

**Ю.А. Еделева,
НГЛУ им. Н.А. Добролюбова;
В.А. Демарева,
ННГУ им. Н.И. Лобачевского**

КОГНИТИВНАЯ НАГРУЗКА И СПОСОБЫ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ОБРАБОТКИ ЯЗЫКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Взаимодействие в информационной среде определяется необходимостью постоянного обмена информацией, осуществляемого посредством языкового и неязыкового кода. Для оптимальной организации воспринимаемой информации особое значение приобретает феномен когнитивной нагрузки. В статье рассматривается когнитивная нагрузка как неотъемлемая психологическая величина информационной среды, а также приведен обзор способов ее измерения с использованием лингвистических средств.

Ключевые слова: когнитивная нагрузка, окуломоторные характеристики, психофизиологические характеристики, субъективная сложность, оперативная память.

**Y.A. Edeleva,
Nizhny Novgorod State Linguistics University;
V.A. Demareva,
Nizhny Novgorod State Lobachevsky University**

COGNITIVE LOAD AND ITS LANGUAGE-MEDIATED EXPERIMENTAL METRICS

Successful functioning in the information society implies constant exchange of information via verbal or non-verbal means. In order to optimally organise the information to be processed, cognitive load has to be given particular consideration. The contribution discusses cognitive load as an indispensable attribute in an informationally dense environment. Additionally, we provide an overview of selected language-mediated experimental paradigms and corresponding behavioral and psychophysiological metrics that are used to estimate cognitive load.

Keywords: cognitive load, eye-tracking parameters, psychophysiological characteristics, subjective difficulty, working memory.

Работа с информацией является неотъемлемой составляющей взаимодействия в информационном мире. В этой связи в когнитивной психологии широко обсуждается вопрос об оптимальной подаче и организации воспринимаемой информации. Попадая в оперативную память, информация трансформируется в ментальные образы или схемы, которые впоследствии сохраняются в долговременной памяти. Начиная с 1980-х годов разрабатываются модели когнитивной нагрузки [1], которая может оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на эффективность обработки информации, задействуя ресурс оперативной памяти. В отличие от долговременной памяти, ресурс которой традиционно считается неограниченным, разрешающую способность оперативной памяти ограничивают «числом Миллера», эквивалентным 7 ± 2 единицам в единицу времени. Еще одной составляющей, определяющей эффективность обработки информации и, как следствие, полноту и стабильность возникающих когнитивных образов или схем, является так называемая «глубина обработки» (depth of processing) – термин, предложенный Craik и Lockhart [2] в 1972 году. При этом под глубиной понимается уровень обработки визуально или аудиально предъявленного стимула.

По мере распространения и использования в смежных областях исследований термин «когнитивная нагрузка» (cognitive load) приобрел несколько эквивалентов, таких как «когнитивное усилие» (cognitive effort) или «степень задействования когнитивных ресурсов для обработки информации» (processing load). Классический термин «когнитивная нагрузка» соотносят прежде всего с исследованием внутренних и внешних факторов, влияющих на обработку информации в оперативной памяти и формирование когнитивных образов или схем. Так, например, в процессе чтения читатель реконструирует ментальную модель текста. На ее основе осуществляется понимание прочитанного. Целостность ментальной модели определяется особенностями как самого текста, так и читателя. К первым относятся «объективные» факторы, такие как лексическое наполнение текста, его синтаксическая и пропозиционная сложность, жанровая принадлежность. Последние связаны с характеристиками самого читателя. Например, читает ли он на родном или на иностранном языке, насколько знаком с темой текста, каким опытом чтения обладает. В современном контексте активно разрабатываются методы определения индивидуальной когнитивной нагрузки. Например, в исследовании В.А. Демаревой и Ю.А. Еделева [3] приводятся параметры движения взора при чтении англоязычных текстов носителями русского языка с разным уровнем владения английским языком. Текстовые стимулы, предъявляемые респондентам, не отличались, а также они обладали сравнимым уровнем владения родным языком. Авторы

приходят к заключению о том, что различия в количестве и длине фиксации, а также в длине саккад являются показателем так называемой субъективной сложности работы с текстом. В то же время не исключается, что субъективная сложность может также иметь влияние собственно текстовых факторов. Среди прочих в работе В.А. Демаревой и Ю.А. Еделева [4] рассматривается такой фактор, как информационная плотность текста. Информативными могут быть как визуальная, так и информационная плотность. Визуальная плотность – это количество визуальной информации, приходящейся на единицу текста. Информационная плотность представляет собой количество информации на слово, в зависимости от целей исследования и контекста. Информационная плотность может использоваться, например, для определения различий между языками (ср. немецкий и английский). Буквы, буквенные комбинации и морфемы имеют разную информационную плотность. Например, отдельные буквы или буквенные комбинации английского языка внутри слова зачастую не являются синтаксически информативными (за исключением однобуквенных местоимений, артиклей или флексии). В то же время русский язык имеет достаточно прозрачную систему звуко-буквенных сочетаний и богатую инфлексивную парадигму. Буквы и буквосочетания в большинстве случаев семантически и синтаксически информативны. Таким образом, слова одинаковой длины в русском и английском языках могут иметь разницу в информационной плотности. При этом визуальная плотность влияет на длину саккад вперед, а информационная плотность влияет на длительность фиксации в кросс-лингвистическом аспекте, обусловленную относительной полезностью распределения и удержания внимания на определенных элементах входного материала. В то же время другими авторами отмечается, что типичные глазодвигательные показатели, которые традиционно соотносятся с когнитивной нагрузкой (средняя длительность фиксации и амплитуда саккад), могут иметь низкую валидность в нелабораторных экспериментальных условиях [5]. Подчеркивается необходимость разработки методологического инструментария для комплексного анализа фиксации и характеристик саккад. К таковым относят анализ и моделирование траекторий движений глаз, анализ временных серий и мультифрактальный анализ [5]. Помимо глазомоторных показателей для изучения когнитивной нагрузки используются и другие психофизиологические параметры, такие как вегетативные показатели вариабельности ритма сердца (ВРС) [6] или определенные диапазоны электроэнцефалографии [7]. В оценке когнитивной нагрузки в деятельности синхронных переводчиков также оценивается их речевое поведение и жестикация [8]. При анализе речевого поведения в условиях когнитивной нагрузки наблюдаются сопутствующие вербальные

(ошибки на разных уровнях языковой системы, оговорки, фальстарты и др.) [8] и невербальные реакции [9]. Например, при синхронном переводе научно-популярной лекции отмечается преобладание жестов-адаптеров, связываемых со стрессом и установлением контроля за ментальной деятельностью.

К классическим методам индуцирования когнитивной нагрузки относят тип заданий с общим названием «семантическая вербальная беглость» (verbal fluency tests). Респондентам предлагается в определенный промежуток времени назвать как можно больше слов, принадлежащих к определенной семантической (фрукты, овощи, животные и др.) категории или начинающихся на определенный звук (фонематическая вербальная беглость). Распространенным так же является тест Амтхауэра, где респондентам предлагается устное решение 20 арифметических задач в течение 10 минут. При этом при изучении вегетативного обеспечения когнитивной нагрузки была выявлена разнонаправленность корреляционных взаимоотношений между симпатическими и парасимпатическими отделами вегетативной нервной системы в зависимости от типа выполняемого задания [6]. Необходимо также упомянуть тест Стернберга [10], где респондентам предлагается запомнить ряд случайных элементов (числа, буквы, слова, звуки, лица), предъявляемый им в течение 1-2 секунд. Далее следует контрольный элемент и респонденту необходимо решить, находился ли он в ранее предложенной к запоминанию последовательности. Респондентам так же необходимо воспроизвести запомненную последовательность вслух. Индивидуальная когнитивная нагрузка при этом определяется предельным размером последовательности для запоминания в зависимости от увеличения количества ошибок и времени реакции. При этом было выявлено, что задание с 8-10 элементами является критическим с точки зрения когнитивной нагрузки [11]. Операционализация когнитивной нагрузки как снижение темпа и точности/качества выполнения определенных заданий имеет несомненный потенциал для развития инструментальных алгоритмов, обеспечивающих сбор необходимой информации для оценки психофизиологического состояния человека в различных контекстах работы с информацией, что является важной предпосылкой их оптимизации.

Список литературы:

1. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning // *Cognitive Science*. 1988. V.12. № 2. С.257-285.
2. Craik F.I., Lockhart R.S. Levels of processing. A framework for memory research // *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1972. V.11. N.6. С. 671-684.

3. Demareva V., Edeleva Y. Eye-tracking based L2 detection: Universal and specific eye movement patterns in L1 and L2 reading // *Procedia Computer Science. Postproceedings of the 10th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2019*. 2020. С. 673-676.

4. Demareva V.A., Edeleva Y.A. Is information density a reliable universal predictor of eye movement patterns in silent reading? // *Studies in Computational Intelligence*. 2020. V. 856. С. 89-94.

5. Величковский Б.Б. Новые глазодвигательные методы оценки когнитивной нагрузки // *Вопросы психологии*. 2021. № 1. С. 119-129.

6. Арчибасова Е.А., Куликов В.Ю., Воевода М.И. Особенности регуляции variability ритма сердца при различных вариантах когнитивной нагрузки у студентов // *Сибирский медицинский вестник*. 2021. № 1. С. 57-67.

7. Антропова Л.К., Куликов В.Ю. Семантическая вербальная беглость: особенности ЭЭГ-показателей при когнитивной нагрузке у студентов // *Вестник психофизиологии*. 2018. № 3. С. 100-107.

8. Томская М.В. Речевое поведение переводчика-синхрониста при когнитивной нагрузке // *Наука без границ: синергия теорий, методов и практик*. 2020. С. 306-308.

9. Ирисханова О.К., Петров А.А., Маковеева А.И., Леонтьева А.В. Когнитивная нагрузка в условиях синхронного перевода: опыт полимодального анализа // *Когнитивные исследования языка*. 2019. № 38. С. 100-116.

10. Sternberg S. Memory scanning: New findings and current controversies // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1975. V.27. № 1. С. 1-32.

11. Горюшко С.М., Самочадин А.В. Средства оценки уровня когнитивной нагрузки в процессе обучения // *Компьютерные инструменты в образовании*. 2018. № 4. С. 35-44.