

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-45-51

## КОГНИТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

С. А. Христочевский<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> *Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия*✉ [schriostochevsky@ipiran.ru](mailto:schriostochevsky@ipiran.ru)

### Аннотация

В статье представлен анализ некоторых возможностей традиционных учебников и электронных образовательных ресурсов (ЭОР). Рассмотрены отсутствующие в настоящее время у ЭОР возможности построения де-факто индивидуальных образовательных траекторий обучающихся при использовании традиционных учебников. Показаны некоторые недостатки электронных образовательных ресурсов, связанные с доминированием видеоряда ЭОР над прочими каналами воздействия на учащихся и с преувеличением роли интерактивности ЭОР при их использовании в учебном процессе. На примере теста Струпа отмечена обязательность интеграции различных медиа, в частности текста и цветового оформления ЭОР. Обращено внимание на эффективность использования образовательных ресурсов в различных образовательных ситуациях.

Многие ошибки разработчиков ЭОР связаны с недостаточным взаимодействием разработчиков и психологов. Создатели ЭОР зачастую некорректно трактуют результаты, полученные психологами. В статье приведены соответствующие примеры, в том числе по использованию мифического числа семь (принципа, что человек может работать одновременно не более чем с семью блоками информации). Не всегда разработчики используют в своей деятельности коммуникативные постулаты Г. П. Грейса, а также теорию когнитивной нагрузки, согласно которой разрабатываемые ЭОР не должны перегружать мозг ученика. В психологии когнитивный ресурс больше связан с аспектами переработки человеком информации. В статье понятие «когнитивный ресурс» распространяется на «внешние» по отношению к человеку ресурсы, в том числе на электронные образовательные ресурсы. Степень когнитивности ресурса характеризует легкость передачи обучаемому необходимой для образовательного процесса информации и восприятия им этой информации.

В статье обращено внимание на необходимость использования современных принципов юзабилити при построении «прозрачных» интерфейсов ЭОР. В результате анализа современных ЭОР предложены рекомендации для разработчиков ЭОР по созданию когнитивных презентационных электронных ресурсов для повышения их эффективности.

**Ключевые слова:** цифровизация образования, электронные образовательные ресурсы, ЭОР, электронные учебные материалы, когнитивные электронные образовательные ресурсы, когнитивные ЭОР.

### Для цитирования:

Христочевский С. А. Когнитивные электронные образовательные ресурсы. *Информатика и образование*. 2022;37(6):45–51. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-45-51

## COGNITIVE E-LEARNING RESOURCES

S. A. Christochevsky<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> *Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*✉ [schriostochevsky@ipiran.ru](mailto:schriostochevsky@ipiran.ru)

### Abstract

The article presents an analysis of some of the possibilities of traditional textbooks and e-learning resources. The possibilities of constructing de facto individual educational trajectories of students using traditional textbooks, which are currently absent in e-learning resources, are considered. Some shortcomings of e-learning resources are shown, related to the dominance of the video sequence in e-learning resources over other channels of influence on students and to the exaggeration of the role of interactivity of e-learning resources when they are used in the educational process. On the example of the Stroop test, the obligatory integration of various media, in particular the text and color design of e-learning resources, was noted. Attention is drawn to the effectiveness of the use of e-learning resources in various educational situations.

Many mistakes of developers of e-learning resources are based on insufficient interaction between developers and psychologists. The creators of e-learning resources often incorrectly interpret the results obtained by psychologists. The article provides relevant examples, including the use of the mythical number seven (the principle that a person can work simultaneously with no more than seven blocks of information). Developers do not always use in their activities the communicative postulates of G. P. Grice, as well as the theory of cognitive load, according to which the developed e-learning resources should not overload the student's brain. In psychology, the cognitive resource is more associated with aspects of human information processing. In the article, the concept of "cognitive resource" extends to resources "external" in relation to a person, including e-learning resources. The degree of cognition of the resource characterizes the ease of transferring to the student the information necessary for the educational process and the perception of this information by him.

Attention is drawn to the need to use modern usability principles when building “transparent” interfaces of e-learning resources. As a result of the analysis of modern e-learning resources, recommendations are proposed for developers of e-learning resources on the creation of cognitive presentational electronic resources to increase their effectiveness.

**Keywords:** digitalization of education, e-learning resources, electronic educational resources, electronic educational materials, cognitive e-learning resources, cognitive electronic educational resources.

**For citation:**

Christochevsky S. A. Cognitive e-learning resources. *Informatics and Education*. 2022;37(6):45–51. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-6-45-51

## 1. Введение

В последнее время в России все большее внимание уделяется цифровизации образования. Если ранее информационно-коммуникационные технологии предлагались для улучшения или даже замены педагогических технологий, то теперь основные усилия исследователей и разработчиков сосредотачиваются на проблемах управления образовательным процессом и на информировании участников этого процесса — как учеников и студентов, так и родителей, администраторов, сотрудников органов управления. А. Ю. Уваров в работе [1] отмечает, что «цифровизация образования = изменение целей, организационных форм и методов учебной работы для достижения желаемых образовательных результатов каждым учащимся». Там же неявно отмечено, что «цифровые технологии и трансформация учебного процесса» во многом определяются качеством электронных образовательных ресурсов (ЭОР). Действительно, непосредственно трансформацию учебного процесса можно обеспечить только благодаря разработке и использованию высококачественных ЭОР.

В то же время появляется все больше материалов о тех опасностях, которые несет цифровое образование. Например, этой теме посвящена статья А. В. Шнайдера [2], также в интернете уже без авторства (с названиями типа «Топ 15 ловушек цифрового образования») есть множество текстов, видеороликов и т. п., в которых критикуется переход к цифровизации образования. Развернувшееся в Сети и на страницах печатных изданий обсуждение свидетельствует о том, что необходимо очень внимательно относиться к предлагаемым целям цифровизации и способам их достижения.

## 2. Понятие когнитивного ресурса

Некоторое время тому назад в России качество и эффективность электронного ресурса определялись степенью его мультимедийности и интерактивности. В книге А. В. Осина [3] утверждалось, что «рассматривать эффективность использования новых педагогических инструментов имеет смысл, исходя из уровня интерактивности, как базового инструмента компьютерных технологий обучения». Думается, здесь произошла подмена цели повышения эффективности современного образования на базе информационно-коммуникационных технологий целью повышения интерактивности мультимедийных ресурсов. Степень интерактивности и мультимедий-

ности не может быть основным мерилем качества электронных образовательных ресурсов. И в подобных рассуждениях видится попытка представителей технологической стороны выдвинуть на первое место доступные им измерения некоторых характеристик ЭОР. Мы же считаем, что *качество электронного образовательного ресурса должно определяться прежде всего степенью его когнитивности*.

Понятие **когнитивного ресурса** было введено психологом В. Н. Дружининым [4], а затем развито его учениками А. Н. Ворониным, Н. Б. Горюновой [5]. В психологии это понятие связывается в основном с аспектами переработки человеком информации. Но точно так же понятие когнитивного ресурса можно распространить и на «внешние» для человека образовательные ресурсы, в том числе на электронные образовательные ресурсы. Такие когнитивные ресурсы, в свою очередь, могут состоять из множества связанных когнитивных элементов, интегрированных в единое целое, необходимое для корректного восприятия образовательной информации [6]. Каждый элемент должен обладать свойствами когнитивности и при этом быть ориентированным на общую задачу, для которой и создается такой ресурс. Степень когнитивности ресурса характеризует легкость передачи обучаемому необходимой для образовательного процесса информации и восприятия им этой информации. Хотя, конечно, измерить степень когнитивности ресурса пока затруднительно.

## 3. Особенности традиционных средств обучения

Рассмотрим образовательные средства, предназначенные для презентации учебного материала.

Далеко не всегда традиционные средства обучения намного хуже электронных. Обычный учебник использовался и используется в образовании много лет. Современные же разработчики учебных материалов провозглашают, как правило, в качестве одной из основных задач информатизации образования замену традиционного печатного учебника — как малоэффективного — на электронный. Но у обычного учебного текста есть очень много достоинств и далеко не все из них присущи существующим мультимедийным ресурсам (что, собственно, подтверждают десятки тысяч студентов, успешно закончивших высшие учебные заведения на протяжении многих лет).

Так, учебный текст дает возможность быстро вернуться к началу абзаца для повторения непонятого учеником учебного материала (в мультимедийных

ресурсах некоторым аналогом является включение механизма контрольных точек или стоп-кадров). В обычном тексте (в его электронной форме) очень быстро можно найти требуемый отрывок с помощью поискового механизма, что не всегда возможно в видеороликах. Поэтому, в частности, так непопулярны видеоролики или аудиоматериалы длительностью более пяти минут. Можно также заметить, что подавляющее большинство людей не стремятся использовать голосовые сообщения в различных мессенджерах, они предпочитают текстовые сообщения.

Текст обеспечивает реальную индивидуальную траекторию по восприятию учебного материала для любого ученика, поскольку ученик (студент) читает текст в том темпе, который подходит именно ему, может сделать паузу после любого предложения и т. д. В электронных ресурсах настроить темп подачи учебного материала в соответствии с особенностями конкретного ученика довольно затруднительно, приходится настраиваться на некоторый средний уровень воображаемого ученика. При этом индивидуализировать образовательную траекторию удастся только с помощью заранее запланированных уровней сложности изложения учебного материала и проверки его усвоения.

#### 4. Особенности мультимедийных средств обучения

Известно, что в мультимедийных ресурсах центральную роль играет видеоряд, который и является основным источником информации для большинства учеников. Но к этому видеоряду должны быть предъявлены высокие требования. Известный радиоведущий В. В. Татарский, отказавшись от предложения перенести его передачу «Встреча с песней» на телевидение, так объяснил свой отказ: «Это чисто радионная передача, потому что телевидение навязывает зрителям свой видеоряд. Она лишает его собственных аналогий, размышлений, ассоциаций по этому поводу, о чем говорится в письме или песне» [7]. Это сказано об опасностях переноса в мультимедийный формат всего лишь аудиоинформации, для которой характерны: текстовая (смысловая) составляющая, интонационные особенности для восприятия текста, музыкальное произведение, которое оказывается связано с тем или иным эпизодом жизни. В. В. Татарский оценил трудность, а может быть, и невозможность быстрого подбора эффективного видеоряда для передачи, которая была востребована слушателями на протяжении многих лет и перестала существовать только со смертью ведущего.

В качестве наглядного примера можно отметить, что, например, чтение «Войны и мира» Л. Н. Толстого невозможно заменить только просмотром фильма с тем же названием. В каждом таком фильме (а их около десятка) представлена позиция режиссера фильма, которая не полностью совпадает с тем, что задумал автор романа. Позиция сценариста и режиссера подавляет наше восприятие тем видеоря-

дом, который они «придумали», а реализовать его им помогли прекрасные актеры. А есть еще опера, драматические постановки... В каждом таком варианте впечатления зрителей будут существенно различаться. Нечто аналогичное происходит при замене традиционного печатного учебника его электронным вариантом. Мы заранее не всегда можем оценить эффективность замены печатного варианта электронным.

При этом каждая медийная составляющая невольно может навязывать свое восприятие информационного источника, которое не должно разрушать картину целостности информации и уводить в сторону от основной изучаемой проблемы. Чаще всего такими «виновниками» являются художественные украшения образовательных ресурсов, переключающие внимание обучаемого на нечто второстепенное. Можно даже отметить, что, например, размещение текстовой составляющей ресурса на художественном фоне приводит к переключению внимания с контента представленного ресурса на фон.

Однако существует и другая крайность — создатели ЭОР зачастую недооценивают необходимость интеграции традиционного текста и цветового иллюстративного сопровождения. В психологии давно известен тест Дж. Р. Струпа [8], который используется для определения гибкости когнитивного мышления. Так, в одном из вариантов этого теста в таблице были написаны черными чернилами названия цветов, а в другой таблице эти же слова были написаны чернилами, отличными от называемого цвета (см. рис.). Испытуемые должны были прочесть слова, обозначающие цвет, безотносительно цвета чернил.



Рис. Тест Струпа

Fig. The Stroop test

Выяснилось, что испытуемые тратят во втором варианте значительно большее время на чтение. С одной стороны, разница во времени говорит о когнитивных способностях испытуемых, а с другой — о важности правильного цветового оформления электронных образовательных ресурсов.

В работе [9] приведены результаты эксперимента, свидетельствующие о более высоком усвоении базовых предметных навыков при использовании неинтерактивных мультимедийных ресурсов (включающих добавление иллюстративных медиаресурсов

к традиционному тексту) по сравнению с применением интерактивных мультимедийных. При этом при переходе к освоению углубленных навыков интерактивность оказывалась преимуществом.

Таким образом, следует не отвергать технологию использования традиционного текстового учебника с обычными иллюстрациями, а обогащать ее новыми возможностями, которые предоставляют ИКТ, как это отмечено в [1].

## 5. Принципы Г. П. Грайса и теория когнитивной нагрузки

Авторский учебник, электронный ресурс и т. п. предназначены, в основном, для коммуникации/передачи информации от текста или ЭОР к ученику. Процессы такого рода должны соответствовать коммуникативным постулатам Г. П. Грайса [10]:

- 1) *количества* (требование информативности высказывания);
- 2) *качества* (требование истинности);
- 3) *отношения* (соответствие высказывания теме коммуникации);
- 4) *способа* (требование ясности — однозначности, упорядоченности и т. п.).

Вслед за Г. П. Грайсом лингвисты называют это **принципом кооперации**, из которого и вырастает фундаментальный **принцип коммуникативной имплицатуры** (когда информация в сообщении присутствует в контенте в скрытом виде и не всегда выражается в явном) [11]. Конечно, общение и в жизни, и в научной среде нередко отклоняется от постулатов Грайса, но люди в большинстве случаев бессознательно стремятся к их выполнению и интерпретируют сказанное собеседником (или написанное автором) из предположения, что тот также следует постулатам Грайса. В определенной степени эти постулаты находят отражение в психолого-педагогических требованиях к электронным материалам. Но даже в случае печатных изданий учебного характера эти требования выполняются не всегда, что и потребовало введения дополнительного фильтра между авторским текстом учебника и учениками в виде соответствующих психолого-педагогических экспертиз учебников. В случае же электронных образовательных ресурсов, где образовательная информация представляется в текстовом, аудио-, видео-, анимационном форматах, в формате виртуальной и дополненной реальности и в других возможных форматах, объединенных в единое целое, требования ко всем составляющим, а также к интегрированному ресурсу резко возрастают. Соответствующая экспертиза подобных материалов в настоящее время практически отсутствует.

Согласно **теории когнитивной нагрузки**, человек (ученик) может эффективно усваивать и запоминать образовательную информацию только в случае, если она не перегружает его мозг [12]. При этом используется некоторая аналогия с устройством современного компьютера (понятия «рабочая память»,

«долговременная память» и т. д.). Эта теория не раз подвергалась критике за отсутствие четких рекомендаций по определению оптимального объема когнитивной нагрузки для конкретного ученика, по установлению границы, после которой происходит перегрузка мозга учащегося. При этом сама теория выглядит очень привлекательной для разработчиков образовательных ресурсов и способствует появлению ряда рекомендаций и руководств типа «Теория когнитивной нагрузки и педагогический дизайн», в которых есть такие рекомендации, как «будьте проще», «используйте разные техники обучения», «разбейте учебный материал на маленькие порции» [13] и т. п.

## 6. Проблемы взаимодействия разработчиков и психологов

Необходимо отметить, что зачастую общение разработчиков ЭОР и психологов напоминает передачу информации по телефону с большим уровнем помех, не позволяющих однозначно понять собеседника. То, что является важным результатом для психолога, может быть совершенно некорректно понято педагогом или разработчиком. Так, многие годы на основании работы Дж. Миллера 1956 года [14] считалось, что человек может работать одновременно не более чем с семью блоками информации, каждый из которых, в свою очередь, может состоять не более чем из следующих семи блоков, элементов или понятий. Поэтому существовал ряд рекомендаций по конструированию пользовательского интерфейса, которые включали это магическое число семь. Естественно, у многих пользователей возникали вопросы по соответствию этому правилу ряда программных продуктов, например Word или Adobe Photoshop.

Н. Cowan в своей статье [15], через пятьдесят лет после публикации Дж. Миллера, обосновал, что число семь — это некий миф, связанный с не совсем корректной трактовкой результатов экспериментов Дж. Миллера. На самом деле человек чаще всего может работать только с тремя-четырьмя элементами (как в операционных системах разделения памяти и ресурсов), а во многих случаях — только с одним элементом. Для тех, кто занимается педагогическим дизайном, это лишний раз свидетельствует о том, что выводы, сделанные психологами в своих работах по некоторой проблеме при определенных условиях (которые разработчики электронных ресурсов чаще всего не замечают), нельзя переносить механически в свою деятельность. Чаще всего при этом происходит искажение результатов психологов и их применение для несоответствующих условий.

В качестве примера можно процитировать некоторые рекомендации по разработке электронных учебников и электронных образовательных ресурсов из книги [16], в целом весьма полезной:

- объем кратковременной памяти равен  $7 \pm 2$  единицы (несвязных цифр, несвязных слогов или слов);



- продуктивность осмысленного запоминания в 20 раз выше механического.

Первую рекомендацию мы уже рассмотрели выше, теперь о второй рекомендации. Большинство разработчиков трактуют это положение как необходимость создавать осмысленные тексты и осмысленные электронные образовательные ресурсы, хотя термин «осмысленность» каждый понимает по-своему. Психологи данное положение относили к процедуре восприятия информации человеком — информации, которая может быть осмысленной или заменяться зубрежкой. В книге [17], которая, вероятно, и является первоисточником данной информации, сравнивалась всего лишь эффективность запоминания простой информации (рядов «двухсложных слов, состоящих из 12 пар») при различных способах запоминания, и вряд ли это положение можно в полной мере распространять на способ разработки «осмысленного» ресурса. Хотя интуитивно данное положение представляется совершенно корректным.

## 7. Особенности представления презентационной части электронных образовательных ресурсов

Можно отметить, что при создании ЭОР разработчики часто резко увеличивают число иллюстративных материалов (по сравнению с печатным учебником). Действительно, в электронном учебнике можно разместить чрезвычайно большое количество иллюстраций (фото, видео, анимаций, панорам виртуальной реальности и т. п.). При этом объем представленной информации начинает превышать когнитивные возможности мозга человека по эффективному усвоению и запоминанию образовательной информации, в том числе из-за несоответствия постулатам Г. П. Грайса. А еще существенно, что у разных людей могут преобладать различные каналы восприятия информации: аудиальный, визуальный, кинестетический или дискретный. То есть *электронный ресурс* (точнее, серия ресурсов) *должен иметь адаптационные возможности для настройки на определенный канал восприятия учащегося*.

В то же время ЭОР должны иметь минимальное количество всевозможных настроек и управляющих элементов, чтобы внимание ученика не распылялось на эти элементы и он не тратил время на освоение управления электронным ресурсом. Когнитивный электронный образовательный ресурс должен иметь максимально дружелюбный «прозрачный» интерфейс, чтобы основные принципы работы с этим ресурсом были очевидны как для педагога, так и для ученика без дополнительного изучения инструкции или руководства по использованию ресурса. В последние годы эта проблема чаще формулируется в терминах *юзабилити* [18, 19]. Большинство созданных ЭОР предусматривает использование устаревшего интер-

фейса, который зачастую вызывает дополнительные трудности при работе с самим ресурсом. С учетом появления в образовании значительно более мощных компьютеров «все более очевидными становятся недостатки средств взаимодействия человека с компьютером на основе командного и графического интерфейсов. На смену им претендовал речевой, а теперь уже многомодальный интерфейс, который параллельно обрабатывает два или более естественных для человека потока информации, таких как речь, рукописный текст, жесты, движение головы и тела» [20].

Основываясь на рекомендациях, предложенных в работе [21], можно привести некоторые правила для представления презентационной части электронных образовательных ресурсов, которые могут повысить степень когнитивности разрабатываемых ресурсов и, в том числе, снизить число когнитивных искажений [22] при использовании ЭОР:

1. Информация по выбранному курсу в каждом ЭОР должна быть хорошо структурирована и представлять собою законченные фрагменты курса с ограниченным числом новых понятий. Внимание обучаемого должно концентрироваться на опорных моментах. Эта информация должна сопровождаться иллюстративными материалами только в объемах, необходимых для решения поставленных педагогических целей. Можно отметить, что в некоторых случаях схематическое или черно-белое изображение бывает эффективнее цветного.

2. Каждый фрагмент наряду с текстом желательно сопровождать аудио- или видеоинформацией («живые лекции») с длительностью не более пяти минут (это эмпирическая цифра, взятая из практики использования ЭОР). Квалифицированный лектор даст здесь свое понимание изучаемого предмета, расставит необходимые смысловые акценты, которые бывает трудно передать в обычном учебнике. Обязательным элементом интерфейса для «живых лекций» будет линейка прокрутки с контрольными точками, позволяющая повторить часть лекции с любого места.

3. Экран электронного ресурса должен выглядеть привлекательным, но нельзя в качестве фона для текста использовать иллюстративные художественные материалы. «Украшения» образовательных ресурсов не должны переключать внимание обучаемого на второстепенные детали.

4. Видеоинформация или анимация обязательно должны сопровождать разделы, которые трудно понять в обычном изложении. В этом случае затраты времени на изучение раздела для пользователей (учеников) в пять—десять раз меньше по сравнению с традиционным учебником. Некоторые явления вообще невозможно описать человеку, никогда их не видевшему (водопад, огонь, извержение вулкана и т. д.). Видеоклипы позволяют изменять масштаб времени и демонстрировать явления в ускоренной, замедленной или выборочной съемке. Весьма часто при изучении естественных наук оказываются полезными специально подготовленные модели.

5. На иллюстрациях, представляющих сложные модели или устройства, должна быть мгновенная подсказка, появляющаяся или исчезающая синхронно с движением курсора по отдельным элементам иллюстрации (карты, планы, схемы, чертежи сборки изделия, пульта управления объектом и т. д.). Во многих случаях целесообразна и предварительная фиксация основополагающих подсказок на сложном элементе.

6. В ЭОР рекомендуется использовать многооконный интерфейс, когда в каждом окне будет представлена связанная информация, или выделять определенные информационные зоны на одном экране. Каждый разработчик должен сделать выбор между симультанным и сукцессивным подходами (или же использовать их комбинацию и интеграцию в рамках одного образовательного ресурса) в соответствии с поставленными учебными задачами.

7. Текстовая информация должна дублировать некоторую часть «живых лекций», а также излагать ту информацию, которую затруднительно сопроводить видеорядом. ЭОР должен позволять проводить распечатку отдельных частей текста, особенно при отсутствии печатного учебника, а также обеспечивать возможность копирования выбранной информации, ее редактирования в Блокноте для подготовки самостоятельных работ и их распечатки (это качество особенно полезно для быстро меняющихся специальных курсов и при подготовке учащимися самостоятельных проектов). Также текстовая часть должна сопровождаться многочисленными перекрестными ссылками, позволяющими сократить время поиска необходимой информации, мощным поисковым центром и индексом для больших объемов информации. Перспективным элементом может быть подключение специализированного толкового словаря по данной предметной области.

8. Аудиоинформация представляется незаменимой при изучении иностранных языков, литературы, при знакомстве с музыкальными инструментами (музыкой), распознавании птиц по их пению, при изучении и определении болезней (например, по шумам в сердце) и т. д. Во многих случаях она может быть основной содержательной частью учебника.

## 8. Выводы

В заключение можно отметить, что при разработке ЭОР основное внимание должно уделяться не увеличению степени мультимедийности или интерактивности ресурса, а соответствию этого ресурса принципам когнитивности, способствующим более быстрому освоению учебного материала. ЭОР должен объединять лучшие черты традиционных образовательных ресурсов и современных мультимедийных. Также необходимо учесть, что роль когнитивных ЭОР значительно возросла в связи с массовым использованием дистанционных технологий во время пандемии, когда ученик оказался во многом оторван от преподавателя или тьютора.

## Список источников / References

1. Уваров А. Ю. Цифровая трансформация образования: взгляд из классной комнаты. Режим доступа: <https://ito2018.bytic.ru/uploads/materials/1.pdf>
2. [Uvarov A. Yu. Digital transformation of education: View from the classroom. (In Russian.) Available at: <https://ito2018.bytic.ru/uploads/materials/1.pdf>]
3. Шнайдер А. В. Ловушка цифрового образования — внедрение цифровых технологий в школах. *Современные проблемы профессионального образования: тенденции и перспективы развития. Сборник научных статей II Всероссийской научно-практической конференции*. Калуга: КГУ им. К. Э. Циолковского; 2022:481–486. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48205182>
4. [Schneider A. V. The digital education trap — digital introduction in schools. *Modern Problems of Vocational Education: Trends and Development Prospects. Proc. 2nd All-Russian Scientific-Practical Conf.* Kaluga, Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovski; 2022:481–486. (In Russian.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48205182>]
5. Осин А. В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации. М.: Ритм; 2005. 329 с.
6. [Osina A. V. Multimedia in education: Informatization context. Moscow, Rhythm; 2005. 329 p. (In Russian.)]
7. Дружинин В. Н. Интеллект и продуктивность деятельности: модель «интеллектуального диапазона». *Психологический журнал*. 1998;19(2):61–70.
8. [Druzhinin V. N. Intelligence and performance: The “intellectual range” model. *Psychological Journal*. 1998;19(2):61–70. (In Russian.)]
9. Воронин А. Н., Горюнова Н. Б. Когнитивный ресурс: структура, динамика, развитие. М.: Институт психологии РАН; 2016. 276 с.
10. [Voronin A. N., Goryunova N. B. Cognitive resource: Structure, dynamics, development. Moscow, Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences; 2016. 276 p. (In Russian.)]
11. Логинова Т. З., Христочевская А. С., Христочевский С. А. К вопросу о когнитивных электронных образовательных ресурсах. *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы VI Международной научной конференции в трех частях. Ч. 1*. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева; 2022:297–302.
12. [Loginova T. Z., Khristochevskaya A. S., Khristochevsky S. A. On the issue of cognitive electronic educational resources. *Informatization of Education and E-learning Methodology: Digital Technologies in Education. Proc. of the VI Int. Scientific Conf. in three parts. Part 1*. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafiev; 2022:297–302. (In Russian.)]
13. Легенды радио. Виктор Татарский. Режим доступа: [http://radio\\_mohovaya9.tilda.ws/tatarsky](http://radio_mohovaya9.tilda.ws/tatarsky)
14. [Radio legends. Victor Tatarsky. (In Russian.) Available at: [http://radio\\_mohovaya9.tilda.ws/tatarsky](http://radio_mohovaya9.tilda.ws/tatarsky)]
15. Stroop J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*. 1935;18(6):643–662. DOI: 10.1037/h0054651
16. 9. Multimodal learning through media: What the research says. Cisco Systems; 2008. 24 p. Available at: [https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/solutions/industries/docs/education/Multimodal-Learning-Through-Media.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/education/Multimodal-Learning-Through-Media.pdf)
17. Грайс Г. П. Логика и речевое общение. *Новое в зарубежной лингвистике. Вып. 16. Лингвистическая прагматика*. М.: Прогресс; 1985:217–237.
18. [Grice G. P. Logic and speech communication. *New in Foreign Linguistics. Is. 16. Linguistic Pragmatics*. Moscow, Progress; 1985:217–237. (In Russian.)]

11. Левонтина И. Б. Честное слово. М.: АСТ:CORPUS; 2021. 576 с.  
[Levontina I. B. Honestly. Moscow, AST:CORPUS; 2021. 576 p. (In Russian.)]
12. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*. 1988;(12):257–285.
13. Pappas C. Cognitive load theory and instructional design. 2014. Available at: <https://elearningindustry.com/cognitive-load-theory-and-instructional-design>
14. Miller G. A. The magical number seven, plus or minus two. *The Psychological Review*. 1956;63:81–97.
15. Cowan N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*. 2001;24(1):87–114. DOI: 10.1017/S0140525X01003922
16. Электронные учебники: рекомендации по разработке, внедрению и использованию интерактивных мультимедийных электронных учебников нового поколения для общего образования на базе современных мобильных электронных устройств. М.: Федеральный институт развития образования; 2012. 84 с.  
[Electronic textbooks: Recommendations for the development, implementation and use of interactive multimedia electronic textbooks of a new generation for general education based on modern mobile electronic devices. Moscow, Federal Institute for the Development of Education; 2012. 84 p. (In Russian.)]
17. Рыбников Н. А. Память, ее психология и педагогика. М.-Л.: Госиздат; 1930. 88 с.  
[Rybnikov N. A. Memory, its psychology and pedagogy. Moscow, Leningrad, Gosizdat; 1930. 88 p. (In Russian.)]
18. Самойлов К. В. Подходы к определению юзабилити. *Психологический журнал*. 2013;34(4):106–108. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20166679>  
[Samoilov K. V. Approaches to the determination of usability. *Psychological Journal*. 2013;34(4):106–108. (In Russian.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20166679>]
19. Костин А. Н. Круглый стол «Юзабилити как новое направление исследований в инженерной психологии». *Психологический журнал*. 2011;32(4):113–124. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16516270>  
[Kostin A. N. Round table “Usability as a new approach of researches in engineering psychology”. *Psychological Journal*. 2011;32(4):113–124. (In Russian.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16516270>]
20. Ронжин А. Л., Карпов А. А., Ли И. В. Речевой и мультимедийный интерфейсы. М.: Наука; 2006. 173 с.  
[Ronzhin A. L., Karpov A. A., Li I. V. Speech and multimodal interfaces. Moscow, Nauka; 2006. 173 p. (In Russian.)]
21. Христоchevский С. А. Электронный учебник. *Информационные технологии в образовании. Научно-методический сборник тезисов докладов*. М.: БИТ про; 1998:72–74.  
[Khristochevsky S. A. Electronic textbook. *Information Technologies in Education. Scientific and methodical collection of abstracts*. Moscow, BIT pro; 1998:72–74. (In Russian.)]
22. Байгузин П. А., Шибкова Д. З., Айзман Р. И. Факторы, влияющие на психофизиологические процессы восприятия информации в условиях информатизации образовательной среды. *Science for Education Today*. 2019;9(5):48–70. DOI: 10.15293/2658-6762.1905.04  
[Baiguzhin P. A., Shibkova D. Z., Aizman R. I. Factors affecting psychophysiological processes of information perception within the context of education informatization. *Science for Education Today*. 2019;9(5):48–70. (In Russian.) DOI: 10.15293/2658-6762.1905.04]
- Информация об авторе**  
Христоchevский Сергей Александрович, канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник, Институт образовательной информатики, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9421-7547>; e-mail: [schristochevsky@ipiran.ru](mailto:schristochevsky@ipiran.ru)
- Information about the author**  
Sergey A. Christochevsky, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Leading Research Fellow, Institute of Educational Informatics, Federal Research Center “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9421-7547>; e-mail: [schristochevsky@ipiran.ru](mailto:schristochevsky@ipiran.ru)
- Поступила в редакцию / Received:** 10.11.2022.  
**Поступила после рецензирования / Revised:** 21.11.2022.  
**Принята к печати / Accepted:** 22.11.2022.