

УДК 004.514:004.05:621.398

Е.Г. КИРИЛЕНКО, Ю.А. КУЗНЕЦОВА, И.Б. ТУРКИН

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Показано, что для повышения эффективности функционирования, снижения стоимости разработки и эксплуатации таких сложных систем, как системы телеметрии, обработка информации в которых происходит в режиме реального времени, особое внимание необходимо уделять разработке человеко-машинного интерфейса с учётом человеческого фактора. Обосновано, что существующие методики оценки качества интерфейсов носят субъективный характер, а методы количественной оценки не эффективны из-за большого количества телеметрических параметров, поступающих от сложных динамических объектов различного назначения. Поэтому в данной статье предложен формализованный подход для оценки качества человеко-машинного интерфейса. Представлены графический интерфейс пользователя и результаты расчёта функции качества.

Ключевые слова: телеметрическая информация, программное обеспечение, человеко-машинный интерфейс, стандарты, эргономичность, функция качества.

Введение

Для современного этапа развития технических средств и информационных технологий характерна тенденция роста сложности создаваемых информационно-технических систем. Такие системы, как ракетно-космические комплексы и сложные производственные системы, содержат десятки тысяч разнообразных датчиков, с которых поступает огромный объём информации. Информация должна обрабатываться в реальном или близком к реальному масштабу времени (РМВ).

Для решения этой задачи в течение многих лет успешно используются системы сбора и обработки телеметрической информации (ТМИ), которые позволяют достаточно эффективно решать задачи, связанные со сбором, первичной обработкой и накоплением информации, поступающей от сложных динамических объектов (СДО).

Типовой задачей, решаемой системами сбора и обработки ТМИ, является контроль состояния СДО, в частности, **автоматическое выявление аномальных и преданомальных ситуаций**, возникающих в процессе функционирования объектов. В настоящее время уже создано и используется достаточно много систем такого типа [1, 2].

Но существующие системы обладают рядом недостатков, такими как высокая стоимость разработки и эксплуатации и относительно низкая эффективность функционирования. Это обусловлено, с одной стороны, тем, что каждая из создаваемых сис-

тем является уникальной, а с другой, – все более или менее сложные системы предполагают активное участие экспертов в процессе обработки и анализа ТМИ. Таким образом, важными задачами являются задачи уменьшения стоимости и повышения эффективности систем контроля состояния СДО.

Качественный контроль и эффективный анализ результатов обработки ТМИ невозможен без предварительного проектирования и реализации человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) с учётом требований эргономичности, а также оценки его качества, что позволяет сократить продолжительность проектирования и разработки на 20-25%, а совокупные затраты – на 10-15% [3].

1. Анализ исследований и публикаций

1.1. Характеристика систем телеметрии

Цель и задачи автоматизированной обработки ТМИ. Современная телеметрия охватывает широкий круг проблем, связанных с получением, преобразованием, передачей и обработкой измерительной информации, используемой при управлении удалёнными объектами, определении их состояния или при изучении физических процессов в местах, где непосредственное присутствие наблюдателя затруднено или невозможно [4].

В состав ТМИ, поступающей с удалённых СДО, входят весьма разнообразные физические величины, или телеметрируемые параметры (ТМП), измерение которых обеспечивает [5]:

- получение информации о соответствии характеристик объекта телеконтроля тактико-техническим требованиям;

- получение достаточно подробных сведений о функционировании агрегатов и аппаратуры объекта, а также о параметрах окружающей среды;

- выявление неисправностей и их устранение перед применением объекта.

Исходя из решаемых задач, к основным требованиям, предъявляемых к системам телеметрии, можно отнести:

- возможность одновременной передачи большого числа разнообразных параметров (от нескольких десятков до нескольких сотен);

- обеспечение заданной точности, оцениваемой для систем средней, высокой и очень высокой точности среднеквадратическими погрешностями $3 \div 5 \%$, $1 \div 2 \%$ и $0,1 \div 0,5 \%$ соответственно;

- возможность оперативного изменения состава измеряемых параметров с учётом их важнейших особенностей (скорости изменения во времени и скорости передачи);

- высокую степень автоматизации процессов сбора, передачи и обработки данных;

- высокую надёжность телеметрической аппаратуры и ряда других эксплуатационных требований (малый вес, объём, стоимость в расчёте на одно измерение или одну двоичную единицу информации).

Целью автоматизированной обработки ТМИ является извлечение информации из телеметрируемых данных, математическое преобразование и представление результатов за минимальное время, обеспечивающее своевременное использование их в процессе управления телеметрируемым объектом, а также определение частных и обобщённых характеристик систем телеметрируемого объекта, их каталогизация, хранение и своевременная выдача потребителям [6].

Основные задачи обработки ТМИ:

- выбор необходимых параметров и интервалов времени для обработки, а также оценка качества измерений, согласование потоков данных и оценка параметров по косвенным измерениям;

- повышение достоверности и уменьшение избыточности телеметрических данных;

- дешифровка выбранных данных, определение оценок измеряемых параметров в физических единицах и их представление;

- определение параметров состояния и оценка работоспособности систем и определение обобщённых характеристик систем и объекта в целом.

- представление и анализ результатов обработки ТМИ.

Стандартизация современной телеметрии.

Постоянная тенденция к росту количества измеряемой информации, предназначенной для контроля и управления бортовыми системами, и являющейся результатом научных экспериментов, разнообразие и сложность задач обработки ТМИ способствовали стандартизации телеметрии.

В настоящее время в телеметрии в качестве международных стандартов приняты рекомендации консультативного комитета по космическим системам передачи данных – CCSDS (Consultative Committee for Space Data Systems) [7]. Комитет был создан в 1982 г. решением международного симпозиума по космическим системам передачи данных, проведенного в США по инициативе NASA (National Aeronautics and Space Administration – Национальное агентство по авионавтике и исследованию космического пространства).

Использование стандартов значительно упрощает разработку и эксплуатацию таких сложных технических систем, как системы телеметрии.

Однако многие проблемы повышения эффективности информационно-телеметрического обеспечения остаются нерешёнными.

В процессе автоматизированной обработки ТМИ образуется организационно-техническая система, объединяющая в своём составе объект испытаний, персонал, комплекс вычислительной аппаратуры и находящаяся в стабильном состоянии только при участии человека. Для систем подобного типа особое значение имеет человеко-машинное взаимодействие, поскольку в процессе работы оператор обязан выполнять качественный контроль результатов автоматизированной обработки ТМИ, в состав которой входит огромное количество разнообразных ТМП, получаемых от десятков тысяч датчиков различного назначения.

Следовательно, чтобы снизить трудозатраты при взаимодействии персонала с ПО для автоматизированной обработки ТМИ, необходимо разрабатывать более эргономичные ЧМИ.

1.2. Стандарты и спецификации эргономичных человеко-машинных интерфейсов

Можно выделить несколько стандартов, относящихся к сфере человеко-компьютерного взаимодействия [8]:

- ISO 9241, 11 секция которого содержит определение эргономичности – «эффективность, трудоёмкость и удовлетворение пользователя», а также описание различных показателей, метрик и критериев, которые помогают проектировать удобные пользовательские интерфейсы (ПИ). Является государственным стандартом Украины (ДСТУ ISO 9241-11:2006);

– ISO 13407 описывает процесс проектирования интерактивных систем, ориентированных на пользователей, содержит рекомендации по организации процесса проектирования интерфейсов, описывает методы эргономичности, необходимые для определения контекста использования продукта, выявления требований пользователей и заказчиков к системе, прототипирования продукта и его тестирования на эргономичность. Является государственным стандартом Украины (ДСТУ EN ISO 13407:2007);

– ISO 18529 – «Эргономика человеко-компьютерного взаимодействия». Описывает процесс проектирования интерфейсов, ориентированных на пользователей, и модель зрелости организации с точки зрения уровня использования в ней UCD-процесса (User Centered Design – проектирование, ориентированное на пользователя);

– ISO 14915 – «Эргономика программного обеспечения мультимедийных пользовательских интерфейсов». Содержит рекомендации по созданию элементов управления для мультимедийных продуктов. Является государственным стандартом Украины (ДСТУ EN ISO 14915-1:2009);

– ISO 16071 – «Эргономика взаимодействия «человек-система». Содержит указания по доступу к интерфейсам «человек-машина»;

– ISO 16982 – «Эргономика взаимодействия «человек-система». Описывает методы эргономичности, необходимые для проектирования систем, ориентированных на человека (пользователя);

– ISO 20282 – «Эргономичность повседневных вещей». Описывает метод определения свойств контекста, в котором будет использоваться разрабатываемый продукт.

Несмотря на наличие стандартов в области эргономичности ПИ, предлагающих различные пути повышения их качества, существующие методики проектирования и оценки качества интерфейсов носят субъективный характер из-за отсутствия формализованного подхода, а методы оценки количественных показателей не эффективны для обработки ТМИ из-за большого количества ТМП, поступающих от СДО различного назначения.

Поэтому существует необходимость в разработке методов оценки качества ЧМИ ПО для автоматизированной обработки ТМИ с учётом основных принципов эргономики.

2. Постановка задачи

Целью данной работы является разработка инструментального средства для повышения качества ЧМИ системы автоматизированной обработки ТМИ, что в итоге будет способствовать уменьшению тру-

дозатрат различных категорий пользователей, взаимодействующих с системой.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– обосновать выбор типа интерфейса системы автоматизированной обработки ТМИ для оценки его качества;

– формально описать качество ПИ;

– разработать метод определения обобщённого показателя качества ЧМИ.

3. Результаты исследований

3.1. Обоснование выбора типа интерфейса

ПО для автоматизированной обработки ТМИ необходимо, чтобы упростить понимание информационных потоков ТМ-дейтаграмм (телеметрических дейтаграмм) персоналом, взаимодействующим с системой обработки ТМИ:

– операторов, осуществляющих слежение за данными;

– конфигураторов, определяющих структуру пакета и алгоритмов по обработке ТМИ;

– администраторов, осуществляющих настройку сетевых интерфейсов и обеспечивающих разграничение прав доступа пользователей.

Работу ПО ТМИ можно разделить на три основных блока: автоматизированную обработку ТМИ, визуализацию результатов обработки и формирование базы данных (БД) задания на автоматизированную обработку, – для реализации которых система должна обладать мощной графикой, возможностью без ограничений манипулировать большими объёмами данных, а также мобильностью и переносимостью.

Анализ ПО ТМИ и опыт эксплуатации показали его существенные недостатки, главные из которых – невозможность изменения множества параметров ТМИ, входящих в состав пакетов, и **сложность управления графическим интерфейсом, обеспечивающим визуализацию ТМИ на рабочих местах операторов (РМО).**

Учитывая специфику задачи, прежде всего необходимость интенсивных вычислений и применение выразительных графических средств, система должна удовлетворять следующим требованиям.

1. Обеспечивать настройку графического интерфейса пользователя с возможностью сохранения и использования различных конфигураций РМО.

2. Подсистема должна восстанавливать значения параметров и отображать их на экранах РМО в соответствии с выбранной конфигурацией графического интерфейса пользователя (GUI).

3. Адаптивность ПО ТМИ должна достигаться благодаря хранению всей информации о пакетах,

параметрах, алгоритмах обработки ТМИ и ПИ в конфигурационной БД.

Для достижения мобильности в обработке вычислений и оперативности в решении вопросов целесообразно применить **Web-интерфейс**, имеющий ряд преимуществ по сравнению с настольными GUI.

1. Независимость от конкретной операционной системы пользователя, что особенно важно при удалённом управлении по сети, так как они являются межплатформенными сервисами.

2. Отсутствие несовместимости в конфигурациях web-браузеров за счёт использования Adobe Flash, Silverlight, Java-апплетов и др. для полной или частичной реализации GUI.

3. Использование Flash-технологии, которая даёт возможность [9]:

- получать анимированные динамические интерактивные страницы небольшого размера, что является идеальным при удалённом управлении по сети Internet и наглядного зрительного представления информации на РМО;

- создавать векторные анимационные файлы с небольшим временем загрузки, которые обеспечивают при этом высокую степень интерактивности;

- использовать мощные алгоритмы сжатия информации, за счёт чего размер получающихся программ минимален, а результат их работы не зависит от разрешения экрана у пользователя;

- реализовывать доступ к БД, поддержку XML, использовать предварительно встроенные шаблоны, получать доступ к серверам приложений, работающим в режиме реального времени.

4. Использование технологии Ajax позволяет web-страницам не перезагружаться полностью, а только подгружать необходимые данные с сервера, что делает их более интерактивными и производительными.

5. Реализации GUI с помощью HTML и CSS, которые очень удобны в использовании для разработчиков за счёт лёгкой читаемости кода. Следовательно, программисты смогут уделять больше внимания задачам пользователя, а не техническим деталям реализации.

6. Интеграция аудио и видео, например, по тематике выполняемой работы, корректного сценария выполнения действий оператора; HELP для того, чтобы не переутомлять оператора постоянным монотонным наблюдением за экраном монитора до наступления событий.

7. Возможность использования сайта людьми с ограниченными возможностями за счёт разнообразных audio- и video-инструментов.

8. Отсутствие ограничений на среду разработки дизайна интерфейса web-приложения. Можно использовать любые графические средства, которые

позволяют сделать GUI более привлекательным.

9. Разнообразие графических форматов, gif- и flash-анимация графиков, что особенно важно для тарифовочных параметров при обработке ТМИ.

10. Проведение удалённого тестирования с загрузкой графических элементов по мере необходимости.

11. Web-приложения более стандартизированы, в отличие от настольных приложений.

3.2. Формальное описание качества ЧМИ

Качество интерфейса зависит не только от качества его отдельных элементов, но и от их согласованной работы. Можно выразить математически зависимость удобства интерфейса от показателей качества его отдельных элементов управления (ЭУ).

Качество элементов определяется по следующим параметрам:

- **Vis** (visual) – эффективность визуальной составляющей, к которой также относится отсутствие раздражающих факторов во внешнем виде и поведении элемента;

- **Sem** (semantic) – эффективность семантической (смысловой) составляющей;

- **Arr** (arrange) – правильность взаимного расположения ЭУ;

- **Qty** (quantity) – количество элементов управления данного типа;

- **Com** (compatibility) – уместность (совместимость) элемента в контексте реализации интерфейса в целом.

Рассмотренные параметры могут принимать значения от 0 до 1 на основании ответов пользователей на вопросы тестов по эргономичности.

Множество ЭУ можно разделить на несколько подгрупп:

- **H** (header) – заголовочный блок;

- **M** (material) – материальное меню;

- **I** (instrumental) – инструментальное меню;

- **S** (service) – функциональные элементы;

- **C** (contents) – информационное наполнение;

- **D** (design) – элементы оформления;

- **A** (auxiliary) – вспомогательные элементы.

Заголовочный блок (H). Состоит из логотипа H_{logo} , названия сайта H_{title} , слогана H_{slogan} и заголовочной графики H_{graph} .

Качество зависит от:

- правильности формулировки названия сайта – $Sem(H_{title})$;

- визуальной эффективности логотипа – $Vis(H_{logo})$;

- визуальной эффективности заголовочной графики – $Vis(H_{graph})$;

- правильности формулировки слогана – $Sem(H_{slogan})$;

– сочетаемости элементов с интерфейсом в целом – Com(H).

Материальное меню (M). Состоит из опций меню имеющих на экране M_{exist} , «выпадающих» (появляющихся при наведении мыши) опций M_{drop} .

Качество зависит от:

- количества опций меню, сразу имеющих на экране (не «выпадающих») – $Qty(M_{exist})$;
- их сгруппированности – $Arg(M_{exist})$;
- количества подразделов в «выпадающих» меню – $Qty(M_{drop})$;
- эффективности представления всех опций меню – $Vis(M)$;
- сочетаемости элементов с интерфейсом в целом – Com(M).

Инструментальные меню (I) предоставляет доступ к инструментам, облегчающим работу с сайтом. Данная группа состоит из опций инструментального меню, имеющих на экране.

Качество зависит от:

- количества опций меню – $Qty(I)$;
- эффективности их представления – $Vis(I)$;
- сгруппированности – $Arg(I)$;
- сочетаемости элементов с интерфейсом в целом – Com(I).

Информационное наполнение (C).

Качество зависит от:

- размера и типа шрифта, качества форматирования и верстки текста – $Vis(C)$;
- стиля изложения текста (краткости и чёткости формулировок) – $Sem(C)$;
- сочетаемости информационного наполнения с интерфейсом – Com(H).

Сервисы (S) содержат средства обратной связи пользователя с сайтом.

Качество зависит от:

- количества сервисных ЭУ – $Qty(S)$;
- эффективности, базирующейся на подобию данных ЭУ типичным, сервисным ЭУ – $Vis(S)$;
- правильности значений, выставленных по умолчанию, – $Sem(S_{defaults})$;
- правильности выбранного типа ЭУ – $Sem(S_{type})$;
- сочетаемости элементов с интерфейсом в целом – Com(S).

Оформление, или элементы дизайна (D). Декоративные элементы и невербальные символы, позволяющие понять, как использовать ЭУ.

Качество зависит от:

- смысловой и функциональной значимости – $Sem(D)$;
- правильности дизайнерского решения и отсутствия раздражающих и мешающих воспринимать информацию факторов – $Vis(D)$;

– сочетаемости элементов с интерфейсом в целом – Com(D).

Вспомогательные элементы (A) – элементы интерфейса, которые либо не предназначены для прямого воздействия на них пользователем, либо не относятся к логике и концепции сайта.

Качество зависит от:

- умеренности использования (неперегруженности страницы этими элементами) – $Qty(A)$;
- эффективности представления и отсутствия раздражающих и мешающих воспринимать информационное наполнение факторов – $Vis(A)$;
- сочетаемости элементов с интерфейсом в целом – Com(A).

3.3. Обобщённый показатель качества ЧМИ

Качество элементов интерфейса зависит от субъективной оценки пользователем элементов дизайна, или оформления – $Vis(X)$, где X – элемент человеко-машинного интерфейса. Качество всех групп элементов интерфейса зависит от визуальных показателей их элементов и от степени сочетаемости данной группы с реализацией всего интерфейса в целом (Com(X)), где X – группы ЭУ. Каждому ЭУ в общей формуле расчёта качества интерфейса ставится в соответствие вес этого элемента W_i , выражающий степень его влияния на качество.

Поскольку свойства эффективности визуальной составляющей и сочетаемости есть во всех группах ЭУ, их можно объединить в виде нового свойства – общей визуальной эффективности **CVE** (Common Visual Efficiency):

$$CVE(X) = \sum_{i=1}^{Qty(X)} (W_i Vis(X_i)) \times Com(X); \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{Qty(X)} W_i = 1. \quad (2)$$

где W_i – удельный вес i -го элемента группы;

X_i – i -й элемент группы;

X – рассматриваемая группа ЭУ.

Качество заголовка зависит от общей визуальной эффективности логотипа и заголовочной графики, правильности формулировки слогана и названия сайта, каждый из которых умножается на соответствующий вес:

$$Q_H = \sum_{i=1}^{Qty(H)} (W_i Sem(H_i)) \times CVE(H), \quad (3)$$

где вес (W_i) – нормированная величина, вычисляемая на основе данных, полученных от экспертов.

Качество навигационных панелей материального и инструментального меню базируется на законе «семерки» [9], в соответствии с которым,

учитывая особенности человеческого восприятия, число подобных элементов (max_leg_value) в простых системах должно быть не более семи для удобства освоения и использования этих систем:

$$\text{Limit}(i) = \begin{cases} 1, & \text{если } i < \text{max_leg_value}, \\ \frac{1}{(1-6)}, & \text{если } \geq \text{max_leg_value}. \end{cases} \quad (4)$$

Также учитывается правильность расположения опций меню относительно друг друга и вес:

$$Q_M = \text{Arr}(M_{\text{exist}}) \times W_{\text{arr}} \times \text{Limit}(M_{\text{exist}_i}) \times \Pi \times \text{CVE}(M), \quad (5)$$

где $\Pi = \prod_{i=1}^{\text{Qty}(M_{\text{exist}})} \text{Limit}(M_{\text{drop}_i})$.

Формула для **инструментального меню** строится аналогично (5), но в ней отсутствуют выпадающие меню:

$$Q_I = \text{Arr}(I) \times W_{\text{arr}} \times \text{Limit}(I_i) \times \text{CVE}(I). \quad (6)$$

Качество содержимого страницы сайта зависит от качества изложения текста:

$$Q_C = \sum_{i=1}^{\text{Qty}(C)} (W_i \text{Sem}(C_i)) \times \text{CVE}(C). \quad (7)$$

Качество функциональных элементов вычисляется исходя из правила «семерки» (4) и правильности значений, установленных по умолчанию, а также правильности подобранных типов ЭУ:

$$Q_S = \sum_{i=1}^{\text{Qty}(S)} (W_i \text{Sem}(S_i)) \times \text{Limit}(S_i) \times \text{CVE}(S). \quad (8)$$

Качество элементов оформления зависит от визуальной эффективности и их функциональной насыщенности:

$$Q_D = \text{Sem}(D) \times \text{CVE}(D). \quad (9)$$

Качество вспомогательных элементов, в общем случае, обратно пропорционально их количеству в интерфейсе:

$$Q_A = \frac{1}{\text{Qty}(A)} \times \text{CVE}(A). \quad (10)$$

Учитывая тот факт, что качество интерфейса определяется множеством его отдельных элементов управления $\text{Quality} = \{H, M, I, C, S, D, A\}$, **общий показатель качества интерфейса** имеет вид:

$$Q = \sum_{k \in \text{Quality}} W_k Q_k. \quad (11)$$

В табл. 1 представлены результаты расчёта общего показателя качества человеко-машинного ин-

терфейса в соответствии с формулами (1) – (11) при проведении трёх итераций тестирования.

На рис. 1 представлена лепестковая диаграмма, которая отображает изменение функции качества для каждого ЭУ ЧМИ в результате проведения трёх итераций тестирования (цифры 1, 2, 3 на рис. 1 – первая, вторая и третья итерации тестирования интерфейса на эргономичность соответственно).

После проведения первой итерации тестирования значение обобщённого показателя качества интерфейса $Q = 0,38$, после второй – $Q = 0,61$, после третьей – $Q = 0,85$.

Таким образом, наблюдается тенденция улучшения функции качества (Q стремится к 1) человеко-машинного интерфейса в результате перепроектирования его отдельных элементов управления.

Дальнейшее перепроектирование интерфейса не повлияло на значение функций качества его элементов управления, т.е. максимальное значение обобщённого показателя качества $Q = 0,85$.

Таблица 1

Результаты расчёта общего показателя качества человеко-машинного интерфейса

Формула	Значение		
	Итерация №1	Итерация №2	Итерация №3
Q(H)	0,404	0,602	0,904
Q(M)	0,458	0,712	0,946
Q(I)	0,379	0,584	0,786
Q(C)	0,383	0,617	0,835
Q(S)	0,368	0,632	0,895
Q(D)	0,356	0,529	0,723
Q(A)	0,27	0,546	0,818
Q	0,38341	0,61395	0,85049

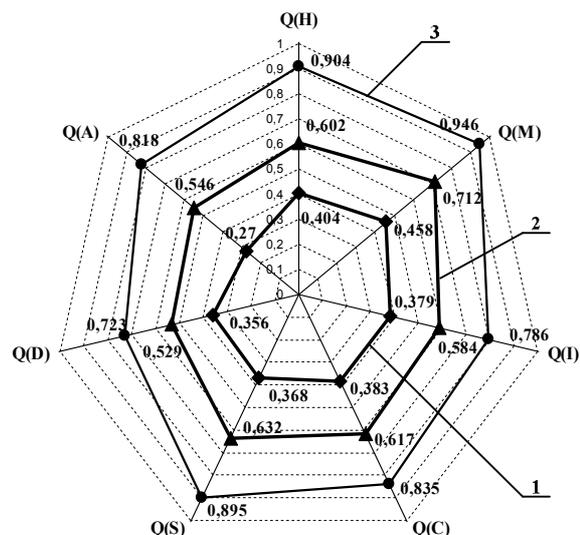


Рис. 1. Результаты расчёта функции качества для каждого элемента управления человеко-машинного интерфейса

На рис. 2 представлено пример реализации программного обеспечения для расчёта обобщённого

показателя качества человеко-машинного интерфейса системы автоматизированно обработки ТМИ.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МЕНЮ (I - instrumental)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	NA	
11. Количество опций меню <input type="checkbox"/>	неадекватно	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	достаточно	<input type="radio"/>						
12. Структурированность опций меню <input type="checkbox"/>	нелогична	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	логична	<input type="radio"/>						
13. Визуальное представление всех опций меню <input type="checkbox"/>	затруднительно	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	комфортно	<input type="radio"/>					
14. Сочетаемость элементов с интерфейсом <input type="checkbox"/>	противоречива	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	согласованна	<input type="radio"/>						

Рис. 2. Экранный снимок программного обеспечения для расчёта обобщённого показателя качества человеко-машинного интерфейса системы автоматизированной обработки ТМИ

Заключение

Результаты исследований показали важность системы автоматизированной обработки ТМИ, основным недостатком которой оказалась сложность управления графическим интерфейсом, обеспечивающим визуализацию ТМИ на РМО.

Также были исследованы проблемы стандартизации систем телеметрии и эргономичности ЧМИ, которые доказали сложность формализации и определения показателей качества интерфейса в виду уникальности СДО и наличия насыщенного информационного потока ТМ-дейтаграмм.

Формальное представление обобщённого показателя качества интерфейса на основе экспертных оценок позволяет контролировать эргономические показатели качества ЧМИ, что в итоге будет способствовать увеличению эффективности и сокращению сроков реализации ПО, а также снижению трудозатрат различных категорий пользователей, взаимодействующих с системой автоматизированной обработки телеметрической информации.

Перспективами настоящей работы являются: разработка оптимизационного метода улучшения качества интерфейса; создание эргономичного web-интерфейса программного обеспечения для автоматизированной обработки телеметрической информации, а также сравнительная оценка качества существующе-

го настольного GUI (Graphical User Interface – графический интерфейс пользователя) и web-интерфейса, подлежащего дальнейшей разработке.

Литература

1. Автоматизированный комплекс обработки телеметрической информации / В.А. Кузин, Ю.И. Атаманчук, Н.В. Кравчук, А.П. Шибанов, В.А. Шибанов // Вестник Самарского гос. аэрокосм. ун-та. – 2003. – Вып. 1. – С. 146-153.
2. Сарычев Д.С. Телеметрия в геоинформационной системе электрических сетей / Д.С. Сарычев, В.В. Снежко // Информатика: сб. науч. тр. Томского гос. ун-та. – Томск, 2005. – С. 288-293.
3. Алтухов Л.Г. Инструментарий интеллектуального ведения бизнеса / Л.Г. Алтухов // Инновации в технологиях и бизнесе. Стратегия программного обеспечения IBM. – 2008. – № 2. – С. 13-17.
4. ГОСТ 19619-74. Оборудование радиотелеметрическое. Термины и определения. 3 ч. – М.: Стандартинформ, 2005. – 21 с.
5. Современная телеметрия в теории и на практике: учеб. курс / А.В. Назаров, Г.И. Козырев, И.В. Шитов, В.П. Обрученков, А.В. Древин и др. – СПб.: Наука и Техника, 2007. – 672 с.
6. Победоносцев В.А. Основания информметрии: Очерки прикладной теории измерения информации / В.А. Победоносцев. – М.: Радио и связь, 2000. – 192 с.

7. CCSDS 102.0-B-5. Blue book: Recommendation for space data system standards. Packet telemetry. – USA: CCSDS, 2000. – 45 p. URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue.htm.
8. ISO. ISO Standards [Internet resource]. – 148 c.
9. Бердышев С.Н. Искусство оформления сайта / С.Н. Бердышев. – М.: Дашков и К, 2010. – 148 с.

Поступила в редакцию 5.11.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. информатики А.Ю. Соколов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЛЮДИНО-МАШИННИХ ІНТЕРФЕЙСІВ У СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ ТЕЛЕМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

О.Г. Кіріленко, Ю.А. Кузнецова, І.Б. Туркін

Показано, що для підвищення ефективності функціонування, зниження вартості розробки та експлуатації таких складних систем, як системи телеметрії, оброблення інформації в яких відбувається в режимі реального часу, особливу увагу слід приділяти розробленню людино-машинного інтерфейса з урахуванням людського фактора. Обґрунтовано, що існуючі методики оцінки якості інтерфейса мають суб'єктивний характер, а методи кількісної оцінки не ефективні через велику кількість телеметричних параметрів, що надходять від складних динамічних об'єктів різноманітного призначення. Тому у цій статті запропоновано формалізований підхід для оцінки якості людино-машинного інтерфейса. Наведено графічний інтерфейс користувача та результати розрахунку функції якості.

Ключові слова: телеметрична інформація, програмне забезпечення, людино-машинний інтерфейс, стандарти, ергономічність, функція якості.

EVALUATION QUALITY METHOD OF USER-MACHINE INTERFACES IN SYSTEMS OF AUTOMATED PROCESSING OF TELEMETRY INFORMATION

E.G. Kirilenko, Yu.A. Kuznetsova, I.B. Turkin

This paper shows that one should give special attention to the human-machine interface development taking into account the human factor for the operating benefit increase, for the reduction of the development and operation costs of such difficult systems as telemetry systems, in which the information processing occurs in the real-time mode. The existing quality evaluation techniques of the interface are founded to be subjective, and the quantitative estimation methods are not effective because of a large number of telemetry parameters coming from the complex dynamical objects of the different purpose. Thus, this paper gives a formal approach to evaluate the human-machine interface quality. The graphical user interface and the calculation results of the quality function are also presented in the paper.

Key words: telemetry information, software, human-machine interface, standards, usability, quality function.

Кириленко Елена Георгиевна – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры инженерии программного обеспечения, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, e-mail: logka@meta.ua.

Кузнецова Юлия Анатольевна – аспирант кафедры инженерии программного обеспечения, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, e-mail: JK-Sv@yandex.ru.

Туркин Игорь Борисович – д-р техн. наук, проф., зав. каф. инженерии программного обеспечения, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, e-mail: energy@d4.khai.edu.