

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА
НА ОСНОВЕ МЕНТАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ**

**В.К. Григорьев[@],
А.С. Илюшечкин,
М.А. Овчинников**

*МИРЭА – Российский технологический университет, Москва 119454, Россия
[@]Автор для переписки, e-mail: grigoriev@mirea.ru*

Общее развитие информационных систем и их постоянно возрастающее влияние на все сферы развития общества определяет большую значимость пользовательских интерфейсов. Качество и адекватность интерфейса задачам предметной области становится определяющим параметром выбора программного продукта для компьютерной поддержки работы конкретной организации. Исследованием пользовательских интерфейсов занимаются с 70-х годов прошлого века. Некоторые методы исследования качества интерфейса, в частности, метод GOMS используется до настоящего времени. Однако применение технологии опережающего обучения массовых профессиональных пользователей информационных систем позволяет эффективно оценить интерфейс в процессе обучения, не применяя метод GOMS.

В настоящей статье рассматривается методика количественной оценки качества пользовательского интерфейса в виде таких характеристик, как ошибки и ментальное время выполнения задач предметной области. Анализируется структура времени выполнения задач предметной области. Выделяется ментальное время как характеристика, наибольшим образом определяющая удобство работы с пользовательским интерфейсом. Ментальное время строится на основе полного времени шага, времени вычислений на этом шаге и механического времени, необходимого для совершения человеком действия, вызывающего выполнение этого шага. Показывается, что использование технологии опережающего обучения массового профессионального пользователя позволяет существенным образом упростить выделение ментального времени путем исключения времени выполнения задачи вычислительной машиной. В структуре времени существенное значение имеет механическое время, необходимое для совершения человеком действия, вызывающего выполнение шага. В методе GOMS для оценки механического времени используются некоторые стандартные численные характеристики, однако в работе выдвигается гипотеза и экспериментально показывается, что в качестве механического времени можно использовать статистически значимое минимальное время выполнения действий. Данная гипотеза подтверждена экспериментально. Разработанная методика оценки качества интерфейса может быть использована при переобучении пользователей в процессе перехода организаций на отечественное программное обеспечение.

Ключевые слова: опережающее обучение, пользовательский интерфейс, массовый профессиональный пользователь, качество интерфейса, качество обучения, метод GOMS.

QUALITY ASSESSMENT OF A USER INTERFACE BASED ON THE MENTAL TIME OF PERFORMING THE USER TASKS OF THE SUBJECT AREA

**V.K. Grigoriev@,
A.S. Ilyushechkin,
M.A. Ovchinnikov**

MIREA – Russian Technological University, Moscow 119454, Russia
@Corresponding author e-mail: grigoriev@mirea.ru

The overall development of information systems and their increasingly significant impact on all areas of the society expressed in such terms as "information society", etc., determines the increasing importance of user interfaces. Moreover, the quality and adequacy of the interface to the tasks of the subject area becomes the determining parameter when choosing a specific organization software product for computer support of the organization. The study of user interfaces involved with the 70s of the last century. Some methods of interface quality research, in particular, the GOMS method is used to date. However, the use of advanced training technology for mass professional users of information systems for the study of interfaces allows to effectively evaluate the interface in the learning process without using the GOMS method. This article is devoted to this issue.

The article deals with the method of quantitative evaluation of the quality of the user interface in the form of such characteristics as errors and mental time of the tasks of the subject area. The structure of time of performing tasks of the subject area is analyzed. Mental time is allocated as the characteristic that chiefly determines the usability of the user interface. Mental time is based on the total time of the step, the calculation time at this step, and the mechanical time required for a person to perform an action that causes the step to be performed. It is shown that the use of anticipated training technology of mass professional user can significantly simplify the allocation of mental time by eliminating the time of the task computer. In the structure of time, the mechanical time required for a person to perform an action that causes the step to be performed is essential. In the GOMS method some standard numerical characteristics are used to estimate mechanical time. However, a hypothesis is put forward, and it is experimentally shown that a statistically significant minimum time for performing actions can be used as mechanical time. This hypothesis was experimentally confirmed. The method and results of this experiment are presented in the article.

Developed on this basis, the methodology for assessing the quality of the interface can be used when retraining users in the process of transition of organizations to domestic software in order to evaluate the interfaces.

Keywords: anticipated training, user interface, mass professional user, interface quality, training quality, GOMS method.

Введение

Современное общество можно назвать информационным обществом [1]. И для этого есть все основания: действительно, всё большее количество людей в той или иной степени становятся пользователями программных продуктов [2]. Выделим из общего массива пользователей класс профессиональных пользователей – служащих государственных органов (федеральных, региональных, муниципальных), тем более, что в связи

с программой перехода на отечественное программное обеспечение (ПО) этот класс претерпевает существенные новации в своей текущей работе. Основной тип пользователей, затрагиваемый при переходе на российское ПО, можно отнести к массовому профессиональному пользователю (МПП) [3]. Переход на российское ПО большого количества организаций с огромным числом профессиональных пользователей за полтора-два года порождает целый комплекс организационно-технических и психолого-педагогических задач.

Остановимся на двух из них:

1. Переобучение большого количества пользователей;
2. Выбор конкретной организацией программного продукта из предлагаемых отечественных программных продуктов.

Решение первой задачи требует переучивания и сертификации большого количества пользователей для работы с новым интерфейсом [4], и оно возможно с высокой эффективностью на основе технологии электронного опережающего обучения [5].

Методика технологии электронного опережающего обучения заключается в следующих процессах. На основе описания функциональных обязанностей МПП и инструкций пользователя создается сценарий деятельного обучения в виде последовательности ситуаций и заданий по их разрешению с помощью программного продукта. Далее проводится выполнение заданий этого сценария на версии программного продукта. Каждое задание может состоять из одного или нескольких шагов. В процессе выполнения задания на каждом шаге с помощью специального авторского ПО «Захватчик» проводится запись образа экрана и триггера, вызвавшего переход к следующему шагу. Далее из последовательности экранов и триггеров создается эквивалентная (в смысле Крипке) модель программного продукта, на основе которой строится обучающая программа. После реализации сценария в виде обучающей программы по сети организации осуществляется тиражирование (для любого количества пользователей) и распространение (простое и быстрое) обучающей программы. Оно обеспечивает обучение и сертификацию практически неограниченного числа пользователей с помощью обучающей программы. В процессе обучения собираются данные о выполнении j -ым пользователем i -ого шага обучающей программы: время прохождения шага T_{ij} , количество ошибок во время прохождения шага Q_{ij} .

С целью решения второй задачи организациям с большим количеством пользователей необходимо выбрать программный продукт из единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных – для замены импортного программного продукта. Вероятнее всего, одним из наиболее важных параметров, которые влияют на процесс выбора программного обеспечения, будет качество пользовательского интерфейса. Таким образом, оценка качества пользовательского интерфейса является актуальной задачей.

Модификация способа оценки элементов интерфейса, базирующаяся на технологии опережающего деятельного ситуационного обучения пользователей

Проблемами оценки качества пользовательского интерфейса разработчики занимаются фактически с появления первых программ и до настоящего времени [6–8]. В большинстве случаев используются методы субъективной, качественной оценки, а именно, метод фокус-групп, прототипирование, анализ задач, экспертная оценка [9, 10]. Наиболее

распространенными эргономическими показателями качества пользовательского интерфейса являются показатели Шнейдермана [11]:

- 1) скорость работы пользователя;
- 2) количество человеческих ошибок;
- 3) субъективная удовлетворенность;
- 4) скорость обучения навыкам оперирования интерфейсом.

Третий из этих показателей относится к субъективным и качественным, а первый, второй и четвертый могут быть оценены количественно. Скорость работы пользователя представляет собой время, которое пользователь затрачивает на выполнение задания предметной области. Чтобы описать процесс выполнения задания, сформулируем следующий алгоритм работы пользователя [12]:

1. Среди действий, выполняющих это задание, необходимо выделить действия, которые проводятся через пользовательский интерфейс программного продукта.
2. Выделить в пользовательском интерфейсе данные, относящиеся к текущему заданию.
3. Сформулировать действия, проводимые через пользовательский интерфейс, в виде последовательности шагов.
4. Выполнить последовательность шагов задания в пользовательском интерфейсе.
5. Дождаться и получить результат выполнения последовательности шагов задания компьютером.
6. Переформулировать полученный результат в терминах предметной области.
7. Перейти к выполнению следующего задания.

Из алгоритма работы пользователя видно, что пункты 1, 6, 7 относятся к предметной области, пункты 2, 3 – описание всего задания, которое может состоять из нескольких шагов, пункты 4, 5 относятся к последовательному выполнению отдельных шагов задания в пользовательском интерфейсе.

В общем случае всё время T выполнения задания, состоящего из n шагов, можно разделить на следующие составляющие:

1. Время на обдумывание выполнения задания в терминах предметной области обозначим $T^{обдум.}$.
2. Время на восприятие текущего содержимого экрана (ментальное) на i -ом шаге выполнения задания обозначим $T_i^{воспр.}$.
3. Время на выделение действия, необходимого на i -ом шаге, обозначим $T_i^{выд.}$.
4. Механическое время – время, затрачиваемое на ввод i -го шага через пользовательский интерфейс, обозначим $T_i^{мех.}$.
5. Время выполнения i -го шага в программном продукте обозначим $T_i^{выполн.}$. Это время существенным образом зависит от мощности и нагрузки компьютера и может существенно превышать время работы в интерфейсе, то есть оно не стабильно.
6. Время, затрачиваемое на интерпретацию полученных результатов выполнения n шагов задания, обозначим $T^{интерпр.}$.

Представим T в виде формулы:

$$T = T^{обдум.} + \sum_{i=0}^n T_i^{воспр.} + \sum_{i=0}^n T_i^{выд.} + \sum_{i=0}^n T_i^{мех.} + \sum_{i=0}^n T_i^{выполн.} + T^{интерпр.} \quad (1)$$

Анализируя (1), приходим к выводу, что ко времени отдельного шага относится время восприятия, время выделения, время механическое и время выполнения. Таким образом, получаем T_i – время отдельного i -го шага, которое мы можем измерить. T_i представим в виде суммы соответствующих времен, относящихся к i -му шагу:

$$T_i = T_i^{\text{воспр.}} + T_i^{\text{выд.}} + T_i^{\text{выполн.}} + T_i^{\text{мех.}} \quad (2)$$

Выделим из (2) времена $T_i^{\text{воспр.}}$ и $T_i^{\text{выд.}}$, которые характеризуют понимание пользователем интерфейса программного продукта. В работе [10] $T_i^{\text{воспр.}} + T_i^{\text{выд.}}$ определяется как время, необходимое пользователю, чтобы умственно подготовиться к следующему шагу. Оно обозначается $T_i^{\text{мент.}}$ и называется ментальной подготовкой [13]:

$$T_i^{\text{мент.}} = T_i^{\text{воспр.}} + T_i^{\text{выд.}} \quad (3)$$

Для вычисления времени $T_i^{\text{мент.}}$ преобразуем (2) в (4):

$$T_i^{\text{мент.}} = T_i - T_i^{\text{выполн.}} - T_i^{\text{мех.}} \quad (4)$$

Время шага T_i может быть измерено в процессе обучения, а время выполнения $T_i^{\text{выполн.}}$ и механическое время $T_i^{\text{мех.}}$ необходимо оценить.

Сначала проанализируем время выполнения. Оно зависит от текущей нагрузки системы и сильно варьируется. Поэтому время выполнения рассматривают как шум, значение которого может быть больше полезного сигнала (времени работы в интерфейсе). Отсюда следует, что оценить время работы пользователя в интерфейсе очень сложно. Однако при использовании технологии опережающего обучения $T_i^{\text{выполн.}}$ пренебрежимо мало. Действительно, в обучающей программе переход к следующему шагу осуществляется путем раскрытия изображения после срабатывания триггера. Проведенный авторами анализ времени раскрытия изображения представления шага на экране показал, что на раскрытие изображения тратится меньше 0.01 с. Так как эта величина на порядок меньше чувствительности человеческого глаза, то она может не учитываться. Таким образом, использование для оценки качества интерфейса программного продукта технологии опережающего обучения существенно облегчает оценку времени работы пользователя в интерфейсе. Действительно, исходя из выражения (4), при отбрасывании времени выполнения остается необходимость определения только механического времени.

На протяжении длительного времени для решения рассматриваемой задачи применяется модель KLM-GOMS, предложенная в 1980 г. С.К. Кардом, Т.П. Мораном и А. Ньюэллом [6]. Идея метода заключается в представлении всех действий пользователя в виде некоторого набора типовых составляющих. В качестве типовых составляющих в методике KLM-GOMS получены статистические оценки времени выполнения элементарных действий:

- К = 0.2 с – время, необходимое для нажатия клавиши клавиатуры;
- Р = 1.1 с – время, необходимое для перемещения указателя мыши к определенной позиции на мониторе;
- Н = 0.4 с – время, необходимое для перемещения руки пользователя с клавиатуры на мышь.

Оценка механического времени заключается в разложении действий пользователя на элементарные составляющие и вычисления среднего времени, которое будет затрачиваться пользователем на выполнение задачи. Несмотря на то, что метод KLM-GOMS был создан давно, его модификациями пользуются до сих пор [14–16].

Нами выдвигается гипотеза, что при обучении большого количества пользователей для определения механического времени вместо метода KLM-GOMS для i -го шага целесообразно использовать $T_i^{мин.}$ – минимальное время выполнения конкретного шага множеством пользователей:

$$T_i^{мин.} = \min_j T_{ij}, \text{ где } j - \text{от } 1 \text{ до количества пользователей} \quad (5)$$

Таким образом, предлагается вместо значений параметров выполнения элементарных действий, предложенных в KLM-GOMS, использовать значения $T_i^{мин.}$, получаемые с помощью инструментального комплекса «Построитель тьюторов», поддерживающего технологию опережающего обучения. В соответствии с этой гипотезой

$$T_i^{мех.} \text{ по GOMS больше } T_i^{мех.} \text{ для всех } i. \quad (6)$$

Для подтверждения выдвинутой гипотезы проведено экспериментальное исследование: создана обучающая программа, включающая все типы элементарных действий и содержащая 38 шагов. Нами построена оценка механического времени каждого шага, выполненная в соответствии с GOMS. Группа обучающихся из 23 человек прошла обучение в соответствии с обучающей программой. В процессе обучения записывалось время выполнения каждого шага. В результате построили массив T_{ij} времен выполнения шагов. В соответствии с (5) на основе этого массива было построено $T_i^{мин.}$ – минимальное время выполнения каждого шага. Далее для каждого шага в соответствии с (6) выполнено сравнение $T_i^{мин.}$ со временем, полученным по GOMS, а именно построена разность между значением по GOMS и минимальным временем на i -ом шаге (рис. 1).

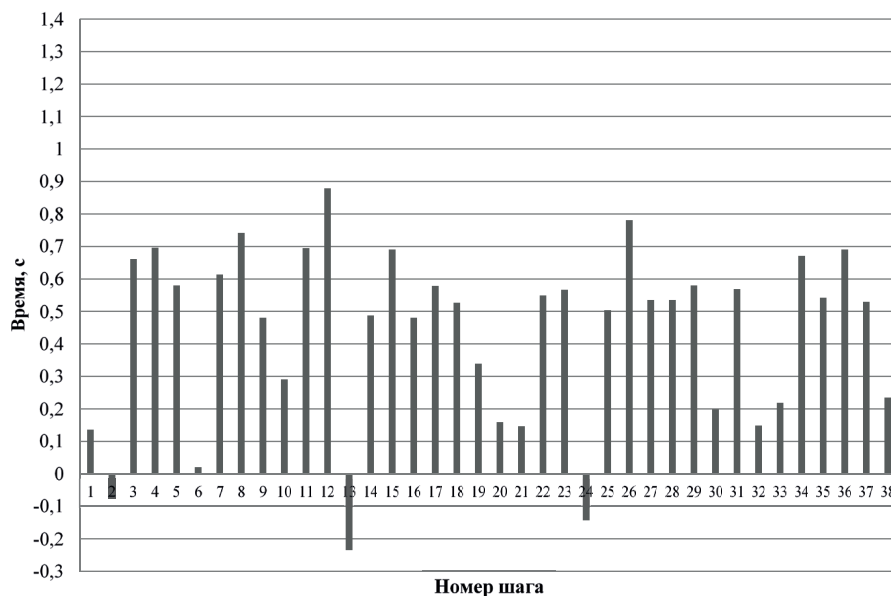


Рис. 1. Разница между временем по GOMS и минимальным временем $T_i^{мин.}$.

Из рис. 1 видно, что механическое время по KLM практически всегда больше, чем минимальное время выполнения шага. Отличия на трех шагах (2, 13, 24) объясняются тем, что на этих шагах происходит переход к следующему заданию. Для такого случая в модели GOMS выделяется 1.35 с. Отсюда получаем, что во всех случаях минимальное время меньше, чем $T_i^{мех.}$ по GOMS (рис. 2).

Следовательно, механическое время по GOMS может быть заменено самым быстрым реальным временем выполнения шага. Так подтверждается авторская гипотеза о возможности использования вместо механического времени по GOMS времени $T_i^{мин.}$, полученного при обучении.

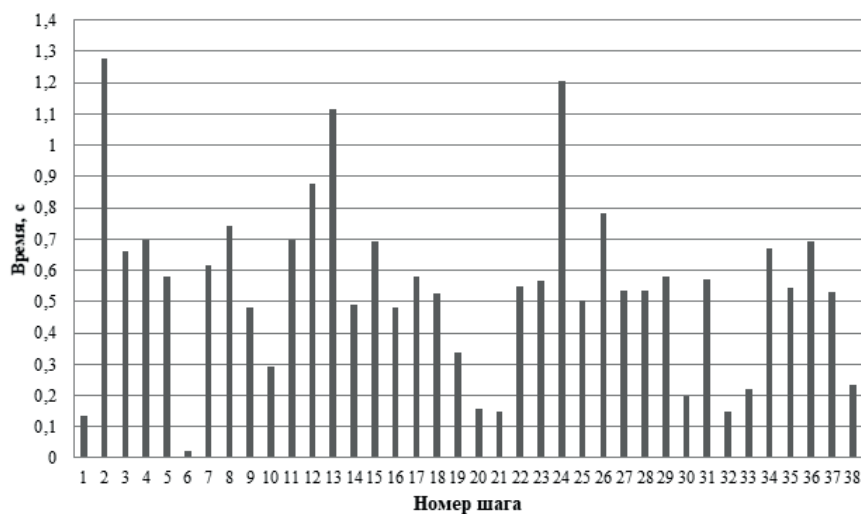


Рис. 2. Разница между GOMS с ментальным временем и минимальным временем.

Так как в выражении (4) вместо $T_i^{мех.}$ может быть использовано $T_i^{мин.}$, $T_i^{выполн.}$ игнорируется в силу своей малости в обучающей программе, а T_i замеряется в процессе обучения работе с программным продуктом. Согласно (4), мы можем строить $T_i^{мент.}$ для каждого шага, и формула (4) преобразуется в (7), которая приведена ниже:

$$T_i^{мент.} = T_i - T_i^{мин.} \quad (7)$$

Экспериментально ментальное время одного шага строят на основе статистической обработки данных обучения n пользователей. В качестве ментального времени на i -ом шаге брали T_i – среднее время при выполнении i -го шага n испытуемыми с вычетом $T_i^{мин.}$. Таким образом, в процессе ситуационного обучения n пользователей в качестве побочного результата могут быть получены ментальные времена $T_i^{мент.}$ для всех шагов в соответствии с (7) и среднее количество ошибок Q_i на каждом шаге. Для оценки и сертификации пользователя нам не столько важно время, потраченное им на конкретном шаге, сколько суммарное время выполнения задания по разрешению конкретной ситуации (состоящее из нескольких шагов) и общее время разрешения всех ситуаций сценария, а также количество ошибок, сделанных при выполнении каждого задания и при выполнении всего сценария.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что получена методика построения двух объективных характеристик результата обучения: скорость работы пользователя и количество человеческих ошибок.

Заключение

Показана высокая значимость интерфейса для программного продукта с большим количеством массовых профессиональных пользователей. Представлен авторский алгоритм работы МПП, как основы для анализа качества интерфейса целого класса программных продуктов (информационных систем с большим количеством МПП). Выделены количественные показатели качества интерфейса, такие, как ментальное время и количество ошибок. Показано, что использование технологии опережающего обучения дает в качестве побочного результата количественные оценки ментального времени. Важно заметить, что при использовании для обучения модели программного продукта (точной в смысле Крипке) отсутствует временная помеха в виде времени исполнения вычислительных команд. Выдвигается гипотеза о возможности замены расчета по GOMS механического времени работы с интерфейсом на минимальное время при обучении большого количества массовых профессиональных пользователей. Эта гипотеза подтверждена экспериментально. На основе гипотезы предложена методика оценки качества интерфейса программных продуктов с массовым профессиональным пользователем в процессе использования технологии опережающего обучения.

Литература:

1. Зацаринный А.А., Колин К.К. Методологические основы системного подхода к созданию информационных систем в условиях глобализации общества // Стратегические приоритеты. 2018. № 1. С. 38–61.
2. Сидоров К.В., Филатова Н.Н. Программный комплекс для мониторинга эмоционального состояния человека по электроэнцефалограммам и речевым сигналам // В сб. тр. VII Междунар. науч.-техн. конф. «Энергетика, информатика, инновации – 2017 (экономика и менеджмент, научные исследования в области физической культуры, спорта, общественных наук и лингвистики)». В 3-х т. Смоленск: Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2017. С. 252–256.
3. Григорьев В.К., Бирюкова А.А. Экспериментальное исследование комплекса для создания обучающих программ «Построитель тьюторов» // Информатизация и связь. 2016. № 4. С. 90–96
4. Филатова Н.Н., Вавилова Н.И. Вопросы проектирования мультимедиа-тренажеров // Программные продукты и системы. 2004. № 1. С. 41–49.
5. Григорьев В.К., Бирюкова А.А., Овчинников М.А. Инфраструктурная поддержка импортозамещения программного обеспечения // Открытое образование. 2018. № 3. С. 52–60.
6. Card S.K., Moran T.P., Newell A. The keystroke-level model for user performance time with interactive systems // Communications of the ACM. 1980. V. 23(7). P. 396–410.
7. Nielsen J., Molich R. Heuristic evaluation of user interfaces // Proceed. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems. ACM. 1990. P. 249–256.
8. Басок Б.М., Захаров В.Н., Френкель С.Л. Об оценке чувствительности к сбоям тестов программ // Российский технологический журнал. 2016. Т. 4. № 2. С. 39–44.

9. Broy N., Lidner V., Alt F. The S3D-UI designer – Creating user interface prototypes for 3D displays // ACM Int. Conf. Proceed. Ser. 12. 15th Int. Conf. on Mobile and Ubiquitous Multimedia, MUM 2016; Rovaniemi, Finland; 12–15 December, 2016. P. 49–55. Код статьи 125832.
10. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем: Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2007. 272 с.
11. Wilson M.L., Kules B., Schraefel M.C., Shneiderman B. From keyword search to exploration: Designing future search interfaces for the web // Foundations and Trends in Web Science. 2010. V. 2. P. 1–97.
12. Григорьев В.К., Регентов Г.А., Метод бета-тестирования, базирующийся на опережающем обучении массового профессионального пользователя // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. № 8 (110). С. 72–82.
13. Купер А., Рейман Р., Кронин Д., Носсел К. Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия. СПб.: Питер, 2017. 720 с.
14. Rice A.D., Lartigue J.W. Touch-level model (TLM): Evolving KLM-GOMS for touchscreen and mobile devices // Proceed. of the 2014 ACM Southeast Regional Conference, ACM SE 2014. 28 March, 2014. Номер статьи 2638532.
15. Fernandez-Lanvin D., de Amdres-Suarez J., Gonzalez-Rodriguez M., Pariente-Martinez B. The dimension of age and gender as user model demographic factors for automatic personalization in e-commerce sites // Computer Standards and Interfaces. 2018. V. 59. P. 1–9.
16. Huang P.-H., Chiu M.-C. Integrating user centered design, universal design and goal, operation, method and selection rules to improve the usability of DAISY player for persons with visual impairments // App. Ergonomics. 2016. V. 52. P. 29–42.

References:

1. Zatsarinniy A.A., Kolin K.K. Methodological foundations of a systems approach to creating information systems in the context of globalization societies and globalization of society. *Strategicheskiye priority* (Strategic Priorities). 2018; 1: 38-61. (in Russ.)
2. Sidorov K.V., Filatova N.N. Software package for monitoring the emotional state of a person by electroencephalogram and speech signals. In: Collection of works of the VII Int. Scientific and Technical Conf. "Energy, Informatics, Innovations – 2017 (Economics and Management, Research in the Field of Physical Culture, Sports, Social Sciences and Linguistics)". In 3 volumes. Smolensk: Branch of NIU "MEI" in Smolensk, 2017: 252-256. (in Russ.)
3. Grigoriev V.K., Biryukova A.A. Experimental study of the complex to create training programs "Builder tutors". *Informatizatsiya i svyaz'* (Informatization and Communication). 2016; 4: 90-96. (in Russ.)
4. Filatova N.N., Vavilova N.I. The design of the multimedia simulators. *Programmnyye produkty i sistemy* (Software Products and Systems). 2004: 1: 41-49. (in Russ.)
5. Grigoriev V.K., Biryukova A.A., Ovchinnikov M.A. Infrastructure support for import substitution software. *Otkrytoye obrazovaniye* (Open Education). 2018; 22(3): 52-60. (in Russ.)
6. Card S.K., Moran T.P., Newell A. The keystroke-level model for user performance time with interactive systems. *Communications of the ACM*. 1980; 23(7): 396-410.
7. Nielsen J., Molich R. Heuristic evaluation of user interfaces. Proceed. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems. ACM. 1990. P. 249-256.
8. Basok B.M., Zakharov V.N., Frenkel S.L. On the assessment of the sensitivity to failures

of test programs. *Rossiyskiy tekhnologicheskii zhurnal* (Russian Technological Journal). 2016; 4(2): 39-44. (in Russ.)

9. Broy N., Lidner V., Alt F. The S3D-UI designer – Creating user interface prototypes for 3D displays. ACM Int. Conf. Proceed. Ser. 12. 15th Int. Conf. on Mobile and Ubiquitous Multimedia, MUM 2016; Rovaniemi, Finland; 12–15 December, 2016. P. 49-55. Code 125832.

10. Raskin J. The Humane Interface: New Directions for Designing Interactive Systems: transl. from Engl. Saint-Petersburg: Simvol-Plyus Publ., 2007. 272 p. (in Russ.)

11. Wilson M.L., Kules B., Schraefel M.C., Shneiderman B. From keyword search to exploration: Designing future search interfaces for the web. *Foundations and Trends in Web Science*. 2010; 2: 1-97.

12. Grigoriev V.K., Regentov G.A. Beta testing method which based on mass professional user advanced training. *Distantstionnoe i virtual'noe obuchenie* (Remote and Virtual Learning). 2016; 8(110): 72-82. (in Russ.)

13. Kuper A., Reyman R., Kronin D., Nossel K. Interface. The Essentials of Interaction Design. Saint-Petersburg: Piter Publ., 2017. 720 p. (in Russ.)

14. Rice A.D., Lartigue J.W. Touch-level model (TLM): Evolving KLM-GOMS for touchscreen and mobile devices. Proceed. of the 2014 ACM Southeast Regional Conference, ACM SE 2014. 28 March, 2014. Article No 2638532.

15. Fernandez-Lanvin D., de Amdres-Suarez J., Gonzalez-Rodriguez M., Pariente-Martinez B. The dimension of age and gender as user model demographic factors for automatic personalization in e-commerce sites. *Computer Standards and Interfaces*. 2018; 59: 1-9.

16. Huang P.-H., Chiu M.-C. Integrating user centered design, universal design and goal, operation, method and selection rules to improve the usability of DAISY player for persons with visual impairments. *App. Ergonomics*. 2016; 52: 29-42.

Об авторах:

Григорьев Виктор Карлович, кандидат технических наук, доцент кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78).

Илюшечкин Александр Сергеевич, магистрант кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78).

Овчинников Михаил Андреевич, магистрант кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78).

About the authors:

Viktor K. Grigoriev, Ph.D. (Eng.), Associate Professor of the Chair of Mathematical Software and Standardization of Information Technology, Institute of Information Technology, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow 119454, Russia).

Alexander S. Ilyushechkin, Graduate Student of the Chair of Mathematical Software and Standardization of Information Technology, Institute of Information Technology, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow 119454, Russia).

Mikhail A. Ovchinnikov, Graduate Student of the Chair of Mathematical Software and Standardization of Information Technology, Institute of Information Technology, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow 119454, Russia).

Для цитирования: Григорьев В.К., Илюшечкин А.С., Овчинников М.А. Оценка качества пользовательского интерфейса на основе ментального времени выполнения пользовательских задач предметной области // Российский технологический журнал. 2019. Т. 7. № 1. С. 38–47. DOI: 10.32362/2500-316X-2019-7-1-38-47

For citation: Grigoriev V.K., Ilyushechkin A.S., Ovchinnikov M.A. Quality assessment of a user interface based on the mental time of performing the user tasks of the subject area. *Rossiyskiy tekhnologicheskii zhurnal* (Russian Technological Journal). 2019; 7(1): 38-47. (in Russ.). DOI: 10.32362/2500-316X-2019-7-1-38-47