

## Выявление когнитивной нагрузки цифровой игры с помощью метода Дельфи

**Ольга Валерьевна Крежевских  
Александра Игоревна Михайлова**

Шадринский государственный педагогический университет,  
Шадринск, Россия

## Identification of the Cognitive Load of a Digital Game Using the Delphi Method

**Olga V. Kryazhevskikh  
Alexandra I. Mikhailova**

Shadrinsk State Pedagogical University,  
Shadrinsk, Russia

**Для цитирования:** Крежевских, О. В., Михайлова, А. И. (2023). Выявление когнитивной нагрузки цифровой игры с помощью метода Дельфи. *Lurian Journal*, 4(3), 56–67. doi: 10.15826/Lurian.2023.4.3.3

**To cite this article:** Kryazhevskikh, O. V., & Mikhailova, A. L. (2023). Identification of the Cognitive Load of a Digital Game Using the Delphi Method. *Lurian Journal*, 4(3), 56–67. doi: 10.15826/Lurian.2023.4.3.3

**Аннотация.** Оценка уровня когнитивной нагрузки является необходимым условием для разработки дизайна учебных материалов, соответствующих познавательным возможностям студентов. Она включает в себя внешнюю когнитивную нагрузку, внутреннюю и генеративную (уместную, актуальную). Когнитивная нагрузка может быть оценена с помощью метода Дельфи как способа получения согласованной экспертной оценки. В связи с этим цель статьи состоит в апробации метода Дельфи для выявления когнитивной нагрузки цифровой игры. В результате исследования были выделены параметры, позволяющие экспертам оценить различные виды когнитивной нагрузки на итоговом третьем туре, получены согласованные оценки по всем вопросам, что говорит о возможности выработки с помощью метода Дельфи согласованного мнения о когнитивной нагрузке, производимой игрой. В статье отмечены дискуссионные

утверждения, которые предлагается учитывать в последующих исследованиях: когнитивная нагрузка, оцениваемая с помощью метода Дельфи, требует высокой степени компетентности экспертной группы, наличия опыта подобной оценки, имеет смысл брать во внимание только оценки экспертов высокого уровня; на последних этапах исследования наблюдалась усталость экспертов, которая снижала объективность оценки.

**Ключевые слова:** когнитивная нагрузка; цифровая игра; метод Дельфи

**Abstract.** Assessment of the level of cognitive load is a prerequisite for the development of educational materials that correspond to the cognitive capabilities of students. It includes external cognitive load, internal and generative (relevant, relevant). Cognitive load can be assessed using the Delphi method as a way to obtain a consistent expert assessment. In this regard, the purpose of the article is to test the Delphi method to identify the cognitive load of a digital game. As a result of the study, parameters were identified that allow experts to assess various types of cognitive load, consistent estimates were obtained on the final third round for all questions, which indicates the possibility of obtaining a consistent opinion using the Delphi method on the cognitive load produced by the game. The article describes the controversial points that are proposed to be taken into account in subsequent studies: the cognitive load assessed using the Delphi method requires a high degree of competence of the expert group, the experience of such an assessment, it makes sense to take into account only the assessments of high-level experts; in the last stages of the study, expert fatigue was observed, which reduced the assessment objectivity.

**Keywords:** cognitive load; digital game; Delphi method

## Введение

Оценка уровня когнитивной нагрузки является необходимым условием для разработки учебных материалов, соответствующих познавательным возможностям студентов и этапу усвоения знаний (первичное формирование, закрепление, систематизация). Усложненные задания, отсутствие отдыха, повышенный уровень когнитивной нагрузки — все это способствует снижению работоспособности и быстрой утомляемости обучающихся (Котова, 2021).

Теория когнитивной нагрузки подразумевает, что негативное воздействие на человеческую память и внимание может влиять на процесс обучения, поэтому оптимальное усвоение материала возможно только при умеренном воздействии на оперативную память учащихся (Сорокина, Буйнов, Шангин, Краснов, Сыромятникова, 2021).

Впервые теорию когнитивной нагрузки рассмотрел Дж. Свеллер в 1988 г. Он утверждал, что визуальная подача материала, а также грамотно согласованный дизайн учебных заданий способствуют снижению когнитивной нагрузки (Sweller, 2010). В соответствии с этой теорией были выделены уровни когнитивной нагрузки: внешняя, внутренняя и уместная.

Внешняя когнитивная нагрузка представляет собой постороннюю информацию, которая отделена от темы учебного материала, но косвенно связана с задачами, решаемыми в ходе профессиональной деятельности (Евенко, Гливенкова, Морозова, 2022). Внутренняя нагрузка зависит от сложности концепции изучаемого материала и уровня подготовленности студента по теме (Белогаш, Мельничук, 2020). Генеративная (уместная, актуальная) когнитивная нагрузка включает в себя ключевые элементы, которые помогают «уложить» материал в долговременную память (схемы, таблицы, инфографики) (Батаева, 2019).

В рамках исследования был разработан геймифицированный цифровой ресурс «Путешествие по истории педагогики» для студентов бакалавриата, обучающихся по образовательной программе «Дошкольное образование» в рамках дисциплины «Развивающая предметно-пространственная среда дошкольной образовательной организации». Выбор дисциплины связан с возможностью представления заданий в наглядной форме, в виде визуализирующих игр. Сама цифровая игра включала фактор времени, уровень сложности заданий, элемент неожиданности, юмор; содержала задания на анализ, сравнение, выбор с учетом широкого контекста, т. е. обучающиеся должны были оперировать знаниями, полученными в том числе помимо дисциплины «Развивающая предметно-пространственная среда дошкольной образовательной организации». Уровень когнитивной нагрузки, производимой цифровой игрой, оценивался экспертной группой по трем видам когнитивной нагрузки: посторонняя (внешняя), основная (внутренняя) и генеративная (актуальная) (Singh & Kalyuga, 2016; Sweller, 1988).

Анализ посторонней (внешней) нагрузки осуществляется с учетом воздействия посторонних факторов на процесс запоминания информации. Например, выявлялось экспертное мнение относительно того, насколько умеренны элементы (образы, звуки и слова), отвлекающие от основного содержания.

Изучение основной (внутренней) когнитивной нагрузки осуществлялось путем анализа предоставленного учебного материала. Оценивалась степень сложности информации для уровня студенческого контингента (Фролова, 2022).

Генеративная (актуальная) нагрузка предполагает рассмотрение того, как изучаемый материал закрепляется, систематизируется, другими словами, «подытоживается» в сознании студентов. К примеру, в процессе прохождения заданий каждый фрагмент посредством анимации демонстрируется в виде инфографических элементов с целью перехода информации в долговременную память. Параллельно с визуалом осуществляется озвучивание пройденных этапов и последующих действий, т. е. присутствует звукоряд (Котова, Писарев, 2022). Выяснялось экспертное мнение относительно того, помогает ли игра сосредоточиться на информации, о которой говорилось преподавателем ранее (Гаврилова, Бажина, Ходченко, Замараева, 2022).

## Методы

Метод Дельфи основан на учете компетентности экспертов в области цифровизации образования, а также расчетах данных относительно оценки когнитивной нагрузки (по 10-балльной шкале) согласно выделенным критериям, в основу которых положена теория о видах когнитивной нагрузки. Организация исследования предполагала участие 17 экспертов, среди которых были студенты старших курсов (18–22 года) и преподаватели в возрастном диапазоне от 25–45 лет. Было проведено три тура, после каждого тура эксперты получали данные, в том числе ответы каждого из экспертов, их аргументы и коэффициент компетентности эксперта, предоставившего тот или иной аргумент. Это позволяло в следующем туре изменить оценку с учетом мнения других экспертов и в итоге получить согласованное экспертное мнение по каждому вопросу.

## Результаты

Первоначально выявлялся коэффициент компетентности эксперта в области цифровизации образования. Согласно рекомендациям, каждый потенциальный эксперт оценивал себя на основании следующих параметров: «теоретический анализ работ, обобщение работ зарубежных авторов, учет работ отечественных авторов, личное знакомство с состоянием дел за рубежом при проектировании аналогичных курсов, производственный опыт и интуиция эксперта» (Рягин, Глушков, Остроухова, 2013).

В связи с целями проведения исследования каждый параметр когнитивной нагрузки был сформулирован как вопрос. К примеру, эксперту предлагалось оценить по 10-балльной шкале такие параметры: «Умеренны ли отвлекающие от основного содержания образы, звуки и слова, которые не являются существенными?», «Помогает ли игра сосредоточиться на информации, в которой мы выделяем важные детали?».

Для выделения согласованной оценки каждому эксперту предлагалось заполнить анкету, оценив параметр когнитивной нагрузки по 10-балльной шкале, и аргументировать свою оценку (*табл. 1*).

Предполагались комментарии к вопросам, определялся коэффициент компетентности эксперта, в последующем доступный для анализа другими экспертами.

В соответствии с методом Дельфи производился расчет средней и средневзвешенной оценки, медианы и интерквартильного размаха в трех турах и предоставляется отчет по каждому предыдущему туру. Способы соответствующих расчетов детально описаны в литературе (Рягин и др., 2013).

Эксперты могли изменить свое мнение после ознакомления с чужими оценками. Результаты по каждому из трех туров представлены в *табл. 2, 3*.

Таблица 1

## Анкета для получения согласованной оценки экспертов по методологии Дельфи

№ п/п	Параметр	Оценка	Аргумент
1	Умеренны ли отвлекающие от основного содержания образы, звуки и слова, которые не являются существенными? (1 — умеренны, 10 — крайне неумеренны)		
2	Помогает ли игра сосредоточиться на информации, в которой мы выделяем важные детали? (1 — максимально помогает, 10 — крайне недостаточно помогает)		
3	Везде ли, где это возможно и целесообразно, присутствуют одновременно визуальные образы и звуковые (повествование)? (1 — везде, 10 — нигде)		
4	Везде ли, где это возможно и целесообразно, имеется размещение ярлыков рядом с тем, что они описывают? (1 — везде, 10 — нигде)		
5	Присутствуют ли конкурирующие образы и звуки (отвлекающие друг от друга)? (1 — не присутствуют, 10 — присутствуют)		
6	Достаточен ли уровень когнитивной нагрузки в игре для закрепления ранее полученных знаний? (1 — достаточен, 10 — крайне недостаточен)		

Таблица 2

## Результаты ответов на вопросы анкеты в трех турах

Эксперт	Вопрос					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
<b>Первый тур</b>						
1	1	1	1	1	1	4
2	1	1	2	1	2	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	2	2	1
5	3	1	3	4	1	1
6	4	2	6	4	6	3
7	1	1	2	1	3	1
8	1	1	1	2	1	1
9	2	1	1	2	1	1
10	2	1	1	1	1	1
11	2	1	3	1	1	1

Продолжение табл. 2

Эксперт	Вопрос					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
12	1	1	1	1	1	1
13	1	2	1	1	2	1
14	1	1	1	1	2	1
15	1	2	1	2	1	2
16	1	1	1	5	2	5
17	1	1	1	1	1	1
Сумма оценок	25	20	28	31	29	27
Средняя оценка	1.47	1.17	1.64	1.82	1.7	1.58
Средневзвешенная оценка	.71	.59	.8	.9	.86	.78
<b>Второй тур</b>						
1	1	1	1	3	1	1
2	2	1	2	1	2	1
3	1	1	1	3	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	3	1	5	7	1	1
6	3	3	6	3	6	2
7	1	2	2	1	3	1
8	1	1	1	4	1	1
9	2	1	1	2	1	1
10	2	1	1	1	2	1
11	2	1	3	2	2	1
12	1	1	1	1	1	2
13	1	2	1	1	2	1
14	1	1	1	1	2	1
15	1	1	2	2	1	1
16	1	1	1	5	2	1
17	1	1	1	1	1	1
Сумма оценок	25	21	31	39	30	19
Средняя оценка	1.47	1.23	1.82	2.29	1.76	1.11
Средневзвешенная оценка	.72	.63	.87	1.14	.9	.55

Окончание табл. 2

Эксперт	Вопрос					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
<b>Третий тур</b>						
1	1	1	1	2	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	2	1	2	1	2	1
4	1	1	1	3	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	2	1	3	2	3	1
7	3	2	6	3	4	1
8	1	2	1	2	2	1
9	1	1	2	3	1	1
10	2	1	1	2	1	1
11	1	1	2	1	2	1
12	1	1	1	2	2	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	2	1	1	1	1
15	1	1	1	1	2	1
16	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
Сумма оценок	22	20	27	28	27	17
Средняя оценка	1.29	1.17	1.58	1.64	1.58	1
Средневзвешенная оценка	.66	.6	.79	.8	.79	.5

Таблица 3

**Расчет медианы и интерквартильного размаха**

Эксперт	Вопрос					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
<b>Первый тур</b>						
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1

Продолжение табл. 3

Эксперт	Вопрос					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	2	2	1
12	1	1	1	2	2	1
13	2	1	2	2	2	1
14	2	1	2	2	2	2
15	2	2	3	4	2	3
16	3	2	3	4	3	4
17	4	2	6	5	6	5
Медиана	1	1	1	1	1	1
Интерквартильный размах	3	.5	2.5	2	2.5	2
<b>Второй тур</b>						
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	2	1	1
10	1	1	1	2	2	1
11	1	1	1	2	2	1
12	1	1	2	3	2	1
13	1	1	2	3	2	1
14	1	1	2	3	2	1
15	2	2	3	4	2	1
16	2	2	5	5	3	2
17	3	3	6	7	6	2

Окончание табл. 3

Эксперт	Вопрос					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Медиана	1	1	1	1.5	1	1
Интерквартильный размах	1	1	2.5	3	2.5	.5
<b>Третий тур</b>						
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	2	1	1
11	1	1	1	2	2	1
12	1	1	1	2	2	1
13	1	1	2	2	2	1
14	2	1	2	2	2	1
15	2	2	2	3	2	1
16	2	2	3	3	3	1
17	3	2	6	3	3	1
Медиана	1	1	1	1	1	1
Интерквартильный размах	1	.5	1	1	1	0

Согласно рекомендациям по применению метода Дельфи, вопрос можно считать решенным, если интерквартильный размах составляет не более двух.

### Дискуссия

В качестве дискуссионных отметим следующие утверждения:

- когнитивная нагрузка, оцениваемая с помощью метода Дельфи, требует высокой степени компетентности экспертной группы, наличия опыта

подобной оценки, имеет смысл брать во внимание только оценки экспертов высокого уровня;

- на последних этапах исследования наблюдалась усталость экспертов, которая снижала объективность оценки.

Следует учитывать, что метод Дельфи лучше использовать в студенческой аудитории: (а) на предварительном этапе, до непосредственного применения игры, для последующего улучшения учебного дизайна цифровой игры; (б) наряду с традиционными способами оценки когнитивной нагрузки, например, совместно с опросником *Cognitive Sensorimotor Loops — CSL* (Leppink, Paas, Van der Vleuten, Van Gog, & Van Merriënboer, 2013).

## Заключение

Согласованные оценки на итоговом третьем туре были получены по всем вопросам, что говорит о возможности выработки с помощью метода Дельфи согласованного мнения о когнитивной нагрузке, производимой цифровой игрой. Таким образом, представляется целесообразным использование данного метода на предварительном этапе для внесения последующих изменений, т. е. до непосредственного применения игры в студенческой аудитории, а также применение его в комплексе с общеизвестными опросниками по когнитивной нагрузке для получения абсолютного вывода относительно когнитивной нагрузки, производимой цифровой игрой.

## Литература

- Батаева, Е. В. (2019). Когнитивные и метакогнитивные способности учащихся второго этапа смарт-образования. *Образование и наука*, 21(4), 36–59. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2019-4-36-59>
- Белогаш, М. А. Мельничук, М. В. (2020). Когнитивные аспекты развития информационно-образовательной среды в высшей школе в эпоху цифровизации. *Российский гуманитарный журнал*, 9(2), 123–132. <https://doi.org/10.15643/libartrus-2020.2.4>
- Гаврилова, Т. А., Бажина, П. С., Ходченко, А. К., Замараева, Я. А. (2022). Маркерная технология дополненной реальности как средство развития геометрической грамотности: эффективность и когнитивная нагрузка. *Перспективы науки и образования*, 6(60), 535–553. <https://doi.org/10.32744/pse.2022.6.32>
- Евенко, Е. В., Гливенкова, О. А., Морозова, О. Н. (2022). Модель смешанного обучения с точки зрения теории когнитивной нагрузки. *Вестник Майкопского государственного технологического университета*, 14(3), 58–65. <https://doi.org/10.47370/2078-1024-2022-14-3-58-65>
- Котова, Е. Е. (2021). Управление когнитивной нагрузкой в интегрированной образовательной среде с учетом фактора визуальной неопределенности. *Материалы IV Международной*

- научной конференции по проблемам управления в технических системах (ПУТС-2021) (с. 205–209). С.-Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ».  
URL: <https://cts.etu.ru/assets/files/2021/cts21/papers/205-209.pdf>
- Котова, Е. Е., Писарев, И. А. (2022). Автоматизированная система анализа когнитивной нагрузки в среде обучения Blended Learning. *Материалы Международной конференции «Проектирование и обеспечение качества информационных процессов и систем»* (с. 145–148). С.-Петербург. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48116538>
- Рягин, Ю. И., Глушков, М. И., Остроухова, Л. А. (2013). Метод Дельфи как инструмент выявления согласованного мнения в современной студенческой среде при решении задач проектирования будущего. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета*, 4–2(183), 228–235.  
URL: [https://engtech.spbstu.ru/userfiles/files/articles/2013/4/32\\_rjagin.pdf](https://engtech.spbstu.ru/userfiles/files/articles/2013/4/32_rjagin.pdf)
- Сорокина, Л. А., Буйнов, Л. Г., Шангин, А. Б., Краснов, А. А., Сыромятникова, Л. И. (2021). Исследование адаптации студентов педагогического вуза к когнитивным нагрузкам в процессе обучения. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки*, 1, 128–132.  
URL: <http://www.nauteh-journal.ru/files/c9b8f392-7af3-4a3b-8a92-302a57a56015>
- Фролова, Н. А. (2022). Теоретические аспекты когнитивной нагрузки студентов с учетом цифрового и онлайн-пространства. *Материалы форума «Наука и практика в медицине»* (с. 128–132). Благовещенск. [https://doi.org/10.22448/9785604863305\\_128](https://doi.org/10.22448/9785604863305_128)
- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1058–1072. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1>
- Singh, A.-M., & Kalyuga, S. (2016). Enhancing the effectiveness of educational hypermedia. In F.M. Neto, R. de Souza & A. S. Gomes (Eds.), *Handbook of research on 3-D virtual environments and hypermedia for ubiquitous learning* (pp. 387–409). <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0125-1.ch016>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and Germane. *Educational Psychology Review*, 22, 123–138. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-010-9128-5>

Оригинал статьи получен 12 ноября 2023

Исправленная статья принята 01 декабря 2023

Первая публикация онлайн 11 декабря 2023

#### Об авторах:

**Крежевских Ольга Валерьевна**, ведущий научный сотрудник, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра теории и методики дошкольного и начального образования, Шадринский государственный педагогический университет, Шадринск, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-2227-4702>; [mailolga84@mail.ru](mailto:mailolga84@mail.ru)

**Михайлова Александра Игоревна**, ассистент, кафедра теории и методики дошкольного и начального образования, Шадринский государственный педагогический университет, Шадринск, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-0272-0365>; alexsandra9898@bk.ru

**About the authors:**

**Kryazhevskikh Olga V.**, Leading Researcher, PhD in Pedagogy, Associate Professor, Department of Theory and Methodology of Preschool and Primary Education, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2227-4702>; mailolga84@mail.ru

**Mikhailova Alexandra I.**, Assistant, Department of Theory and Methodology of Preschool and Primary Education, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0272-0365>; alexsandra9898@bk.ru