

## ОБОБЩЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЧЕБНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДАНИЙ

DOI: 10.25629/НС.2019.10.10

Мартемьянов С.В.<sup>1</sup>, Фасоля А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт водного транспорта имени Г.Я. Седова  
Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт ФСИН России  
Москва, Россия

**Аннотация.** В статье уточнен терминологический аппарат, обоснована актуальность, состояние и перспективы применения электронных образовательных ресурсов в высшей школе. Приведен перечень достоинств учебных электронных изданий, среди которых можно выделить непредвзятость оценки обучающегося, возможность обучения в удобное время, возможность самообразования и дополнительного обучения (для отстающих). Рассмотрены определения и классификации электронных средств обучения, графовая и математическая модель для оценки эффективности их использования. Показано, что применению электронных образовательных ресурсов в обучении должна предшествовать тщательная оценка эффективности их применения; электронные средства обучения должны быть разработаны и адаптированы под соответствующий уровень обучающихся; время, выделяемое на работу с различными средствами, должно быть обосновано математически; эффективность применения средств должна оцениваться, с одной стороны, скоростью накопления (формирования) знаний (умений, навыков), а с другой стороны конечным («несгораемым») объемом остаточных знаний.

**Ключевые слова:** электронные обучающие ресурсы, эффективность обучения, математическая модель, критерий достижения целей, кривая Эббингауза.

### Введение в проблему

В эпоху глубинных мировых трансформаций (экономические войны, межгосударственные санкции, увеличивающееся количество вооруженных конфликтов, глобализационные процессы и борьба с ними отдельных государств и др.) актуализируется вопрос о сохранении суверенитета страны и вхождении России в число технологически развитых стран. События последних лет свидетельствуют о том, что, несмотря на предпринимаемые меры, российская экономика продолжает зависеть от сырьевого фактора. По мнению многих экономистов (например, доктора экономических наук, заслуженного экономиста РФ Клюева Ю.Б.), многочисленные индикаторы развития страны свидетельствуют о его замедлении [1].

Осознание этого властной элитой привело к тому, что 20 декабря 2018 года на 14-й ежегодной пресс-конференции В.В. Путин сказал: «Нам нужен прорыв. Нужно прыгнуть в новый технологический уклад. Без этого у страны нет будущего». В соответствии с теорией технологических укладов, разработанной Кондратьевым Н.Д. [2] и развитой в работах Глазьева С.Ю. [3, 4], речь, видимо, идет о переходе к шестому технологическому укладу, ключевыми факторами которого являются нано-, био- и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

Вместе с тем, по мнению академика РАН Е. Каблова, по состоянию на 2010 год, в нашей стране о шестом укладе говорить рано, так как доля технологий пятого уклада в наиболее развитых отраслях составляет примерно 10%, более 50% технологий относятся к четвертому, почти около 40% – к третьему [5]. Представляется, что ситуация к настоящему времени изменилась незначительно.

Исследования показали, что при переходе к шестому технологическому укладу общей для всех стран тенденцией является то, что основным драйвером развития выступает четвертая промышленная революция «Индустрия 4.0», основой которой является цифровая экономика с

использованием киберфизических систем, интернета вещей, облачных технологий и платформ. Россия продолжает отставать от стран – технологических лидеров, несмотря на то, что статистические данные показывают некоторый рост цифрового сектора в стране [6].

Для достижения поставленных целей технологического прорыва российским правительством предпринят ряд мер, связанных с разработкой и утверждением паспортов национальных проектов, утвержденных президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г., среди которых проекты «Наука», «Образование», «Цифровая экономика» и ряд других [7].

Основными направлениями развития цифровой экономики, касающимися образования, являются:

создание условий для подготовки кадров цифровой экономики;

совершенствование системы образования;

создание системы мотивации освоения необходимых компетенций и участия кадров в развитии цифровой экономики России.

Влияние на образование в перспективе до 2035 г. будут оказывать такие отрасли, как ИКТ, финансы, здравоохранение и массовый спорт/фитнес [8].

Глобальные изменения в отрасли ИКТ приведут к появлению новых инструментов в образовании, а именно: онлайн-мультимедийных библиотек, многопользовательских онлайн-курсов; виртуальных наставников, носимых тренажеров; игровых сред и «сенсориумов», городских квестов в дополненной реальности; распределенных, дистантных и виртуальных лабораторий и научных коллективов; распределенной групповой работы в социальных сетях, работы в виртуальных (в том числе игровых) средах; сквозного непрерывного мониторинга, в том числе мониторинга поведения в игровых формах внутри дополненной реальности; личного профиля компетенций, личного виртуального портфолио, игры в виртуальной среде, а также к созданию и стресс-тесту виртуального мира или цифровой модели; состязательных игровых моделей (геймификации) и др.

Большинство из перечисленных инструментов может быть отнесено к классу электронных образовательных ресурсов (ЭОР) и может быть реализована в электронных информационно-образовательных средах (ЭИОС) образовательных организаций (ОО). ЭИОС – это система инструментальных средств и ресурсов, обеспечивающих условия для реализации образовательной деятельности на основе ИКТ, а ЭОР – образовательный ресурс, представленный в электронно-цифровой форме и включающий в себя структуру, предметное содержание и метаданные о ресурсах [9].

Использование ЭОР позволяет расширить рамки традиционного обучения, кроме того, в качестве положительного «побочного» эффекта ЭОР можно выделить совершенствование навыков обучаемых в области информационных технологий.

Поскольку ЭОР это наиболее общее определение средств обучения, разработанных и реализуемых на ИКТ, то в дальнейшем будем использовать термин учебное электронное издание (УЭИ) – электронное издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для изучения и преподавания, и рассчитанное на учащихся определенного возраста и степени обучения [10]. Электронное издание – документ в цифровой форме для использования которого необходимы средства вычислительной техники или иные специализированные устройства для воспроизведения текста, звука, изображения электронный документ (группа таких документов), прошедший(ая) редакционно-издательскую обработку, предназначенный(ая) для распространения в неизменном виде, имеющий(ая) выходные сведения [10].

Использование УЭИ в образовательном процессе, в высшей школе, регламентируется приказами Минобрнауки РФ [11, 12]. В этих документах определено, что контактная работа с обучающимися может проводиться в ЭИОС [11].

В ОО должны быть созданы условия для функционирования ЭИОС, включающей в себя электронные информационные ресурсы, ЭОР, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивающей освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

При этом УЭИ, а также что ИОС и ЭУМК предназначены для электронного обучения и реализации дистанционных образовательных технологий в образовательных организациях [12], которые могут использоваться при проведении учебных занятий, практик, текущего контроля успеваемости, промежуточной, итоговой и (или) государственной итоговой аттестации обучающихся [12].

Применение УЭИ может быть не только дистанционным, но и местным. Кроме того, УЭИ могут успешно применяться в сочетании с традиционными формами обучения. Все перечисленное выше расширяет перечень достоинств УЭИ, среди которых можно выделить ряд наиболее значимых, а именно:

- непродвигательность оценки обучающихся;
- возможность обучения в удобное время;
- возможность самообразования и дополнительного обучения (для отстающих).

Однако, все вышеперечисленные положительные моменты значимы лишь в случае реализации качественного электронного образовательного продукта. В противном случае мы будем иметь неинтересный и малоэффективный вариант обучения.

В нормативных документах и современной научной литературе можно найти множество классификаций УЭИ, наиболее полной из которых можно считать приведенную в [10]. Для более четкого представления УЭИ, приведем здесь их классификацию по методическому назначению. В соответствии с методическим назначением УЭИ можно подразделить на [13-16]:

обучающие программные средства, необходимые для обеспечения требуемого уровня усвоения изучаемого учебного материала;

программные средства (тренажеры), позволяющие формировать навыки умений обучающихся, которые, кроме того, могут быть использованы для самоподготовки, а также при повторении или закреплении учебного материала;

контролирующие программные средства, предназначенные для оценки уровня овладения изучаемым учебным материалом;

информационно-поисковые системы,

информационно-справочные программные средства, которые позволяют осуществить выбор и вывод необходимой информации (их методическое назначение – формирование умений обучающихся поиску и систематизации информации);

моделирующие программные средства, предназначенные для моделирования и вычисления параметров процессов, протекающих в различных средах, создания модели объекта, явления, процесса или ситуации (как реальных, так и виртуальных) с целью их изучения, исследования;

демонстрационные программные средства, необходимые для наглядного представления учебного материала, визуализацию изучаемых явлений, процессов и взаимосвязей между объектами;

учебно-игровые программные средства, позволяющие «проигрывать» учебные ситуации (например, с целью формирования навыков и умений принимать обоснованные оптимальные решения).

Несмотря на широкое применение УЭИ и их «вавилонское» многообразие, нерешенной остается проблема оценки их эффективности.

**Краткий обзор исследований (литературы)**

При этом достаточно много исследований посвящено оцениванию качества разработки УЭИ. В частности, анализ работ [13-16 ] показал, что основными показателями, подлежащими оцениванию являются (без разделения на принадлежность к различным группам):

- многофункциональность;
- полнота и доступность изложения учебного материала;
- качество представления учебного материала;
- наличие обратной связи;
- возможность выбора уровней сложности изучения учебного материала;
- возможность варьирования скорости работы;
- возможность многократного и прямого обращения к фрагментам;
- интерфейс пользователя;
- наличие дружелюбного и интуитивно понятного меню;
- надежность и скорость работы;
- возможность повтора требуемых фрагментов учебного материала;
- качество представления информации;
- дизайн;
- надежная защита;
- организация уровней доступа.

Однако, все вышеприведенные показатели, несмотря на их количество, не отражают степень достижения главной цели учебного процесса – повышения уровня усвоения учебного материала.

**Методы (методики), результаты и их обсуждение**

Эту абстрактную задачу можно представить в виде двудольного графа, представленного на рисунок 1.

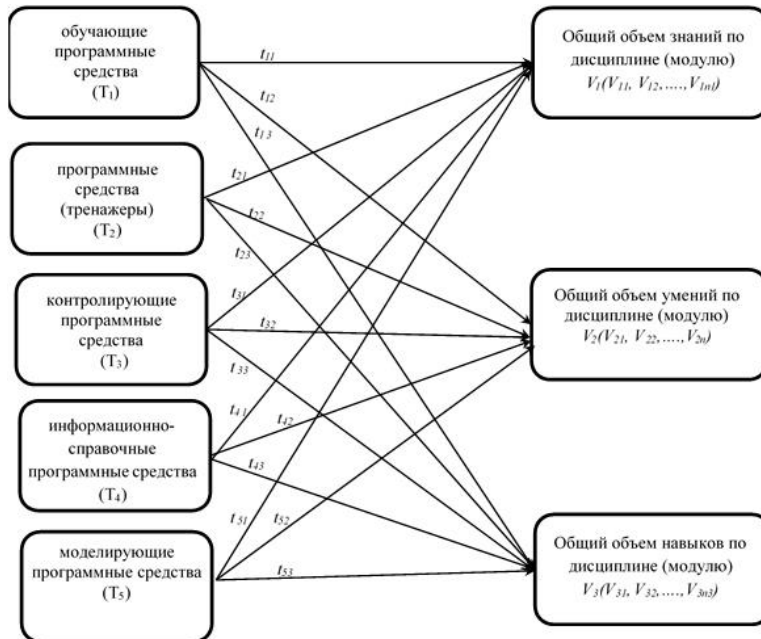


Рисунок 1 – Графовая модель формирования знаний, умений и навыков по дисциплине

Переменные  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$  – это время, отводимое на работу с соответствующим средством,  $V_1, V_2, V_3$  – общие объемы знаний, умений и навыков, которые в свою очередь могут включать в свой состав  $p_1, p_2, p_3$  компонентов.

В общем случае

$$v_{ij} = f(a_{ij}, t), \quad (1)$$

где  $a_{ij}$  – коэффициент скорости усвоения (формирования),  $v_{ij}$  – компонента знания (умения, навыка).

В общем случае график функции накопления знаний (умений, навыков) представлен на рисунке 2. Линейный вариант представлен сплошной линией, альтернативные – пунктирными линиями. Вид функции зависит от многих факторов к числу которых относятся:

- сложность материала;
- уровень обучающихся;
- методика изучения материала.

На графике принципиальной является точка  $V_{\min}$ , которая соответствует минимально необходимому уровню знаний по дисциплине.

Математическая формулировка такой задачи выглядит следующим образом:

найти значения  $t_{ij}, i = \overline{1,5}, j = \overline{1,3}$  при ограничениях

$$\sum_{j=1}^3 t_{1j} = T_1, \sum_{j=1}^3 t_{2j} = T_2, \sum_{j=1}^3 t_{3j} = T_3, \sum_{j=1}^3 t_{4j} = T_4, \sum_{j=1}^3 t_{5j} = T_5, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^5 a_{i1} t_{i1} \geq V_{1\min}, \sum_{i=1}^5 a_{i2} t_{i2} \geq V_{2\min}, \sum_{i=1}^5 a_{i3} t_{i3} \geq V_{3\min}.$$

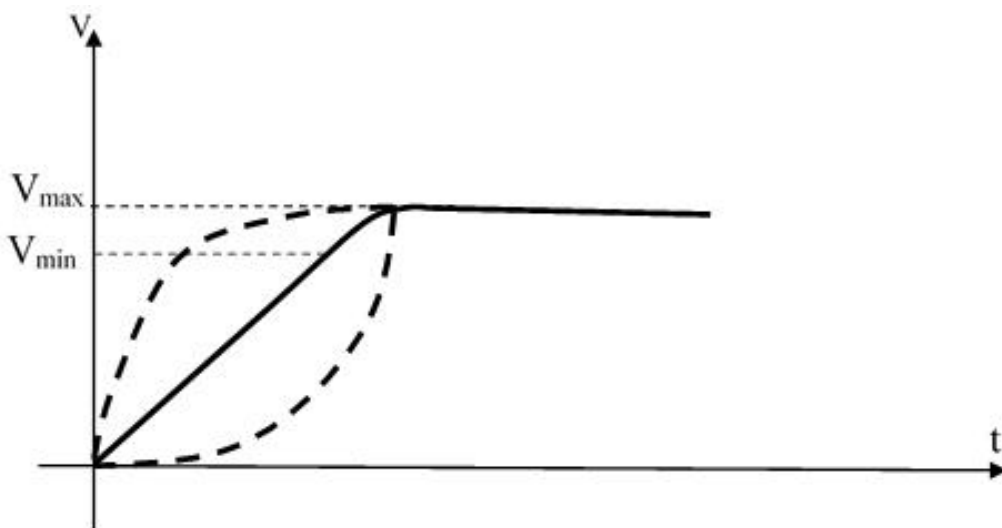


Рисунок 2 – Общий вид функции накопления знаний (умений, навыков)

В качестве целевой функции можно определить суммарный объем знаний (умений, навыков):

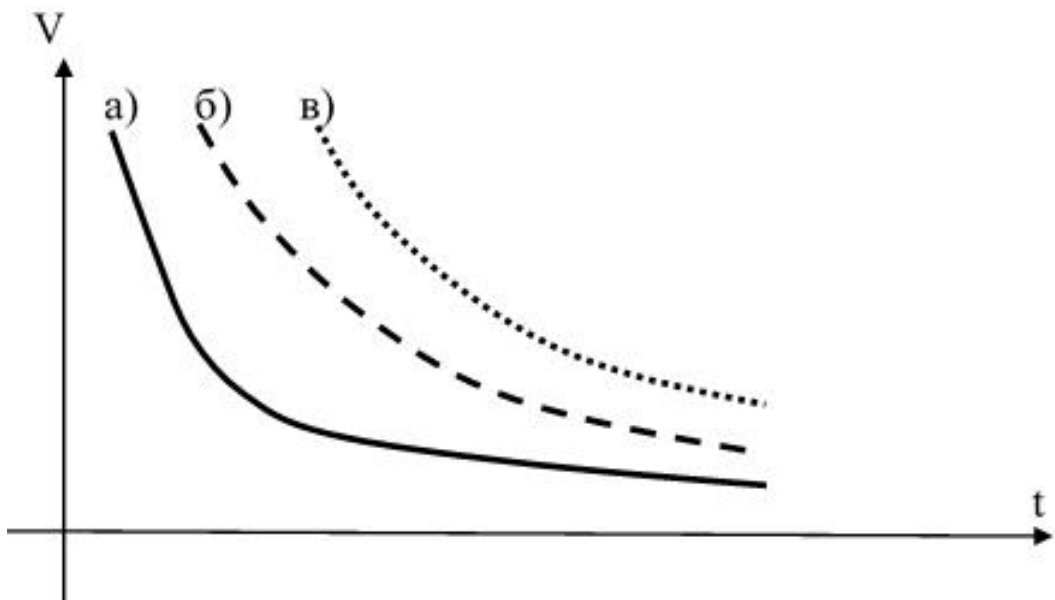
$$F = \sum_{j=1}^3 V_j \rightarrow \max . \quad (3)$$

С учетом нелинейности функций  $v_{ij}$  в области насыщения решение этой задачи, если оно в принципе существует, может быть не единственным, а представлять собой набор таких решений. В том случае, если бы обучающийся (как среднестатистический человек) обладал бы идеальной памятью (не подверженной забыванию), то вводить дополнительные критерии для этой задачи не имело бы смысла, но с учетом свойств человеческой памяти следует ввести дополнительный критерий, учитывающий свойство забывания изученного материала.

В качестве функции забывания можно использовать семейство кривых забывания Эббингауза [17], которые представлены на рисунке 3.

Данные кривые характеризуют скорость забывания информации в зависимости от времени, прошедшего после изучения материала. Различные кривые соответствуют разным вариантам повторения изученного материала.

Таким образом, учитывая все изложенное выше относительно свойств человеческой памяти, необходимо внести изменения в общий вид функции накопления знаний, представленной на рисунке 2. С учетом поправок ее общий вид может быть представлен в виде графика, изображенного на рисунке 4, а более корректное ее название – функция накопления-забывания знаний (умений, навыков).



а – одно повторение материала; б – два повторения материала;  
в – три повторения материала

Рисунок 3 – семейство кривых Эббингауза

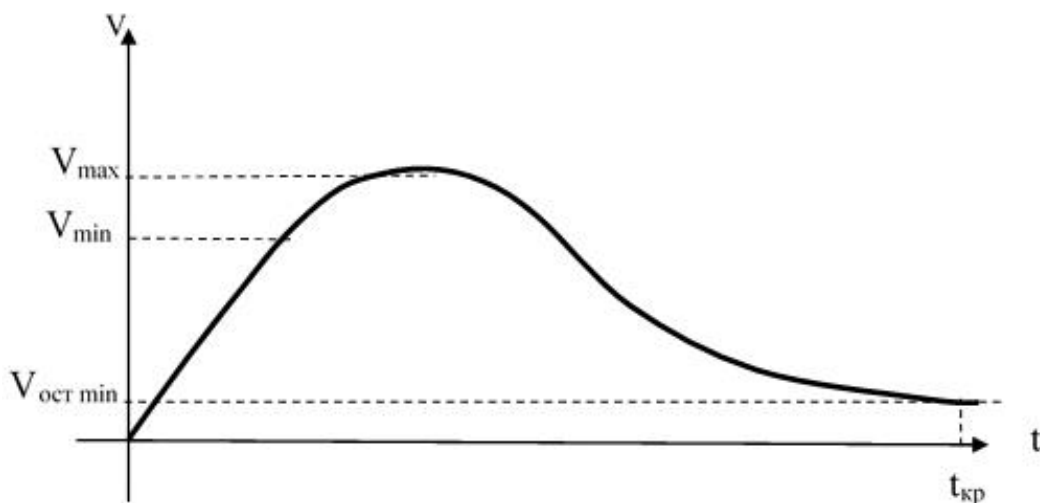


Рисунок 4 – Общий вид функции накопления-забывания знаний (умений, навыков)

Анализируя рисунок 4, можно выделить три критические точки по оси ординат:

точка максимального объема знаний (умений, навыков)  $V_{\max}$  при изучении дисциплины;

точка минимально необходимого уровня объема знаний (умений, навыков)  $V_{\min}$  при изучении дисциплины;

точка минимального остаточного объема знаний (умений, навыков), после критического промежутка времени, прошедшего с момента окончания изучения дисциплины  $V_{\text{ост min}}$ .

Здесь следует отметить, что на вид функции на участке забывания влияет время, выделенное на повторение материала.

С учетом сделанных замечаний, общая формулировка задачи (2), (3) примет следующий вид: найти значения  $t_{ij}, i = \overline{1,5}, j = \overline{1,3}$  при ограничениях

$$\sum_{j=1}^3 t_{1j} = T_1, \sum_{j=1}^3 t_{2j} = T_2, \sum_{j=1}^3 t_{3j} = T_3, \sum_{j=1}^3 t_{4j} = T_4, \sum_{j=1}^3 t_{5j} = T_5,$$

$$\sum_{i=1}^5 a_{i1} t_{i1} \geq v_{1\text{min}}, \sum_{i=1}^5 a_{i2} t_{i2} \geq v_{2\text{min}}, \sum_{i=1}^5 a_{i3} t_{i3} \geq v_{3\text{min}}, \quad (4)$$

$$v_1(t_{\text{кр}}) \geq v_{1\text{ост min}}, v_2(t_{\text{кр}}) \geq v_{2\text{ост min}}, v_3(t_{\text{кр}}) \geq v_{3\text{ост min}}.$$

В качестве целевой функции необходимо определить суммарный объем остаточных знаний (умений, навыков):

$$F = \sum_{j=1}^3 v_{3\text{ост min}} \rightarrow \max \quad (5)$$

Вербальная формулировка данной задачи выглядит следующим образом: разработать электронные обучающие средства позволяющие обучаемому эффективно изучить соответствующий объем материала, а также найти такое распределение времен между различными средствами электронного обучения, чтобы, во-первых, изучить весь объем материала, а во-вторых,

обеспечить формирование соответствующего остаточного объема знаний, в соответствии с требованиями учебной программы, по истечению критического промежутка времени.

Если анализировать приведенную модель (4), (5), то она может показаться громоздкой, однако построение и оценку эффективности УЭИ можно начинать с упрощенной модели. Для этого, например, рекомендуется:

- ограничить число средств, входящих в УЭИ;
- вид функции накопления считать линейным;
- определить минимальное число повторений изученного материала.

В дальнейшем по мере накопления статистического материала можно постепенно усложнять модель и вводить в нее новые компоненты, а также исключать старые неэффективные средства, входящие в УЭИ (уменьшать время работы обучающихся с ними).

### **Выводы**

Таким образом, анализ существующих исследований и результаты разработки обобщенного подхода к анализу эффективности применения УЭИ позволили сделать следующие выводы:

применению УЭИ в обучении должна предшествовать тщательная оценка эффективности его применения;

средства УЭИ должны быть разработаны и адаптированы под соответствующий уровень обучаемых;

время, выделяемое на работу с различными средствами, должно быть обосновано математически;

эффективность применения средств УЭИ должна оцениваться, с одной стороны, скоростью накопления (формирования) знаний (умений, навыков), а с другой стороны, конечным («несгораемым») объемом остаточных знаний.

### **Литература**

1. Ключев Ю.Б. Цели и средства экономического развития России в контексте перехода к новому технологическому укладу // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т.19. №6. С.33-50.

2. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения: избранные труды. М.: Экономика, 2002.

3. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВладДар, 1993. 310с.

4. Глазьев С.Ю. Экономика будущего. Есть ли у России шанс? М.: Книжный мир, 2017. 640 с.

5. Шестой технологический уклад // Наука и жизнь. URL: <https://m.nkj.ru/archive/articles/17800/> (дата обращения: 3.06.2019 г.).

6. Колмыкова Т.С., Несенюк Е.С., Халамеева К.Ю. Развитие цифровой экономики при переходе к шестому технологическому укладу // Известия Юго-западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2019. Т.9. №1 (30). С.57-64.

7. Сайт Правительства Российской Федерации // Паспорт национального проекта «Наука» URL: <https://static.government.ru/media/files/vCAoi8zEXRVSuy2Yk7D8hvQbpbUSwO8y.pdf> (дата обращения: 7.06.2019г.).

8. Сайт «Глобальное образование будущего» // Global Education Futures URL: <http://edu2035.org/ru/> (дата обращения: 27.08.2019г.).



9. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 53620-2009. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные образовательные ресурсы. Общие положения. М., 2009.

10. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 7.0.83–2012. СИБИД. Электронные издания. Основные виды и выходные сведения. М., 2013.

11. Приказ Министерства образования и науки РФ от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71621568/> (дата обращения: 23.08.2017).

12. Приказ Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ». URL: <https://www.garant.ru/71770012/> (дата обращения: 15.08.2019).

13. Федосеев А.А. Электронные образовательные ресурсы: что следует ожидать. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-obrazovatelnye-resursy-chto-sleduet-ozhidat>. (дата обращения: 20.05.2019).

14. Думчев А. Не забудьте повторить, или насколько быстро мы забываем. URL: <https://newtonew.com/lifehack/repeat-and-dont-forget> (дата обращения: 22.05.2019).

15. Сафонцев С.А. Информационные технологии в педагогической диагностике. Ростов-на-Дону, 2006. 43 с.

16. Сафонцев С.А. Компетентность и система образования. Ростов-на-Дону, 2013. 112 с.

17. Виштак Н.М. Об оценке эффективности использования электронных образовательных ресурсов // Гаудеамус. 2013. №2 (22).

18. Андриенкова Ю.Д. Эффективность применения электронных образовательных ресурсов в образовательном процессе вуза. // Научные труды Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Н.К. Крупской, 26-27 февраля 2019 года. М.: МАНПО, 2019. 620с.

**Мартемьянов Сергей Васильевич.** AuthorID: 883645. E-mail: smart\_1970@mail.ru

**Фасоля Алексей Анатольевич.** AuthorID: 624337. E-mail: fasolix@mail.ru

Дата поступления: 28.08.2019

Дата принятия к публикации 10.10.2019

**A GENERALIZED APPROACH TO EVALUATING THE EFFICIENCY OF USING  
EDUCATIONAL ELECTRONIC EDITIONS**

DOI: 10.25629 HC.2019.10.10

**Martemyanov S.V.<sup>1</sup>, Fasol A.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Water Transport named after G.Ya. Sedova  
Rostov-on-Don, Russia

<sup>2</sup>Research Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia  
Moscow, Russia

**Abstract.** The article clarifies the terminological apparatus, substantiates the relevance, status and prospects of the use of electronic educational resources in higher education. A list of the advantages of educational electronic publications is given, among which we can single out the impartiality of the student's assessment, the possibility of studying at a convenient time, the possibility of self-education and additional training (for those who are lagging behind). The definitions and classifications of electronic learning tools, a graph and mathematical model for assessing the effectiveness of their use are considered. It is shown that the use of electronic educational resources in training should be preceded by a thorough assessment of the effectiveness of their use; e-learning tools should be developed and adapted to the appropriate level of students; the time allocated to work with various means must be mathematically justified; the effectiveness of the use of funds should be assessed, on the one hand, by the rate of accumulation (formation) of knowledge (skills), and, on the other hand, by the final ("fireproof") volume of residual knowledge.

**Key words:** e-learning resources, learning efficiency, mathematical model, criteria for achieving goals, Ebbinghaus curve.

**Martemyanov Sergey Vasilievich.** AuthorID: 883645. E-mail: smart\_1970@mail.ru

**Fasol Alexey Anatolyevich.** AuthorID: 624337. E-mail: fasolix@mail.ru

Date of receipt 28.08.2019

Date of acceptance 10.10.2019