

## Влияние графического интерфейса на когнитивный контроль пользователей при решении стрессогенных задач

А. В. Якунин, С. С. Бодрунова

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Использование современных интерактивных систем аналитики, информирования и поддержки принятия решений все чаще осуществляется в условиях многозадачности, при которой пользователь совмещает несколько видов деятельности одновременно. Именно многозадачность выступает ключевым фактором снижения производительности вследствие эмоционального стресса и роста количества ошибок. При этом влияние факторов совмещенной деятельности на интеллект пользователя представляется недостаточно исследованной областью HCI. Предлагаемое исследование посвящено влиянию графического интерфейса на способность пользователя к когнитивному контролю при решении совмещенных задач разной сложности в условиях стресса. В качестве стимулов выступают два сайта с разным качеством юзабилити, на которых тестируются двойные задачи двух типов: с совмещением содержания разных модальностей (вербального и образного) и тождественных по модальности (два типа вербального содержания). В качестве зависимых переменных использованы метрики психофизиологических состояний пользователя – эффективность когнитивного контроля и уровень психоэмоционального напряжения (в показателях ЧСС). Как показали результаты эксперимента, для задач с тождественным по модальности содержанием когнитивный контроль зависит от социального контекста. В случае задач с совмещением содержания разных модальностей более значимо оказывается юзабилити интерфейса.

**Ключевые слова:** эргономика, юзабилити-тестирование, графический интерфейс, модель контекстуальной точности, опыт пользователя, когнитивный контроль, двойная задача, стресс-тестирование.

## The impact of graphical interface on users' cognitive control in solving stressful tasks

A. V. Yakunin, S. S. Bodrunova

School of Journalism and Mass Communications, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** The use of modern interactive systems of analytics, information and decision support is increasingly carried out in the context of multitasking, in which the user performs on several types of cognitive and operational activity simultaneously. It is multitasking that is the key factor in the decrease in productivity due to emotional stress and the increase in the number of errors. At the same time, the impact of factors of combined activity on the user intelligence seems to be an insufficiently studied area of HCI. The proposed study assesses the impact of the quality of graphical user interface (GUI) on the user ability of cognitive control when solving combined tasks of varying complexity under stress. The stimuli are two websites of differing usability quality, on which multitasking is tested with the help of two types of tasks, namely a combination of content of different modalities (textual plus figurative content) for the first task type and a combination of content of identical modality (textual plus textual content). The metrics of the user psychophysiological states used as dependent variables are cognitive control efficiency and the level of psycho-emotional stress (examined via heartbeat rates). As the results of the experiments showed, for tasks with the content identical in modality, cognitive control is shaped by the social environment of task performance. In the case of tasks with modality-diverse content, interface usability becomes a more significant factor.

**Keywords:** ergonomics, user experience, GUI, usability testing, contextual fidelity model, cognitive control, multitasking, combined tasks, stress testing.

### Введение

В последние годы в работах о человек-компьютерном взаимодействии активно обсуждается роль пользовательского интеллекта как фактора взаимодействия человека и интерфейса. Как свидетельствует ряд исследований [1-3], рациональный аспект UX оказывает значительно большее влияние на эффективность интерактивного взаимодействия, чем эстетическое восприятие и эмоциональная оценка функциональности продукта, которые активно изучались ранее. Рациональность информационной архитектуры и очевидность функциональных возможностей, отраженная в графическом интерфейсе, имеют большее значение для производительности, чем эстетическая привлекательность и сенсорные впечатления от визуального аспекта дизайна интерфейса [4-5]. Более того, удобство для интеллекта превращается в один из основных факторов формирования

положительного эстетического впечатления. Как правило, при этом пользователи склонны недооценивать собственные интеллектуальные реакции на качество дизайна продукта, что отражается и на методологии экспертной оценки юзабилити, в которой доминируют субъективные критерии оценки пользовательского опыта на основе воспринимаемого юзабилити и эстетического впечатления. Тот факт, что сама природа эстетического суждения опирается прежде всего на когнитивные процессы («что рационально, то красиво») [3], во многих исследованиях попросту игнорируется.

Между тем понимание психофизиологических механизмов когнитивной деятельности, реализуемой в интерактивном взаимодействии, открывает дорогу для поиска способов успешной адаптации оператора к любым режимам эксплуатации человеко-машинных систем, в том числе экстремальным. Особенно это касается режимов взаимодействия, связанных со стрессом вследствие высокой когнитивной нагрузки, – в случае многозадачности, например. Как показывают некоторые исследования [6-7], влияние психоэмоционального стресса на интеллектуальную производительность пользователя наиболее деструктивно.

Поэтому, на наш взгляд, одним из наиболее перспективных направлений исследований в данной области выступает изучение факторов недирижированной регуляции когнитивной деятельности в условиях высокой информационной нагрузки. В данном случае воздействие на интеллект пользователя осуществляется только за счет набора факторов, ограниченного ключевыми аспектами процесса интерактивного взаимодействия – свойствами задачи, свойствами продукта (качеством и особенностями дизайна интерфейса), свойствами и состоянием пользователя, а также условиями проведения эксперимента. Эти четыре группы факторов, взятые во взаимодействие, известны как *модель контекстуальной точности* (contextual fidelity model, CFM [8]). Предлагаемое исследование демонстрирует опыт применения данной модели в исследованиях одного из ключевых проявлений активного интеллекта – когнитивного контроля, то есть способности ускоренного рационального фокусного контроля в условиях меняющегося контекста и многозадачности.

Еще одним современным ограничением эргономических исследований является стремление ученых сосредоточить эксперимент на выполнении какой-либо одной задачи, которая изучается; этого требует сам дизайн исследования, предполагающий, что зависимые переменные принадлежат одному изучаемому процессу. Однако в реальности пользователям интерфейсов часто приходится выполнять множественные задачи одновременно и существовать в условиях многозадачности (multitasking). Многозадачность становится критическим фактором в условиях стресса – выполнения срочных, эмоционально вовлекающих, резко усложняющихся задач. Именно такие сочетания условий способны проверить, насколько эффективен когнитивный контроль.

С этой точки зрения представляет безусловный интерес детальное исследование функционирования двойных задач как наиболее распространенных в повседневной практике коммуникации человека и компьютерных систем. При этом распределение когнитивных ресурсов между основной задачей и дополнительной (например, в случае ведения уточняющей переписки одновременно с анализом основной информации) во многом определяется не только сложностью стимулов, но и их перцептивной модальностью: синхронная обработка текста и изображения требует значительно меньше усилий, чем обработка двух текстов или двух изображений одновременно. Поэтому предлагаемое исследование сосредоточено на анализе эффектов, возникающих при исполнении двух типов задач – более легкой, совмещающей обработку текстового и образно-графического контента, и более трудной, совмещающей два типа текстового содержимого.

В силу вышесказанного мы скомбинировали в дизайне эксперимента три условия, которые часто игнорируются в юзабилити-тестировании: рациональный когнитивный контроль, двойную задачу и действие в условиях стресса. Наш дизайн исследования, таким образом, существенно ближе к реальности выполнения критически значимых задач, зависимых от интерфейса.

Ниже мы описываем постановку задачи, приводим более подробный обзор теоретических подходов к анализу усложненных задач.

### Постановка задачи

В предлагаемом исследовании рассматривается взаимодействие и влияние на когнитивный контроль пользователя трех факторов CFM – среды использования продукта, его дизайна (графического интерфейса) и свойств задачи. Применительно к организации исследования это означает измерение воздействия графического интерфейса сайтов с разным качеством дизайна в условиях индивидуального и группового выполнения совмещенных задач двух типов – подразумевающей синхронную работу с текстовыми и образными стимулами («легкой») и работу с двумя типами текстовых стимулов («сложной»). В качестве зависимых переменных используются метрики психофизиологических состояний пользователя: эффективность когнитивного контроля («производительность») и уровень психоэмоционального напряжения (в показателях уровня стресса).

### Теория

К настоящему моменту методы исследования интеллекта как фактора оценки эффективности интерфейсов развиваются по двум направлениям.

Исследования в области когнитивной нагрузки рассматривают зависимость эффективности деятельности пользователя от сложности исполняемых задач – структурной [9] и когнитивной [10]. Основной целью исследований при этом выступает оценка влияния когнитивной сложности задачи на эстетическое восприятие и производительность пользователей. Поэтому анализ факторов, оказывающих на него влияние, является приоритетным для авторов таких исследований [11]. Но, как правило, большинство исследований в данной области исходит только из свойств задачи, игнорируя влияние других факторов, что не отвечает современным представлениям о дифференцированной природе опыта и, в частности, интеллектуальной его компоненты [12].

Второе направление, методы и концепции которого пока не так широко распространены в HCI, – это исследования в области когнитивного контроля [13-14]. Методы данного направления наиболее подходят для изучения взаимодействия «человек – компьютер» в условиях стресса и высокой информационной нагрузки, поэтому их дальнейшее развитие в области оценки интерфейсов и научной визуализации представляется наиболее перспективным.

Главный объект исследований в данном направлении – когнитивный контроль – характеризуется как способность пользователя быстро переключаться с одной задачи на другую и концентрироваться на решении задачи при наличии конкурентных раздражителей, реорганизовывать когнитивную активность в зависимости от меняющегося ситуационного контекста, подавлять процессы и реакции, нерелевантные цели деятельности [15]. Также с данным явлением связана способность пользователя гибко распределять ментальные ресурсы для управления действиями с целью достижения поставленных целей [16]. В ряде исследований когнитивный контроль как фактор производительности пользователя подразумевает систему взаимосвязанных процессов, ответственных за планирование деятельности, когнитивную гибкость, абстрактное мышление, инициацию релевантных и торможение нерелевантных действий, а также селекцию релевантной сенсорной информации [17-19]. В целом на современном этапе актуальные определения когнитивного контроля могут быть сведены к трем ключевым функциональным характеристикам: координации когнитивных процессов, поддержке релевантных цели действий и самоконтролю результатов деятельности.

Фокус современных исследований когнитивного контроля сосредоточен на проблеме ограниченного доступа к когнитивным ресурсам, используемым субъектом в совмещенной (многозадачной) деятельности. В условиях нарастающей сложности задачи индивид вынужден мобилизовывать ресурсы внимания и лабильности интеллекта, что возможно только до определенного предела. Понимание факторов и механизмов такой мобилизации с перспективой ее расширения способно существенно обогатить подходы к проектированию интерактивных информационных систем и веб-приложений, используемых в условиях высокой информационной нагрузки (например, многозадачности в офисной работе и обучении, мультиэкранного и фоновое потребления контента, переключения между интерфейс-зависимыми задачами во время техногенной аварии, управления высокоскоростным транспортом, высокоточным производством и т.д.).

На современном этапе подходы к данной проблеме наиболее полно представлены в концепции Д. Канемана, разработавшего подходы к оценке эффективности работы интеллекта при решении совмещенных задач – основной и дополнительной [20]. Исследования Канемана способны помочь в решении важных проблем человек-машинного взаимодействия, связанных с деятельностью в условиях стресса и многозадачности, в частности – в преодолении эффекта структурной интерференции, согласно которому близость задач с точки зрения перцептивной модальности пропорционально усиливает сложность их одновременного выполнения [20]. Человеку легче выполнить две задачи, одна из которых подразумевает работу с образами, а другая – со словом, чем две задачи, подразумевающие работу со словами. При анализе с помощью компьютерной визуализации сложных процессов в режиме реального времени, нередко осуществляемом в условиях высокой информационной нагрузки, управление эффектом интерференции задач имеет особое значение для снижения ошибочных решений.

В концепции Канемана сформулирован ряд факторов, влияющих на механизм эффективного распределения когнитивных ресурсов [20]:

- структурные характеристики задачи: чем сложнее структура деятельности, тем сильнее мобилизуются ресурсы внимания;
- предварительная оценка пользователем объема ресурсов, необходимых для решения задачи;
- уровень психофизиологической активации субъекта деятельности, определяющий способность к ментальной мобилизации: чем выше утомление, тем ниже способность к активации и производительность.

Характерно, что в концепции Канемана структурные характеристики задачи более важны для эффективности распределения ресурсов, чем сознательное целеполагание пользователя: уровень физиологической активации в большей степени зависит не от мотивации пользователя, но от структурной сложности задачи (наличия синхронных задач, количества критериев оценки деятельности и т.д.).

В дальнейшем другие исследователи дополнили список факторов, включив в него компетентность субъекта (наличие в памяти необходимых знаний) и степень автоматизации его навыков [21].

Таким образом, обзор существующих направлений исследования интеллекта как фактора оценки эффективности интерфейсов позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, оба направления в описании генезиса интеллектуальных реакций и эффектов исходят исключительно из свойств задачи (ее структурной и перцептивной сложности + наличия дополнительных задач) и свойств пользователя (компетентности и уровня активации), игнорируя влияние других факторов: дизайна продукта, выступающего стимулом, и условиями его использования. При этом, констатируя необходимость рационального распределения ресурсов в условиях перегрузки, существующие исследования не раскрывают в полной мере факторы такого распределения, ограничиваясь описанием внутренних стратегий преодоления стресса [22], т. е. опять-таки апеллируя к способностям субъекта деятельности, не пытаясь изменить свойства инструмента деятельности или условия его использования.

Во-вторых, методы и подходы к исследованию когнитивного контроля как интегративной способности пользователя к сохранению интеллектуальной эффективности в неблагоприятных условиях работы представляются перспективными для решения задач человек-компьютерного взаимодействия в условиях высокой информационной нагрузки. При этом следует уделять внимание не только состоянию пользователя и структуре задач, но и влиянию среды взаимодействия, а также качеству микроэргономики интерфейса с продуктом. На сегодняшний день такого внимания в абсолютном большинстве исследований, посвященных произвольной регуляции и когнитивному контролю в стрессогенном окружении, им не уделяется.

В связи с этим особое значение, как представляется, имеет применение описанной выше модели контекстуальной точности юзабилити-тестирования (CFM) для изучения влияния комбинаторных эффектов взаимодействия на когнитивную сферу испытуемого. Анализ воздействия каждого из

факторов CFM на опыт пользователя в различных сочетаниях представляет несомненную ценность для понимания механизмов распределения когнитивных ресурсов при решении совмещенных задач в условиях высокой информационной нагрузки.

## Метод исследования

### 1. Дизайн юзабилити-тестирования

Дизайн эксперимента был основан на версии одного из тестов Д. Канемана, адаптированного для задач медиапотребления. Для моделирования режима совмещенной деятельности мы разработали комбинацию из двух заданий («основное+дополнительное»). Основное задание подразумевало форсированный поиск заголовков новостей по предложенным заранее ключевым словам в течение 20 секунд (общее время теста). В качестве дополнительного использовалось задание на распознавание 15 графических стимулов с интервалом в 1-2 с. В соответствии с теорией структурной интерференции мы разработали два варианта такой составной комбинации:

- *простая задача:* в дополнительном задании периодически синхронно с основным поиском предъявлялся для распознавания графический образ на бумажном носителе;
- *сложная задача:* в дополнительном задании периодически синхронно с основным поиском распознавалась семантическая категория демонстрируемого слова. Именно в этом случае фактор структурной интерференции вступал в силу – у испытуемых ожидалась трудности с синхронной идентификацией стимулов одной и той же (вербальной) модальности.

Форсированный режим поиска и интенсивное вторжение в него дополнительного задания формировали стрессогенную среду эксперимента.

В качестве стимулов для основного задания использовался графический интерфейс двух сайтов с различным качеством юзабилити веб-страницы, определенным по методике расчета разработанного нами ранее индекса юзабилити U-index [23]. Данный индекс позволяет оценить микроэргономику веб-страницы в баллах в диапазоне от 3 (минимальное значение) до 17 (максимум).

#### 1.1. Оценка производительности пользователя

Данный параметр измерялся с помощью двух психодиагностических методов оценки:

- тест на интеллектуальную лабильность «Расстановка чисел» [24: 552–553];
- тест на емкость оперативной памяти.

#### 1.2. Оценка психоэмоционального состояния пользователя

Данный параметр измерялся с помощью фиксации средней частоты сердечных сокращений аппаратным методом (кардиосенсором Xiaomi Smart Band 9).

Все психодиагностические методы оценки применялись до и после эксперимента. Разница между их показателями характеризует влияние факторов тестирования на когнитивный контроль пользователей.

#### 1.3. Оценка эффективности выполнения дополнительного задания

Данный параметр измерялся через фиксацию процента ошибок при распознавании образов (простая задача) и слов (сложная задача) во время проведения тестов. Измерение количества ошибок пользователя выступает аналогом параметра «эффективность выполнения задачи» (task solution rate, TSR) как части «древовидного» юзабилити-теста (tree test) в индустриальном юзабилити-тестировании [25].

### 2. Дизайн эмпирического исследования

Тесты выполнялись в восьми группах (по пять человек в каждой; участие было возможно только в одной группе), четыре из которых выполняли совмещенную задачу на сайте с высоким юзабилити («Коммерсантъ», U-index = 15) и четыре других – на сайте с низким U-индексом (РИА «Новости», U-index = 6). В соответствии с поставленными вопросами мы разработали структуру эксперимента из следующих этапов:

1. Стартовое измерение параметров производительности и психоэмоционального состояния перед основным заданием.

2. Выполнение заданий за отведенное время на сайтах «Коммерсантъ» и РИА «Новости». Измерение процента ошибок.

3. Финальное тестирование параметров производительности и психоэмоционального состояния для определения сдвигов в показателях пользовательского опыта.

### Результаты и их обсуждение

Результаты эксперимента представлены в таблицах 1–3.

Во-первых, обращает на себя внимание значительное влияние группового формата на когнитивный контроль; при этом характер влияния определяется типом задачи. Для сложной задачи социальная среда усиливает негативное влияние сложности на когнитивные процессы вне зависимости от качества стимулов, как можно видеть в таблицах 1–3, в случае сложной задачи для обоих сайтов характерно снижение когнитивного контроля (наиболее значительное – в групповом формате). Это видно по ключевым параметрам производительности (резкий рост интеллектуальной лабильности + снижение оперативной памяти), росту показателя стресса и числа ошибок. Для простой задачи это влияние, напротив, оказывается позитивным, при этом пользователь оказывается чувствителен к свойствам стимула – в тесте на сайте с высоким юзабилити групповой формат усиливает когнитивный контроль, что проявляется в минимальном количестве ошибок и активизации оперативной памяти. Интеллектуальная лабильность при этом не изменяется, что указывает на уровень сложности, недостаточный для мобилизации ресурсов внимания. Но для сайта с низким юзабилити ситуация иная: здесь наблюдается незначительное снижение всех параметров производительности и незначительный рост процента ошибок до средних значений в данном эксперименте. При этом снижение когнитивного контроля все равно сильнее проявляется в групповом формате. Однако среда эксперимента – не единственный фактор влияния на когнитивный контроль в случае простой задачи: как можно видеть из таблицы 3, разница между количеством ошибок на макетах разного качества двукратна. Таким образом, можно говорить как минимум о равном значении свойств продукта и условий его использования для простой совмещенной задачи.

Таблица 1. Результаты для интерфейса с высоким показателем U-INDEX:  
интеллектуальная лабильность, оперативная память, ЧСС

Формат теста	Параметр	Высокий U-index					
		простая задача			сложная задача		
		до теста	после теста	Δ	до теста	после теста	Δ
Групповой	интеллектуальная лабильность (баллы 1-10)	8	8	0	6	10	<b>4</b> значительный рост
	оперативная память	82	85	<b>3</b> слабый рост	83	72	<b>-11</b> значительное снижение
	ЧСС	65	65	0	62	70	<b>8</b> значительный рост
Индивидуальный	интеллектуальная лабильность (баллы 1-10)	9	9	0	8	9	<b>1</b> слабый рост
	оперативная память	90	90	0	85	80	<b>-5</b> умеренное снижение
	ЧСС	65	65	0	65	67	<b>2</b> слабый рост

Таблица 2. Результаты для интерфейса с низким показателем U-INDEX:  
интеллектуальная лабильность, оперативная память, ЧСС

Формат теста	Параметр	Низкий U-index					
		простая задача			сложная задача		
		до теста	после теста	Δ	до теста	после теста	Δ
Групповой	интеллектуальная лабильность (баллы 1-10)	7	6	<b>-1 слабое снижение</b>	4	9	<b>5 значительный рост</b>
	оперативная память	90	90	0	80	70	<b>-10 значительное снижение</b>
	ЧСС	66	66	0	65	69	<b>4 умеренный рост</b>
Индивидуальный	интеллектуальная лабильность (баллы 1-10)	4	5	<b>-1 слабое снижение</b>	7	8	<b>1 слабый рост</b>
	оперативная память	90	88	<b>-2 слабое снижение</b>	90	84	<b>-6 умеренное снижение</b>
	ЧСС	65	65	0	67	70	<b>3 умеренный рост</b>

Таблица 3. Ошибки при выполнении дополнительного задания, %

Формат теста	Высокий U-index		Низкий U-index	
	простая задача	сложная задача	простая задача	сложная задача
Групповой	7	30	15	33
Индивидуальный	10	25	20	25

Во-вторых, результаты эксперимента подтверждают наличие структурной интерференции в случае совмещения задач, близких по перцептивной модальности. В частности, сложная задача, совмещающая вербальные стимулы в основном и дополнительном заданиях, отмечена максимальным снижением когнитивного контроля по всем параметрам производительности (в обоих форматах тестирования) – максимальный процент ошибок распознавания, гиперлабильность ресурса внимания и резкое снижение объема оперативной памяти. Простая задача, совмещающая стимулы разных модальностей (вербальные + образные), напротив, демонстрирует максимальную степень когнитивного контроля для данного эксперимента – об этом свидетельствует минимальный процент ошибок распознавания, отсутствие резких колебаний интеллектуальной лабильности и оперативной памяти. Однако результаты эксперимента демонстрируют зависимость структурной интерференции не только от модальной близости совмещенных задач, но и от внешних условий эксперимента. В связи с этим обратим внимание на экстремальные значения параметров эксперимента именно в групповых тестах.

В-третьих, динамика психоэмоционального стресса, отражаемая частотой сердечного ритма, в целом коррелирует с интенсивностью когнитивных усилий. Так, повышение частоты сердечного ритма соответствуют фазам наиболее активного приложения умственных усилий, отмечая пиковые периоды мобилизации внутренних ресурсов.

Результаты указывают на синхронизацию эмоциональных, физиологических и когнитивных реакций в процессах когнитивного контроля и позволяет отслеживать динамику когнитивной нагрузки по активизации не только через показатели центральной нервной системы (память/лабильность внимания), но и вегетативной, связанной с бессознательной регуляцией физиологических процессов. При этом обращает на себя внимание зависимость уровня стресса от трех факторов:

- *сложности задачи*: колебания сердечного ритма и, соответственно, стрессовая реакция происходят только при решении сложных задач. При этом простые задачи в условиях низкого качества интерфейса (U-index) показывают незначительное снижение лабильности, тогда как сочетанные задачи не должны приводить к такому результату; на интерфейсе высокого качества такого эффекта не наблюдается, а при повышении сложности задачи лабильность растет;
- *качества дизайна*: важными эргономические и эстетические параметры дизайна (U-index) становятся для задач низкой сложности, где низкое качество дизайна повышает процент ошибки вдвое;
- *условий эксперимента*: на сайте с высоким U-index уровень тревоги достигает максимального значения именно в групповом тесте, что позволяет говорить об определяющем влиянии социальной среды на формирование стресса при решении сложных задач.

Таким образом, можно говорить о том, что задачи низкого и высокого уровня сложности различаются по набору ключевых факторов, влияющих на результат ассессоров при прохождении теста. Так, комбинированная задача высокой сложности, выполняемая в присутствии других людей (типичная ситуация производственной аварии, стресса в офисе или при обучении и т.д.), резко повышает уровень стресса, и компенсировать это качеством дизайна практически не удастся – ни в групповом, ни в индивидуальном режиме. Однако при решении задач с более низкой когнитивной нагрузкой качество интерфейса выступает ключевым фактором снижения точности и гибкости реакции.

### Выводы

В экспериментальных данных проявляются следующие паттерны влияния условий эксперимента и качества графического дизайна сайта на решение совмещенных задач.

Во-первых, можно признать, что для сложных задач фактор среды во влиянии на когнитивный контроль оказывается важнее качества стимула, а для простых – напротив, качество веб-дизайна в большей степени определяет когнитивные реакции на задачу в обоих форматах. Сдвиг в значениях параметров между макетами сайтов разного качества оказывается больше, чем между макетами одного качества в разных форматах.

Во-вторых, результаты эксперимента в группах, демонстрирующие экстремальные значения параметров когнитивного контроля, позволяют говорить как минимум о контекстуальной зависимости проявления эффекта структурной интерференции задач. Это является доводом в пользу более сложной природы данного явления, которое не может сводиться только к модальной близости задач и способно менять интенсивность в зависимости от сочетаний факторов тестирования.

### Источник финансирования

Исследование выполнено в рамках проекта «Накопительное общественное мнение и кумулятивная дилемма: теоретизация, методы анализа и оценка качества современного deliberative процесса» Санкт-Петербургского государственного университета, проект №128786104, этап 1, 2025 год.

### Список литературы

1. A generalised semantic cognition account of aesthetic experience / I. Bara, R. J. Binney, R. Ward, R. Ramsey // *Neuropsychologia*. August 2022. Vol. 173, No. 13. 108288.
2. Beyond emoticons: combining affect and cognition in icon design / S. McDougall, I. Reppa, G. Smith, D. Playfoot // *Proceedings of EPCE 2009. LNCS (LNAI)*. Vol. 5639. Heidelberg: Springer, P. 71–80.
3. Freeman M. H. The Aesthetics of Human Cognition // *SSRN*. 2018. 3259227.
4. Otten R., Schrepp M., Thomaschewski J. Visual clarity as mediator between usability and aesthetics // *MuC'20: Proceedings of Mensch und Computer*. 2020. P. 11–15.
5. What Causes the Dependency between Perceived Aesthetics and Perceived Usability? / M. Schrepp, R. Otten, K. Blum, J. Thomaschewski // *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*. 2020. Vol. 6. P. 78-85.
6. Yakunin A. V., Bodrunova S. S. Cumulative Distortions in Usability Testing: Combined Impact of Web Design, Experiment Conditions, and Type of Task and Upon User States During Internet Use // *Design, User Experience, and Usability: UX Research, Design, and Assessment: 11th International Conference, DUXU 2022, Held as Part of the 24th HCI International Conference, HCII 2022, Proceedings: Springer Nature*, 2022. P. 526-535.



7. Yakunin A. V., Bodrunova S. S. The Influence of Usability on User Cognitive Activity: A Differential Intelligence Perspective // Social Computing and Social Media: 16th International Conference, SCSM 2024, Held as Part of the 26th HCI International Conference, HCII 2024, Washington, DC, USA, June 29–July 4, 2024: Proceedings. Part I. June 2024. P. 285 – 297.
8. Gilal N. G., Zhang J., Gilal F. G. The four-factor model of product design: scale development and validation // J. Prod. Brand Manag. 2018. Vol. 27, iss. 6. P. 684–700.
9. Sauer J., Sonderegger A. Visual aesthetics and user experience: A multiple-session experiment // International Journal of Human-Computer Studies. 2022. Vol. 165. 102837.
10. Li Q., Liu Z., Wang P. The Impact of Visual Aesthetics of Different Types of APP Icons on User Cognition // Proceedings of the 24<sup>th</sup> International Conference on Human-Computer Interaction, HCII 2022 Virtual Event, June 26 – July 1 2022: Proceedings. Part I. Cham: Springer, 2022. P. 228–237.
11. Bara I., Binney R., Ramsey R. Investigating the role of executive resources across aesthetic and non-aesthetic judgments. 2021. P. 1–4. URL: psyarxiv.com, <https://psyarxiv.com/ydmbr/download?format=pdf>.
12. Лазарева Н. Ю., Савинова А. Д., Чистопольская А. В. Влияние экспериментальных условий на субъективную оценку инсайтности решения // Экспериментальная психология. 2023. № 16(1). С. 23–42.
13. Rayner K., Reingold E. Evidence for direct cognitive control of fixation durations during reading // Current Opinion in Behavioral Sciences. 2015. Vol. 1. P. 107–112.
14. Limitations of Cognitive Control on Emotional Distraction - Congruency in the Color Stroop Task Does Not Modulate the Emotional Stroop Effect / E. Straub, C. Schmidts, W. Kunde, J. Zhang, A. Kiesel, D. Dignath // Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience. 2022. Vol. 22(1). P. 21–41.
15. Morton J., Ezekiel F., Wilk H. Cognitive Control: Easy to Identify But Hard to Define // Topics in Cognitive Science. 2011. Vol. 3(2). P. 212–216.
16. Cognitive control in autism spectrum disorders / M. Solomon, S. Ozonoff, N. Cummings, C. Carter // International Journal of Developmental Neuroscience. 2008. Vol. 26. P. 239–247.
17. Stuss D., Knight R. Principles of frontal lobe function. Oxford: Oxford University Press, 2002. 630 p.
18. Why people change? The role of cognitive control processes in the onset and cessation of substance abuse disorders / G. Buhringer, H. Wittchen, K. Gottlebe, C. Kufuld, T. Goschke // International Journal of Methods in Psychiatric Research. 2008. Vol. 17. P. 4–15.
19. Gruber O., Goschke T. Executive control emerging from dynamic interactions between brain systems mediating language working memory and attentional processes // Acta Psychologica. 2004. Vol. 115. P. 105–121.
20. Канеман Д. Внимание и усилие. М.: Смысл, 2006. 287 с.
21. Wickens C., MacCarley J. Applied attention theory. Boca Raton, FL: Taylor & Francis, 2008. 248 p.
22. Методы и критерии психофизиологической оценки работников локомотивных бригад для действий в штатных и экстремальных условиях поездной работы: справочно-методическое пособие / С. А. Багрецов, В. А. Бодров, А. П. Войт, М. В. Зотов; под ред. В. М. Львова. М.: ОАО «РЖД», 2007. 47 с.
23. Yakunin A. V., Bodrunova S. S. U-index: An eye-tracking-tested checklist on webpage aesthetics for university web spaces in Russia and the USA // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). Springer Verlag, 2017. Vol. 10288. P. 219–233.
24. Касьянов С. Психологические тесты. М.: Эксмо, 2006.
25. Laubheimer P. Tree Testing Part 2: Interpreting the Results. URL: [nngroup.com/articles/interpreting-tree-test-results/](https://nngroup.com/articles/interpreting-tree-test-results/) (дата обращения: 26.07.2025).