

УДК 004.514

doi:10.21685/2072-3059-2022-1-7

Исследование современных подходов к проектированию цифровых интерфейсов

И. П. Бурукина¹, А. Э. Привалов²

^{1,2}Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

¹burukinairina@gmail.com, ²AndreW130701@gmail.com

Аннотация. *Актуальность и цели.* Постоянное усложнение задач взаимодействия между пользователем и системой требует новых подходов к проектированию пользовательских интерфейсов, которые позволили бы улучшить функционал на уже действующих интерфейсах и создавать новый тип цифровых интерфейсов. Объектом исследования являются современные цифровые интерфейсы, характеризующиеся когнитивной нагрузкой, широкой возможностью экспериментов и легкостью изменений, а также наличием продвинутой аналитики, которая позволяет искать слабые места и постоянно улучшать информационный продукт. Предметом исследования являются принципы построения современных цифровых интерфейсов, ведущие к снижению трудоемкости проектирования пользовательского интерфейса с поддержкой различных типов диалога. Цель исследования – унифицировать основные концепции проектирования и реализации цифровых пользовательских интерфейсов с поддержкой нескольких типов диалога. *Материалы и методы.* Проводимые в работе теоретические исследования базируются на изучении литературы, собственном опыте и опыте практикующих программистов. *Результаты.* Проанализирована работа цифровых интерфейсов с точки зрения функциональности и требований коммуникации. Предложена концепция по выбору способов коммуникации для определенных групп целевой аудитории и варианты достижения минимальной когнитивной нагрузки. Даны рекомендации для решения основных информационных задач в цифровых интерфейсах: построение иерархии элементов, расстановка акцентов, идентификация объектов. *Выводы.* На основании выявленных и собранных в единый материал определений, требований и принципов разработки предложен ряд рекомендаций для проектирования цифровых интерфейсов. Это позволит строить решения для конкретного интерфейса с высокой скоростью работы пользователей и низким количеством человеческих ошибок, независимо от конкретных задач, под которые проектируется система.

Ключевые слова: интерфейс, проектирование, функциональность, коммуникация, когнитивная нагрузка, индикация, целевая аудитория, закона Миллера

Для цитирования: Бурукина И. П., Привалов А. Э. Исследование современных подходов к проектированию цифровых интерфейсов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2022. № 1. С. 78–87. doi:10.21685/2072-3059-2022-1-7

Contemporary approaches to digital interface design

I.P. Burukina¹, A.E. Privalov²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹burukinairina@gmail.com, ²AndreW130701@gmail.com

Abstract. *Background.* The increasing complexity of tasks related to users' interaction with the system requires us to develop novel approaches to user interface design that would improve functionality of the existing interfaces and allow us to create new ones. The present paper focuses on digital interfaces with the following characteristics: cognitive load, room for experimentation, changeability, and advanced analytics that makes it possible to identify and eliminate the system's weak points. The research considers the main principles of digital interface design that facilitate building a user interface that supports various types of dialogue, and our main goal is to unify various approaches to designing and constructing such systems. *Materials and methods.* Having examined digital interfaces in terms of their functionality and communication requirements, we propose a novel approach to choosing between different ways of communication based on the characteristics and demands of the target audience. *Results.* Crucially, we offer new techniques for minimizing the cognitive load of a user interface. We further suggest solutions for the main information tasks related to user interfaces, such as building a visual hierarchy, placing emphasis, and identifying objects. *Conclusions.* Having identified and gathered the definitions, requirements and principles of interface design, we outline new ways to increase the speed of users' performance and reduce human error, regardless of the particular tasks and purpose of the system.

Keywords: interface, design, functionality, communication, cognitive load, indication, target audience, Miller's law

For citation: Burukina I.P., Privalov A.E. Contemporary approaches to digital interface design. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Tekhnicheskie nauki = University proceedings. Volga region. Engineering sciences.* 2022;(1):78–87. (In Russ.). doi:10.21685/2072-3059-2022-1-7

Введение

Пользовательский интерфейс – связующий элемент, который обеспечивает взаимодействие между пользователем и системой. Это понятие охватывает все области деятельности, в которых человек воздействует на систему: от дверной ручки до органов управления космической техники. Проектирование любого интерфейса основывается на одних и тех же правилах, требованиях и задачах, обусловленных природой человека. Однако пользователи могут предъявлять разные требования к интерфейсам, которые определяются как личными предпочтениями, так и профессиональным назначением, особенностями работы в различных предметных областях. Много исследований проведено по данному вопросу [1–3]. Изданы учебники с хорошими примерами, в которых подробно рассмотрены ключевые принципы и правила проектирования интерфейса, совместимость процессов [4–6]. Однако стремительное развитие цифровых технологий приводит к новым вопросам, связанным с проектированием цифровых интерфейсов. Интересны подходы к проектированию интерфейсов с точки зрения инженерной психологии [7–9]. Особое внимание уделяется проектированию интерфейсов для людей с ограниченными возможностями здоровья [10]. Многие разработчики проектируют интерфейсы для международного использования и поэтому изучают лингвистические вопросы, связанные с поддержкой многоязычных компонентов пользовательского интерфейса [11, 12].

Все эти исследования настолько объемны и разноплановы, что объединить их в одну публикацию невозможно. Целью данной статьи является выделение основных принципов построения современных цифровых интерфейсов для снижения трудоемкости проектирования пользовательского интер-

фейса с поддержкой различных типов диалога. Мы собрали сведения по вопросам разработки интерфейсов, основанные на собственном опыте и опыте практикующих программистов. Данный материал в первую очередь может быть полезен начинающим frontend-разработчикам.

Особенности цифровых интерфейсов

Главные особенности цифровых интерфейсов:

- только когнитивная нагрузка;
- возможность экспериментов и легкость изменений;
- продвинутая аналитика;
- быстрое развитие.

Чтобы работать с цифровым интерфейсом, достаточно уметь пользоваться клавиатурой и мышью. Поэтому решение задачи полностью ложится на способности и навыки пользователя.

Для разработки цифрового интерфейса не требуется ресурсов, кроме времени проектировщика. Это позволяет относительно дешево экспериментировать и проверять гипотезы. Изменения вносятся редактированием нескольких строк кода. Также в цифровые интерфейсы легко встроить систему аналитики, которая позволяет искать слабые места и постоянно улучшать продукт.

Из-за относительной молодости проектирование цифровых интерфейсов еще формируется как дисциплина. Также активно развиваются технологии, и люди подстраиваются под них. Проектировщики вынуждены постоянно следить за новыми стандартами и достижениями других разработчиков. Эти факторы сильно выделяют процесс проектирования цифровых интерфейсов среди систем других типов.

Концепция проектирования цифровых интерфейсов

Так как интерфейс представляет собой прослойку между системой и пользователем, его работа состоит из двух частей: функциональность и коммуникация.

Функциональность – способность интерфейса влиять на систему. Функциональность обеспечивает выполнение задачи. Функциональность делится на два уровня: интерфейсный и внутрисистемный. Интерфейсный уровень отвечает за наличие необходимых для решения задачи элементов управления. Внутрисистемный – за связь элементов управления и процессов внутри системы. Для регистрации на сайте необходимы поля формы и кнопка отправки (интерфейсный уровень). При нажатии на кнопку данные должны корректно отправиться и обработаться (внутрисистемный уровень). Для обеспечения функциональности в цифровых системах разработчик выбирает и реализовывает сочетание конкретных инструментов и методов.

Коммуникация – взаимодействие с пользователем. Интерфейс отвечает на действия человека, отображая изменения в системе. Также интерфейс сообщает о принципах работы с ним. Это сообщение передается с помощью явной инструкции или через свойства элементов управления (вид ручки указывает на то, что нужно за нее потянуть). Качество взаимодействия человека с интерфейсом определяется эффективностью коммуникации.

Оценивая качество интерфейса, проектировщики в первую очередь опираются на время решения задачи пользователем, порог вхождения, время освоения и когнитивную нагрузку.

Выбор способов коммуникации зависит от особенностей человека. Поэтому проектировать интерфейс лучше после изучения целевой группы пользователей. В первую очередь необходимо узнать о предыдущем опыте работы с интерфейсами, культурном контексте пользователя и контексте решения задачи. Предыдущий опыт формирует навыки, привычки и ожидания, которые определяют восприятие и скорость освоения нового интерфейса. Незнакомый интерфейс затрудняет работу пользователей и повышает шанс ошибок. Иногда этот эффект распространяется даже на случаи с очевидным улучшением продукта. Однако со временем пользователи привыкают к новому и эффективность повышается. Задача проектировщика интерфейсов – найти баланс между новаторством и старыми привычками. В идеальном случае новый интерфейс проектируется с учетом старых принципов взаимодействия. Пользователи не должны переучиваться, проходить дополнительные курсы или читать инструкции. Нововведения должны быть итеративными. Но на практике не всегда хватает ресурсов для такого подхода.

Зачастую приходится проектировать интерфейсы для больших групп пользователей. Например, сервис работы с документами для юристов. В такой ситуации невозможно изучить привычки конкретного пользователя, узнать, какими инструментами он пользовался раньше. Тогда приходится анализировать другие сервисы, популярные среди этой группы пользователей.

Культурный контекст – также набор привычек, но уже не на уровне конкретного пользователя, а глобально. Для цифровых систем важной культурной особенностью является традиция письма, поскольку текст лежит в основе экранных интерфейсов. Также культура влияет на восприятие цвета и образов. Глобальные привычки влияют на формирование индивидуальных.

Проектировщик должен учитывать, в каком контексте пользователь взаимодействует с интерфейсом: сколько у него времени на задачу, какое устройство использует, зачем обращается к системе и т.д. Эти факторы определяют, каким будет интерфейс. Например, мобильные приложения, которые используют на ходу, имеют крупные элементы управления и альтернативные методы ввода информации.

Даже неопытные пользователи должны использовать интерфейс без инструкций. Для этого необходимо наладить коммуникацию с человеком внутри интерфейса. Правильные акценты и подписи к элементам управления позволяют пользователю понять алгоритм решения его задачи. Так принципы работы будут понятны каждому изначально.

Также интерфейс станет лучше, если опытные пользователи получат возможность работать быстрее. Для этого добавляют дополнительные возможности: горячие клавиши, жесты, расширения и др. Иными словами, каждый пользователь должен решать типовые задачи без ошибок, а с приобретением опыта решение должно стать быстрее и комфортнее.

После изучения пользователей дизайнер проектирует коммуникацию. Чтобы выполнить эту задачу правильно, необходимо придерживаться набора принципов и ценностей.

Работу человека с интерфейсом легко представить в виде диалога: пользователь воздействует на систему и получает в ответ информацию о ре-

зультате действий. В рассматриваемой модели первое сообщение исходит от системы. Человек узнает начальное состояние и варианты взаимодействия. Задача проектировщика состоит в том, чтобы продумать удачные сообщения. При этом стоит избегать текста. Профессиональные проектировщики реализуют коммуникацию с помощью свойств элементов управления. Например, благодаря правильной форме и без надписей понятно, что на выключатель нужно нажать. Обусловлено это правилом тем, что текст пользователь воспринимает гораздо медленнее и не так охотно.

Особо важно спроектировать сообщение о начальном состоянии системы и возможных действиях. Без этой информации пользователь не поймет, как решать задачу, и дальнейшего взаимодействия не произойдет. Человек должен сразу понять назначение интерфейса. Результат любого действия должен быть очевиден.

В некоторых сложных системах настолько много функций, что проектировщики прибегают к разделению на режимы – состояния интерфейса, в которых одни и те же действия приводят к разному результату. Так реализовано переключение раскладки на клавиатуре. Это решение считается слабым. Пользователю приходится постоянно следить за выбранным режимом. Механика временного переключения режима, требующего поддержания, избавляет от этого недостатка. По такому принципу работает переключение регистра через клавишу shift. Следует избегать режимов в цифровых интерфейсах.

Путь решения задачи делят на шаги. Такой алгоритм называется сценарием. Существуют сценарии разной степени полноты и детализации. Они могут описывать как части интерфейса, которые пользователь задействует для решения задачи, так и конкретные действия, которые необходимо совершить.

На каждом этапе сценария пользователь должен продвигаться дальше с минимальной когнитивной нагрузкой. Для этого необходимо избавиться от тупиков в сценарии и сделать следующий шаг очевидным.

Индикация – совокупность сигналов, которая отражает состояние системы. С помощью нее пользователь видит результат действия. В цифровых интерфейсах индикация выражается через цвет, форму, анимацию или текст. Основные типы индикации: текущего состояния и прогресса, успешного выполнения задачи, функционирования системы, ошибок.

Индикация текущего состояния и прогресса отражает текущий этап сценария и сколько шагов осталось до решения задачи. В цифровых интерфейсах для отображения текущего шага достаточно разработать систему заголовков. А для выражения прогресса используют прогресс-бары. Чем сложнее сценарий, тем полезнее этот тип индикации.

Индикация успешного выполнения задачи сообщает пользователю о достижении цели. Человек понимает, что все сделал правильно и никаких действий больше совершать не нужно. В цифровых интерфейсах в качестве такой индикации выступают текстовое сообщение, иконка или микроанимация.

Индикация функционирования системы показывает, что продукт работает корректно. Данная индикация полезна, когда пользователь вынужден ждать. Например, когда загружается страница или программа выполняет вычисления. Анимация отлично подходит для этого типа индикации: прелоадеры, прогресс-бары. Если ожидания занимают меньше 2–3 с, индикация функ-

ционирования не нужна; до 5–6 с – достаточно прелоадера без дополнительной индикации. Для более продолжительного ожидания лучше подойдет прогресс-бар и (или) процентный счетчик.

Современные технологии позволяют реализовать прелоадер на основе прототипа, который демонстрирует структуру загружаемой страницы. Так пользователь ориентируется в интерфейсе до полной загрузки.

Отдельно рассмотрим дополнительную индикацию на основе микроанимаций. В ответ на действия пользователя запускается анимация, которая характеризует результат действия. Приставка «микро» означает, что анимация воспроизводится внутри элемента управления, с которым взаимодействует человек. Также этот тип анимации непродолжителен: длится менее 1–2 с. Например, при попытке отправить незаполненную форму кнопка колеблется, подчеркивая ошибку. Не все пользователи смогут правильно интерпретировать анимацию. Однако в сочетании с другими методами индикации взаимодействие ускоряется. Похожий принцип лежит в основе менее популярного метода звуковых ответов на действия.

В некоторых системах каждая ошибка критична. Идеальный интерфейс не позволяет пользователю ошибиться в принципе. Например, в поле ввода номера телефона данные автоматически представляются в нужном формате, а нецифровые символы не вводятся. В сложных системах нельзя полностью исключить ошибки. Когда не получается сделать ошибку невозможной, проектировщик должен усложнять ошибочные действия.

Правильно спроектированные ограничители гораздо эффективнее инструкций, которые читают не все пользователи. Если внимание будет сфокусировано на правильных действиях, а неправильные будут скрыты или исключены, пользователю станет очевиден путь решения задачи.

Если пользователь все же ошибся, необходимо сразу сообщить о том, что случилось и как решить проблему. Лучше использовать текстовые сообщения длиной в 1–3 коротких предложения. Целевой пользователь должен быстро понять сообщение. Для этого лучше избегать технических терминов, метафор и сложных оборотов. В качестве дополнительной индикации используется красный цвет. Когда проблема решается простым действием, сообщение дополняется элементами управления. Например, кнопка или ссылка, направляющая в нужный раздел настроек или автоматически изменяющая нужные параметры.

Пользователи периодически совершают действия, которые необратимо влияют на систему. Например, удаляют файл. Из-за невнимательности люди теряют ценные документы. Для защиты от необдуманных действий проектировщики используют всплывающие окна с дополнительным подтверждением. Однако избыток всплывающих окон в современных интерфейсах снизил внимание пользователей к таким сообщениям. Зачастую люди даже не читают текст и скорее закрывают окно. Правильнее будет позволить пользователю ошибаться и дать возможность отменить нежелательные действия. Поэтому еще в 1982 году разработчики добавили в операционные системы «корзину». Также в офисных программах отменяются последние действия. Частным случаем такого подхода будет резервное копирование или контроль версий.

Чем проще задача, тем быстрее ее выполнить и сложнее ошибиться. В цифровых интерфейсах сложность задачи сводится к умственным усилиям, необходимым для решения. В процессе работы с интерфейсом пользователь

решает, в какой раздел перейти, какие данные ввести, куда нажать, а куда не стоит. Интерфейс считается качественным, если такие решения принимаются мгновенно. Снижение когнитивной нагрузки ускоряет принятие решения.

В проектировании интерфейсов встречается ложная интерпретация закона Миллера: «кратковременная человеческая память, как правило, не может запомнить и повторить более 7 ± 2 элементов» [6, 9]. Некоторые проектировщики считают, что на экране не должно быть более 7 однотипных элементов, поэтому, например, сокращают количество пунктов меню. Однако из закона такой подход не следует. Пользователю не нужно запоминать элементы на экране. Он всегда может обратиться к необходимой информации. Если человеку не нужно держать информацию в голове, когнитивная нагрузка снижается. Но все же с увеличением объема информации человеку сложнее ориентироваться. Эта проблема решается структурированием. Не стоит жертвовать количеством элементов на основании закона Миллера. В определенных случаях дополнительная информация даже улучшит ситуацию.

Оценить когнитивную нагрузку помогает критерий информативности – отношение объема релевантной информации к общему объему. Этот критерий применяется как к тексту, так и к визуальной информации. Любое слово, символ или графический элемент должны помогать пользователю решить задачу.

Обратим внимание на основные информационные задачи в цифровых интерфейсах: построение иерархии элементов, расстановка акцентов, идентификация объектов.

Построение иерархии и расстановка акцентов необходимы для обозначения отношений объектов. Иерархия подразумевает разделение на родительские и дочерние элементы, а расстановка акцентов – на приоритетные и второстепенные. Эти отношения помогают пользователю быстрее найти нужный элемент на странице.

Идентификация объектов позволяет пользователю определять, к какой категории относится рассматриваемый элемент. Для этого категории должны отличаться визуально.

Категории делятся на стандартные и пользовательские. В стандартных категориях содержатся элементы, которые используют в каждом интерфейсе: кнопки, ссылки, карточки и др. Пользовательскую категорию формирует проектировщик для конкретного интерфейса. В основе пользовательских категорий лежат внутрисистемные сущности. Например, для музыкального приложения сформируются категории «исполнители», «плей-листы», «альбомы».

Визуальное представление стандартных категорий может отличаться в разных интерфейсах. Но стоит учитывать, что у пользователей есть ожидания и привычки. Так, люди ожидают прямоугольные кнопки и синие ссылки с подчеркиванием.

Максимизация данного принципа приводит к выводу о том, что любые неодинаковые элементы должны максимально отличаться. Однако в таком неоднородном интерфейсе каждый элемент будет выглядеть независимым. В представлении пользователя не выстроятся общие принципы взаимодействия. Ему придется отдельно изучать каждый элемент. Это сильно замедлит и усложнит работу с интерфейсом.

Поэтому проектировщики стараются разработать единообразный интерфейс, в котором категории определяются набором свойств элементов. Например, все интерактивные элементы имеют одинаковую тень или все названия товаров набраны одинаковым текстом. Элемент может принадлежать к нескольким категориям сразу. Тогда он будет сочетать визуальные свойства этих категорий. Этот принцип создает в представлении пользователя связь визуального представления объекта и его функции. Эти связи будут работать во всех частях интерфейса или даже в системе из нескольких интерфейсов. Пользователь будет знать, по каким правилам работает каждый раздел интерфейса до взаимодействия с ним. Таким образом строятся, например, дизайн-системы [13, 14].

Заключение

Рассмотрены основные принципы и ценности, на которые стоит опираться, проектируя цифровой интерфейс. На основе этих принципов строятся решения для конкретного интерфейса. Необходимо помнить, что каждый раз систему проектируют под разные задачи, для разных пользователей. Поэтому абсолютно эффективных решений быть не может. Уверенность в качестве интерфейса достигается только после проверки на реальных пользователях. Этот путь связан с большим количеством ошибок и правок. Описанные принципы позволят принимать удачные решения чаще.

В такой активно развивающейся области полезно постоянно следить за новыми технологиями и тенденциями развития дисциплины.

Разнообразие устройств и платформ усложняет унификацию интерфейса. Взаимодействие с сервисом через умные часы принципиально отличается от взаимодействия с тем же сервисом через телевизор. Продолжает расти популярность мобильных устройств. Хотя большинство моделей пришли к единому стандартному набору технологий, все еще появляются оригинальные идеи. Например, смартфоны со складным экраном.

Отдельного рассмотрения заслуживают голосовые ассистенты. Привычные нам помощники появились еще в 2007 г. Но только в последние годы они стали активно использоваться рядовыми пользователями. Во многом это произошло за счет взаимодействия: команд стало больше, ассистенты стали понимать и релевантно отвечать почти на все. Голосовые интерфейсы проектируются совсем иначе, поскольку проектировщик оперирует не визуальными объектами, а словами и звуками. Хотя принципы эффективной коммуникации все еще будут полезны

Проектировщики отмечают потенциал XR (Extended reality) технологий. Это понятие объединяет VR (виртуальная реальность) и AR (дополненная реальность). Интерфейсы расширенной реальности заметно отличаются от экранных интерфейсов. Но фундаментальные принципы все же остаются применимы. XR делает взаимодействие с системой менее опосредованным и открывает новые возможности для повышения эффективности работы с системой.

Список литературы

1. Малышев К. В. Построение пользовательских интерфейсов. М. : ДМК Пресс, 2021. 268 с.

2. Баканов А. С., Обознов А. А. Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия. М. : Институт психологии РАН, 2011. 176 с.
3. Спицина И. А., Аксенов К. А. Применение системного анализа при разработке пользовательского интерфейса информационных систем : учеб. пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2018. 100 с.
4. Мандел Т. Разработка пользовательского интерфейса. М. : ДМК Пресс, 2007. 416 с.
5. Купер А., Кронин Д., Рейман Р. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия / пер. с англ. М. Зилис. М. : Символ-Плюс, 2009. 681 с.
6. Купер А., Кронин Д., Рейман Р., Носсел К. Интерфейс. Основы проектирования взаимодействия / пер. с англ. Е. А. Матвеев. Санкт-Петербург : Питер, 2018. 720 с.
7. Круг С. Не заставляйте меня думать. Веб-юзабилити и здравый смысл / пер. с англ. М. А. Райтман. М. : Бомбора, 2017. 252 с.
8. Сергеев С. Ф. Инженерная психология и эргономика : учеб. пособие. М. : НИИ школьных технологий, 2008. 176 с.
9. Попов А. А. Эргономика пользовательских интерфейсов в информационных системах : учеб. пособие. М. : КноРус, 2021. 306 с.
10. Бурукина И. П., Привалов А. Э. Адаптивные технологии разработки информационных ресурсов для лиц с ОВЗ // Цифровая трансформация современного образования : сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф. с междунар. участием, Чебоксары, 2 ноября 2020 г. / Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №12» города Чебоксары Чувашской Республики. Чебоксары : ООО «Издательский дом «Среда», 2020. С. 15–20.
11. Burukina I. Object control: hidden modals / Marušič, Franc; Mišmaš, Petra; Žaucer, Rok (ред.). *Advances in Formal Slavic Linguistics* Berlin, Germany : Language Science Press. 2017. С. 1–14.
12. Burukina I. Mandative verbs and deontic modals in Russian: Between obligatory control and overt embedded subjects. *GLOSSA: A JOURNAL OF GENERAL LINGUISTICS*. 2020. Vol. 5:1. С. 1–54.
13. Норман Д. Дизайн привычных вещей / пер. с англ. А. Семина. М. : МИФ, 2018. 384 с.
14. Унгер Р., Чендлер К. UX-дизайн. Практическое руководство по проектированию опыта взаимодействия / пер. с англ. Е. А. Матвеев. М. : Символ-Плюс, 2011. 327 с.

References

1. Malyshev K.V. *Postroenie pol'zovatel'skikh interfeysov = Building user interfaces*. Moscow: DMC Press, 2021:268. (In Russ.)
2. Bakanov A.S., Oboznov A.A. *Ergonomika pol'zovatel'skogo interfeysa: ot proektirovaniya k modelirovaniyu cheloveko-komp'yuternogo vzaimodeystviya = Ergonomics of the user interface: from design to modeling of human-computer interaction*. Moscow: Institut psikhologii RAN, 2011:176. (In Russ.)
3. Spitsina I.A., Aksenov K.A. *Primenenie sistemnogo analiza pri razrabotke pol'zovatel'skogo interfeysa informatsionnykh sistem: ucheb. posobie = Application of system analysis in the development of the user interface of information systems: textbook*. Ekaterinburg: UrFU, 2018:100. (In Russ.)
4. Mandel T. *Razrabotka pol'zovatel'skogo interfeysa = User interface development*. Moscow: DMC Press, 2007:416. (In Russ.)
5. Kuper A., Kronin D., Reyman R. *Ob interfeyse. Osnovy proektirovaniya vzaimodeystviya = On the interface. Interaction design fundamentals*. Transl. from Eng. by M. Zilis. Moscow: Simvol-Plyus, 2009:681. (In Russ.)

6. Kuper A., Kronin D., Reyman R., Nossel K. *Interfeys. Osnovy proektirovaniya vzaimodeystviya = Interface. Interaction design fundamentals*. Transl. from Eng. by E. A. Matveev. Saint-Petersburg: Piter, 2018:720. (In Russ.)
7. Krug S. *Ne zastavlyayte menya dumat'. Veb-yuzabiliti i zdravyy smysl = Don't make me think. Web usability and common sense*. Transl. from Eng. by M. A. Raytman. Moscow: Bombora, 2017:252. (In Russ.)
8. Sergeev S.F. *Inzhenernaya psikhologiya i ergonomika: ucheb. posobie = Engineering psychology and ergonomics: textbook*. Moscow: NII shkol'nykh tekhnologiy, 2008:176. (In Russ.)
9. Popov A.A. *Ergonomika pol'zovatel'skikh interfeysov v informatsionnykh sistemakh: ucheb. posobie = Ergonomics of user interfaces in information systems: textbook*. Moscow: KnoRus, 2021:306. (In Russ.)
10. Burukina I.P., Privalov A.E. Adaptive technologies for the development of information resources for persons with disabilities. *Tsifrovaya transformatsiya sovremennogo obrazovaniya: sb. materialov Vseros. nauch.-metod. konf. s mezhdunar. uchastiem, Cheboksary, 2 noyabrya 2020 g. = Digital transformation of modern education: proceedings of All-Russian scientific and methodical conference with international participation, Cheboksary, November 2, 2020*. Cheboksary: OOO «Izdatel'skiy dom «Sreda», 2020:15–20. (In Russ.)
11. Burukina I. *Object control: hidden modals*. Advances in Formal Slavic Linguistics Berlin, Germany: Language Science Press. 2017:1–14.
12. Burukina I. *Mandative verbs and deontic modals in Russian: Between obligatory control and overt embedded subjects*. GLOSSA: A JOURNAL OF GENERAL LINGUISTICS. 2020;5:1–54.
13. Norman D. *Dizayn privychnykh veshchey = Design of everyday things*. Transl. from Eng. by A. Semin. Moscow: MIF, 2018:384. (In Russ.)
14. Unger R., Chendler K. *UX-dizayn. Prakticheskoe rukovodstvo po proektirovaniyu opyta vzaimodeystviya = UX-design. A practical guide to experience design*. Transl. from Eng. by E. A. Matveev. Moscow: Simvol-Plyus, 2011:327. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Ирина Петровна Бурукина

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры систем
автоматизированного проектирования,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: burukinairina@gmail.com

Irina P. Burukina

Candidate of engineering sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of computer-aided
design systems, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Андрей Эдуардович Привалов

студент, Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: AndreW130701@gmail.com

Andrey E. Privalov

Student, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 20.01.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 02.02.2022

Принята к публикации / Accepted 20.02.2022