

ВИДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА СОСТОЯНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Работа за компьютером, будь то взаимодействие с конкретным приложением или просто с графической оболочкой, задействует ряд естественных процессов организма. В ходе решения задачи пользователь обращается к собственной памяти и размышляет (когнитивные процессы), смотрит на экран (визуальный процесс), нажимает клавиши клавиатуры и перемещает по экрану указатель каким-либо устройством-манипулятором (моторные процессы). Соответственно, испытываемые в ходе работы нагрузки делятся на когнитивные, визуальные и моторные. Очевидно, что эти виды нагрузок задействуют неодинаковое количество ментальных ресурсов: когнитивная – максимальное количество, а моторная – минимальное. Моторная нагрузка, вызываемая конкретным интерфейсом, может быть рассчитана по закону Фиттса [1]. С одной стороны, ее целесообразно минимизировать, чтобы меньше отвлекать пользователя от решения задачи; но, с другой стороны, оптимальным может оказаться компромиссное решение, снижающее более затратные в ментальном плане виды нагрузки за счет нескольких дополнительных типовых действий (перемещений указателя мыши или кликов). Визуальная нагрузка может служить аналогичной цели: например целевым образом уменьшает когнитивную нагрузку на пользователя (не нужно помнить все возможности), сокращая тем самым время обучения, концепция интерфейса WIMP (window, icon, menu, pointing device – окно, значок, меню, манипулятор), в рамках которой доступные пользователю команды собраны в меню и управляются курсором мыши.

Изначально термин «когнитивная нагрузка» введен в когнитивной психологии для иллюстрации нагрузки, связанной с исполнительным контролем кратковременной памяти человека. Во время усвоения сложной информации массив данных и взаимодействий, которые должны быть обработаны одновременно, могут либо недогружать, либо перегружать конечный объем рабочей (кратковременной) памяти пользователя, и в последнем случае имеющееся содержимое должно быть обработано перед тем, как можно будет продолжить осмысленное обучение [2].

Процесс обучения более эффективен, когда опирается на ранее известную информацию (т.н. «существующие схемы»). Чем больше информации человек должен освоить за короткий промежуток времени, тем сложнее обработать эту информацию в рабочей памяти. Еще один аспект теории когнитивной нагрузки касается понимания того, сколько дискретных фрагментов информации может быть сохранено в кратковременную память до того, как произойдет потеря информации. В эргономике интерфейса этот принцип известен как «кошелек Миллера», согласно которому человек комфортно ориентируется не более чем среди семи однотипных объектов (например, элементов панели) [1].

Разновидности когнитивной нагрузки

Согласно ее автору (Дж. Свеллеру), теория когнитивной нагрузки задумана как набор руководящих принципов, предназначенных помочь в представлении информации так, чтобы повысить производительность мысленных процессов обучаемых [3]. Разработки Свеллера применяют аспекты теории обработки информации, чтобы подчеркнуть ограничения, присущие рабочей памяти. «Схемы», упоминавшиеся ранее, принимаются как единица анализа для разработки учебных материалов.

Теория когнитивной нагрузки предоставляет основной каркас для создателей учебных материалов, который позволяет контролировать условия обучения в пределах заданной среды. В частности, она предоставляет эмпирически-основанные руководящие принципы, которые помогают перенаправлять внимание обучающегося на сведения, относящиеся непосредственно к предмету изучения. Выделяются три типа когнитивной нагрузки:

- *Неотъемлемая когнитивная нагрузка* (intrinsic cognitive load) – неизбежный уровень сложности, связанный с изучаемым материалом. Любому обучению присуща определенная неотъемлемая сложность. Эта неизбежная сложность не может быть изменена, однако многие схемы могут быть разбиты на отдельные «подсхемы», которые изучаются обособленно, а позднее собираются вместе и описываются как одно целое.

- *Внешняя когнитивная нагрузка* (extraneous cognitive load) создается формой представления учебной информации, и т. о. находится под контролем разработчика учебных материалов. Поскольку когнитивный ресурс является общим и при том ограниченным, дополнительные усилия на обработку внешней нагрузки в общем случае сокращают количество ресурсов, доступных для обработки неотъемлемой когнитивной нагрузки и релевантной нагрузки (т. е. обучения). Таким образом, в особенности когда неотъемлемая и/или релевантная нагрузка высока (т. е. когда проблема является сложной), сведения должны быть представлены таким образом, чтобы сократить внешнюю нагрузку.

- *Релевантная когнитивная нагрузка* (germane cognitive load) – это нагрузка, посвященная обработке, построению и автоматизации схем. Она была впервые описана Свеллером (Sweller), Ван Мерриёнбоером (Van Merriënboer) и Паасом (Paas) в 1998 году. В то время как неотъемлемая когнитивная нагрузка, как правило, считается неизменной (несмотря на то, что могут быть применены методы для управления сложностью, путем сегментации и последовательного изложения материала), и посторонняя и релевантная нагрузка поддаются манипуляции. Предполагается, что постороннюю нагрузку следует ограничивать, а релевантную – стимулировать.

Чендлер и Свеллер представили концепцию внешней когнитивной нагрузки как обобщение результатов шести экспериментов. Большая часть этих экспериментов затрагивали сведения, демонстрирующие эффект расщепления внимания (split attention effect). Они обнаружили, что формат образовательных материалов либо поддерживает, либо ограничивает обучение, и предположили, что различие связано с высшими уровнями когнитивной нагрузки, наложенной форматом преподавания.

До статьи Свеллера, Ван Мерриёнбоера и Пааса 1998-го года, теория когнитивной нагрузки главным образом была сосредоточена на снижении внешней когнитивной нагрузки. После этой статьи исследователи когнитивной нагрузки начали искать пути реконструирования преподавания, чтобы то, что было бы посторонней нагрузкой, теперь было направлено на построение схемы (релевантная нагрузка). Таким образом, важная задача дизайнера информационных материалов – уменьшить внешнюю когнитивную нагрузку и перенаправить внимание обучающихся на когнитивные процессы, непосредственно относящиеся к построению схем.

Высокая когнитивная нагрузка может приводить к ряду ошибок, включая фундаментальную ошибку атрибуции. Понятия когнитивной нагрузки и возбуждения вносят вклад в «перегрузочное» разъяснение социальной фасилитации, т. е. того обстоятельства, что в присутствии аудитории субъекты обычно работают хуже в выполнении субъективно-сложных задач (в то время как они, как правило, успешнее выполняют субъективно-легкие задания).

Перегрузка информацией – одна из причин снижения надежности работы оператора. Защитные механизмы, противодействующие информационной перегрузке, могут приво-

доть, помимо замедления реакции, к пропуску информации, ее ошибочной обработке без последующего необходимого регулирования, пропуску информации в соответствии с некоторой схемой приоритета [4]. Однако в отличие от процесса обучения, при анализе профессиональной деятельности в диапазоне напряженности можно выделить оптимальную зону, а также зоны недогрузки и перегрузки, в которых наблюдается снижение эффективности деятельности человека [5]. В ряде случаев слабая помеха положительно воздействует на эффективность оператора (по сравнению с ее отсутствием). При попадании напряженности в оптимальную зону внешняя нагрузка может играть роль микропауз – промежутков между отдельными операциями, которые создают условия для кратковременного отдыха и препятствуют развитию утомления.

Также следует учитывать, что отдельные индивидуумы отличаются по своей способности обрабатывать информацию. Экспериментально зафиксировано, что индивидуум имеет неизменную способность к обработке информации независимо от рассматриваемой задачи, или точнее, независимо от приемов, которые он использует в решении поставленной задачи (задачи варьировались от запоминания простых списков до списков, дополненных фиксированной константой и простой арифметикой).

Подходы к определению когнитивной нагрузки пользователя

Как уже отмечалось выше, методология когнитивной нагрузки используется при определении автоматизированности (контролируемости) обработки информации. В отличие от автоматизированных процессов, контролируемые процессы предполагают когнитивные усилия. Это означает, что дополнительная когнитивная нагрузка будет ухудшать эффективность именно контролируемых процессов. Соответственно, предполагается, что автоматизированные процессы не будут находиться под влиянием дополнительной когнитивной нагрузки.

Для измерения когнитивной нагрузки предлагается два фундаментально-различных подхода. Паас и Ван Мерриёнбоер разработали в качестве индекса когнитивной нагрузки конструкцию, известную как относительная эффективность условия (*relative condition efficiency*), применяемую исследователями для измерения умственного усилия. Эта конструкция объединяет рейтинги интеллектуального усилия с оценками результативности. Вслед за Паасом и Ван Мерриёнбоером многие исследователи использовали эту и другие подобные конструкции для измерения того, как когнитивная нагрузка связана с изучением и преподаванием.

Эргономический подход пытается найти количественное нейрофизиологическое выражение когнитивной нагрузки с помощью стандартных измерительных инструментов (например, парных измерений сердечного ритма и кровяного давления в качестве показателя умственной и физической нагрузки). Применение подобных показателей может использоваться для определения предельных рабочих нагрузок и установления на их основе допустимых нагрузок.

Список цитированных источников

1. Раскин, Дж. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. – СПб.: Символ-Плюс, 2003. – 272 с.
2. Paas, F. *Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture* / F. Paas, A. Renkel, J. Sweller // *Instructional Science*. – Vol. 32. – № 1-2, January 2004. – P. 1-8.
3. *Cognitive Architecture and Instructional Design* // *Educational Psychology Review*. – Vol. 10. – № 3, September 1998. – P. 251-296.
4. Никифоров, Г.С. Самоконтроль как механизм надежности человека-оператора. – Л.: 1977. – 192 с.
5. Забродин, Ю.М. Методологические проблемы функционального состояния человека-оператора // *Вопросы кибернетики. Психические состояния и эффективность деятельности*. – М.: 1983. – С. 3-25.