

# РОЛЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ПАТРУЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ

**Антипина Елена Валерьевна**

*К.т.н., доцент, Удмуртский государственный университет, г. Ижевск  
antipinaelena@gmail.com*

## THE ROLE OF THE USER INTERFACE HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX PATROL CAR

**E. Antipina**

*Summary.* The article is devoted to the issues of assessing the ergonomics of the user interface of the software and hardware complex of a patrol car. The relevance of this article is due to the fact that the use of HUD displays in emergency vehicles due to the method of data output affects the behavior of drivers, thereby contributing to reducing the risk of accidents. This aspect leads to the need to study the user interface of the projection display application.

The article describes an ergonomic analysis of the interface of the software and hardware complex of a patrol car based on a human-oriented approach. It is based on the analysis of existing regulatory documentation, which allows to identify the main consumer requirements for software products, and the approaches of researchers, which make it possible to determine methods for assessing the quality of software products from the point of view of consumers.

The author identifies, based on the above data, the criteria for interaction between the user and the software and hardware complex of the patrol car, which allows us to form a combined approach for analyzing and evaluating the software and hardware complex of the patrol car, which includes three stages of evaluating the interface at both qualitative and quantitative levels.

The application of this system approach makes it possible to optimize the ergonomics of the user interface and increase the efficiency of the entire software and hardware complex of the patrol car.

*Keywords:* user interface, ergonomics, HUD display, projection display, emergency vehicles.

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам оценки эргономичности пользовательского интерфейса программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля. Актуальность данной статьи обусловлена тем, что применение HUD-дисплеев в транспортных средствах экстренных служб за счет способа вывода данных влияет на поведение водителей, тем самым способствуя снижению риска аварий. Данный аспект ведет за собой необходимость проработки пользовательского интерфейса приложения проекционного дисплея.

В статье описывается эргономический анализ интерфейса программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля на основе человеко-ориентированного подхода. Он основан на анализе существующей нормативной документации, который позволяет выявить основные потребительские требования к программной продукции, и подходов исследователей, которые дают возможность определить методы оценки качества программной продукции с точки зрения потребителей.

Автор выявляет на основе вышеприведенных данных критерии взаимодействия пользователя и программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля, что позволяет сформировать комбинированный подход для анализа и оценки программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля, включающий в себя три этапа оценки интерфейса как на качественном, так и на количественном уровнях.

Применение данного системного подхода позволяет оптимизировать эргономику пользовательского интерфейса и повысить эффективность работы всего программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля.

*Ключевые слова:* пользовательский интерфейс, эргономика, HUD-дисплей, проекционный дисплей, транспортные средства экстренных служб.

## Введение

**О**сновная задача экстренных служб заключается в том, чтобы быстро добраться до места происшествия для оперативного разрешения ситуации. С увеличением плотности движения на дорогах эта задача становится все более сложной, время прибытия к месту происшествия, соответственно, увеличивается.

Нередко происходят автомобильные аварии с участием машин экстренных служб, что является серьезной проблемой. Основными факторами риска аварий патрульных транспортных средств являются факторы, связанные с водителем. Достаточно часто наблюдается отвлечение водителя из-за непрерывно поступающей информации от диспетчера, на которую необходимо реагировать [1, с. 1048–1049].

Использование проекционных дисплеев в транспортных средствах патрульной службы позволяет водителю получать актуальную информацию, не отвлекаясь от дорожной ситуации, что повышает безопасность вождения [2, с. 105]. При этом, согласно исследованиям, HUD-дисплей является более безопасным устройством нежели портативный ноутбук или мобильный телефон [3, с. 506–507]. Поэтому при выборе проекционного дисплея в качестве рабочего инструмента патрульного офицера необходимо обратить внимание на его пользовательский интерфейс и выводимый массив информации, который может обработать водитель патрульного автомобиля в процессе вождения.

Рассмотрим более подробно требования к пользовательскому интерфейсу программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля и методы оценки его качества.

### Основные потребительские требования к программной продукции

ГОСТ ИСО/МЭК 9126–2001 описывает шесть характеристик, влияющих на качество программного обеспечения (ПО). В число данных характеристик входят функциональные возможности, надежность, практичность, эффективность, сопровождаемость и мобильность [4, с. 10–12]. Представление о качестве программной продукции в данном стандарте рассматривается с точки зрения как пользователя, так и разработчика, и руководителя. Пользователь рассматривает качество программного продукта с точки зрения его производительности и результатов [4, с. 7]. Поэтому из существующих подхарактеристик ПО его скорее заинтересуют показатели качества такой характеристики как практичности — понятность, обучаемость, простота использования, и показатели функциональной возможности и надежности.

Требования и оценка пригодности использования ПО на основе критериев производительности работы и удовлетворенности пользователей устанавливает стандарт ГОСТ Р ИСО 9241–11–2010. Согласно данному стандарту от пригодности использования программного продукта зависят результативность, эффективность и удовлетворенность пользователей при ее применении в определенных условиях [5, с. 9]. Для оценки пригодности использования программного продукта необходимо иметь описание намеченных целей, намеченные или достигнутые результаты, а также описание условий использования, которые содержат информацию о пользователях, оборудовании, внешней среде, выполняемых задачах [5, с. 22].

ГОСТ Р ИСО 9241–210–2016 дает описание процедуры оценки качества пользовательского интерфейса на основе человеко-ориентированного подхода. При

данном подходе должны соблюдаться следующие принципы: проектирование системы должно учитывать задачи, конкретных пользователей и среду; при разработке и проектировании пользователи должны участвовать в процессе; при этом опыт пользователя должен обязательно учитываться; он должен давать обратную связь и проект должен совершенствоваться путем нескольких итерационных подходов на основе данной обратной связи [6, с. 8]. Интерактивная система должна обладать пригодностью для выполнения задачи, информативностью и управляемостью, соответствовать ожиданиям пользователей, быть пригодной для обучения и индивидуализации, иметь устойчивость к ошибкам [6, с. 16].

ГОСТ 28195–89 определяет номенклатуру показателей качества и характеризуемые ими свойства ПО, выделяя первый уровень показателей качества программного средства (ПС), характеризующих потребительски-ориентированные свойства, и второй уровень программно-ориентированных свойств, которые обеспечивают достижение требуемых потребительски-ориентированных свойств [7, с. 3–5]. Согласно классификатору продукции выделяются 12 подклассов программных средств [7, с. 6]. Показатели качества выбираются исходя из его назначения и области применения в соответствии с классификатором продукции. Для оценки качества программного средства применяются измерительный, регистрационный, органолептический, расчетный методы, исходя из источников получения информации — традиционный, экспертный и социологический [7, с. 2].

Исследователи выделяют такие наиболее распространенные в данный момент методы оценки качества пользовательского интерфейса, как тестирование с вовлечением пользователей, где используется метод фокус-групп и тестирование QA-специалистами, и формальный расчет, где применяется метод GOMS и метод экспертной оценки [8, с. 405].

Метод фокус-групп позволяет за счет привлечения заинтересованных пользователей провести оценку в короткий срок с нахождением наиболее узких мест интерфейса [8, с. 405–406]. Он хорош для отработки итераций, когда проблема выявляется в локальном месте и требуется ее решить.

Проведение тестов специалистами QA (Quality Assurance) необходимо для выявления скрытых ошибок на стадии разработки прототипа, когда проектируемая система является сложной и большой, и требует неоднократного тестирования. Опасностью применения данного метода является то, что специалисты QA могут упустить эффективный, но простой, поскольку он чаще всего привлекает меньше внимания и поэтому может быть признан как менее удачный [8, с. 407].

Для количественной оценки качества пользовательского интерфейса с точки зрения времени выполнения задачи чаще всего применяется модель GOMS. Метод основан на том, что оценивается количество времени, затрачиваемое на выполнение каждой последовательной операции, что в сумме дает количественную оценку работы интерфейса для выполнения конкретной задачи [8, с. 407–408, 9, с. 89].

Наибольшее распространение получила модификация модели GOMS — KLM. В данной модели все действия пользователя интерфейса ПС представляют собой набор типовых операций, время каждой из которых имеет усредненное значение. Оценки у каждого пользователя будут различные в зависимости от его уровня знаний и навыков работы, поэтому рекомендуется применять данную модель для простых интерфейсов и тривиальных задач. В сложных интерфейсах задача может решаться несколькими способами, поэтому оценка может быть не совсем точной [9, с. 90].

Экспертная оценка проверяет каждый элемент интерфейса на основе принципов практичности или удобства применения. Данный метод хорош на ранних этапах проектирования, когда требуется проверить интерфейс на соответствие установленным правилам, например, таким как однозначный ответ системы в ответ на действия пользователя, единообразии трактовок используемых терминов и обозначений, понятности графических элементов и ориентация пользователя в общей композиции интерфейса [8, с. 408].

Выбор методов для проведения исследования оценки качества пользовательского интерфейса программного обеспечения зависит от выполняемой задачи, характеристик пользователей и особенностей среды. При этом моделируются ситуации выполнения основной и вспомогательной (при ее наличии) задач, используются устоявшиеся паттерны поведения пользователей, их уровень подготовки, а также контекст использования продукта.

#### Критерии взаимодействия пользователя и программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля

Работа водителя патрульного автомобиля требует определенной концентрации внимания, специализированной подготовки и психофизиологических характеристик, которые необходимо учитывать при проектировании программного продукта. Поскольку основным каналом получения информации является зрительный канал, программно-аппаратный комплекс должен учитывать границы возможностей зрительной системы че-

ловека при одновременном выполнении нескольких задач в процессе движения транспортного средства. Поэтому на передний план выходит качество получаемого изображения, его точность и детализация. Рабочая среда не должна отвлекать водителя от выполнения его основной задачи. Распределение функций между элементами системы человек-машина-внешняя среда должно отвечать требованиям эргономики [10, с. 25].

Исходя из особенностей основного канала получения информации пользователя, исследователи предлагают оценить качество программно-аппаратного комплекса с точки зрения эргономики на основе анализа и расчета характеристик зрительного анализатора человека. В первую очередь предлагается дать общую эргономическую оценку. На данном этапе выявляются эргономические параметры, которые учитывают условия функционирования программно-аппаратного комплекса, в том числе внешние условия, касающиеся технических характеристик проекционного дисплея и его расположения в патрульном транспортном средстве. Далее дается частная оценка пользовательского интерфейса. На втором этапе происходит анализ пользовательского интерфейса программно-аппаратного комплекса с точки зрения качества конкретных выходных экранных форм [10, с. 26].

Используя этот подход, интерфейс программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля можно оценить на основе определенных критериев.

Согласно классификатору продукции по ГОСТ 28195–89 программно-аппаратный комплекс можно отнести к подклассу 5014 — программное средство интерфейса и управления коммуникациями. Рекомендуемая применимость показателей качества в зависимости от принадлежности ПС к данному подклассу выглядит следующим образом (рисунок 1) [7, с. 5–6].

Показатели качества программно-аппаратного комплекса делятся на основные (базовые) и второстепенные. К базовым показателям качества в данном подклассе относятся надежность, удобство применения и корректность, к второстепенным — сопровождение, эффективность и универсальность.

По ГОСТ ИСО/МЭК 9126–2001 к базовым показателям качества программного продукта относятся надежность, практичность и сопровождаемость (рисунок 2) [4, с. 10–12].

ГОСТ Р ИСО 14915–1–2016 выделяет следующие эргономические принципы при проектировании и оценке мультимедийных интерфейсов: пригодность интерфейса для выполнения задания, информативность, управляемость, соответствие ожиданиям пользователя, устой-



Рис. 1. Показатели качества программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля согласно ГОСТ 28195–89

чивость к ошибкам, пригодность к индивидуализации, пригодность для изучения [11, с. 8–9].

Интерфейс пользователя должен иметь три основных составляющих, которым требуется уделить внимание — интерактивная, информационная и декоративная по ГОСТ Р ИСО 9241–161–2016 [12, с. 4].

Таким образом, структура анализа пользовательского интерфейса состоит из несколько этапов, для каждого из которых будут применяться свои методы оценки, что позволяет разложить весь интерфейс и его элементы по уровням сложности. Методики анализа и оценки интерфейса, предлагаемые исследователями, подтверждают данный подход, предлагая проводить анализ интерфейса в два этапа — интегральный и детальный [13, с. 609–610], и выделяя модель оценки качества, состоящую из 12 критериев [8, с. 409].

Ниже на рисунке 3 приведена методика оценки пользовательского интерфейса программно-аппаратного

комплекса патрульного автомобиля с учетом требований стандартов и авторских подходов анализа и оценки.

### Выбор подхода к осуществлению управления программно-аппаратным комплексом

HUD-дисплей патрульного автомобиля полиции является одним из мультимедиа-приборов транспортного средства. Информация, которая выводится на него, должна содержать сведения, необходимые патрульным офицерам для выполнения задачи. Основные сведения патрульный офицер получает от диспетчера в виде голосовых сообщений, поэтому HUD-дисплей является вспомогательным инструментом, где отображаются данные о происшествии или подозреваемом, его машине, местоположении происшествия или нахождения подозреваемого. Помимо этих основных данных на экране дисплея выводится информация о номере патрульного автомобиля, приоритете вызова, является автомобиль ведущим или ведомым и времени отсчета.

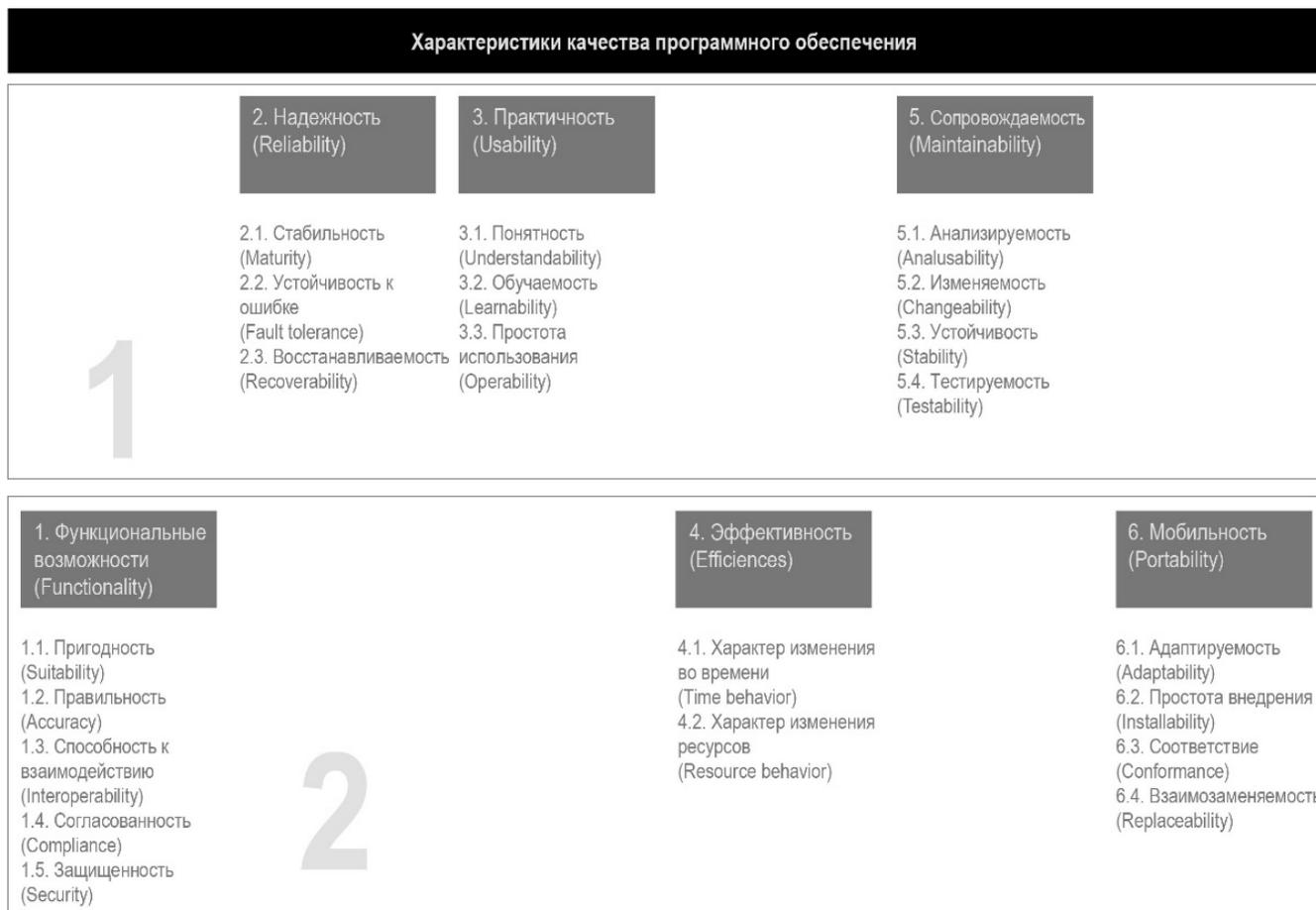


Рис. 2. Показатели качества программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля согласно ГОСТ ИСО/МЭК 9126–2001

Исследования показывают, что использование текстовых коммуникационных устройств снижает риски отвлечения внимания водителя во время вождения. Текст проекционного дисплея более заметен, а кнопки для взаимодействия больше, чем на обычном экране портативного ноутбука, входящего сейчас в стандартную комплектацию патрульного транспортного средства. При этом расположение сенсорного экрана больше соответствует направлению взгляда водителя, необходимому для того, чтобы видеть дорогу перед ним, нежели чем обычное расположение ноутбука, который расположен ниже и правее [3, с. 513]. Соответственно, пользовательский интерфейс программного средства проекционного дисплея должен представлять из себя окно с основными текстовыми данными и крупными элементами навигации.

Пользователи при работе с интерфейсом имеют определенный привычный для них паттерн поведения, основанный на психофизических законах восприятия информации человеком, что тоже влияет на их поведе-

ние во время взаимодействия с программным продуктом [13, с. 611–613]. Так, пункты информации должны быть расположены в понятной и привычной иерархии, и должны удовлетворять правилу «шести», т.е. содержать на больше 6 элементов данных, выводимых на экран проекционного дисплея [14, с. 475].

При анализе современных систем мультимедиа приборов транспортных средств можно отметить, что рабочее пространство используется в них по максимуму. Минимум пустого места на экране, выделение приоритетности функций, простота их нахождения, контрастность элементов интерфейса по отношению к фону необходимы для того, чтобы в условиях движения автомобиля и смены суток с изменением уровня освещенности шрифт и иконки были четко различимы [15, с. 282–283].

Использование данных инструментов приводит к повышению результативности, эффективности продукта и удовлетворению пользователей. Пригодность исполь-

Критерии оценки качества пользовательского интерфейса	
1. Экспертная оценка	
Показатель	Характеристика
1.1. Надежность	Способность функционировать в заданных режимах и объемах обрабатываемой информации, полнота реализации возможных маршрутов выполнения программы в процессе тестирования
1.2. Функциональность	Соответствие функционала интерфейса требованиям пользователей, достаточность функционала для решения проблем пользователей, возможность совмещения нескольких способов управления
1.3. Информативность	Достаточность информации для принятия решения, ее корректность в процессе обработки и вывода данных при выполнении задания
1.4. Эргономичность	Легкость в запоминании новых действий и операций, необходимость в выполнении сложных манипуляций для управления интерфейсом
1.5. Структурность	Логичность и структурированность вывода данных, их однозначное и непротиворечивое описание и использование
1.6. Единообразие	Единство цветовой схемы и семейства шрифтов, однородность компонентов интерфейса и принципов осуществления одинаковых или сходных функций
2. Фокус-группа	
Показатель	Характеристика
2.1. Устойчивость функционирования	Способность обеспечивать продолжение работы программы после возникновения отклонений, вызванных сбоями технических средств, ошибками во входных данных и ошибками обслуживания
2.2. Когнитивная простота	Предсказуемость следующего шага системы, необходимость запоминания дополнительной информации для решения простейших задач
2.3. Удовлетворенность	Степень решения системой пользовательских задач, эмоциональное состояние пользователя при работе с интерфейсом
2.4. Вовлеченность	Степень реакции на специальные средства для увеличения частоты повторного использования системы, эффективность способов создания эмоциональных привязок пользователей и интерфейса
3. Количественная оценка	
Показатель	Характеристика
3.1. Средняя скорость выполнения жеста (взгляда)	Среднее время, которое пользователь затрачивает на фиксацию каждого жеста (взгляда) на элементах пользовательского интерфейса
3.2. Траектория движения жеста (взгляда)	Число и последовательность фиксаций жеста (взгляда) на определённых точках пользовательского интерфейса

Рис. 3. Методика оценки пользовательского интерфейса программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля

зования пользовательского интерфейса оценивается путем проведения экспертной оценки, во-первых, и за счет привлечения заинтересованных пользователей, во-вторых, о чем свидетельствуют уже проведенные исследования [3, с. 7–8, 15, с. 3]. При этом результативность работы интерфейса с использованием фокус-групп можно оценить не только качественно, применяя опросы, но и количественно, анализируя глазодвигательную активность добровольца айтрекером (окулографом) [16, с. 79–81.

## Вывод

Применение HUD-дисплеев в автомобилях экстренных служб улучшает эргономичность транспортного средства, способствует повышению комфорта во-

ждения автомобиля, что особенно важно для водителя, от которого зависит безопасность участников дорожного движения. Удобство использования проекционного дисплея складывается из его технических характеристик, расположения в патрульном транспортном средстве, а также из пригодности использования программного продукта, составляющим которого является пользовательский интерфейс. От того насколько он будет удобным и интуитивно понятным, будет зависеть удовлетворенность пользователей. Поэтому приведенные критерии оценки пользовательского интерфейса программно-аппаратного комплекса патрульного автомобиля могут стать основой для более качественной разработки и проектирования программного продукта для данной области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hsiao, H., Chang, J., Simeonov, P. Preventing Emergency Vehicle Crashes: Status and Challenges of Human Factors Issues / H. Hsiao, J. Chang, P. Simeonov // HUMAN FACTORS. — 2018. — Vol. 60, No. 7. — Pp. 1048–1072. — <https://doi.org/10.1177/0018720818786132>.
2. Горячкин, Б.С., Гаранов, К.В., Бгатцев, А.В. Повышение эргономичности транспортных средств путем внедрения проекционных дисплеев / Б.С. Горячкин, К.В. Гаранов, А.В. Бгатцев // E-Scio. — 2020. — № 6 (45). — С. 104–118.
3. James, S.M. Distracted driving impairs police patrol officer driving performance / S.M. James // An International Journal of Police Strategies & Management. — 2015. — Vol. 38. — Issue: 3. — Pp.505–516. — <https://doi.org/10.1108/PIJPSM-03-2015-0030>.
4. ГОСТ ИСО/МЭК 9126–2001. Информационная технология (ИТ). Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению (ISO/IEC9126:1991, IDT). — Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. — 13 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9241–11–2010. Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 11. Руководство по обеспечению пригодности использования. — Москва: Стандартинформ, 2011. — 24 с.
6. ГОСТ Р ИСО 9241–210–2016. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем. — Москва: Стандартинформ, 2016. — 35 с.
7. ГОСТ 28195–89. Оценка качества программных средств. Общие положения. — Москва: ИПК Издательство стандартов, 1990. — 74 с.
8. Зенг, В.А. Оценка качества проектирования пользовательских интерфейсов нового поколения / В.А. Зенг // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2019. — Вып. 12. — С. 404–410.
9. Горячкин, Б.С., Хитрин, Д.М. Эргономичность пользовательских WEB-интерфейсов через призму юзабилити / Б.С. Горячкин, Д.М. Хитрин // E-Scio. — 2020. — № 3 (42). — С. 84–99.
10. Горячкин, Б.С. Эргономический сертификат автоматизированной системы обработки и отображения информации и управления / Б.С. Горячкин // Международный научно-исследовательский журнал. — 2016. — № 9–2 (51). — С. 25–29. — DOI: 10.18454/IRJ.2016.51.101.
11. ГОСТ Р ИСО 14915–1–2016. Эргономика мультимедийных пользовательских интерфейсов. Часть 1. Принципы проектирования и структура. — Москва: Стандартинформ, 2016. — 19 с.
12. ГОСТ Р ИСО 9241–161–2016. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 161. Элементы графического пользовательского интерфейса. — Москва: Стандартинформ, 2016. — 58 с.
13. Горячкин, Б.С., Семенов, А.А. Эргономический анализ сервиса «Яндекс Трекер» / Б.С. Горячкин, А.А. Семенов // E-Scio. — 2020. — № 3 (42). — С. 607–619.
14. Михнова, Н.С. Дизайн графического интерфейса в индустрии программного обеспечения / Н.С. Михнова // В сборнике: Актуальные проблемы гуманитарного образования. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Редколлегия: С.А. Важник [и др.]. — 2019. — С. 474–477.
15. Фишман, В.О., Меженин, А.В. Дизайн интерфейсов автомобильных мультимедиа систем / В.О. Фишман, А.В. Меженин // В сборнике: Альманах научных работ молодых ученых университета итмо. XLVIII научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО. — 2019. — С. 282–284.
16. Шабанова, В.О. Эргономичность веб-сайта: подходы и исследования / В.О. Шабанова // Вестник государственного университета Дубна. Серия: Науки о человеке и обществе. — 2017. — Т. 2. № 3 (5). — С. 72–84.

© Антипина Елена Валерьевна (antipinaelena@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»