

Нина Кузьмина

## Человеко-ориентированный подход при проектировании систем визуализации автоматизированных объектов

### ВВЕДЕНИЕ

Человеко-машинный интерфейс, или НМИ (Human-Machine Interface), является одним из важнейших компонентов SCADA-систем. Он обеспечивает взаимодействие оператора с автоматизированными системами, предоставляя данные о ходе процесса и позволяя контролировать и управлять системой.

Низкий уровень качества дизайна НМИ может привести к внештатным ситуациям, миллиардным денежным убыткам, авариям и даже катастрофам. К сожалению, реализация большей части систем визуализации скорее мешает, нежели помогает оператору в его работе. Некачественное исполнение человеко-машинного интерфейса ранее во многом обуславливалось несовершенными технологиями. Благодаря увеличению вычислительной мощности аппаратных платформ эти ограничения уже не играют существенной роли, оставаясь пережитками в виде общепринятых шаблонов и отсутствия понимания основных принципов дизайна НМИ.

Информация, отображаемая в системах НМИ, не ограничивается лишь мониторингом автоматизированных систем и управлением ими. Системы визуализации превратились в сложные информационные порталы, отображающие также различную аналитическую информацию, например, данные аналитики бизнес-процессов, показатели общей эффективности оборудования, прогнозы работы и вероятности выхода из строя различных компонентов системы и т.п.

Такое увеличение количества отображаемой информации ещё больше увеличивает нагрузку на оператора, который в рамках информационного пресыщения становится слабым звеном системы.

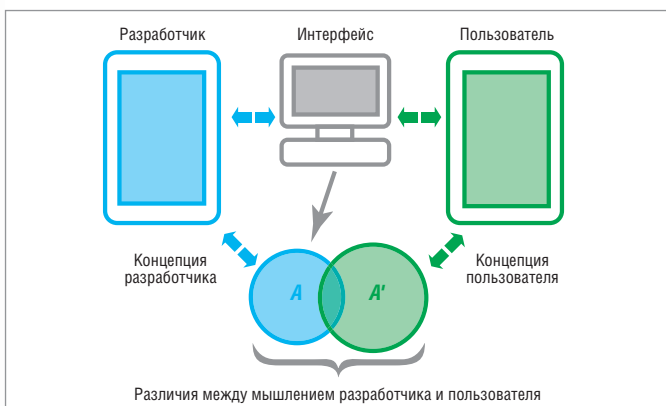


Рис. 1. Диаграмма взаимодействия пользователя и разработчика с интерфейсом

### ЧЕЛОВЕКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД

Человеко-машинный интерфейс аналогичен взаимодействию между двумя людьми. Интерфейс играет роль сообщения, которое передаёт инженер-разработчик пользователю. Каждый из них имеет свою собственную модель восприятия, сложившуюся на основе опыта взаимодействия с окружающей средой, а потому у каждого есть своё собственное представление о том, каким рабочий интерфейс должен быть.

Создавая НМИ, разработчик подразумевает определённые действия, с помощью которых можно добиться нужных результатов. Пользователь также знает, что конкретные действия должны иметь определённый исход, но ожидаемый им результат может не совпадать с тем, что заложил исполнитель. Таким образом возникает конфликт между ожиданиями пользователя и реальным результатом [1].

На рис. 1 представлена диаграмма взаимодействия пользователя и разработчика с интерфейсом. Буквой *A* обозначен результат, заложенный в интерфейс разработчиком (в соответствии с его концептуальной моделью), а буквой *A'* — результат, который ожидает увидеть пользователь.

Если *A* и *A'* совпадают (или максимально пересекаются), пользователь и разработчик одинаково видят решение, поэтому пользователь адекватно воспримет интерфейс.

Если *A* и *A'* не совпадают, разработчик не учёл концепцию пользователя и данный интерфейс не будет воспринят адекватно.

Во втором случае интерфейс не будет интуитивно понятен оператору и ему придётся предпринять дополнительные усилия для понимания и запоминания, а возможно, переучиваться для работы с данным интерфейсом.

Для минимизации последствий подобного конфликта интересов и создания прозрачного для пользователя дизайна НМИ необходимо придерживаться рекомендаций человеко-ориентированного проектирования:

- учитывать нужды и ожидания конечного пользователя в соответствии с конкретными условиями;
- создавать лёгкий, простой и удовлетворяющий пользователя продукт;
- сделать технические характеристики такими, чтобы поставленные задачи решались быстро и правильно.

### ЧТО ТАКОЕ ЮЗАБИЛИТИ

С 1 декабря 2013 года на территории Российской Федерации вступил в действие новый национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012 «Эргономика взаимодействия чело-

век–система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем» [2]. Данный ГОСТ является переводом международного стандарта ISO 9241-2010:2010 “Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centered design for interactive systems”.

Одно из ключевых понятий, с которым работает ГОСТ, – это пригодность использования. Здесь хочется отметить, что данный термин является дословным переводом уже устоявшегося в профессиональной литературе термина «юзабилити»<sup>1</sup>. В дальнейшем как дань уже устоявшемуся понятию в статье будет использован именно термин «юзабилити».

Юзабилити – это свойство системы, при наличии которого пользователь может использовать продукцию в определённых условиях для достижения установленных целей с необходимой результативностью, эффективностью и удовлетворённостью.

Данное понятие связано с понятием эргономичности, но скорее подразумевает под собой полезность и эффективность системы и взаимодействия пользователя с ней, а не эстетическую составляющую дизайна.

Основными метриками юзабилити являются эффективность, продуктивность, удовлетворённость [2].

Эффективность отображает долю пользователей, выполнивших задачу успешно. Этот показатель напрямую связан с количеством ошибок, возникающих при работе с системой. Здесь подразумеваются по большей части не ошибки системы, возникающие из-за неполадок оборудования и программного обеспечения (такие ошибки скорее будут влиять на удовлетворённость пользователя системы), а ошибки, совершаемые пользователями из-за неправильных действий.

Увеличить эффективность юзабилити можно следующими способами:

- реализацией необходимых функций контроля и управления, не перегружая при этом системы ненужными встроенными опциями;
- минимизацией отношения числа ошибок к успешным действиям;
- уменьшением нагрузки на пользователя, а конкретно – на его память, внимание, зрение, воображение, слух;
- увеличением количества используемых пользователем функций и команд, то есть прозрачностью встроенных функций для пользователя.

Одним из способов увеличить эффективность, уменьшив нагрузку на пользователя, может стать использование закономерности «7±2», открытой учёным-психологом Джорджем Миллером [3]. Согласно ей кратковременная человеческая память, как правило, не может запомнить и повторить более 7±2 элементов, причём элементами могут быть слова, цифры, буквы или символы. Данную закономерность можно использовать при создании навигационного меню по системе визуализации. Так, различные подсистемы можно определить в разделы по общим признакам. Например, по системам управления это «Энергопотребление», «Вентиляция», «Водоснабжение», «Отопление», «Канализация», «Освещение», «Система доступа». Здесь также работает закон Хика: чем меньше элементов меню, тем меньше времени занимает выбор одного из них. На рис. 2а представлено меню, состоящее из 7 элементов. Ссылки на подсистемы можно найти под каждым из главных пунктов. С помощью инверсной окраски, как

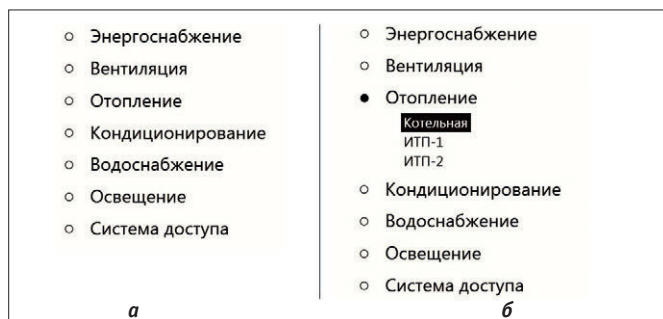


Рис. 2. Навигационное меню на основе закономерности «7±2» (а) и отображение текущего положения пользователя (б)

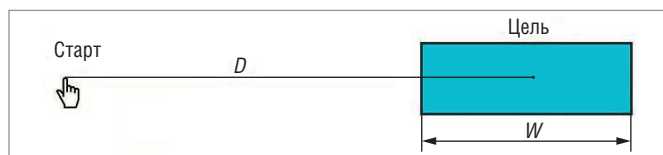


Рис. 3. Иллюстрация к закону Фиттса

на рис. 2б, пользователю легче сориентироваться, на какой из подсистем он находится в данный момент.

Продуктивность отображает количество ресурсов, которые пользователь затрачивает для достижения поставленных целей. К этим ресурсам относят:

- время, необходимое для выполнения пользователем определённой задачи;
- время, необходимое на предварительное обучение перед использованием мнемосхемы;
- частота использования справки или документации;
- количество повторных и ошибочных действий.

Уменьшить время, необходимое для выполнения пользователем определённой задачи, можно с помощью закона Фиттса, опубликованного в 1954 году Полом Фиттсом [4].

Рассмотрим ситуацию, включающую в себя объект, управляемый человеком, например курсор мыши, и цель, например кнопку экстренной остановки оборудования, расположенную где-то в другом месте экрана (рис. 3).

Математически закон Фиттса можно записать следующим образом [5]:

$$MT = a + b \log_2 \left( \frac{A}{W} + 1 \right)$$

где  $MT$  – среднее время, затрачиваемое на совершение действия,  $s$ ;  $a$  – время запуска/остановки устройства,  $s$ ;  $b$  – величина, зависящая от типичной скорости устройства, бит/ $s$ ;  $A$  – дистанция от точки старта до центра объекта;  $W$  – ширина объекта, измеренная вдоль оси движения.

Согласно формуле, чем дальше инструмент управления (курсор мыши, стилус сенсорного экрана) находится от цели и чем меньше размер цели, тем больше времени потребуется для его позиционирования.

Наличие логарифмической зависимости также указывает на то, что хотя небольшое увеличение размеров малых объектов позволяет их легче выделять, изменение размеров больших объектов уже не имеет значения. То же самое касается и дистанции до цели.

Удовлетворённость определяет комфорт и приемлемость пользования продуктом, а также благополучие эмоционального состояния пользователей после выполнения задачи. Это определяется:

- полезностью и функциональностью НМИ;
- удобством использования;

<sup>1</sup>Юзабилити (от англ. usability) – дословно «пригодный к использованию».

- оценкой того, насколько технологическое выполнение задачи соответствует требованиям по контролю и управлению НМИ.

Например, на удовлетворённость пользования системой влияет наличие предыдущего опыта пользователя. В психологии известен синдром, имеющий название «Синдром утёнка». Обычно пользователи привязываются к первому изученному ими принципу работы системы и все остальные системы судят по тому, насколько они на него похожи. В этом случае использование какого-либо нового принципа может вызвать у человека резкое неприятие системы визуализации и уменьшение удобства использования.

Это относится и к новым функциям, к которым пользователь не привык и поэтому они для него неудобны.

## ПРИНЦИПЫ ЧЕЛОВЕКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Системы автоматизации обрабатывают большое количество информации, поступающей из различных источников. Качество и количество информации влияет на принятие управленческих решений. Большое количество отображаемых данных не означает, что пользователь будет более осведомлённым. Даже наоборот, пользователь может быть введён в заблуждение. Правильный интерфейс должен подавать информацию таким способом, чтобы обеспечить выполнение нужных целей, задач и потребностей пользователя.

Человеко-ориентированное проектирование базируется на следующих принципах.

1. Технология должна быть построена с учётом целей, задач и возможностей пользователя. Необходимо убедиться, что система предоставляет все необходимые данные и исключает лишнюю информацию, которая может ввести в заблуждение.
2. С организационной стороны технология должна учитывать то, как пользователь обрабатывает информацию и принимает решения. В случае возникновения некорректных ситуаций пользователи пытаются определить и понять происходящее событие. Эксперты пользуются шаблонным набором действий, хранящимся в долговременной памяти, для того чтобы быстро разобраться в ситуации. Лица, принимающие решения, должны понимать не просто происходящее событие, а разобраться в ситуации в целом.
3. Пользователи должны быть осведомлены о состоянии системы, чтобы иметь возможность контролировать её. В случае недостаточной осведомлённости пользователя о состоянии системы это может негативным образом повлиять на принятие решения.

Ситуационная осведомлённость (SA – Situational Awareness) – это понимание оператором состояния системы в данный момент времени, которое основывается на персональном понимании, приобретённых знаниях и имеющейся информации. Правильность принятия решений напрямую зависит от ситуационной осведомлённости [6].

Ситуационная осведомлённость подразумевает три составляющие:

- пользователь в курсе того, что происходит;
- он понимает то, что эта информация означает;
- он предполагает, что эта информация будет значить в будущем.

Таким образом, ситуационная осведомлённость подразделяется на три уровня:

**1-й уровень (1 SA)** – восприятие необходимых данных. Здесь имеются в виду состояние, свойства, динамика изменения

элементов. Это может быть, к примеру, отображение состояния оборудования и датчиков, как показано на рис. 4.

**2-й уровень (2 SA)** – понимание текущей ситуации. Понимание основано на восприятии данных с первого уровня и интерпретации их в соответствии с установленными целями. Неопытные проектировщики могут не иметь достаточной базы знаний для разработки системы со вторым уровнем осведомлённости. Ко второму уровню могут быть отнесены данные, отображаемые на шкалах и счётчиках, как показано на рис. 5. Обычные текстовые значения сложны для восприятия. Человек гораздо быстрее воспринимает и интерпретирует графическую информацию. Абсолютные цифровые данные не существенны, если они не сопоставляются с предельными значениями [7].

**3-й уровень (3 SA)** – проекция будущего состояния. Здесь имеется в виду возможность предсказать, что произойдёт дальше. Это может быть достигнуто только за счёт хорошего понимания уровня 2 SA. К уровню 3 SA относится отображение трендов (рис. 6), так как с их помощью пользователь может проанализировать тенденцию изменения работы системы и таким образом экстраполировать данные на перспективу.

Существуют негативные факторы, которые подрывают ценность осведомлённости [8].

1. **Туннелированное внимание** – фиксация на одном неполном наборе информации в ущерб другим. Это наиболее распространённая ошибка.
2. **Ловушка рабочей памяти** – надежда на ограниченную кратковременную память.
3. **Рабочая нагрузка, беспокойство, усталость и другие стрессовые ситуации.** Всё это уменьшает возможность человека адекватно обрабатывать информацию.
4. **Перегрузка информацией.** Слишком большое количество информации уменьшает осведомлённость. Например, текстовые данные гораздо хуже воспринимаются, чем информация, представленная графически.
5. **Смещение акцентов:** красный цвет, движущиеся объекты, мигающий свет могут отвлечь человека от важной информации. Поэтому данные средства должны быть использованы в случаях, если пользователя надо уведомить о чрезвычайных ситуациях.
6. **Сложность системы.** Слишком большое количество встроенных функций усложняет восприятие системы.
7. **Неправильная модель системы** ведёт к ложной трактовке событий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Человеко-ориентированное проектирование направлено на создание интерактивных систем, учитывающих особенности пользователей, их опыт и потребности на основе эргономических принципов. Такой подход увеличивает результативность, эффективность, доступность и устойчивость систем, повышает удовлетворённость пользователя и производительность его труда, а также предотвращает возможные не-

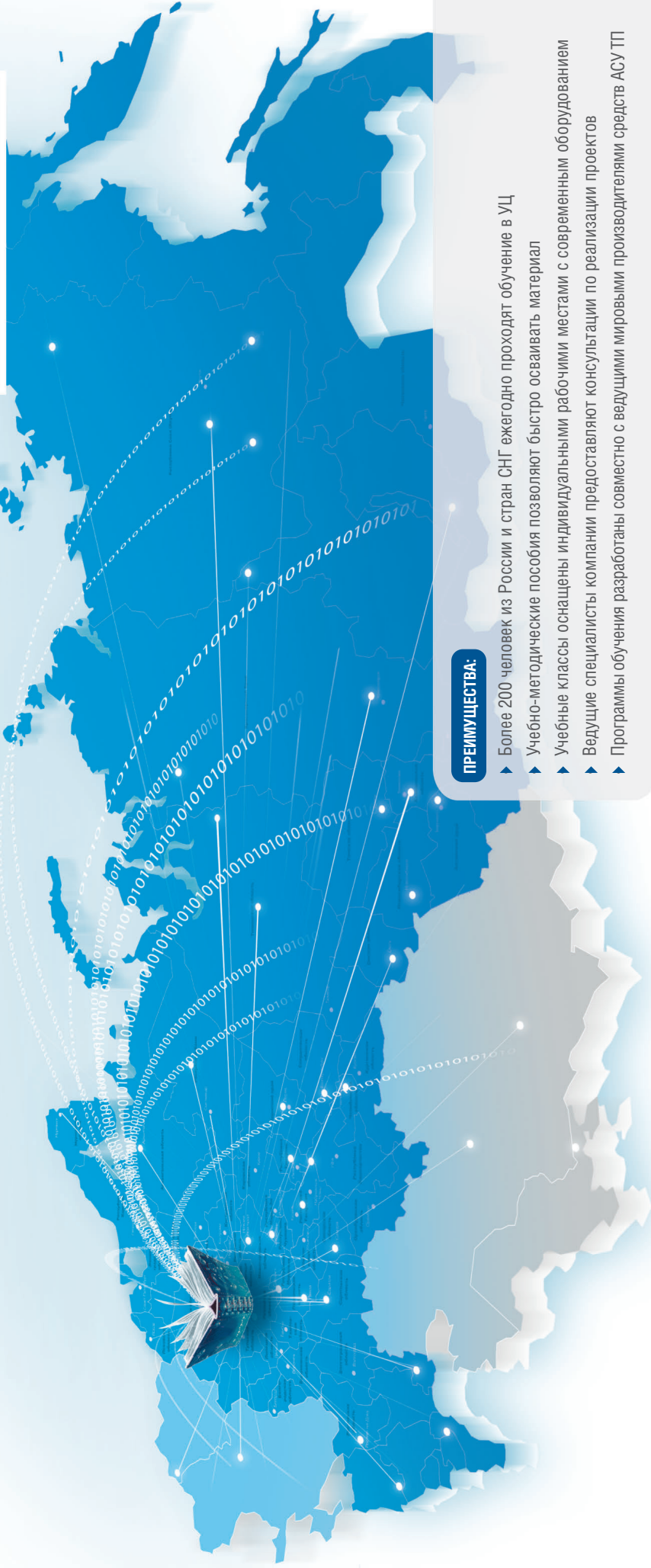


Рис. 4. Первый уровень осведомлённости – 1 SA



УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР  
ПРОСОФТ-МОСКВА

# Мы обучаем специалистов из всех уголков СНГ



#### ПРЕИМУЩЕСТВА:

- ▶ Более 200 человек из России и стран СНГ ежегодно проходят обучение в УЦ
- ▶ Учебно-методические пособия позволяют быстро осваивать материал
- ▶ Учебные классы оснащены индивидуальными рабочими местами с современным оборудованием
- ▶ Ведущие специалисты компании предоставляют консультации по реализации проектов
- ▶ Программы обучения разработаны совместно с ведущими мировыми производителями средств АСУ ТП



## Курсы по промышленной автоматизации: верхний и нижний уровни АСУ ТП

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР FASTWEL, ICONICS, ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР WAGO, WEINTEK

# PROSOFT®

Телефон: (495) 234-0636 • [educenter@prosoft.ru](mailto:educenter@prosoft.ru) • [www.prosoft.ru/support/training](http://www.prosoft.ru/support/training)



благоприятные воздействия на здоровье и безопасность человека.

Продукция, разработанная с помощью такого подхода, является более совершенной с технической точки зрения и поэтому коммерчески более выгодной.

Если системы разработаны с учётом потребностей пользователя, то в них снижается количество его ошибочных действий, а также уменьшаются временные и материальные затраты на обучение пользователей. В целом принятие человеко-ориентированного подхода увеличивает вероятность успешного завершения проекта в срок и в рамках бюджета.

Высокое качество таких систем обусловлено их высокой производительностью, простотой понимания и использования, а также снижением дискомфорта и стресса пользователей, что, в свою очередь, обеспечивает конкурентные преимущества поставляемой продукции и бренда. ●

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Guide to software usability principles. — Maggio : Progea S.r.l., 2011.
2. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем. — М. : Стандартинформ, 2013.
3. George A. Miller. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information // The Psychological Review. — 1956. — Vol. 63. — Pp. 81-97.
4. Paul M. Fitts. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement // Journal of Experimental Psychology. — 1954. — Vol. 47. — No. 6. — Pp. 381-391.

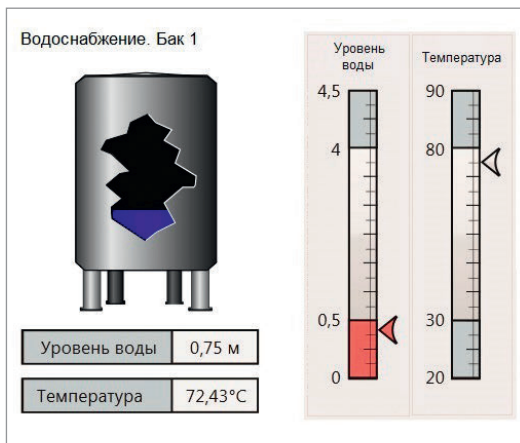


Рис. 5. Второй уровень осведомлённости – 2 SA

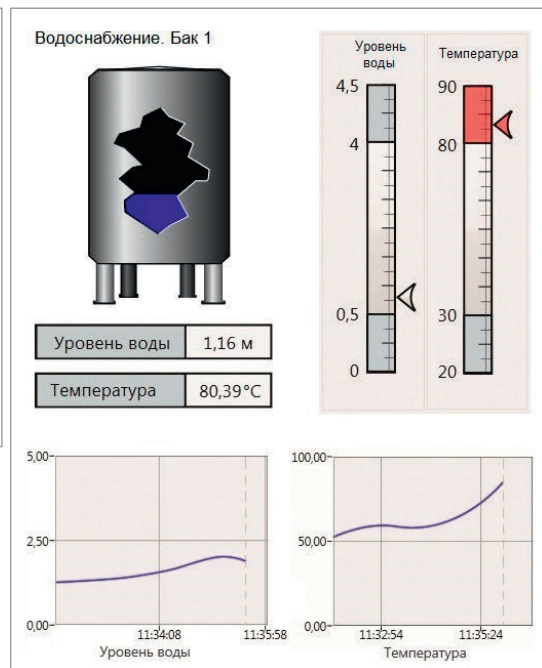


Рис. 6. Третий уровень осведомлённости – 3 SA

5. MacKenzie I.S., Buxton W. Extending Fitts' law to two dimensional tasks // Proceedings of the CHI '92 Conference on Human Factors in Computing Systems. — New York : ACM, 1992.
6. Paul Gruhn. Human machine interface: the good, the bad, and the ugly (and what makes them so) // Proceedings of the 66th Annual Instrumentation Symposium for the Process Industries. — Research Triangle Park, N.C. : ISA, 2011.
7. Bill Hollifield, Dana Oliver, Ian Nimmo, Eddie Habibi. The high performance HMI handbook: a comprehensive guide to designing, implementing and maintaining effective HMIs for industrial plant operations. — Houston, TX : Plant Automation Services, Inc., 2008.
8. Mica Endsley, Betty Bolté, Debra Jones. Designing for situation awareness: an approach to user-centered design. — Boca Raton, FL : CRC Press, 2003.

**НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ**

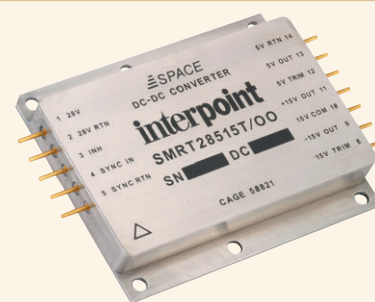
**Изделия Interpoint® выбраны JPL для миссии Mars 2020**

Компания Crane Aerospace & Electronics объявила о заключении многомиллионного контракта с Лабораторией реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory – JPL, Пасадена, Калифорния) на поставку модулей преобразователей напряжения для программы Mars 2020.

JPL будет применять ряд радиационно-стойких DC/DC-преобразователей и помехоподавляющих фильтров Interpoint, включая популярные модели серии SMRT, которые отличаются встроенным на входе помехоподавляющим фильтром, независимыми выходными каналами и функцией регулировки выходного напряжения. Также будут использоваться модули преобразователей серий SLH, SMSA, SMHF, SMTR, SMFL и три модели фильтров. В предыдущих марсианских исследовательских аппаратах Opportunity, Spirit и Curiosity были задействованы все радиационно-стойкие DC/DC-преобра-

зователи Interpoint, сертифицированные для применения в космической аппаратуре. Преобразователи Interpoint доступны с разнообразными уровнями гарантированной радиационной стойкости (Radiation Hardness Assurance – RHA), вплоть до уровня суммарной накопленной дозы 100 крад (Si), как при высоких, так и при низких мощностях дозы ионизирующего излучения.

JPL координирует проект Mars 2020 для подразделения научных космических программ НАСА (NASA's Science Mission Directorate) в Вашингтоне. Калифорнийский технологический институт (California Institute of Technology), расположенный в Пасадене, управляет JPL. Миссия Mars 2020 будет основана на достижениях Curiosity и на других марсианских программах и предлагает благоприятные возможности по размещению оборудования и приборов в рамках космической технологической программы НАСА,



которая осуществляется при содействии партнёров из разных стран.

Подразделение Power Solutions компании Crane Electronics предлагает изделия силовой электроники под торговыми марками ELDEC®, Interpoint® и Keltec®, такие как распределённые системы электропитания и батарейные системы для коммерческой авиакосмической, оборонной и космической промышленности, систем электронного противодействия и связи, ракетных, радарных, навигационных систем и систем дистанционного управления. ●

# Новый облик промышленных средств ЧМИ



## Панельные компьютеры «тонкий клиент» с программируемыми функциональными клавишами и поддержкой технологии multitouch

- Широкий экран формата 16:9 позволяет передавать больше информации за счет увеличенной на 40% области просмотра, что облегчает процесс управления
- Встроенные интеллектуальные функциональные клавиши и кнопка возврата в главное меню упрощают работу оператора и сокращают время реагирования
- Многоцветные светодиодные индикаторы позволяют оператору быстро получить информацию о рабочем статусе панельного компьютера

## ADVANTECH

*Enabling an Intelligent Planet*

**Advantech Co., Ltd.**

Представительство в России  
Тел.: +7 (495) 644-0364,  
8 (800) 555-0150  
(бесплатно по России)  
info@advantech.ru  
www.advantech.ru



### TPC-1840WP/2140WP

Панельный компьютер на базе двухъядерного процессора AMD с 18,5" (WXGA)/21,5" (Full HD) TFT ЖК-дисплеем и сенсорным экраном с поддержкой multitouch



### SPC-1840WP/2140WP

Стационарный панельный компьютер на базе двухъядерного процессора AMD с 18,5" (WXGA)/21,5" (Full HD) TFT ЖК-дисплеем и сенсорным экраном с поддержкой multitouch



### FPM-7181W/7211W

Промышленный монитор с диагональю 18,5"/21,5", с проекционно-ёмкостным сенсорным экраном и портами Direct-VGA и DVI



## PROSOFT®

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

**МОСКВА**  
**С.-ПЕТЕРБУРГ**  
**АЛМА-АТА**  
**ВОЛГОГРАД**  
**ЕКАТЕРИНБУРГ**  
**КАЗАНЬ**  
**КИЕВ**  
**КРАСНОДАР**  
**Н. НОВГОРОД**  
**НОВОСИБИРСК**  
**ОМСК**  
**САМАРА**  
**УФА**  
**ЧЕЛЯБИНСК**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com  
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru  
Тел.: (843) 291-7555 • Факс: (843) 570-4315 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com  
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (831) 215-4084 • Факс: (831) 215-4084 • n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru  
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru