем самым уменьшая удобство и простоту его использования. И если нам не нужно знать точное значение для каждой точки процесса, предпочтительно представить подобные или коррелирующие аналоговые значения в графическом виде (рис. 3). Другим вариантом, который дает хорошее представление для коррелированных переменных или даже ключевых показателей эффективности, являются диаграммы радарного типа. В такой схеме сплошная линия показывает состояние процесса в каждый момент времени. Пунктирная линия отображает идеальную ситуацию и сравнивает, насколько ситуация близка к идеалу

для каждой переменной в каждый момент времени.

### СОГЛАСОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦВЕТА

Наиболее важные данные должны всегда выделяться из менее важных. Поэтому для второстепенной информации следует выбрать приглушенные оттенки экранов, избегать цветовых градиентов, а привлекающие внимание цвета использовать только для критических данных и соответствующих им статусов (рис. 4).

Кроме того, объекты, выполненные в весьма реалистичном представлении, могут привести к двум типам проблем. Первое — это чересчур глубокие и яркие цвета. Вторая проблема заключается в слишком большом количестве пикселей для таких, явно декоративных целей. Более простое и эффективное представление может быть использовано без добавочных декоративных пикселей или цветовых градиентов. Цель состоит в том, чтобы оценить полезность и целесообразность данных пикселей и максимально сократить количество декоративных, не несущих информации.

Всегда избегайте цветовых градиентов на фоне экрана, поскольку контекст влияет на восприятие цвета. Ведь из-за изменения оттенка фона два прямоугольника одного и того же цвета могут быть легко восприняты как различные оттенки и даже цвета.

Во второй части статьи основное внимание будет уделено точности восприятия в зависимости от контекста, доступности, визуальной иерархии, сравнению анимации и статической индикации, а также 2D- и 3D-экранов. ●



Нормальное  
использование цвета

Общие объекты  
и представление  
нормального состояния

Тон: фиксированный  
Насыщенность: низкая  
Яркость: переменная



Акцентированные цвета

Индикация в ответ  
на сигналы тревоги,  
неисправности, блокировки,  
торможение и уставки

Тон: переменный  
Насыщенность: высокая  
Яркость: средняя

**РИС. 4.** ►  
Использование  
цветов для указания  
критических данных  
и соответствующих  
статусов в процессе  
анализа данных