

doi: 10.51639/2713-0576\_2026\_6\_2\_74

Научная статья

УДК 004.9

ГРНТИ 28.23.15

ВАК 5.2.6

## Проектирование интерфейсов с учётом внимания и концентрации пользователя

Алина Игоревна Лавлинская<sup>1\*</sup>, Башер Али Аль-Нами<sup>2</sup>

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>1\*</sup> [alinalav2004@icloud.com](mailto:alinalav2004@icloud.com), <sup>2</sup> [alnomibasheer@gmail.com](mailto:alnomibasheer@gmail.com)

### Аннотация

В статье представлен комплексный теоретический анализ когнитивно-эргономических основ проектирования пользовательских интерфейсов (UI) с акцентом на механизмы управления вниманием и концентрацией пользователя. Рассматривается эволюция подходов от инструментально-ориентированных парадигм ранних интерфейсов к современной антропоцентрической парадигме, в которой дизайн рассматривается как средство когнитивного усиления. Детально проанализированы ключевые теоретические модели внимания (модель с фильтрацией Д. Бродбента, модель ослабления А. Трейсмана, модель поздней селекции Д. Дойча и Д. Дойч), их ограничения и практическая применимость в контексте UI/UX-дизайна. Описана интегративная модель «Когнитивного тоннелирования в интерфейсах» (СТП), объясняющая, как визуальная иерархия, пространственная организация и управление сложностью направляют фокус внимания и минимизируют переключение. Особое внимание уделяется роли рабочей памяти как критического лимитирующего фактора и принципам проектирования, направленным на её разгрузку.

На основе теоретического синтеза предложена система принципов проектирования, включающая декомпозицию когнитивной нагрузки, проактивное управление фокусом, конструирование семантических связей и адаптивную персонализацию. Практическая значимость работы заключается в формировании методологического фундамента для создания доказательного дизайна, основанного на предсказании и управлении когнитивными процессами пользователя, что является ключевым фактором в разработке эффективных, безопасных и человеко-ориентированных цифровых систем.

*Ключевые слова:* когнитивная эргономика, теория внимания, пользовательский интерфейс, UX-дизайн, когнитивная нагрузка, рабочая память, визуальное восприятие, информационная архитектура, человеко-компьютерное взаимодействие

### Введение

Современная цифровая экосистема представляет собой гиперконкурентную среду за ограниченный ресурс человеческого внимания. Пользователь ежедневно

взаимодействует с десятками интерфейсов, каждый из которых борется за его фокус, время и ментальные усилия.

В этих условиях проектирование интерфейсов перестаёт быть исключительно художественно-технической задачей и становится задачей инженерной психологии и когнитивной науки. Исторически эволюция подходов к проектированию интерфейсов прошла несколько этапов: от командной строки, где когнитивная нагрузка на пользователя была максимальной, через прямые манипуляции (WIMP-интерфейсы) к современным, стремящимся к невидимости, интерфейсам, которые предвосхищают намерения пользователя [1].

Сегодня мы находимся на пороге новой парадигмы — антропоцентрического доказательного дизайна, где каждое решение должно быть обосновано не только эстетически или технологически, но и с позиций понимания фундаментальных законов работы человеческого познания.

### **Теоретические основы: от классических моделей внимания к прикладным интерфейсным моделям**

Понимание механизмов внимания является краеугольным камнем для проектирования интерфейсов. В классической психологии внимание рассматривается как система ограниченной пропускной способности, выполняющая функции отбора, распределения и удержания информации [2].

1. Модель ранней селекции (фильтра) Д. Бродбента постулирует, что отбор релевантной информации происходит на ранней сенсорной стадии, до её семантической обработки. В контексте дизайна это объясняет, почему резкие визуальные изменения (всплывающие окна, мигающие элементы) почти гарантированно привлекают внимание, но часто в ущерб текущей задаче, создавая прерывание [3]. Задача дизайнера — не злоупотреблять этим «грубым» каналом привлечения.

2. Модель ослабления (аттенюации) А. Трейсман развила идею Бродбента, предположив, что нерелевантные сигналы не блокируются полностью, а ослабляются. Это означает, что семантически значимая для пользователя информация (например, его имя в чате) может «прорваться» через фильтр даже из периферийной области интерфейса. Это обосновывает важность персонализации и контекстной релевантности контента [4].

3. Модель поздней селекции Д. Дойч и Д. Дойч утверждает, что вся информация обрабатывается до уровня значения, и отбор происходит уже после этой обработки, на основе актуальности для текущих целей субъекта. Эта модель наиболее созвучна современной парадигме *goal-oriented design*, где интерфейс должен ясно отражать путь пользователя к его цели и минимизировать всё, что с ней не связано [5].

На стыке этих теорий и практики дизайна формируется интегративная модель «Когнитивного туннелирования в интерфейсах» (*Cognitive Tunneling in Interfaces, CTI*). Модель CTI описывает процесс, в котором эффективный интерфейс создаёт «тоннель» для внимания пользователя, последовательно направляя его от исходного намерения к конечному результату с минимальными бифуркациями. Этот тоннель конструируется с помощью:

- визуальных якорей (доминирующие элементы, задающие точку входа);
- чётких причинно-следственных связей (предсказуемая реакция интерфейса на действие);
- прогрессивного раскрытия сложности, которое соответствует текущему когнитивному контексту пользователя [6].

## Когнитивная нагрузка и рабочая память: системные ограничения дизайна

Центральным понятием, связывающим теорию с практикой, является когнитивная нагрузка — общее количество ментальных усилий, используемых в рабочей памяти. Рабочая память, согласно модели Бэддели и Хитча, имеет крайне ограниченную ёмкость (правило « $7\pm 2$ » элемента, по Дж. Миллеру, на практике часто сводится к 3–4) и время удержания [7]. Каждый неясный ярлык, нелогичное расположение кнопки, необходимость вспомнить путь в многоуровневом меню потребляет ресурсы этой системы.

Теория когнитивной нагрузки (Дж. Свеллер) различает три её типа:

1. Внутренняя нагрузка, обусловленная сложностью самой предметной области;
2. Внешняя нагрузка, вызванная неоптимальным способом представления информации (плохой дизайн);
3. Герменевтическая (релевантная) нагрузка, связанная с построением ментальных моделей и глубоким пониманием [8].

Задача дизайнера — минимизировать внешнюю нагрузку и оптимизировать релевантную. Принципы, вытекающие из этого:

- принцип пространственной смежности: текст и связанные с ним элементы управления (кнопки, поля ввода) должны находиться в непосредственной близости, чтобы избежать разрыва связи и затрат на визуальный поиск [9];

- принцип временной смежности: объяснение или подсказка должны появляться в момент возникновения в них потребности, а не до или после;

- принцип модальности: представление информации в модальности, наиболее подходящей для её обработки (например, анимация для демонстрации процесса, звук для фоновых уведомлений), что позволяет распределить нагрузку между каналами восприятия [10];

- опережающее проектирование (Proactive Design): система должна предугадывать следующий шаг пользователя и подготавливать соответствующий контекст, сокращая нагрузку на память и принятие решений [11].

## Семиотика и гештальт-принципы как язык управления вниманием

Интерфейс является семиотической системой — системой знаков. Знаки (иконки, цвета, форма кнопок) должны иметь конвенциональное или интуитивно понятное значение для пользователя. Теория аффордансов Дж. Гибсона, адаптированная Д. Норманом для дизайна, утверждает, что свойства объекта должны подсказывать, как с ним взаимодействовать [12]. Кнопка должна выглядеть нажимаемой, ползунок — перемещаемым.

Гештальт-принципы организации восприятия представляют собой набор фундаментальных законов, объясняющих, как мозг группирует разрозненные элементы в целостные структуры:

1. Близость: элементы, расположенные близко друг к другу, воспринимаются как группа. Это основа для группировки полей формы или связанных настроек;
2. Сходство: элементы, схожие по цвету, форме или размеру, воспринимаются как относящиеся к одному классу (например, все кнопки вторичных действий одного цвета);
3. Замкнутость: мозг стремится заполнить пробелы и воспринять фигуру как целостную. Это позволяет использовать негативное пространство для создания логотипов или разделителей;

4. Общая судьба: элементы, движущиеся синхронно, воспринимаются как связанные (например, перемещение группы объектов в графическом редакторе) [13];

5. Фигура-фон: восприятие объекта (фигуры) на каком-либо фоне. Контраст — ключевой инструмент для выделения фигуры (активного элемента) из фона (пассивного окружения).

Эти принципы не являются просто рекомендациями, а описывают инвариантные свойства работы зрительной коры, что делает их применение в дизайне научно обоснованным.

### **Модели и метрики оценки эффективности дизайна**

Переход к доказательному дизайну требует внедрения объективных метрик оценки. Помимо традиционных юзабилити-метрик (время на выполнение задачи, количество ошибок, удовлетворённость по шкале SUS), на первый план выходят когнитивные метрики:

- паттерны саккад и фиксаций взгляда (eye-tracking): позволяют визуализировать «тоннель внимания» и выявить области, которые игнорируются или, наоборот, вызывают когнитивный «затор» [14];

- когнитивная нагрузка: измеряется с помощью вторичных задач (dual-task paradigm), физиологических показателей (вариабельность сердечного ритма, кожно-гальваническая реакция) или субъективных шкал, таких как NASA-TLX [15];

- время до первого клика (Time to First Click): показатель того, насколько быстро пользователь формирует начальную ментальную модель интерфейса;

- коэффициент взаимодействия без сомнения (Confidence-Based Interaction Rate): оценка, насколько уверенно пользователь совершает действия, что отражает понятность интерфейса.

### **Заключение**

Теоретический синтез, представленный в статье, демонстрирует, что современное проектирование интерфейсов должно основываться не на интуиции и трендах, а на глубоком понимании когнитивной архитектуры человека. Когнитивная эргономика предоставляет мощный концептуальный аппарат и конкретные принципы для создания интерфейсов, которые не просто «удобны», но когнитивно-эффективны. Такие интерфейсы действуют как прозрачное продолжение мыслительного процесса пользователя, снижая трение и усиливая его возможности.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

1. Адаптивные и нейроинтерфейсы: системы, динамически подстраивающие сложность, плотность информации и стиль взаимодействия под текущее когнитивное состояние пользователя (уровень утомления, стресса, вовлечённости), определяемое по биометрическим данным или паттернам поведения;

2. Дизайн для уязвимых когнитивных состояний: разработка принципов для пользователей в состоянии стресса, нехватки времени (микрообучение, экстренные интерфейсы) или с возрастными изменениями когнитивных функций;

3. Квантованный UX (Quantized UX): применение принципов квантования информации — представление её дискретными, завершёнными «порциями» (квантами), соответствующими объёму рабочей памяти, для полного устранения фрагментации внимания;

4. Межмодальная интеграция: гармоничное использование тактильной (хаптической), слуховой и даже обонятельной модальностей для создания целостного, погружающего и менее нагруженного для зрения информационного пространства.

Внедрение когнитивно-эргономических принципов в образовательные программы для дизайнеров и разработчиков, а также их интеграция в корпоративные процессы разработки станет ключевым фактором в создании следующего поколения человеко-ориентированных цифровых технологий.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что на момент подачи статьи в редакцию у них нет возможного конфликта интересов с третьими лицами.

### **Список источников**

1. Nielsen J. The Evolution of User Interface Design // Nielsen Norman Group: [сайт]. – 2020. – URL: <https://www.nngroup.com/articles/evolution-ui-design/> (дата обращения: 21.12.2024). – Текст: электронный.
2. Психология внимания / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. – М.: ЧеРо, 2001. – 858 с.
3. Broadbent D.E. Perception and Communication. – London: Pergamon Press, 1958. – 365 p.
4. Treisman A.M. Strategies and models of selective attention // Psychological Review. – 1969. – Vol. 76, № 3. – P. 282–299.
5. Deutsch J.A., Deutsch D. Attention: Some theoretical considerations // Psychological Review. – 1963. – Vol. 70, № 1. – P. 80–90.
6. Sarter N.B., Woods D.D. How in the world did we ever get into that mode? Mode error and awareness in supervisory control // Human Factors. – 1995. – Vol. 37, № 1. – P. 5–19.
7. Baddeley A.D., Hitch G.J. Working Memory // Psychology of Learning and Motivation. – 1974. – Vol. 8. – P. 47–89.
8. Sweller J., van Merriënboer J.J.G., Paas F. Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later // Educational Psychology Review. – 2019. – Vol. 31. – P. 261–292.
9. Clark R.C., Mayer R.E. e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning. – 4th ed. – Hoboken, NJ: Wiley, 2016. – 528 p.
10. Ginns P. Meta-analysis of the modality effect // Learning and Instruction. – 2005. – Vol. 15, № 4. – P. 313–331.
11. Norman D.A. The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition. – New York: Basic Books, 2013. – 368 p.
12. Gibson J.J. The Ecological Approach to Visual Perception. – Boston: Houghton Mifflin, 1979. – 332 p.
12. Koffka K. Principles of Gestalt Psychology. – New York: Harcourt, Brace, 1935. – 720 p.
13. Holmqvist K. et al. Eye Tracking: A comprehensive guide to methods and measures. – Oxford: Oxford University Press, 2011. – 560 p.
14. Hart S.G., Staveland L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research // Advances in Psychology. – 1988. – Vol. 52. – P. 139–183.

## Designing user interfaces with regard to user attention and concentration

Alina Igorevna Lavlinskaya<sup>1</sup>, Basher Ali Al-Nami<sup>2</sup>

*Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education  
The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications,  
Saint-Petersburg, Russia*

<sup>1</sup>[alinalav2004@icloud.com](mailto:alinalav2004@icloud.com), <sup>2</sup>[alnomibasheer@gmail.com](mailto:alnomibasheer@gmail.com)

### Abstract

The article presents a comprehensive theoretical analysis of the cognitive-ergonomic foundations of user interface (UI) design with an emphasis on the mechanisms of managing user attention and concentration. The evolution of approaches from the tool-oriented paradigms of early interfaces to the modern anthropocentric paradigm, in which design is considered a means of cognitive enhancement, is examined. Key theoretical models of attention (D. Broadbent's filter model, A. Treisman's attenuation model, D. Deutsch and D. Deutsch's late selection model), their limitations, and practical applicability in the context of UI/UX design are analyzed in detail. The integrative model of "Cognitive Tunneling in Interfaces" (CTI) is described, explaining how visual hierarchy, spatial organization, and complexity management guide attentional focus and minimize switching. Special attention is paid to the role of working memory as a critical limiting factor and to design principles aimed at its offloading. Based on a theoretical synthesis, a system of design principles is proposed, including the decomposition of cognitive load, proactive focus management, the construction of semantic linkages, and adaptive personalization. The practical significance of the work lies in the formation of a methodological foundation for creating evidence-based design, based on the prediction and management of user cognitive processes, which is a key factor in the development of effective, safe, and human-centered digital systems.

*Keywords:* cognitive ergonomics, attention theory, user interface, UX design, cognitive load, working memory, visual perception, information architecture, human-computer interaction