

# ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ОПЫТА

стр. 7 – 11

**В.С. Компаниец, А.Е. Лызь**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южный федеральный университет»,  
Институт компьютерных технологий и информационной безопасности:  
347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

*Контактные данные:* Лызь А.Е., e-mail: aelyz@sfedu.ru

---

**Резюме:** Статья посвящена анализу тенденций в сфере человеко-компьютерного взаимодействия и перспективных инструментальных методов исследований пользовательского опыта (UX (англ.) – user experience). Приведены методы UX-исследований, особое внимание уделено методам окулографии (айтрекингу) и электроэнцефалографии, реализуемым современными компактными устройствами. Посредством специальных исследований показана перспективность применения инструментальных методов в дополнение к традиционным методам юзабилити-исследований в UX.

---

**Ключевые слова:** человеко-компьютерное взаимодействие, пользовательский интерфейс, пользовательский опыт, UX, юзабилити, окулография, айтрекинг, Eye Tribe, ЭЭГ, нейрогарнитура, NeuroSky MindWave.

---

# POSSIBILITIES AND PERSPECTIVES OF INSTRUMENTAL METHODS APPLICATION FOR STUDYING USER EXPERIENCE

pages 7 – 11

**V. S. Kompaniets, A. E. Lyz**

Federal State-Owned Autonomous Educational Establishment of Higher Education “Southern Federal University”, Institute of Computer Technologies and Information Security:  
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia

**Summary:** The article is devoted to the analysis of tendencies in the sphere of human-computer interaction and perspective instrumental methods of researching user experience (UX). The methods of UX-studies are given, special attention is paid to the methods of oculography (eye-tracking) and electroencephalography, implemented by modern compact devices. The promise of using instrumental methods in addition to the traditional methods of usability research in UX is shown through special studies.

---

**Keywords:** human-computer interaction, user interface, user experience (UX), usability, oculography, eye-tracking, Eye Tribe, EEG, neuro-headset, NeuroSky MindWave.

---

**Ч**еловеко-компьютерное взаимодействие (human-computer interaction) – это область компьютерных наук, дисциплина, занимающаяся проектированием и оценкой интерактивных вычислительных систем для использования человеком, а также изучением происходящих процессов. Изначально ориентируясь на оптимизацию когнитивных и фи-

зических действий оператора при взаимодействии с вычислительными и управляющими средствами, эта наука существенно расширила свои границы, поставив во главу угла удобство пользователя компьютера (имеющего в отличие от оператора более обширное поле деятельности и не всегда предсказуемые задачи) и дружелюбность пользовательского интерфейса [4].

В международной практике юзабилити – это степень, с которой продукт может быть использован определенными пользователями при определенном контексте использования для достижения определенных целей с должной эффективностью, продуктивностью и удовлетворенностью (стандарт ISO 9241–11) [14]. Традиционно для оценки удобства использования программных продуктов применяются показатели Шнейдермана: скорость работы пользователя, количество совершаемых ошибок, скорость обучения навыкам оперирования интерфейсом, субъективная удовлетворенность пользователей, сохранение навыков работы с пользовательским интерфейсом при длительном неиспользовании программы [18]. Отечественная инженерная психология и эргономика в этой сфере изучает принципы построения эргономичного пользовательского интерфейса и способы его инженерно-психологической оценки с использованием показателей, отражающих эргономические характеристики. К ним относят: результативные показатели выполнения профессиональных задач (время выполнения, количество ошибок); показатели нервно-эмоционального напряжения пользователей; показатели субъективной удовлетворенности пользователей характеристиками интерфейса; показатели обучаемости пользователей работе с интерфейсом. Также предлагается учитывать критерии технической эстетики [2]. Расширение использования информационных технологий не только для решения профессиональных задач, но и для удовлетворения человеком разнообразных информационных, досуговых, коммуникативных потребностей предъявляет к пользовательскому интерфейсу ряд новых требований. Сегодня при проектировании программных продуктов решаются проблемы доверия пользователя к нему и задачи вовлечения пользователя [5]. В этом случае пользовательский интерфейс должен быть ориентирован не только на эффективность, продуктивность и удовлетворенность пользователей решением задачи, но и на эстетическую привлекательность, мотивационную притягательность для пользователя, а значит опираться на его целостный опыт. Следует отметить, что анализ и оценка пользовательского опыта – сложная и неоднозначная задача [1, 10]. Могут быть реализованы опросы пользователей, беседы, включённое наблюдение за работой пользователей, оценка предыдущей версии сайта/программы или аналогичной системы, тестирование производительности и анализ журналов деятельности, фокус-группы и др. Значительная доля используемых методов относится к субъективным, а поэтому при малых объемах выборки экспертов / пользователей (традиционно это 5–10 человек) не дают надежных результатов.

В этой связи весьма перспективными в задачах исследования пользовательского опыта, в т.ч. его бессознательных компонентов, представляются инструментальные методы окулографии и электроэнцефалографии, реализуемые сейчас относительно недорогими и компактными устройствами: айтрекером Eye Tribe и нейрогарнитурой NeuroSky MindWave.

Айтрекинг – это метод окулографии, позволяющий отслеживать взгляд человека и определять его координаты. В настоящее время для этого разработаны различные способы: склеральные поисковые витки, использующие механический

контакт с глазом (контактные линзы со встроенными зеркалами или устройство, создающее магнитное поле); электроокулография, использующая электрические потенциалы, измеряемые электродами, расположенными вокруг глаз; бесконтактные оптические методы регистрации движения глаз (видеоокулография, инфракрасная окулография) [11]. В связи с тем, что доказана связь окулomotorной активности с физиологическими и психическими процессами и состояниями, технология айтрекинга широко используется в исследованиях нейрофизиологов, медиков, психологов, лингвистов и других специалистов. На ее основе диагностируются психические расстройства (Лобачев А.В. и др., 2017), субъектные характеристики личности (Огнев А.С., Лихачева Э.В., 2015), зависимость от ролевых компьютерных игр (Салихова М.А., Гришин С.Н., 2014); изучаются механизмы рабочей памяти (Кривых П.О., Меньшикова Г.Я., 2016) психические состояния водителей (Ермолаев В.В. и др., 2016), процессы сокрытия лжи (Яцык Г.Г., 2016; Жбанкова О.В., Гусев В.Б., 2016). Также технология айтрекинга используется для повышения результативности в различных видах спорта (Горовая А.Е., Коробейникова Е.Ю., 2013; Грушко А.И., Леонов С.В., 2015), для прогнозирования потребительского поведения в ответ на различного рода маркетинговые стимулы (Лунева Е.А., Скобелкина Н.Г., 2016), в процессе обучения иностранному языку и перевода (Тумошенко О., 2015; Куличенко А.М. и др., 2017), в процессе контроля знаний при дистанционном обучении (Качалова М.В., 2017). Несмотря на то, что отечественные исследователи отмечают ограниченность использования айтрекеров при юзабилити-тестировании [5] и необходимость стандартизации метрологических параметров айтрекинга [11], за рубежом с начала 2000-х годов он активно используется для анализа пользовательских интерфейсов и веб-дизайна [12; 13]. Айтрекинг позволяет дополнить традиционные юзабилити-исследования за счет анализа связи между кликами мышкой и визуальным поведением пользователя, позволяет выявить компоненты веб-сайта, привлекательные для пользователя, вызывающие трудности и не замечаемые им, позволяет оценить эффективность поиска, правильность концепции бренда и других аспектов веб-дизайна [12].



Рис. 1. Eye Tracker модели Eye Tribe

Для оценки возможностей данного метода нами проведено специальное исследование с использованием прибора Eye Tracker модели Eye Tribe (рис. 1). В качестве пользователей-

экспертов участвовали 14 человек. Процедура исследования заключалась в том, что пользователям предъявлялся один и тот же визуальный стимул (веб-сайт), давалась задача поиска конкретной информации и отслеживались движения глаз. Порядок подготовки и проведения процедуры: запуск приложения OGAMA; калибровка прибора с учётом индивидуальных особенностей пользователя; запуск записи отслеживания движения глаз; запуск сайта для решения пользователем задачи поиска информации; завершение записи [4, 7].

По данным, полученным от прибора, составлялась тепловая карта – пространственная характеристика движения глаз, отражающая плотность точек фиксации взгляда. Красный и желтый цвета отражают зоны, на которых внимание было сфокусировано дольше остальных (рис. 2).



Рис. 2. Пример тепловых карт, полученных методом айтрекинга

Анализировались тепловые карты, полученные от всех испытуемых, и проводилась статистическая обработка результатов. Результаты исследования позволили в целом оценить эффективность решения задачи поиска информации на сайте (в перспективе можно проводить сравнительный анализ результатов работы с другими аналогичными сайтами). Также стало возможно обозначить визуальные фрагменты веб-сайта, которым пользователь уделяет наибольшее / наименьшее внимание, и проанализировать их функциональность (например, возможны ситуации, когда декоративные элементы интерфейса излишне долго удерживают внимание пользователя или наоборот, кликабельные, но слабо различимые функциональные элементы пропускаются).

В методе электроэнцефалографии (ЭЭГ) биоэлектрическая активность мозга регистрируется с поверхности головы человека. Хотя фиксируемые сигналы обладают всеми признаками случайного процесса, но, тем не менее, после обработки дают информацию о работе множества функциональных систем организма, которые имеют локализацию своих управляющих звеньев в коре головного мозга [9]. В медицине при лечении ряда заболеваний и черепно-мозговых травм используются сертифицированные электроэнцефалографы. Их диагностические возможности напрямую зависели от числа регистрируемых ЭЭГ-каналов (от 4 в

системах начального уровня, до 256 – экспертного). Однако постоянное усовершенствование усилителей и датчиков привело к появлению в настоящее время компактных, доступных устройств одноканальной регистрации ЭЭГ. К таким устройствам относится беспроводная нейрогарнитура NeuroSky MindWaveMobile, оснащенная Bluetooth модулем для подключения к мобильному телефону, планшету или ноутбуку. По данным разработчика, устройство позволяет изучать процессы ментальной активности пользователя, тренировать его способности самоконтроля эмоционального состояния, улучшать работоспособность и устойчивость к стрессам [16].

Устройство представляет собой налобную гарнитуру со встроенным ЭЭГ датчиком и креплением (клипса) электрического контакта на мочку уха пользователя. Работает гарнитура от одного элемента питания типа AAA (рис. 3).



Рис. 3. Нейрогарнитура NeuroSky MindWave

В устройстве реализована аппаратная технология съема и аналого-цифрового преобразования сигнала ThinkGear. Частотный и амплитудный анализ регистрируемых сигналов позволяет дифференцировать пять традиционных ритмов головного мозга [3, 15]:

- Дельта-ритм. Частота 0,5 – 3 Гц с амплитудой, превосходящей 40 мкВ, но при выраженных патологиях когнитивных функций может достигать 300 мкВ. Ритм связан с низким уровнем мозговой активности, сном;
- Тета-ритм. Частота 4 – 6 Гц, амплитуда идентичная амплитуде дельта-ритма. Наблюдается, когда расслабленное бодрствование переходит в сонливость, во время стадии неглубокого сна или медитации;
- Альфа-ритм. Частота 8 – 14 Гц, амплитуда до 70 мкВ. При анализе ЭЭГ является наиболее информативным. Повышенный уровень наблюдается в состоянии спокойного расслабленного бодрствования, особенно при закрытых глазах. Снижение амплитуды ритма возникает с повышением функциональной активности мозга, решением зрительных задач, а также при состояниях беспокойства, гнева, страха;
- Бета-ритм. Частота 14 – 35 Гц, амплитуда в норме не более 15 мкВ. Бета-ритм связан с высшими когнитив-

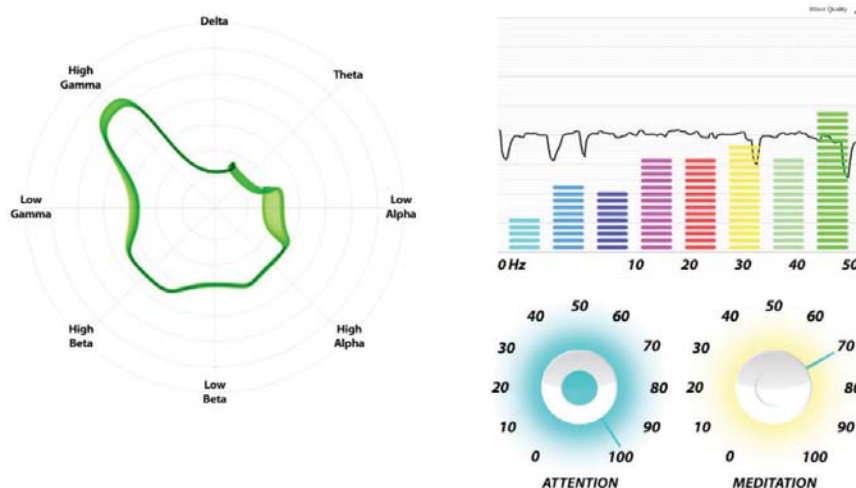


Рис. 4. У пользователя регистрируется «спокойное внимание» (приложение BrainWave Visualizer)

ными процессами и фокусированием внимания, сосредоточенным решением задач;

- Гамма-ритм. Частота 35 – 170 Гц, амплитуда в норме не более 10 мкВ. Наблюдается при решении задач, требующих максимального сосредоточенного внимания.

Таким образом, наблюдаемое у пользователя соотношение ритмов может использоваться для диагностики его функционального состояния и учитываться при интерпретации результатов деятельности. Например, фиксируемые в эргономическом исследовании ошибочные действия пользователя возможно не являются в конкретном случае следствием проблем в проектировании или реализации пользовательского интерфейса, а в большей степени обусловлены регистрируемыми ЭЭГ повышенными уровнями тревожности, психоэмоционального напряжения или депрессии [8]. Однако полноценная расшифровка, анализ ЭЭГ представляют собой очень сложные задачи, требующие от исследователя специальной квалификации. Поэтому в устройстве NeuroSky MindWave реализован алгоритм eSense [17], позволяющий упростить интерпретацию сигналов за счет выделения всего двух обобщенных показателей – уровня концентрации внимания (Attention) и уровня медитации (Meditation), каждый из которых измеряется по 100 балльной шкале (рис. 4).

На рисунке демонстрируется пример работы алгоритма eSense в приложении BrainWave Visualizer в момент, когда пользователь демонстрирует максимальную концентрацию внимания, но при этом сохраняет спокойное «медитативное» состояние «беспристрастного наблюдателя».

В проведенном пилотном исследовании нейрогарнитуры NeuroSky MindWave с использованием двух разных приложений удалось убедиться в корректной работе устройства. Регистрируемые показатели концентрации внимания и медитации действительно адекватно соответствовали текущей активности и субъективному состоянию оператора. Сделан вывод о перспективности применения данного устройства для дальнейших исследований ментальной активности.

Обобщая приведенные в работе данные, можно сделать вывод о целесообразности использования устройств айттрекинга и нейрогарнитур, в том числе совместное, в исследова-

ниях пользовательского опыта, что повысит эффективность экспериментов и достоверность получаемых результатов. Несмотря на то, что методология и методика совместного применения айттрекинга и нейрогарнитур в юзабилити и в исследованиях пользовательского опыта еще нуждаются в доработке, можно констатировать перспективность использования инструментальных методов в решении задач оптимизации человеко-компьютерного взаимодействия.

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гарретт Дж.** Веб-дизайн: книга Джесса Гарретта. Элементы опыта взаимодействия. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2008. – 192 с.
2. **Картавенко М. В.** Методология эргономической оценки программного обеспечения в области информационной безопасности // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2012. Т. 135. №. 10. С. 199–204.
3. **Кирой В.Н., Ермаков П.Н.** Общая характеристика ритмов ЭЭГ человека // Электроэнцефалограмма и функциональные состояния человека. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1998. – С. 48-76.
4. **Компаниец В.С., Лызь А.Е.** Эргодизайн пользовательского интерфейса: методы юзабилити-исследований // Инженерный вестник Дона. 2017. Т. 46. № 3 (46). С. 56.
5. **Костин А.Н.** Круглый стол «Юзабилити как новое направление исследований в инженерной психологии» // Психологический журнал. 2011. Т. 32. № 4. С. 113–124.
6. **Лукша П. и др.** Атлас новых профессий: вторая редакция. – М.: Агентство стратегических инициатив [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://asi.ru/reports/34983/>
7. **Лызь А.Е., Компаниец В.С.** Айттрекинг как метод оценки пользовательских интерфейсов // Новые задачи технических наук и пути их решения: Сборник статей по итогам международной научно-практической конференции. Оренбург, 2017. С. 31–33.
8. **Рувинская А.О.** Исследование мозговой активности с помощью нейрогарнитуры NeuroSky MindWave // Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Информаци-

- онные системы и технологии: фундаментальные и прикладные исследования». – Таганрог, 2017. – 479 с. – С. 101–104.
9. **Томашвили А.В.** Применение технологии регистрации вызванных потенциалов в разработке нейроинтерфейса // Известия ТулГУ. Технические науки. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. Вып. 11. – с. 80-85.
  10. **Унгер Р., Чендлер К.** UX-дизайн. Практическое руководство по проектированию опыта взаимодействия. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 336 с., ил.
  11. **Фазылзянова Г.И., Балалов В.В.** Применение метода айтрекинга для оценки качества графической и мультимедийной продукции // Наука и Мир. 2014. Т. 3. № 3 (7). С. 172–179.
  12. **Bojko A., Stephenson A.** It's All in the Eye of the User: How eye tracking can help answer usability questions. User Experience. 2005. Vol. 4, No. 1.
  13. **Goldberg J., Stimson M., Lewnstein M., Scott N., Wichansky N.** Eye Tracking in Web Search Tasks: Design Implications. In Eye Tracking Research & Applications (ETRA) Symposium. – New Orleans, LA, 2002.
  14. International Standard ISO DIS 9241 - 11. Part 11: Guidance on Usability. 1994.
  15. **Larsen, Erik Andreas.** Classification of EEG Signals in a Brain-Computer Interface System // Norwegian University of Science and Technology. Department of Computer and Information Science. NTNU : 2011.
  16. MindWave Mobile User Guides [электронный ресурс] <https://ru.scribd.com/doc/191259445/Mindwave-Mobile-User-Guide>
  17. NeuroSky Developers Program. eSense(tm) Meters [электронный ресурс] <http://developer.neurosky.com/>
  18. **Shneiderman B., Plaisant C., Cohen M., Jacobs S. Elmqvist N., Diakopoulos N.** Designing the User Interface: Strategies for Effective Human - Computer Interaction, 6th Edition, Pearson. 2017. 624 p.

Поступила 07.02.2018

УДК 004.514

## REFERENCES

1. **Garrett J.** Web Design: The Book of Jesse Garrett. Elements of experience of interaction. - Trans. with English. - Spb. : Symbol-Plus, 2008.
2. **Kartavenko M.V.** Methodology of ergonomic evaluation of software in the field of information security // Izvestiya Southern Federal University. Technical science. 2012. Т. 135. №. 10. pp. 199-204.
3. **Kiroy V.N., Ermakov P.N.** General characteristics of the rhythms of human EEG // Electroencephalogram and functional states of a person. - Rostov-on-Don: IZD-VO ROST. UNIVERSITY, 1998. - P. 48-76.
4. **Kompaniets V.S., Lyz A.E.** Ergodizayn user interface: methods of usability research // Engineering Bulletin of the Don. 2017. Т. 46. No. 3 (46). P. 56.
5. **Kostin A.N.** Round table "Usability as a new direction of research in engineering psychology" // Psychological journal. 2011. P. 32. № 4. P. 113-124.
6. **Luksha P. et al.** Atlas of new professions: second edition. - M. : Agency of strategic initiatives [Electronic resource]. - Access mode: <http://asi.ru/reports/34983/>
7. **Lyz A.E., Kompaniets V.S.** Eyetracking as a method for evaluating user interfaces // New problems of technical sciences and ways to solve them: Collection of articles on the results of the international scientific and practical conference. Orenburg, 2017. pp. 31-33.
8. **Ruvinskaya A.O.** NeuroSky MindWave neuro brainchild

- study // Collection of articles of the II All-Russian scientific and practical conference of young scientists, graduate students, undergraduates and students "Information Systems and Technologies: Fundamental and Applied Research". - Taganrog, 2017. - 479 p. - P. 101-104.
9. **Tomashvili A.V.** Application of Technology of Registration of Evoked Potentials in the Development of the Neurointerface // Izvestiya TulGU. Technical science. - Tula: Publishing House of Tula State University, 2013. Вып. 11. - p. 80-85.
  10. **Unger R., Chandler K.** UX-design. Practical guidance on designing the experience of interaction. - Trans. with English. - St. Petersburg. : Symbol-Plus, 2011. - 336 p., Ill.
  11. **Fazylyanova G.I., Balalov V.V.** Application of the method of tracking for assessing the quality of graphic and multimedia products // Science and Peace. 2014. Т. 3. No. 3 (7). Pp. 172-179.
  12. **Bojko A., Stephenson A.** It's All in the Eye of the User: How eye tracking can help answer usability questions. User Experience. 2005. Vol. 4, No. 1.
  13. **Goldberg J., Stimson M., Lewnstein M., Scott N., Wichansky N.** Eye Tracking in Web Search Tasks: Design Implications. In Eye Tracking Research & Applications (ETRA) Symposium. – New Orleans, LA, 2002.
  14. International Standard ISO DIS 9241 - 11. Part 11: Guidance on Usability. 1994.
  15. **Larsen, Erik Andreas.** Classification of EEG Signals in a Brain-Computer Interface System // Norwegian University of Science and Technology. Department of Computer and Information Science. NTNU : 2011.
  16. MindWave Mobile User Guides [электронный ресурс] <https://ru.scribd.com/doc/191259445/Mindwave-Mobile-User-Guide>
  17. NeuroSky Developers Program. eSense(tm) Meters [электронный ресурс] <http://developer.neurosky.com/>
  18. **Shneiderman B., Plaisant C., Cohen M., Jacobs S. Elmqvist N., Diakopoulos N.** Designing the User Interface: Strategies for Effective Human - Computer Interaction, 6th Edition, Pearson. 2017. 624 p.

Received 07.02.2018

UDC 004.514

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Компаниец Виталий Сергеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры психологии и безопасности жизнедеятельности Института компьютерных технологий и информационной безопасности, Южный федеральный университет, г. Таганрог. e-mail: kompaniets@mail.ru
3. **Лызь Александр Евгеньевич** – кандидат технических наук, доцент Института компьютерных технологий и информационной безопасности, Южный федеральный университет, г. Таганрог. e-mail: aelyz@sfedu.ru

## AUTHORS' INFORMATION

2. **Kompaniets V.S.** – Candidate of Science, assistant professor of Institute of Computer Technologies and Information Security, Southern Federal University, Taganrog. e-mail: kompaniets@sfedu.ru
4. **Lyz A. E.** – Candidate of Science, assistant professor of Institute of Computer Technologies and Information Security, Southern Federal University, Taganrog. e-mail: aelyz@sfedu.ru