

---

---

# БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА

УДК 004.5

## **ПРОГРАММНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАИЛУЧШИХ УСЛОВИЙ ЧЕЛОВЕКО-КОМПЬЮТЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАКОНОВ ФИТТСА И ХИКА**

**А.А. Попов**

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова  
E-mail: popov.aa@rea.ru, a1710p@mail.ru

В статье рассмотрены возможности программного приложения для определения комфортных условий работы с пользовательским интерфейсом. Поиск таких условий производится с помощью испытаний в соответствии с законами Фиттса и Хика. Алгоритм и скриншоты диалоговых окон, приведенные в статье, демонстрируют функциональные возможности программного приложения. Элемент управления пользовательского интерфейса, на который пользователь должен нажать («кликнуть» мышью), является «целевым». В примере, рассмотренном в статье, были получены рекомендации по обеспечению требуемого времени доступа к «целевому» элементу управления. Программное приложение может быть использовано для индивидуальной настройки пользовательских интерфейсов информационных систем для пользователей с различным уровнем подготовки.

*Ключевые слова:* пользовательский интерфейс, эргономика, элемент управления, программное приложение, диалоговое окно.

## **SOFTWARE APPLICATION FOR DETERMINATION OF THE BEST CONDITIONS OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION WITH USE OF FITTS'S AND HICK'S LAWS**

**A.A. Popov**

Plekhanov Russian University of Economics  
E-mail: popov.aa@rea.ru, a1710p@mail.ru

The article considers the possibilities of the software application for determination of comfort conditions of work with user interface. The search for such conditions is made using tests in accordance with Fitts's and Hick's laws. The algorithm and screenshots of dialog windows, presented in the article, demonstrate functional capabilities of the software application. A control element of the user interface, clicked by a user, is a «target» one. The article considers an example, where recommendations on provision of the required access time to the «target» control element were made. The software application can be used for custom settings of user interfaces of information systems for user with different level of training.

*Keywords:* user interface, ergonomics, control element, software application, dialog window.

## ВВЕДЕНИЕ

Зачастую разработчики информационных систем не обращают внимания на удобство работы пользователей с пользовательским интерфейсом. Пользовательский интерфейс зачастую разрабатывается, исходя из предположения, что пользователи входят в целевую группу и хорошо подготовлены на уровне разработчиков к работе с информационной системой. Поэтому им не составит большого труда адаптироваться к пользовательскому интерфейсу. Если же пользователи недостаточно подготовлены к работе с информационной системой, то пользовательский интерфейс, разработанный на основе такого предположения, скорее всего, не будет интуитивным и удобным. Поэтому часто складывается впечатление, что разработчики проектируют информационные системы «для себя», не задумываясь об удобстве работы пользователей. Именно поэтому информационные системы, обладающие широким диапазоном функциональных возможностей, но при этом не обладающие эргономичным пользовательским интерфейсом, не пользуются успехом у пользователей в отличие от информационных систем с ограниченной функциональностью, но с эргономичным пользовательским интерфейсом. Одним из путей повышения эргономичности пользовательских интерфейсов является учет результатов эргономического проектирования пользовательского интерфейса с учетом особенностей восприятия визуальной информации потенциальными пользователями [5, с. 38] или настройка уже эксплуатируемой информационной системы под особенности восприятия визуальной информации сотрудников предприятия. Для исследования особенностей восприятия визуальной информации могут быть использованы специализированные программные приложения. Такие программные приложения должны определять комбинации значений параметров, характеризующих восприятие визуальной информации (например, комбинации размера, цвета символов, комбинации цвета символов и цвета фона формы) [3], обеспечивающие наиболее комфортные для пользователя условия обнаружения и распознавания символов во время работы с пользовательским интерфейсом. Некоторые практические аспекты учета «человеческого фактора» в разработке пользовательских интерфейсов корпоративных информационных систем с помощью программного комплекса «ЭргоМастер» рассмотрены в [1, с. 86]. Одним из аспектов «человеческого фактора» в работе с пользовательскими интерфейсами является увеличение скорости работы с пользовательским интерфейсом [2, с. 91] за счет уменьшения длительности и увеличения точности физических действий пользователя с элементами управления, расположенными на пользовательском интерфейсе.

В данной статье рассмотрены особенности учета «человеческого фактора» за счет автоматизации тестирования пользовательского восприятия визуальной информации (с учетом положений законов Фиттса и Хика).

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Закон Фиттса устанавливает зависимость времени достижения пользователем «целевых» элементов пользовательского интерфейса от линейных размеров «целевого» элемента управления и расстояния от курсора до

него в момент начала работы. Чем дальше находится «целевой» элемент управления пользовательского интерфейса от текущей позиции курсора, тем больше времени потребуется пользователю для перемещения к нему курсора [4, 7, 8]. Время достижения «целевого» элемента управления в соответствии с законом Фиттса определяется при помощи следующей формулы

$$t = a + b \cdot \log_2(D/S + 1).$$

В формуле  $S = W$  – горизонтальная ширина «целевого» элемента управления (при движении курсора по горизонтали, рис. 1);  $D$  – расстояние от курсора в момент начала движения до «целевого» элемента управления (по горизонтали);  $t$  – время достижения «целевого» элемента управления (мс);  $a, b$  – эмпирические константы, зависящие от производительности пользователя.

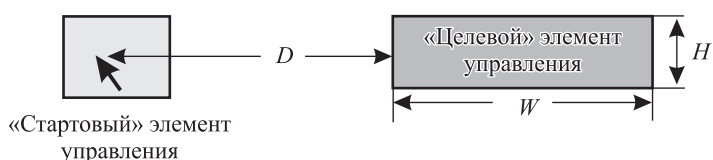


Рис. 1. Схема расстояний, используемая в данной статье при исследованиях по закону Фиттса (движение курсора по горизонтали)

Возможен случай, когда направление движения курсора к «целевому» объекту не совпадает с горизонтальным или вертикальным направлением (рис. 2). В этом случае для «целевого» объекта с размерами  $W$  и  $H$  (ширина и высота) в формулу для определения времени достижения «целевого» элемента управления вместо значения параметра  $S$  можно подставлять значение  $W$  или  $H$ , наиболее близкое к значению  $S$  [4, 7, 8].

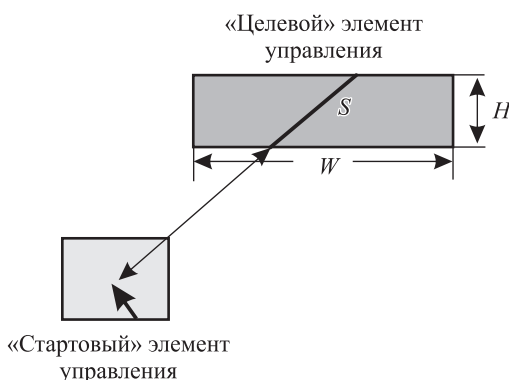


Рис. 2. Схема расстояний в случае, если направление курсора отличается от горизонтального или вертикального

Закон Хика позволяет определить комфортные для пользователя условия для выбора одного «целевого» элемента управления из нескольких элементов, предлагаемых в качестве вариантов решений. При этом чем большее количество вариантов для выбора «целевого» элемента управ-

ления заданного типа представлено на интерфейсе, тем больше времени требуется для его выбора [4, 7, 8]. Время выбора одного «целевого» элемента управления из имеющихся  $G$  вариантов ответа при условии, что все варианты выбора равновероятны, определяется по следующей формуле [4, 7, 8]:

$$t = a + b \cdot \log_2(1/p_i + 1).$$

Если вероятность выбора «целевого» элемента управления из  $k$  элементов управления равна  $p_k$ , то время выбора «целевого» элемента управления в соответствии с законом Хика определяется по формуле [4, 7, 8]

$$t = a + b \cdot \sum_{k=1}^G (p_k \cdot \log_2(1/p_i + 1)).$$

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Для решения задачи разработано программное приложение, в котором вдобавок к значению  $D/S$  и количеству элементов управления, обеспечивающих заданные значения доступа к «целевому» элементу управления, определяются комбинации цвета фона пользовательского интерфейса и цвета фона «целевого» элемента управления. Порядок работы программного приложения приведен на рис. 3.

С помощью исследований доступности «целевого» элемента управления по закону Фиттса необходимо определить такие комбинации цвета фона формы, цвета фона «целевого» элемента управления и соотношения  $D/S$ , при которых пользователь потратит для перемещения курсора до «целевого» элемента управления требуемое количество времени.

Результаты исследований в рамках закона Хика могут быть использованы для определения таких комбинаций цвета фона формы, цвета фона «целевого» элемента управления и количества элементов управления на пользовательском интерфейсе, при которых пользователь потратит для перемещения курсора до «целевого» элемента управления требуемое количество времени.

Таким образом, проведение совместных испытаний пользовательского интерфейса по законам Фиттса и Хика дает возможность определить такие комбинации цвета фона формы, цвета фона «целевого» элемента управления, значений параметра  $D/S$  и количества элементов управления, при которых достижение «целевого» элемента управления происходит в течение заданного промежутка времени от  $t_{\min}$  до  $t_{\max}$ .

После запуска программного приложения отображается диалоговое окно для изучения функциональных возможностей программного приложения и правил работы с ним. Испытание достижимости «целевого» элемента управления начинается с работы с диалоговым окном для задания цвета фона формы пользовательского интерфейса и цвета фона «целевого» элемента управления (рис. 4).

После выбора комбинации цветов происходит переход к работе с диалоговым окном «Исследование по закону Фиттса» (рис. 5). Выполнение ис-

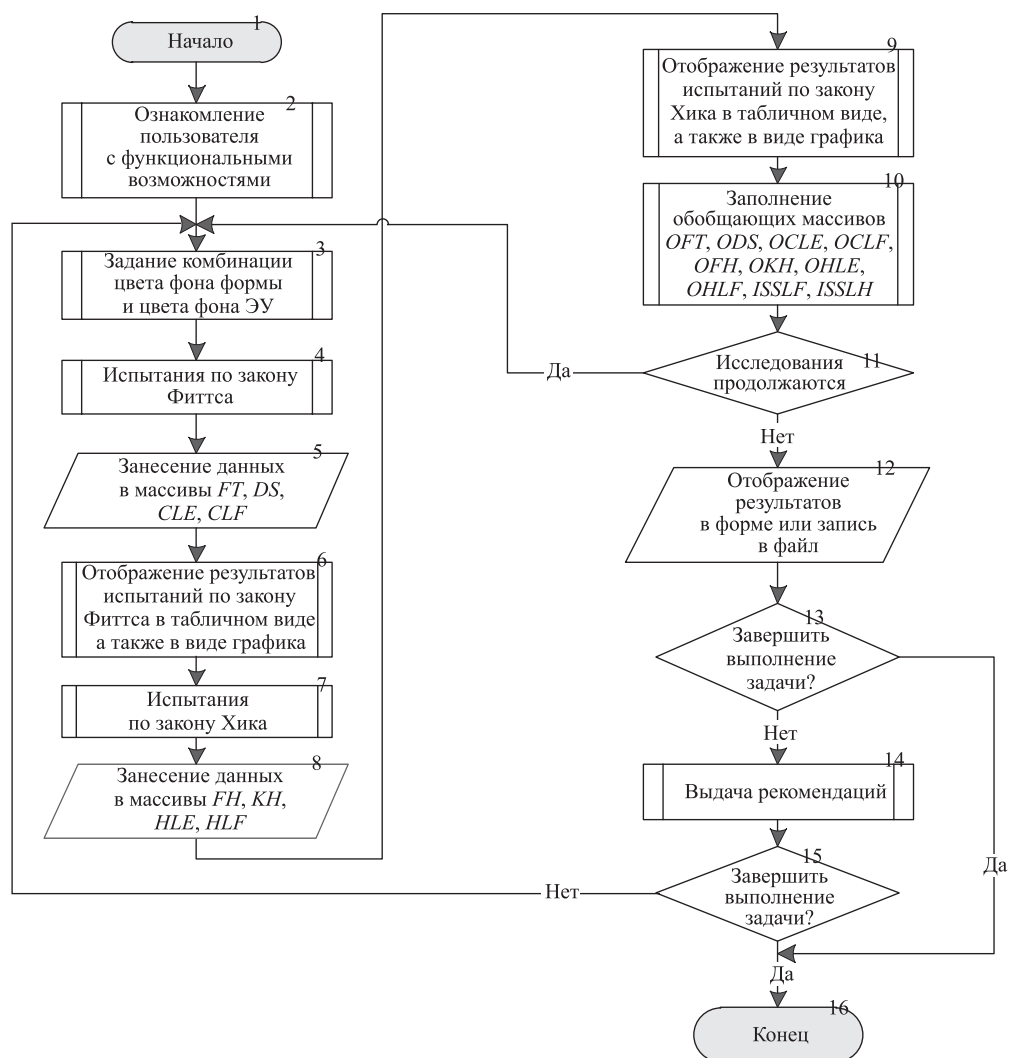


Рис. 3. Порядок работы программного приложения

пытаний в соответствии с законом Фиттса производится с использованием диалогового окна, в котором расположен «стартовый» элемент управления (это прямоугольник с текстом «Нажать», реализованный с помощью элемента управления Label). Также в диалоговом окне расположен и «целевой» элемент управления (реализован с помощью элемента управления Button). До начала очередного испытания «стартовый» элемент управления («Нажать») доступен для «кликов» мышью. При этом «целевой» элемент управления остается недоступным (в нем нет никаких значков, рис. 5).

Время достижения «целевого» элемента управления отсчитывается от момента «клика» мышью по «стартовому» элементу управления (в этот момент времени запускается таймер).

Начальное положение курсора, от которого начинается движение по перемещению курсора к «целевому» элементу управления, находится в центре «стартового» элемента управления. Как видно из рис. 1, расстоя-

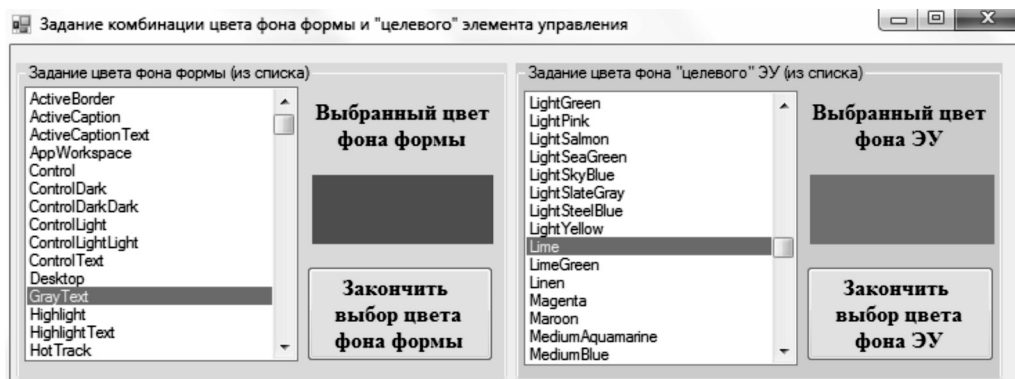


Рис. 4. Диалоговое окно для задания комбинации цвета фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления

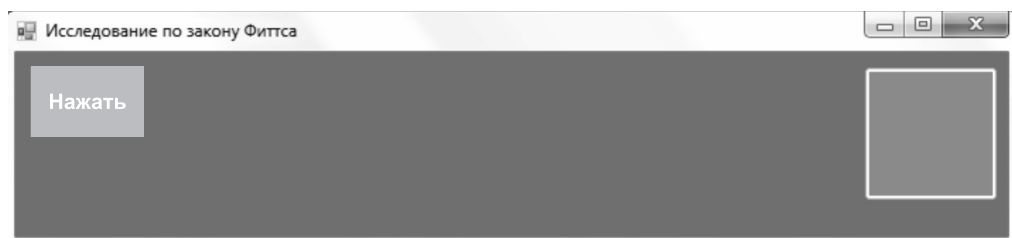


Рис. 5. Диалоговое окно для проведения испытаний по закону Фиттса (комбинация цветов «GrayText» и «Lime»)

ние  $D$  отсчитывается от начального положения курсора до левой границы «целевого» элемента управления. Для достижения «целевого» элемента управления пользователь должен двигать курсор по горизонтали по прямой линии.

При «клике» мышью по «стартовому» элементу управления текст «Нажать» исчезает. «Стартовый» элемент становится недоступен для «кликов» мышью. При этом «целевой» элемент управления становится доступен для «кликов» мышью, и в нем появляется знак «+». В момент «клика» мышью по «целевому» элементу управления таймер останавливается, и фиксируются результаты очередного испытания (время достижения «целевого» элемента управления, соотношение  $D/S$ , а также комбинация фонов формы и «целевого» элемента управления).

После остановки таймера и фиксации результатов испытания значок «+» внутри «целевого» элемента управления исчезает. «Целевой» элемент управления становится недоступен для «кликов» мышью. При этом «стартовый» элемент становится доступен для «кликов» мышью. В нем появляется текст «Нажать». Таким образом, программное приложение подготовлено к следующему испытанию в рамках закона Фиттса.

После каждого испытания для данного значения параметра  $D/S$  пользователю выдается сообщение, в котором отображается номер режима испытаний по закону Фиттса, номер испытания и среднее время, которое пользователь потратил на достижение «целевого» элемента управления.

Исследование достижимости «целевого» элемента управления по закону Фиттса при заданной комбинации цвета фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления проводится в двух режимах:

1. Расстояние от точки, в которой находится курсор в начале движения от «стартового» до «целевого» элемента управления постоянное. При переходе к новому испытанию происходит увеличение размеров «целевого» элемента управления (значения параметра  $S$ ) на 5 пикселей. В режиме № 1 производится 15 испытаний для различных значений параметра  $D/S$ . При этом для каждого значения параметра  $D/S$  производится по 10 испытаний, по результатам которых определяется среднее время достижения «целевого» элемента управления.

2. Размеры «целевого» элемента управления, а также его положения на форме остаются неизменными. При переходе к новому испытанию расстояние от точки начала движения курсора до «целевого» элемента управления увеличивается на 10 пикселей. В данном режиме также производится 15 испытаний для различных значений параметра  $D/S$ . Для каждого значения параметра  $D/S$ , как и для режима № 1, производится по 10 испытаний и определяется среднее время достижения «целевого» элемента управления.

В результате проведения испытаний в рамках закона Фиттса формируются массивы значений  $FT$ ,  $DS$ ,  $CLE$ ,  $CLF$ . Каждый массив содержит в себе  $I$  элементов (программное приложение настроено на 30 элементов в данных массивах). В результате очередного ( $i$ -го) испытания ( $i = 1, 2, \dots, I$ ) фиксируется среднее время достижения «целевого» элемента управления  $ft_i$  ( $I = 1, 2, \dots, I$ ), значение параметра  $D/S$ , имеющее место в данном испытании (элемент  $ds_i$ ), а также цвет фона формы  $clf_i$  и цвет фона «целевого» элемента управления  $cle_i$ .

Результаты испытаний могут быть представлены пользователю в табличном виде, а также в виде графика, показывающего зависимость времени достижения цели от значения параметра  $D/S$  при заданной комбинации цвета фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления (рис. 6).

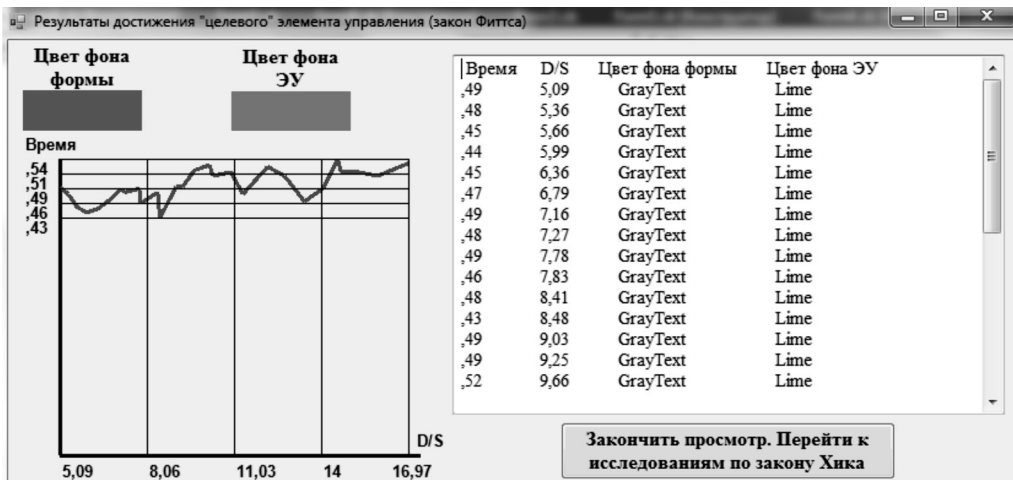


Рис. 6. Диалоговое окно с результатами испытаний по закону Фиттса в графическом и табличном виде (комбинация цветов «GrayText» и «Lime»)

После окончания работы с очередной комбинацией цветов фона формы и «целевого» элемента управления результаты испытаний сохраняются в «обобщающих» массивах *OFT*, *ODS*, *OCLE*, *OCLEF*. Полученные при испытаниях элементы массивов *FT*, *DS*, *CLE*, *CLF* добавляются в конец массивов *OFT*, *ODS*, *OCLE*, *OCLEF*. Массивы содержат  $J$  элементов. При этом

$$J = I \times N,$$

где  $I$  – количество значений параметра  $D/S$ , для которых производятся испытания (определение среднего времени доступа к «целевому» элементу управления);  $N$  – количество комбинаций фона формы и «целевого» элемента управления.

Данные массивы предназначены для накопления результатов испытаний при различных комбинациях цвета фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления, а также последующего анализа результатов испытаний и выдачи пользователю рекомендаций по значениям параметров элементов управления для обеспечения требуемого значения времени достижения «целевого» элемента управления.

Результаты испытаний по всем комбинациям цветов фона формы и «целевого» элемента управления также могут быть представлены пользователю в виде табл. 1, для построения которой формируется «обобщающий» массив *ISSLF*. Элемент массива *isslf<sub>j</sub>* ( $j = 1, 2, \dots, J$ ) представляет собой строку, в которую «записаны» значения элементов массивов *oft<sub>j</sub>*, *ods<sub>j</sub>*, *oclf<sub>j</sub>*, *ocle<sub>j</sub>*.

Таблица 1

**Форма отчета о проведении испытаний (закон Фиттса)**

Значение элемента массива <i>ods<sub>j</sub></i>	Значение элемента массива <i>oft<sub>j</sub></i>	Значение элемента массива <i>oclf<sub>j</sub></i>	Значение элемента массива <i>ocle<sub>j</sub></i>

Следующий этап исследований проводится в соответствии с законом Хика и предусматривает определение зависимости времени достижения «целевого» элемента управления при наличии в пользовательском интерфейсе  $G$  элементов управления, аналогичных «целевому». Переход к данному этапу происходит после нажатия кнопки «Закончить просмотр. Перейти к исследованиям по закону Хика» (см. рис. 6). При этом отображается «пустое» (без каких-либо элементов управления) диалоговое окно, фон которого был ранее выбран с использованием диалогового окна (см. рис. 4). После «клика» мышью по «пустому» диалоговому окну отображаются несколько элементов управления, один из которых является «целевым» (рис. 7). В качестве элементов управления, размещаемых в диалоговом окне для выбора, были использованы элементы управления «Radiobutton» (эти элементы управления как раз и предназначены для единичного выбора из нескольких предлагаемых вариантов).

При проведении каждого испытания необходимо среди отображенных на форме элементов управления выбрать «целевой» (внутри него отображен текст «Выбор») и «кликнуть» по нему (см. рис. 7). Следует отметить,



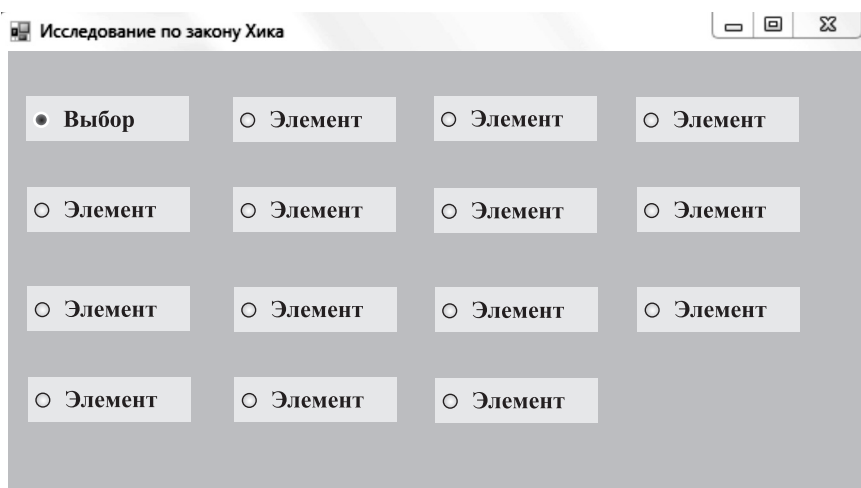


Рис. 7. Диалоговое окно для проведения испытаний по закону Хика (комбинация цветов «GrayText» и «Lime»)

что «целевой» элемент управления назначается программным приложением случайным образом.

Время достижения «целевого» элемента управления начинает отсчитываться в момент «клика» мышью по «пустому» диалоговому окну (запускается таймер). Время доступа к элементу управления фиксируется в момент «клика» мышью по «целевому» элементу управления. Если «кликнуть» мышью ошибочно (не по «целевому» элементу управления), то произойдет смена «целевого» элемента управления без изменения количества элементов управления. При этом, несмотря на ошибочный «клик» мышью, время достижения «целевого» элемента управления не начинает отсчитываться с нуля.

При первом испытании отражается 20 элементов управления. При каждом последующем испытании количество элементов уменьшается на единицу. В результате проведения испытаний в рамках закона Хика формируются массивы значений  $FH$ ,  $KH$ ,  $HLE$ ,  $HLF$ . Каждый массив содержит в себе  $V$  элементов (в программном приложении массивы настроены на проведение 15 испытаний). В результате очередного ( $v$ -го) испытания ( $v = 1, 2, \dots, V$ ) фиксируется время достижения «целевого» элемента управления  $fh_v$  ( $v = 1, 2, \dots, V$ ), количество элементов управления  $kh_v$ , а также цвет фона формы  $hlf_v$  и цвет фона «целевого» элемента управления  $hle_v$ . После каждого испытания при конкретном количестве элементов управления пользователю выдается сообщение, в котором отображается номер испытания по закону Хика, а также время, которое пользователь потратил на достижение «целевого» элемента управления.

Результаты испытаний в рамках закона Хика могут быть представлены в табличном виде, а также в виде графика, показывающего зависимость времени достижения цели от количества элементов управления при заданной комбинации цвета фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления (рис. 8). Для каждой комбинации фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления проводится 15 испытаний.



Рис. 8. Диалоговое окно с результатами испытаний по закону Хика в графическом и табличном виде (для комбинации цветов «Olive» и «Orange»)

После окончания работы с очередной комбинацией цветов фона формы и «целевого» элемента управления результаты испытаний сохраняются в «обобщающих» массивах  $OFH$ ,  $OKH$ ,  $OHLE$ ,  $OHLF$ , каждый из которых содержит  $M$  элементов. При этом

$$M = V \times N,$$

где  $V$  – количество испытаний для очередной комбинации фона формы и «целевого» элемента управления;  $N$  – количество комбинаций фона формы и «целевого» элемента управления.

При этом полученные при испытаниях элементы массивов  $FH$ ,  $KH$ ,  $HLE$ ,  $HLF$  добавляются в конец «обобщающих» массивов  $OFH$ ,  $OKH$ ,  $OHLE$ ,  $OHLF$ . Массивы предназначены для накопления результатов испытаний при различных комбинациях цвета фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления, а также последующего анализа результатов испытаний и выдачи пользователю рекомендаций по обеспечению требуемого значения достижимости «целевого» элемента управления.

Результаты испытаний по всем комбинациям цветов фона формы и «целевого» элемента управления могут быть представлены пользователю в виде табл. 2, для построения которой используется «обобщающий» массив  $ISSLH$ , содержащий  $M$  элементов. Каждый элемент массива  $isslh_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) представляет собой строку, в которую «записаны» значения элементов массивов  $ofh_m$ ,  $okh_m$ ,  $ohlf_m$ ,  $ohle_m$ .

Таблица 2

#### Форма отчета о проведении испытаний (закон Хика)

Значение элемента массива $ofh_m$	Значение элемента массива $okh_m$	Значение элемента массива $ohlf_m$	Значение элемента массива $ohle_m$

После окончания испытаний по закону Хика можно перейти к продолжению испытаний по законам Фиттса и Хика с использованием новой комбинации цвета фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления. Для этого необходимо нажать кнопку «Закончить просмотр. Продолжить исследования по законам Фиттса и Хика» (см. рис. 8). В этом случае происходит переход к работе с диалоговым окном, приведенным на рис. 4. Также пользователь, работающий с диалоговым окном, изображенным на рис. 8, может перейти к выдаче результатов испытаний и формированию рекомендаций по обеспечению требуемых условий работы пользователя. Для этого необходимо нажать кнопку «Закончить просмотр. Перейти к просмотру и записи результатов» (см. рис. 8). В этом случае происходит отображение диалогового окна «Запись и просмотр результатов испытаний» (рис. 9). Для записи в файл и отображения в диалоговом окне результатов испытаний используются элементы массивов *ISSLF* и *ISSLH*.

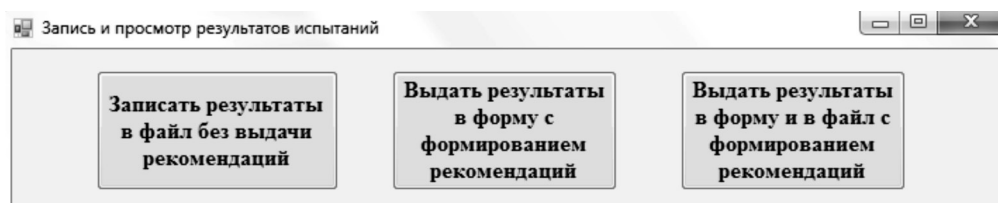


Рис. 9. Диалоговое окно для записи и просмотра результатов исследований

Если нажата кнопка «Записать результаты в файл без выдачи рекомендаций», то происходит отображение стандартного диалогового окна «Сохранить как», реализуемого с помощью элемента управления *SaveFileDialog*, в котором пользователь должен задать имя файла, в котором будут сохраняться данные. О результатах записи данных в файл пользователю выдается соответствующее сообщение. После этого программное приложение завершает работу. В случае нажатия на кнопку «Выдать результаты в форму с формированием рекомендаций» происходит отображение диалогового окна с данными по всем испытаниям (рис. 10), после чего необходимо нажать кнопку «Переход к выдаче рекомендаций» (см. рис. 10) и перейти к выдаче рекомендаций или завершить работу программного приложения.

Если нажата кнопка «Выдать результаты в форму и в файл с формированием рекомендаций», то выполняются операции, которые соответствовали двум предыдущим кнопкам, но без завершения работы программного приложения.

Формирование рекомендаций производится с помощью анализа массивов *OFT*, *ODS*, *OCLE*, *OCLF*, *OFH*, *OKH*, *OHLE*, *OHLF*. Определяются комбинации значений следующих параметров:

- цвета фона формы;
- цвета фона «целевого» элемента управления;
- значения параметра  $D/S$ ;
- количества элементов управления.

Отображаемые на рис. 11 комбинации обеспечивают достижение «целевого» элемента управления в течение промежутка времени от  $t_{\min}$  до  $t_{\max}$

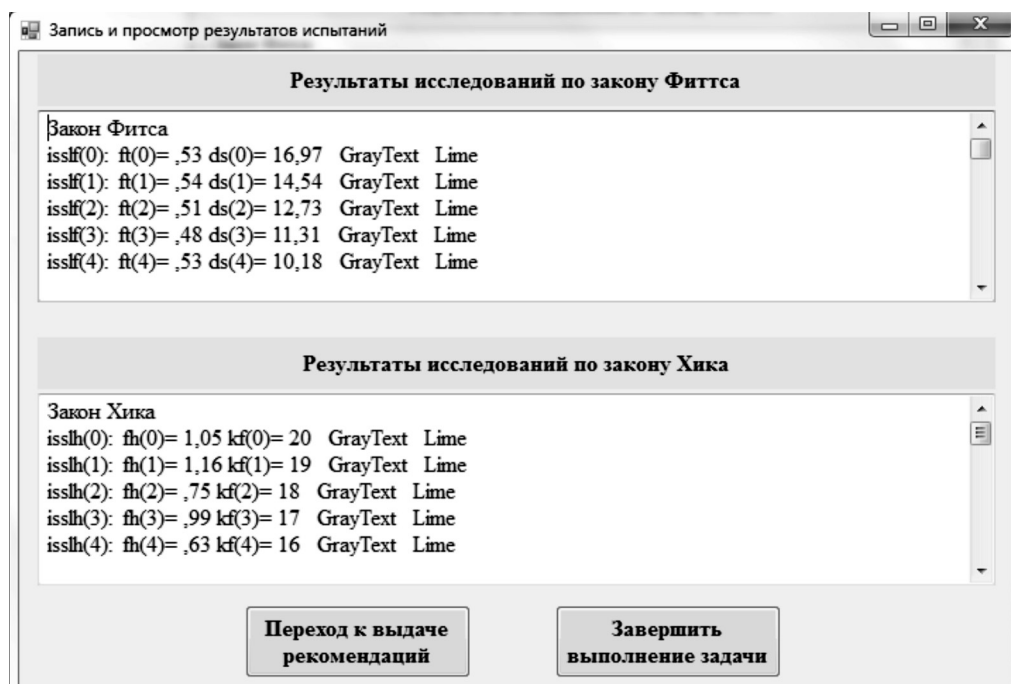


Рис. 10. Диалоговое окно для записи результатов исследований

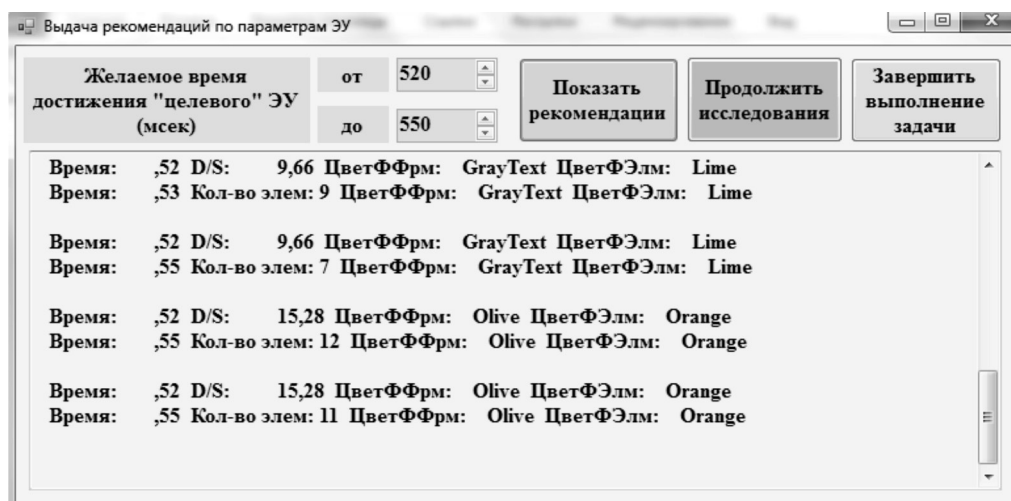


Рис. 11. Диалоговое окно для выдачи рекомендаций по организации доступности «целевого» элемента управления

Промежуток времени задается с помощью двух элементов управления *NumericUpDown* (см. рис. 11).

Если необходимой комбинации не найдено, то выдается сообщение о необходимости продолжить испытания. Пользователь может завершить выполнение задачи либо продолжить испытания и перейти к выбору цвета фона формы и цвета фона «целевого» элемента управления (см. рис. 4).

### ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

В статье рассмотрена работа с двумя комбинациями цветов фона формы и фона «целевого» элемента управления: «GrayText» и «Lime», а также «Olive» и «Orange». В результате испытаний по закону Фитса получена визуализированная зависимость времени доступа пользователя к «целевому» элементу управления от значения параметра  $D/S$  в случае комбинации цветов «Olive» и «Orange» (см. рис. 6). Уменьшение значения параметра  $S/D$  более чем в 3 раза не приводит к такому же уменьшению времени достижения «целевого» элемента управления. При этом вид графика позволяет выделить постоянную и случайную составляющие времени достижения «целевого» элемента управления. Постоянная составляющая описывает значение времени доступа, полученное для комбинации цветов «GrayText» и «Lime», и изменяется от 0,45 с при  $D/S = 5,09$  до 0,55 с при  $D/S = 16,07$  (см. рис. 6).

На постоянную составляющую влияют две фазы [7]: движения курсора из «стартового» элемента управления к некоторой окрестности «целевого» элемента управления (высокоскоростная фаза); фаза замедления (при вхождении курсора в некоторую окрестность «целевого» элемента управления).

Размер окрестности «целевого» элемента управления индивидуален для каждого пользователя. На высокоскоростную фазу движения курсора влияет преимущественно расстояние до «целевого» элемента управления [7]. Пользователь старается быстро перемещать курсор. Значение параметра  $S/D$  не увеличивает скорость движения курсора, но при этом влияет на действия пользователя на фазе торможения. Замедление является фазой, которая влияет на время выбора объектов при больших значениях параметра  $S/D$ . Если курсор перемещается пользователем к «целевому» элементу управления с большой скоростью на большое расстояние или если «целевой» элемент управления имеет маленькие ширину и высоту, то пользователь может не успеть «точно замедлиться» [6, 7] (затормозить движение курсора перед «целевым» элементом управления, чтобы точно «кликнуть» по нему). В результате при больших значениях параметра  $S/D$  пользователь вынужден замедлять движение курсора и тратить дополнительное время на точное выполнение физических действий. Случайная составляющая обусловлена несколькими факторами, влияющими на динамику движения курсора к «целевому» элементу управления и во время высокоскоростной фазы, и во время фазы торможения. К таким факторам можно отнести:

- отвлечения пользователя от работы (потеря фокуса внимания);

- неудобства рабочего места пользователя при перемещении мыши по поверхности стола или коврика (шероховатости, ограниченность места, неудобство рабочей позы);

- особенности работы мыши;

- индивидуальные особенности пользователя (физиологические особенности руки и пальцев, быстрота реакции на попадании курсора в пределы «целевого» элемента управления, быстрота «клика» по «целевому» элементу управления).

При этом каждому новому испытанию могут соответствовать новые значения, характеризующие случайные факторы (например, при каждом новом испытании положение кисти руки пользователя при передвижении курсора может изменяться, что может повлиять на скорость передвижения курсора и «клика» мышью). Наличие случайных составляющих приводит к тому, что график зависимости времени достижения «целевого» элемента управления от значения параметра  $D/S$ , приведенный на рис. 6, напоминает колебательный процесс.

Результаты испытаний по закону Хика показывают, что количество вариантов выбора влияет на время доступа к «целевому» элементу управления сильнее, чем значение параметра  $D/S$ . Время доступа в случае испытаний по закону Хика также имеет постоянную и случайную составляющие. Постоянная составляющая включает в себя распознавание «целевого» элемента управления среди отображенных в диалоговом окне (см. рис. 7) элементов управления, что составляет большую часть времени доступа. Затем осуществляется непосредственно движение курсора к «целевому» элементу управления. Поэтому при испытаниях по закону Хика чаще всего время доступа к «целевому» элементу управления больше, чем при испытаниях по закону Фиттса.

Очень серьезное влияние на распознавание «целевого» элемента управления также оказывает комбинация цветов фона пользовательского интерфейса, фона «целевого» элемента управления, а также цвета шрифта текста внутри него. При определенных комбинациях цветов текст внутри «целевого» элемента становится или трудно распознаваемым, или не распознаваемым. Это приводит к резкому увеличению времени распознавания «целевого» элемента управления или к невозможности его распознавания.

Как видно из рис. 8, увеличение количества элементов управления с 6 до 20 приводит к увеличению времени доступа к «целевому» элементу управления с 0,55 до 0,95 с. Таким образом, увеличение количества элементов управления влияет на время доступа к «целевому» элементу управления сильнее, чем изменение значения параметра  $D/S$  при испытаниях по закону Фиттса. Случайная составляющая обусловлена теми же факторами, что и при испытаниях по закону Фиттса.

Рекомендации, выдаваемые пользователю, позволяют определить комбинации значений параметров, характеризующих пользовательский интерфейс, которые обеспечивают заданные времена доступа к «целевым» элементам управления. Для этого попарно сравниваются результаты испытаний по законам Фиттса (массивы  $OFT$ ,  $ODS$ ,  $OCLE$ ,  $OCLF$ ) с результатами испытаний по закону Хика (массивы  $OFH$ ,  $OKH$ ,  $OHLE$ ,  $OHLF$ ).

Фрагмент рекомендаций приведен на рис. 11. Из него видно, что время доступа к «целевому» элементу управления от 0,52 до 0,55 с может обеспечиваться при выборе из 7 или из 9 элементов управления, цвете фона формы «GrayText», цвете фона «целевого» элемента управления «Lime», значении параметра  $D/S$ , равном 9,66. Также возможным вариантом является выбор из 11 или из 12 элементов управления, при цвете фона формы «Olive», цвете фона «целевого» элемента управления «Orange» и значении параметра  $D/S$ , равном 15,28.

Результаты исследований с использованием программного приложения могут быть использованы для анализа потребностей пользователей при проектировании пользовательских интерфейсов программных приложений или информационных систем, или для настройки пользовательского интерфейса эксплуатируемой информационной системы в соответствии с индивидуальными особенностями пользователей.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В статье рассмотрены функциональные возможности программного приложения для определения параметров элементов пользовательского интерфейса, обеспечивающих требуемые временные условия работы пользователя. Для определения таких параметров использованы положения законов Фиттса и Хика.

2. Приведены результаты испытаний для двух комбинаций цвета фона пользовательского интерфейса и цвета формы «целевого» элемента управления. Результаты испытаний показывают, что значение времени доступа к «целевому» элементу управления имеет постоянную и случайную составляющую. Получены параметры пользовательского интерфейса, обеспечивающие требуемые временные условия доступа к «целевому» элементу управления.

3. Программное приложение может быть использовано для персональной настройки пользовательских интерфейсов информационной системы для каждого сотрудника предприятия. Это позволит увеличить скорость работы пользователей, сократить время физической работы пользователей с элементами управления пользовательского интерфейса.

### Литература

1. *Баканов А.С., Обознов А.А.* Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия. М.: Институт психологии РАН, 2011. 176 с.
2. *Магазинник В.Д.* Человеко-компьютерное взаимодействие: учеб. пособие. М.: Университетская книга; Логос, 2007. 256 с.
3. *Попов А.А.* Программное приложение для анализа восприятия визуальной информации пользователем информационной системы // *Успехи современной науки.* 2016. № 10. Т. 2. С. 63–68.
4. *Раскин Джеф.* Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. СПб.: Символ-Плюс, 2005. 272 с.
5. *Сергеев С.Ф., Падерно П.И., Назаренко Н.А.* Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов: учеб. пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. 108 с.
6. *Evan D. Graham, Christine L. MacKenzie* Physical versus virtual pointing // CHI 96 – Electronic Proceedings. URL: <http://www.particletree.com/features/visualizing-fittss-law/> (дата обращения: 18.11.2016).
7. *Kevin Hale* Visualizing Fitts's Law // particletree. URL: <http://www.particletree.com/features/visualizing-fittss-law/> (дата обращения: 18.11.2016).
8. *Steven Bradley* How to Improve Usability with Fitts' and Hick's Laws // vanseo design. URL: <http://vanseodesign.com/web-design/fitts-law-hicks-law/> (дата обращения: 18.11.2016).

### Bibliography

1. *Bakanov A.S., Oboznov A.A.* Jergonomika pol'zovatel'skogo interfejsa: ot proektirovanija k modelirovaniju cheloveko-komp'yuternogo vzaimodejstvija. M.: Institut psihologii RAN, 2011. 176 p.
2. *Magazinnik V.D.* Cheloveko-komp'yuternoe vzaimodejstvie: ucheb. posobie. M.: Universitetskaja kniga; Logos, 2007. 256 p.
3. *Popov A.A.* Programmnoe prilozhenie dlja analiza vosprijatija vizual'noj informacii pol'zovatelem informacionnoj sistemy // *Uspehi sovremennoj nauki*. 2016. № 10. T. 2. P. 63–68.
4. *Raskin Dzhef.* Interfejs: novye napravlenija v proektirovanii komp'yuternyh sistem. SPb.: Simvol-Pljus, 2005. 272 p.
5. *Sergeev S.F., Paderno P.I., Nazarenko N.A.* Vvedenie v proektirovanie intellektual'nyh interfejsov: ucheb. posobie. SPb.: SPbGU ITMO, 2011. 108 p.
6. *Evan D. Graham, Christine L.* MacKenzie Physical versus virtual pointing // CHI 96 – Electronic Proceedings. URL: <http://www.particletree.com/features/visualizing-fittss-law/> (data obrashhenija: 18.11.2016).
7. *Kevin Hale* Visualizing Fitts's Law // particletree. URL: <http://www.particletree.com/features/visualizing-fittss-law/> (data obrashhenija: 18.11.2016).
8. *Steven Bradley* How to Improve Usability with Fitts' and Hick's Laws // vanseo design. URL: <http://vanseodesign.com/web-design/fitts-law-hicks-law/> (data obrashhenija: 18.11.2016).