



# Оценка качества дизайна экранного интерфейса цифровых учебных ресурсов: визуальная сложность и когнитивная нагрузка

**Цель исследования.** Целью исследования является обоснование критериев и факторов качества дизайна экранного интерфейса цифровых образовательных ресурсов с позиций визуальной сложности и когнитивной нагрузки, а также выявление их влияния на результативность обучения в условиях цифровой и билингвальной образовательной среды. Особое внимание уделяется установлению взаимосвязи между структурой визуального представления учебного материала, уровнем когнитивной нагрузки обучающихся и эффективностью усвоения знаний. Реализация данной цели направлена на разработку научно обоснованных рекомендаций по оптимизации дизайна цифровых образовательных ресурсов, обеспечивающих соответствие визуальной структуры учебного контента когнитивным возможностям обучающихся и повышающих эффективность обучения в многоязычной образовательной среде.

**Материалы и методы.** Исследование основано на анализе отечественных и зарубежных научных работ в области психологии восприятия, когнитивной эргономики, теории когнитивной нагрузки, педагогического дизайна и билингвального обучения. В качестве методологической базы использовались концепции визуальной сложности, теория когнитивной нагрузки, положения адаптивного когнитивного контроля, а также результаты эмпирических исследований, выполненных с применением поведенческих методов и отслеживания движений глаз. Для аналитической части были рассмотрены типовые экранные страницы цифровых образовательных ресурсов, различающиеся по уровню визуальной сложности. Оценка интерфейсов проводилась на основе критериев количественной насыщенности, структурной организации, цветовой и графической сложности, семантической насыщенности и динамических характеристик.

**Результаты.** В ходе исследования установлено, что визуальная сложность экранного интерфейса оказывает прямое влияние на уровень когнитивной нагрузки обучающихся. Увеличение

количества элементов, смысловой плотности, цветовой вариативности и динамических компонентов приводит к росту внешней когнитивной нагрузки, снижению скорости поиска информации и увеличению вероятности ошибок. В условиях билингвального обучения когнитивная нагрузка приобретает комплексный характер, объединяя предметную и языковую обработку информации. Показано, что высокий уровень владения вторым языком снижает нагрузку на рабочую память и исполнительный контроль, тогда как частое кодовое переключение одновременно повышает языковую сложность и развивает когнитивную гибкость. Предложена модель «визуальная сложность — когнитивная нагрузка — результативность», описывающая причинно-следственную связь между дизайном интерфейса и учебными результатами.

**Заключение.** Полученные результаты подтверждают необходимость системной диагностики визуальной сложности и когнитивной нагрузки при проектировании цифровых образовательных интерфейсов. Обоснованные критерии оценки позволяют проводить сопоставимый и воспроизводимый анализ качества интерфейсов, а также разрабатывать дизайн-решения, соответствующие когнитивным возможностям обучающихся. Предложенный подход обладает высокой практической значимостью, поскольку может быть использован при создании, экспертизе и адаптации электронных учебных курсов, мультимедийных лекций и интерактивных образовательных платформ, обеспечивая повышение результативности электронного обучения и устойчивости образовательных результатов в цифровой среде.

**Ключевые слова:** визуальная сложность, когнитивная нагрузка, дизайн экранного интерфейса, цифровые образовательные ресурсы, восприятие информации, билингвальное обучение, когнитивная эргономика.

Nikolai I. Pak<sup>1</sup>, Ondar Ai-Kys Mergen-uruu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup> Tuva State University, Kyzyl, Russia

## Assessing the Quality of Screen Interface Design for Digital Learning Resources: Visual Complexity and Cognitive Load

**Purpose of the study.** The aim of this study is to substantiate the criteria and factors for the quality of screen interface design for digital educational resources from the perspective of visual complexity and cognitive load, as well as to identify their impact on learning outcomes in a digital and bilingual educational environment. Particular attention is paid to establishing the relationship between the structure of the visual presentation of educational material, the level of learners' cognitive load, and the effectiveness of knowledge acquisition. This goal is aimed at developing scientifically based recommendations

for optimizing the design of digital educational resources, ensuring that the visual structure of educational content matches the cognitive capabilities of learners and improving learning effectiveness in a multilingual educational environment.

**Materials and methods.** The study is based on an analysis of domestic and international scientific works in the field of perception psychology, cognitive ergonomics, cognitive load theory, instructional design, and bilingual education. The methodological framework utilized concepts of visual complexity, cognitive load theory, adaptive cognitive control

principles, as well as the results of empirical studies conducted using behavioral methods and eye tracking. For the analytical section, typical screen pages of digital educational resources, varying in visual complexity, were examined. Interfaces were evaluated based on criteria such as quantitative richness, structural organization, color and graphic complexity, semantic richness, and dynamic characteristics.

**Results.** The study found that the visual complexity of a screen interface directly impacts learners' cognitive load. Increasing the number of elements, semantic density, color variability, and dynamic components leads to the growth of the external cognitive load, a decrease in the information retrieval speed, and an increase in the likelihood of errors. In bilingual learning, cognitive load becomes complex, integrating subject-specific and linguistic information processing. It has been shown that high proficiency in a second language reduces the load on working memory and executive control, while frequent code-switching simultaneously increases linguistic complexity and develops cognitive flexibility. A "visual complexity –

cognitive load – performance" model is proposed, describing the cause-and-effect relationship between interface design and learning outcomes.

**Conclusion.** The obtained results confirm the need for a systematic assessment of visual complexity and cognitive load in the design of digital educational interfaces. Well-founded evaluation criteria enable comparable and reproducible analysis of interface quality, as well as the development of design solutions that align with learners' cognitive abilities. The proposed approach has high practical significance, as it can be used in the creation, examination, and adaptation of e-learning courses, multimedia lectures, and interactive educational platforms, ensuring improved e-learning effectiveness and the sustainability of educational outcomes in the digital environment.

**Keywords:** visual complexity, cognitive load, screen interface design, digital educational resources, information comprehension, bilingual learning, cognitive ergonomics.

## Введение

В эпоху активного внедрения цифровых технологий в сферу образования цифровые средства обучения прочно входят в повседневную практику образовательных учреждений. Тем не менее, несмотря на их очевидные преимущества, реальная польза от применения таких инструментов нередко оказывается ниже ожидаемой. Рост значимости информации в условиях современного информационного общества отражается во всех сферах человеческой деятельности, включая образование. Современные школьники, студенты вынуждены работать с большими объёмами сведений, что нередко вызывает трудности из-за индивидуальных особенностей восприятия. Неорганизованный и чрезмерно объёмный текстовый материал учебного цифрового ресурса способен вызывать у учащихся напряжение, снижать мотивацию и интерес к обучению. Психологические исследования подтверждают, что 80–90% информации человек получает посредством зрительного восприятия.

Пользователь, не обладая знаниями разработчиков о внутреннем устройстве и потенциале системы, не стремится вникнуть во все её сложные функции. Его первостепенная задача – адаптироваться к интерфейсу. Именно поэтому дизайн, структура и визуальная организация интерфейса игра-

ют решающую роль: они определяют, станет ли учащийся регулярно пользоваться системой или откажется от неё. Работа в цифровой среде должна вызывать ощущение комфорта и удобства.

В связи с этим возникает проблема оценки качества дизайна экранного интерфейса цифрового учебного ресурса с позиций визуальной сложности и связанной с ней когнитивной нагрузкой для обучающегося. Поэтому актуален вопрос: как оценивать качество дизайна экранного интерфейса, чтобы обеспечить комфорт восприятия, минимизировать когнитивную нагрузку и, как следствие – повысить результативность электронного обучения.

Исследование направлено на обоснование критериев и факторов качества дизайна экранного интерфейса цифровых образовательных ресурсов с позиций визуальной сложности и когнитивной нагрузки. Особое внимание уделяется взаимосвязи между структурой визуального представления учебного материала, уровнем когнитивной нагрузки обучающихся и эффективностью усвоения знаний.

## Методология и методы

Методологическая база исследования включает концепции визуальной сложности, теорию когнитивной нагрузки.

Анализ научных работ демонстрирует, что сегодня визуализация рассматривается как один из самых эффективных способов организации взаимодействия между учителем и учащимися. Понятие визуальной сложности (иногда: визуального «шума», «clutter») активно исследуется в психологии восприятия, эргономике интерфейсов. Например, в работе [Ruth Rosenholtz, 2007] описан объективный метод измерения визуального «clutter» экрана, включающий количественные показатели элементов интерфейса [Бакаев М.А., Разумникова О.М., 2021].

Когда на экране слишком много объектов, цвета, текстовых/графических блоков усложняется распознавание, увеличиваются ошибки восприятия, падает скорость нахождения нужной информации.

В строительной архитектуре понятие «визуальная сложность» тесно связано с тем, как человек воспринимает формы, детали и пространство здания или ансамбля. Учёные и исследователи подходят к этому с похожих сторон, как и в искусстве, но с учётом специфики архитектурного восприятия: масштаб, функциональность, симметрия и контекст окружающей среды. Метод eye-tracking (*отслеживать движения глаз*), впервые предложенный Эдмундом Халли, позволяет понять, какие элементы перегружают восприя-

тие, а какие делают пространство комфортным. Eye-tracking становится инструментом измерения визуальной сложности и косвенного индикатора когнитивной нагрузки: чем больше хаотичных фиксаций и долгих задержек взгляда, тем выше когнитивная нагрузка. Чем легче глаза «сканируют» пространство, тем ниже когнитивная нагрузка и выше *комфорт восприятия*. Тем самым визуально сложный материал повышает когнитивное напряжение, а упорядоченная и структурированная визуальная подача снижает когнитивную нагрузку.

Визуальная сложность интерфейса непосредственно влияет на когнитивную нагрузку, затрудняя поиск информации и увеличивая вероятность ошибок. Когнитивная нагрузка — это уровень умственной активности, необходимый для выполнения определённой задачи, путём удерживания данных в памяти [Киреев М., 2024].

Оценивание любых объектов обычно выполняется на основе выбранных критериев, факторов и диагностики уровня. В ходе литературного анализа можно рассмотреть, что визуальная форма представления информации является как один из ключевых факторов, определяющих качество цифровых образовательных интерфейсов. В отечественных и зарубежных исследованиях подчёркивается, что восприятие, переработка и интерпретация экранной информации (*визуальная сложность*) зависят от её структурной организации, количества элементов, характера графики, насыщенности смысловыми объектами и динамических изменений. Поэтому формирование критериев оценки дизайна экранного интерфейса опирается на выявленные в науке закономерности, объясняющие, какие свойства визуального отображения создают дополнитель-

ную когнитивную нагрузку или, наоборот, облегчают взаимодействие пользователя с цифровой средой.

За последние пять лет исследования визуального восприятия в контексте интерфейсной сложности активно используют *количественные характеристики* визуального пространства, такие как плотность объектов, количество элементов и визуальный «шум», чтобы объяснить восприятие и когнитивную нагрузку пользователя. В ряде эмпирических работ показано, что увеличение визуальной насыщенности — то есть количества одновременно представленных элементов — прямо связано с повышением когнитивной нагрузки и снижением эффективности визуального поиска и обработки информации [Li et al., 2023]. Эти результаты подтверждают, что визуально перегруженные экраны затрудняют фокус внимания и увеличивают время реакции при выполнении задач. Исследования, использующие нейрофизиологические методы, такие как анализ электроэнцефалографии, демонстрируют, что сложные интерфейсы активируют больше когнитивных ресурсов, что отражается на повышенной зрительной и исполнительной нагрузке [Toker, Gray & Watson, 2021].

Научные исследования также послужили основой для критерия структурной организации интерфейса. Ю.С. Меженко, разрабатывая структурно-логические схемы, а также И.В. Роберт и В.П. Беспалько, анализируя структуры образовательных ресурсов и учебной информации, показали, что логическая и визуальная группировка элементов повышает осмысленность и управляемость интерфейса. Их подходы обосновывают необходимость оценки иерархии блоков, расположения элементов и использования устойчивых визуальных паттернов

[Меженко Ю. С., 2009; Роберт И. В., Беспалько В. П., 2011].

Критерий цветовой и графической сложности основан на работах отечественных исследователей в области эргономики интерфейсов: В.А. Извозчикова, Л.Г. Худяковой и Н.Г. Салминой. Их исследования показали, что количество используемых цветов, контрастность, детализация графики и символическое оформление влияют на зрительную нагрузку, скорость распознавания информации и эмоциональный отклик пользователя. Это позволило включить цветографические параметры в перечень ключевых факторов визуальной сложности [Извозчикова В.А., Худякова Л.Г., Салмина Н.Г., 2012]. В исследованиях, посвящённых эргономике визуальных интерфейсов, было продемонстрировано, что сбалансированное использование ограниченной палитры и умеренного уровня детализации способствует более быстрой идентификации значимых элементов и улучшает точность решений на тестовых заданиях [Zhang et al., 2022].

Особое значение имеет семантическая насыщенность, отражающая разнообразие типов информации и необходимость интерпретации символов, схем и диаграмм. М.А. Лифшиц, В.Э. Штейнберг и А.В. Хуторской изучали, каким образом различные формы символических и визуально-знаковых представлений влияют на смысловое восприятие учебного материала. Эти концепции показали, что переизбыток разнородных смысловых элементов увеличивает когнитивную нагрузку, а оптимальная организация облегчает понимание [Лифшиц М.А., Штейнберг В.Э., Хуторской А.В., 2011].

Динамическая сложность интерфейса определяется влиянием движущихся объектов, анимаций и всплывающих

элементов на восприятие и когнитивную обработку информации. Современные исследования [Li et al., 2023; Toket et al., 2021] показывают, что чрезмерная динамика увеличивает когнитивную нагрузку, отвлекает внимание и снижает точность выполнения задач. Методики eye-tracking подтверждают, что частые визуальные изменения вызывают больше фиксации и переключений внимания, повышая затраты когнитивных ресурсов. Контроль за количеством и скоростью движения элементов позволяет снижать нагрузку на рабочую память и улучшать эффективность взаимодействия пользователя с цифровым образовательным интерфейсом.

Таким образом, каждый из вышеуказанных критериев можно использовать для определения *уровня визуальной сложности* интерфейса (Табл. 1).

Когнитивная нагрузка отражает степень вовлечения рабочих ресурсов мозга, таких как внимание, память и исполнительный контроль, при выполнении учебной задачи, и в условиях билингвального обучения она проявляется не только в процессе усвоения предметного материала, но и в обработке второго языка, переключении между языками и контроле языковой интерференции, что придаёт ей

комплексный характер, объединяя языковую и предметную составляющие учебного процесса (*когнитивная характеристика*). Классическая теория когнитивной нагрузки Дж. Свеллера [Sweller, 2011] выделяет внутреннюю, внешнюю и релевантную нагрузку, однако изначально она разрабатывалась для монолингвальной образовательной среды, поэтому в контексте билингвального обучения внутреннюю нагрузку целесообразно дифференцировать на языковую и предметную составляющие [Han, Wei & Filippi, 2025]. Современные исследования показывают, что высокий уровень владения вторым языком снижает нагрузку на рабочую память и исполнительный контроль при усвоении учебного материала [Corpas Ortiz & López Rodríguez, 2025], что подчёркивает необходимость учета языковых компетенций при оценке когнитивной нагрузки. Когнитивная нагрузка у обучающихся в билингвальной среде формируется комплексно, объединяя языковую и предметную обработку информации. Для её адекватной диагностики необходима расширенная модель, способная учитывать как усвоенное учебное содержание, так и особенности обработки второго языка, включая переключение между языками и контроль интерференции.

*Языковые показатели* когнитивной нагрузки включают скорость и точность понимания и порождения речи, частоту языковых ошибок, проявления интерференции и необходимость кодового переключения; исследования по раннему билингвизму показывают, что дети, активно использующие два языка, демонстрируют более высокую когнитивную гибкость, но могут испытывать повышенную языковую нагрузку в непривычных контекстах [Corpas Ortiz & López Rodríguez, 2025; Tyborowska et al., 2024]. Han, Wei & Filippi показали, что частая практика межпредложного код-свитчинга способствует улучшению контроля торможения, одновременно увеличивая языковую сложность спонтанной речи [Han, Wei & Filippi, 2025]. Таким образом, языковая нагрузка является важным компонентом общей когнитивной нагрузки у билингвов и должна оцениваться отдельно от предметной.

*Поведенческие индикаторы* когнитивной нагрузки включают время реакции, точность выполнения заданий, количество ошибок и стабильность результатов, отражая эффективность распределения когнитивных ресурсов. Исследования с использованием Stroop-, switching- и picture-naming задач показывают, что билингвы демонстриру-

Таблица 1 / Table 1

**Критерии диагностики уровней визуальной сложности**  
Criteria for diagnosing levels of visual complexity

Критерий	Низкий	Средний	Высокий
<i>Количественная насыщенность</i>	Минимум элементов, текст и графика ограничены	Умеренное количество элементов, сбалансированная плотность	Перегруженный интерфейс, много текста и графики
<i>Структурная организация</i>	Простая, логичная структура	Элементы сгруппированы, структура понятна	Сложная, запутанная структура, слабая группировка
<i>Цветовая и графическая сложность</i>	Ограниченная цветовая палитра, минимум деталей	Цвета и графика умеренны	Яркие контрасты, высокая детализация, декоративные элементы
<i>Семантическая насыщенность</i>	Минимум типов информации, простые символы	Разнообразие типов информации, понятные символы	Множество типов информации, сложные значки и диаграммы
<i>Динамическая сложность</i>	Отсутствие анимаций или всплывающих элементов	Небольшие анимации, ограниченные интерактивные элементы	Много динамических элементов, всплывающие окна, быстрые изменения состояния

**Критерии диагностики уровней когнитивной нагрузки**  
**Criteria for diagnosing cognitive load levels**

Критерий	Низкий	Средний	Высокий
<i>Когнитивные характеристики</i>	Автоматизированная обработка информации; эффективное распределение внимания; минимальное вовлечение исполнительного контроля	Активная мобилизация рабочей памяти; контролируемое внимание; вовлечение механизмов торможения и переключения	Перегрузка рабочей памяти; неэффективное распределение внимания; снижение когнитивного контроля
<i>Языковые показатели</i>	Свободное понимание и порождение речи; отсутствие межъязыковой интерференции;	Эпизодические затруднения при переключении языков; замедление темпа обработки; рост самокоррекции	Выраженная интерференция; частые языковые ошибки; затруднённое понимание инструкций
<i>Поведенческие индикаторы</i>	Высокая скорость и точность выполнения заданий; низкий уровень ошибок; стабильность результатов	Умеренное увеличение времени реакции; незначительное снижение точности; сохранение продуктивности	Значительное увеличение времени реакции; резкое снижение точности; нестабильность деятельности
<i>Педагогическая интерпретация</i>	Соответствие сложности заданий когнитивным и языковым возможностям обучающегося; оптимальные условия для усвоения и развития мышления	Зона продуктивного обучения; стимулирование развития когнитивной гибкости и исполнительных функций	Необходимость педагогической интервенции; оптимизация языковой поддержки и снижение внешней когнитивной нагрузки

ют более высокую когнитивную гибкость и лучшую способность к подавлению отвлекающих стимулов по сравнению с монолингвами [Grundy, 2020; Han, Wei, 2025]. Однако лабораторные задачи не всегда отражают реальные учебные ситуации, где языковая обработка интегрирована с предметными задачами [Bialystok, 2017], а различия во времени реакции и точности часто зависят от частоты использования второго языка и уровня его автоматизации [Oppenheim G. M., 2020]. Таким образом, поведенческие показатели остаются объективным инструментом, но требуют дополнительных исследований в условиях билингвального обучения для точной оценки когнитивной нагрузки [Куулар Д.О., 2025].

Педагогическая ценность диагностики когнитивной нагрузки заключается в возможности прогнозировать учебные трудности, адаптировать задания и разрабатывать нужный дизайн для снижения перегрузки [Пак Н.И., 2021]. Современные исследования подчеркивают необходимость учета билингвального опыта при планировании обучения: уровень владения языками, доминирующий язык и частота кодового переключения суще-

ственно влияют на успешность усвоения материала [Corras Ortiz & López Rodríguez, 2025; Han, Wei, 2025]. При этом критический анализ показывает, что большинство исследований носит описательный характер и не предоставляет конкретных педагогических рекомендаций по снижению избыточной нагрузки [Sweller, 2011]. В то же время применение принципов адаптивного контроля и стратегий поэтапного усложнения учебного материала способствует оптимизации когнитивной нагрузки и развитию исполнительных функций у обучающихся [Green & Li, 2014]. Следовательно, *педагогическая интерпретация* критериев когнитивной нагрузки у билингвов должна учитывать как языковые, так и предметные компоненты, а также индивидуальные особенности обучающихся.

Каждый из вышеуказанных критериев может использоваться для определения уровня когнитивной нагрузки интерфейса, а диагностика проводится по трёхуровневой шкале: высокий, средний и низкий (табл. 2).

На основании рассмотренных критериев возможно проведение комплексной оценки

качества дизайна экранного интерфейса. Чем ниже избыточная когнитивная нагрузка пользователя при выполнении задач, тем выше удобство, понятность и эффективность интерфейса. Таким образом, системная диагностика когнитивной нагрузки выступает объективным и практическим инструментом для оценки и оптимизации дизайна экранного интерфейса, обеспечивая его соответствие когнитивным возможностям пользователей и повышая общую удовлетворённость взаимодействием.

В условиях цифровых интерфейсов визуальная сложность напрямую влияет на внешний компонент когнитивной нагрузки: увеличение количества элементов, цветов, блоков, анимаций и смысловых узлов увеличивает нагрузку рабочей памяти. Поэтому диагностика когнитивной нагрузки становится инструментом проверки того, насколько интерфейс способствует или препятствует переработке учебной информации.

### Результаты и дискуссия

Для анализа визуальной сложности и когнитивной нагрузки пользователей были вы-

браны три типичных экранных страницы, характерных для современных цифровых ресурсов. С помощью критериев диагностики визуальной сложности можно определить различия в нагрузке на восприятие и внимание пользователей. Так, первая страница (рис. 1) демонстрирует минимальное количество элементов управления, упрощённую навигацию и лаконичное текстовое наполнение, что обеспечивает низкий уровень визуальной сложности.

Вторая страница (рис. 2) содержит умеренное число интерактивных элементов, сочетание текста и графики, а также среднее количество информационных блоков, что формирует средний уровень визуальной сложности.

Третья страница (рис. 3) включает большое количество визуальных стимулов, насыщенный текстовый контент и сложную структуру навигации, что приводит к высокой визуальной сложности и повышенной когнитивной нагрузке пользователей.

Таким образом, различия в визуальной организации страниц напрямую отражают потенциальную нагрузку на когнитивные ресурсы, внимание и рабочую память пользователей.

Оказание первой помощи при отсутствии сознания, остановке дыхания и кровообращения  
Основные признаки жизни у пострадавшего

Для того, чтобы определиться с необходимыми действиями по оказанию первой помощи, следует выяснить, имеются ли у пострадавшего признаки жизни. К основным признакам жизни относятся наличие сознания, самостоятельное дыхание и кровообращение. Они проверяются в ходе выполнения алгоритма сердечно-легочной реанимации.

#### Терминальные состояния

**Терминальные состояния** — состояния умирания, пограничные между жизнью и смертью, включающие несколько стадий: *преагонию, агонию и клиническую смерть*. Острое развитие терминальных состояний может быть связано с тяжелой травмой, заболеванием или отравлением. Ниже приведены лишь общие признаки оказания неотложной помощи, которые должны дополняться в зависимости от причины возникновения терминального состояния.

**Преагония** — этап умирания, в ходе которого постепенно нарушаются функции мозговых структур, наблюдается прогрессирующее угнетение сознания. Преобладают расстройства гемодинамики и дыхания; бледность и спинозность кожных покровов; слабый пульс, слабое наполнение; артериальная гипотензия (систолическое АД ниже 60 мм рт. ст.); нарушения дыхания (тахипноэ, брадипноэ, патологические ритмы — Чейна—Стокса, КуССмуля и др.).

**Агония**: Сразу после преагонии начинается стадия агонии. Они меняют друг друга примерно через 4 минуты в процессе короткого вдоха и учащения частоты дыхания. В этот момент мозговые центры человеческого организма, которые находятся в ответе за физиологические процессы, прекращают свою работу. Перед наступлением самой смерти может показаться, что человек приходит в норму, ведь его сердечный ритм восстанавливается, как и кровоток. Человек приходит в сознание, однако, он действительно находится на краю жизни, ведь именно в этот момент организм сжигает остатки энергии. Наблюдаются утрата сознания, исчезает болевая чувствительность, угасает зрачковый рефлекс, возможны судороги, дещеребрационная ригидность мышц; характерный признак — терминальное (агональное) дыхание с характерными редкими, короткими, глубокими судорожными дыхательными движениями, иногда с участием скелетной мускулатуры; угасание сердечной деятельности. Обычно агония очень кратковременная и завершается прекращением дыхательной деятельности. У человека останавливается сердце и наступает клиническая смерть.

**Первая медицинская помощь:** Устранить причины, способствующие развитию терминального состояния. Уложить больного (пострадавшего) в горизонтальное положение с приподнятыми ногами. Остановить кровотечение. Обеспечить проходимость дыхательных путей (удалить из полости рта слизь, рвотные массы, зубные протезы, возможные шпорозные тела, запрокинуть голову, выдвинуть нижнюю челюсть вперед). При остановке дыхания — ИВЛ методом «из рта в рот».

Рис. 1. Фрагмент лекции с низкой визуальной сложностью

Fig. 1. Lecture fragment with low visual complexity

Внешнее строение листа

Задание: пользуясь интерактивной схемой, изучите, какие существуют формы и строения листьев.

Рис. 2. Фрагмент лекции со средней визуальной сложностью

Fig. 2. Lecture fragment with medium visual complexity

Теория.

Как решить систему линейных уравнений (СЛУ) способом подстановки?

**Определение.**  
Метод подстановки заключается в том, чтобы выразить одну переменную через другую и более простое уравнение системы. Подставив то, что получилось на место этой переменной в другое уравнение системы, решить полученное уравнение, найти один из переменных.

Рассмотрим алгоритм решения на примере:

1. Возьмите любое из уравнений системы и выразите из него любую переменную.
2. Полученное выражение подставьте вместо этой переменной в другое уравнение системы.
3. Равносильными преобразованиями уравнений найдите по одному из переменных.
4. Ответ запишите парой чисел  $(x_0; y_0)$ .

Замечание к шагу 1: Не имеет значения, какую переменную выразили, важно лишь выразить ту переменную, перед которой нет коэффициента, т. е. коэффициент которой равен

Рис. 3. Фрагмент лекции с высокой визуальной сложностью

Fig. 3. Lecture fragment with high visual complexity



Рис. 4. Фрагмент структурно-ментальной схемы темы «Данные»  
 Fig. 4. Fragment of the structural and mental scheme of the topic “Data”

Рассмотрим интерфейс некоторых электронных учебных ресурсов по информатике.

Для разработки алгоритма составления учебных вопросов предлагается использовать структурно-ментальные схемы как формализованные модели предметной области. Ключевым элементом модели выступает «учебный примитив» – базовая единица информации или действия, из которых складывается ментальная схема [Бархатова Д.А., Пак Н.И., 2024]. Поскольку разные виды учебного материала (в частности, теоретический) предполагают различные примитивы, это должно учитываться при построении алгоритмов. В случае теоретического материала, состоящего из понятий и их логических связей, понятие моделируется через пространственно-временные характеристики: пространственные меры описывают сущностные свойства объекта (форму, цвет, метрические и физические параметры), а временные – его состояние и динамику изменений. Ядро понятия раскрывает его место в информационной картине мира и связи с другими объектами. На этой основе формируется алгоритм составления вопросов к теоретическому материалу: 1) построение структурно-ментальной схемы предметной области на базе моделей знаний; 2) выделение иерархических уровней

детализации; 3) формирование вопросов для каждого уровня по двум типам мер – пространственным и временным. Такой подход позволяет системно генерировать вопросы, отражающие многомерные характеристики изучаемых понятий (Рис. 4).

Вопросно-задачный подход представляет собой систематическую образовательную методику, при которой обучение строится на разрешении учебных задач через цепочку направляющих вопросов: от основополагающего (отражающего суть темы и её практическое применение) к серии проблемных (конкретизирующих предметные аспекты). Процесс включает постановку вопро-

сов, решение практических примеров, осмысление теоретических знаний через практику, закрепление и установление межпонятийных связей. На примере обучения программированию в 8 классе показано, как учащиеся, работая с карточками-инструкциями, самостоятельно погружаются в решение задач, а учитель выступает в роли консультанта. Инверсионный формат представления теоретического материала и практических задач по информатике обеспечивает среднюю когнитивную нагрузку за счёт продуманной структуры подачи контента [Никитина Л. В., 2021]. (рис.5)

При одновременной подаче конкурирующих источни-

**ДЛЯ ЧЕГО В ПРОГРАММЕ ИСПОЛЗУЮТ ПЕРЕМЕННЫЕ?**

**КАК СВЯЗАНЫ ПЕРЕМЕННЫЕ И ДАННЫЕ**  
 Переменная в Python – это ссылка на значение, которое хранится в памяти компьютера. Ссылку можно менять на другое значение.

**Global frame**  
 a → int 3  
 b → int 6  
 c → int 6

**Objects**  
 int 3  
 int 6  
 int 6

Любые данные в Python это объект, любая переменная – ссылка на объект. Не существует никаких данных, которые не являются объектами.

**Для программы:**  
 a=3  
 b=3  
 c=a+b

Переменные a и b будут ссылаться на один и тот же объект.

**КАК УЗНАТЬ АДРЕС ОБЪЕКТА**  
 Адрес хранения значения можно получить с помощью функции id(), где в скобках указывается переменная, которая ссылается на данное значение.

**КАК МОЖНО НАЗЫВАТЬ ПЕРЕМЕННЫЕ**  
 В переменных можно использовать латинские буквы (a..z, A..Z), цифры (0..9) и нижнее подчеркивание (\_). При этом, заглавные и строчные буквы различаются. Название

```

  >>> a=3
  >>> b=4
  >>> id(a)
  2074073296
  >>> id(b)
  2074073312
  >>> c=a+b
  >>> id(c)
  2074073312
  
```

**Выводы**  
 1. Любые данные в Python это объекты.  
 2. Если объекты «одинаковы», то они хранятся по одному адресу в памяти.  
 Иными словами, a == b и id(a) == id(b) это эквивалентные утверждения.

**Проверь себя**  
 После выполнения программы какое значение и какой адрес в памяти компьютера будет иметь переменная c.  
 a=2  
 b=3  
 c=a\*b-4  
 если id(a)=2074073280  
 id(b)=2074073296

**Загрузите среду программирования Python.**  
 В консоле наберите следующий текст. Есть ли ошибки в названных переменных? Если есть исправьте их! Чему будет равна переменная C\_sum? Какой адрес имеет объект C\_sum в памяти компьютера?

```

  >>>_c=10234
  >>>_l_c
  >>>id(_c)
  >>>C_sum=0
  >>>C_sum=C+_c
  >>>C_sum
  
```

Рис. 5. Фрагмент урока в условиях вопросно-задачного подхода  
 Fig. 5. Lesson fragment in the conditions of the question-task approach

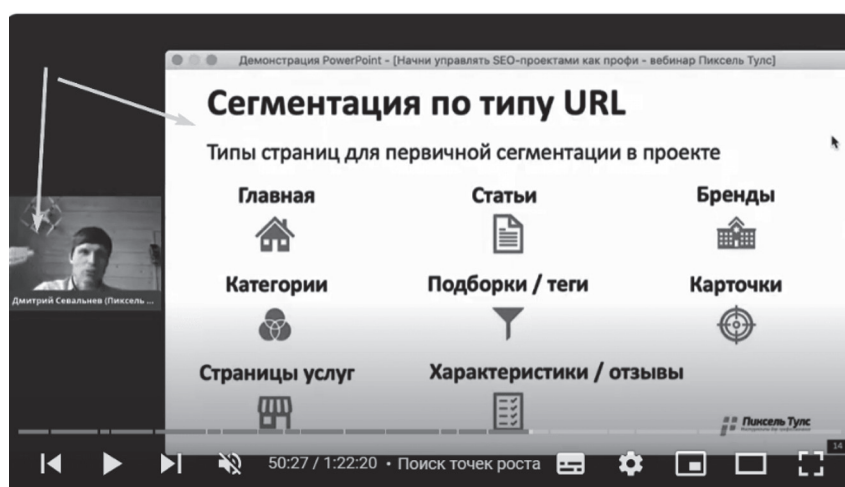


Рис. 6. Фрагмент урока с визуальным аудиальным подходом

Fig. 6. Lesson fragment with visual audio approach

ков одного типа информации (визуального или аудиального) возникает эффект разделения внимания, ведущий к росту посторонней когнитивной нагрузки — информационного шума, не связанного с усвоением сути материала (Рис. 6).

Например, параллельный просмотр видео с лектором и презентации (оба элемента визуальные) заставляет сознание непрерывно переключаться между каналами восприятия, рассеивая фокус и затрудняя формирование когнитивных схем в долговременной памяти.

Представленные критерии диагностики визуальной сложности и когнитивной нагрузки экранного интерфейса учебного материала, позволяют строить эффективные модели дизайна цифровых образовательных ресурсов. Например, модель «визуальная сложность → когнитивная нагрузка → результативность» может быть применена для создания электронных курсов по дисциплинам математики, физики и информатики.

В итоге показатель результативности — скорость выполнения задания, точность решений, глубина понимания и успешность усвоения — выступает конечным индикатором

баланса между визуальной сложностью интерфейса и когнитивной нагрузкой. Таким образом, модель «визуальная сложность → когнитивная нагрузка → результативность» описывает причинно-следственную цепочку, в которой структура интерфейса обуславливает уровень когнитивной нагрузки, а та, в свою очередь, определяет качество учебной деятельности. Эта модель позволяет обосновывать требования к проектированию дизайна цифровых ресурсов с позиции когнитивной эргономики и обеспечивает методологическую основу для оценки эффективности визуальных решений.

### Заключение

В исследовании были рассмотрены и предложены критерии оценки визуальной сложности экранных страниц цифровых образовательных ресурсов: количественная насыщенность; структурная организация; цветовая и графическая сложность; семантическая насыщенность; динамические характеристики. Для оценивания когнитивной нагрузки пользователя цифрового ресурса выбраны четыре критерия: когнитивные

характеристики; языковые показатели; поведенческие индикаторы; педагогическая интерпретация. Очевидно, что визуальная сложность интерфейса напрямую влияет на когнитивную нагрузку обучающихся. К примеру, увеличение количества элементов, смысловой плотности, цветовых вариаций и динамических компонентов приводит к росту внешней когнитивной нагрузки, снижению скорости поиска информации и увеличению вероятности ошибок. В условиях билингвального обучения когнитивная нагрузка приобретает комплексный характер, объединяя предметную языковую обработку информации. Высокий уровень владения вторым языком снижает нагрузку на рабочую память, тогда как частое кодовое переключение повышает языковую сложность и развивает когнитивную гибкость.

Проведённый анализ позволил обосновать критерии и факторы качества дизайна экранного интерфейса и связать их с показателями визуальной сложности и когнитивной нагрузки. Разработанные критерии оценки позволяют проводить сопоставимый анализ качества интерфейсов и создавать дизайнерские решения, соответствующие когнитивным возможностям обучающихся. Представленная модель и методы оценки создают методологическую основу для научно обоснованного проектирования цифровых образовательных интерфейсов, оптимизированных для восприятия и эффективности усвоения учебного материала.

Результаты исследования подтверждают необходимость системной диагностики визуальной сложности и когнитивной нагрузки при проектировании образовательных интерфейсов, особенно для целей билингвального обучения.

## Литература

1. Rosenholtz R., Li Y., Nakano L. Measuring visual clutter [Электрон. ресурс] // *Journal of Vision*. 2007. Т. 7. № 2. С. 1–22. Режим доступа: <https://academic.oup.com/book/>.
2. Бакаев М.А., Разумникова О.М. Возрастные особенности восприятия эстетичности и визуальной сложности графических интерфейсов // *Известия Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии*. 2021. № 4. С. 267–293. DOI: 10.31857/S0235009221040028.
3. Киреев М. Когнитивная нагрузка в образовательных интерфейсах [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.b17.ru/article/528740/>.
4. Li Z., Wang H., Chen Y., Liu J. Influence of interface complexity on cognitive load and task performance in digital environments // *Computers in Human Behavior*. 2023. Т. 145. DOI: 10.1016/j.chb.2023.107710.
5. Toker D., Gray K., Watson J. Effects of interface visual noise on attention and cognitive load // *International Journal of Human–Computer Interaction*. 2021. Т. 37. № 12. С. 1103–1117. DOI: 10.1080/10447318.2021.1919284.
6. Меженко Ю.С. Структурно-логические схемы и их использование в образовательных системах. СПб.: Питер, 2009. 184 с.
7. Роберт И.В., Беспалько В. П. Структуры образовательных ресурсов и учебной информации. М.: ВАК, 2011. 210 с.
8. Извозчикова В. А., Худякова Л. Г., Салмина Н. Г. Эргономика визуальных интерфейсов: цвет и графика. М.: Эдиториал, 2012. 224 с.
9. Zhang P., von Dran G. M. The aesthetic–usability effect: How visual design influences cognitive load and decision accuracy // *International Journal of Human–Computer Studies*. 2022. Т. 162. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2022.102810.
10. Лифшиц М. А., Штейнберг В. Э., Хуторской А. В. Семантическая насыщенность образовательного материала. М.: Просвещение, 2011. 198 с.
11. Li Z., Wang H., Chen Y., Liu J. Influence of interface complexity on cognitive load and task performance in digital environments // *Computers in Human Behavior*. 2023. Т. 145. DOI: 10.1016/j.chb.2023.107710.
12. Sweller J. Cognitive load theory // *Psychology of Learning and Motivation*. 2011. Т. 55. С. 37–76. DOI: 10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8.
13. Han B., Wei J., Filippi R. Bilingualism and cognitive load in educational settings: Differential effects of language proficiency // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2025. Т. 241. С. 105495. DOI: 10.1016/j.jecp.2024.105495.
14. Corpas Ortiz N., López Rodríguez S. Cognitive benefits of early bilingualism // *Porta Linguarum: International Journal of Foreign Language Teaching and Learning*. 2025. № 44. С. 1–13. DOI: 10.30827/portalin.vi44.31898.
15. Tyborowska K., Wimmer H., Heim S. Early bilingual experience and cognitive flexibility in children // *Cognitive Development*. 2024. Т. 66. С. 101230. DOI: 10.1016/j.cogdev.2023.101230.
16. Han W., Wei M., Filippi R. Bilingualism and cognitive load: Interactions of language proficiency and task complexity // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2025. Т. 51. № 4. С. 845–864. DOI: 10.1037/xlm0001234.
17. Grundy J.G. Cognitive control and bilingualism: Advantages in task switching and inhibition // *Cognitive Psychology*. 2020. Т. 121. С. 101–135. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2020.101321.
18. Bialystok E., Craik F. I. M. Cognitive effects of bilingualism: how bilingual experience shapes cognition // *Annual Review of Linguistics*. 2017. Т. 3. P. 31–51. DOI: 10.1146/annurev-linguistics-011516-034208.
19. Oppenheim G.M., Dell G.S., Kuperman V. Cognitive load and language processing in bilinguals // *Cognitive Science*. 2020. Т. 44. № 7. С. 1–25. DOI: 10.1111/cogs.12900.
20. Куулар Д.О. Необходимость и возможность билингвального обучения информатике в вузах республики Тыва // *Открытое образование*. 2025. № 29(3). С. 42–50. DOI: 10.21686/1818-4243-2025-3-42-50.
21. Пак Н.И. Ментальный подход к цифровой трансформации образования // *Открытое образование*. 2021. № 25(5). С. 4–14. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-5-4-14.
22. Green C., Li J. Strategies for adaptive learning and cognitive load optimization // *Educational Psychology Review*. 2014. Т. 26. № 3. С. 317–340. DOI: 10.1007/s10648-014-9274-0.
23. Бархатова Д.А., Пак Н.И. Структурно-ментальный подход к составлению учебных вопросов // *Проблемы современной педагогики*. 2024. Т. 39. № 6. С. 5–12. DOI: 10.32517/02340453\_2024\_39\_6\_5\_12.
24. Никитина Л.В. Обучение школьников программированию на основе вопросно-задачного подхода / Научный руководитель Д.А. Бархатова. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2021. 1195–1197 с.

## References

1. Rosenholtz R., Li Y., Nakano L. Measuring visual clutter [Internet]. *Journal of Vision*. 2007; 7; 2: 1–22. Available from: <https://academic.oup.com/book/>.
2. Bakayev M.A., Razumnikova O.M. Age-Related Features of Perception of Aesthetics and Visual Complexity of Graphical Interfaces. *Izvestiya Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Informatsionnyye tekhnologii = Bulletin of the Novosibirsk State University. Series: Information Technologies*. 2021; 4: 267–293. DOI: 10.31857/S0235009221040028. (In Russ.)
3. Kireyev M. Kognitivnaya nagruzka v obrazovatel'nykh interfeysakh = Cognitive Load in Educational Interfaces [Internet]. Available from: <https://www.b17.ru/article/528740/>. (In Russ.)
4. Li Z., Wang H., Chen Y., Liu J. Influence of interface complexity on cognitive load and task performance in digital environments. *Computers in Human Behavior*. 2023; 145. DOI: 10.1016/j.chb.2023.107710.
5. Toker D., Gray K., Watson J. Effects of interface visual noise on attention and cognitive load. *International Journal of Human–Computer Interaction*. 2021; 37; 12: 1103–1117. DOI: 10.1080/10447318.2021.1919284.
6. Mezhenko Yu.S. Strukturno-logicheskiye skhemy i ikh ispol'zovaniye v obrazovatel'nykh sistemakh = Structural and logical schemes and their use in educational systems. Saint Petersburg: Piter; 2009. 184 p. (In Russ.)
7. Robert I.V., Bepal'ko V.P. Struktury obrazovatel'nykh resursov i uchebnoy informatsii = Structures of educational resources and educational information. Moscow: VAK; 2011. 210 p. (In Russ.)
8. Izvozchikova V.A., Khudyakova L.G., Salmina N.G. Ergonomika vizual'nykh interfeysov: tsvet i grafika = Ergonomics of visual interfaces: color and graphics. Moscow: Editorial; 2012. 224 p. (In Russ.)
9. Zhang P., von Dran G. M. The aesthetic–usability effect: How visual design influences cognitive load and decision accuracy. *International Journal of Human–Computer Studies*. 2022; 162. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2022.102810.
10. Lifshits M.A., Shteynberg V.E., Khutorskoy A.V. Semanticheskaya nasyshchennost' obrazovatel'nogo materiala = Semantic richness of educational material. Moscow: Prosveshcheniye publishers; 2011. 198 p. (In Russ.)
11. Li Z., Wang H., Chen Y., Liu J. Influence of interface complexity on cognitive load and task performance in digital environments. *Computers in Human Behavior*. 2023; 145. DOI: 10.1016/j.chb.2023.107710.
12. Sweller J. Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*. 2011; 55: 37–76. DOI: 10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8.
13. Han B., Wei J., Filippi R. Bilingualism and cognitive load in educational settings: Differential effects of language proficiency. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2025; 241: 105495. DOI: 10.1016/j.jecp.2024.105495.
14. Corpas Ortiz N., López Rodríguez S. Cognitive benefits of early bilingualism. *Porta Linguarum: International Journal of Foreign Language Teaching and Learning*. 2025; 44: 1–13. DOI: 10.30827/portalin.vi44.31898.
15. Tyborowska K., Wimmer H., Heim S. Early bilingual experience and cognitive flexibility in children. *Cognitive Development*. 2024; 66: 101230. DOI: 10.1016/j.cogdev.2023.101230.
16. Han W., Wei M., Filippi R. Bilingualism and cognitive load: Interactions of language proficiency and task complexity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2025; 51; 4: 845–864. DOI: 10.1037/xlm0001234.
17. Grundy J.G. Cognitive control and bilingualism: Advantages in task switching and inhibition. *Cognitive Psychology*. 2020; 121: 101–135. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2020.101321.
18. Bialystok E., Craik F.I.M. Cognitive effects of bilingualism: how bilingual experience shapes cognition. *Annual Review of Linguistics*. 2017; 3: 31–51. DOI: 10.1146/annurev-linguistics-011516-034208.
19. Oppenheim G.M., Dell G.S., Kuperman V. Cognitive load and language processing in bilinguals. *Cognitive Science*. 2020; 44; 7: 1–25. DOI: 10.1111/cogs.12900.
20. Kuular D.O. The need and possibility of bilingual computer science education in universities of the Republic of Tyva. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2025; 29(3): 42–50. DOI: 10.21686/1818-4243-2025-3-42-50. (In Russ.)
21. Pak N.I. Mental approach to the digital transformation of education. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2021; 25(5): 4–14. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-5-4-14. (In Russ.)
22. Green C., Li J. Strategies for adaptive learning and cognitive load optimization. *Educational Psychology Review*. 2014; 26; 3: 317–340. DOI: 10.1007/s10648-014-9274-0.
23. Barkhatova D.A., Pak N.I. Structural-mental approach to compiling educational questions. *Problemy sovremennoy pedagogiki = Problems of modern pedagogy*. 2024; 39; 6: 5–12. DOI: 10.32517/0234\_0453\_2024\_39\_6\_5\_12. (In Russ.)
24. Nikitina L.V. Obuchenkiye shkol'nikov programirovaniyu na osnove voprosno-zadachnogo podkhoda = Teaching schoolchildren programming based on a question-and-task approach / Supervisor D. A. Barkhatova. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafieva, 2021. 1195–1197 p. (In Russ.)

**Сведения об авторах**

***Николай Инсебович Пак***

*Д.п.к., профессор*

*Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,*

*Красноярск, Россия*

*Эл. почта: nik@kspu.ru*

***Ондар Ай-Кыс Мерген-уруу***

*Преподаватель кафедры информатики*

*Тувинский государственный университет,*

*Кызыл, Россия*

**Information about the authors**

***Nikolay I. Pak***

*Dr Sci. (Pedagogical), Professor*

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev,*

*Krasnoyarsk, Russia*

*E-mail: nik@kspu.ru*

***Ondar Ai-Kys Mergen-uruu***

*Lecturer, Department of Computer Science*

*Tuva State University,*

*Kyzyl, Russia*