

УДК 004.42, 372.881.111, 371.38

doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-689-696

## МЕТОД МОДИФИКАЦИИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИНТЕРВАЛЬНОГО ПОВТОРЕНИЯ, ОСНОВАННЫЙ НА АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

И.Э. Михайлов, П.В. Балакшин

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация  
Адрес для переписки: [ellepsis07@gmail.com](mailto:ellepsis07@gmail.com)

### Информация о статье

Поступила в редакцию 28.03.19, принята к печати 01.06.19  
Язык статьи — русский

**Ссылка для цитирования:** Михайлов И.Э., Балакшин П.В. Метод модификации последовательности интервального повторения, основанный на активности пользователя в сети интернет // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 4. С. 689–696. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-689-696

### Аннотация

**Предмет исследования.** Рассмотрен процесс изучения иностранного языка, основанный на методе интервального повторения, а также проблемы, возникающие при его использовании. Описаны существующие распространенные программы и онлайн-сервисы, базирующиеся на данном подходе. Выделены их преимущества и недостатки. **Метод.** На основе активности пользователя в сети интернет инициализируется расчет приоритета слов из персонального словаря. Для каждого пользователя рассчитываются две очереди: очередь слов на повторение и очередь слов на изучение. Расчет приоритета слов в очереди на повторение и интервалов между словами выполняется по модифицированной формуле метода SuperMeto, где фактор запоминания может принимать только определенные значения. **Основные результаты.** Предложен метод модификации последовательности интервального повторения, основанный на активности пользователя в сети интернет. Данный метод позволяет нивелировать недостатки современных онлайн-сервисов изучения иностранных языков, ускорить изучение иностранного языка, автоматически выявляя актуальные слова для изучения и исключая из обучающих тренировок уже знакомые слова. Одним из важнейших отличий предложенного метода является преодоление изолированности современных онлайн-сервисов изучения языка. На основании представленного метода разработаны сервер приложений и расширение для браузера. Предложенный метод может быть также использован в других областях, где деятельность человека связана с необходимостью запоминания большого числа новых терминов.

### Ключевые слова

интервальное повторение, иностранный язык, обучающие системы, запоминание, обучение, браузерное расширение

### Благодарности

Рекомендована к печати по итогам доклада на VII Конгрессе молодых ученых.

doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-689-696

## MODIFICATION METHOD OF SPACED REPETITION SEQUENCE BASED ON USER'S ONLINE ACTIVITY

I.E. Mikhailov, P.V. Balakshin

ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation  
Corresponding author: [ellepsis07@gmail.com](mailto:ellepsis07@gmail.com)

### Article info

Received 28.03.19, accepted 01.06.19  
Article in Russian

**For citation:** Mikhailov I.E., Balakshin P.V. Modification method of spaced repetition sequence based on user's online activity. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2019, vol. 19, no. 4, pp. 689–696 (in Russian). doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-689-696

### Abstract

**Subject of Research.** The paper describes a foreign language learning process based on the spaced repetition approach and also considers encountered problems. Online services and other software products applying the given approach are reviewed; advantages and disadvantages are defined. **Method.** Evaluation of word priority in a user's personal dictionary is initialized by activity data on the Internet. Two queues are stored on a per-user basis: the queue of words for repeating and the queue of words for learning. The words' priority and the intervals between them in the repetition queue are evaluated by modified

formula of SuperMemo method, where memorization factor can take only predefined values. **Main Results.** The modification method of spaced repetition sequence based on the user's activity on the Internet is proposed. This method tends to suppress the shortcomings of modern online services for learning foreign languages and speed up educational process. At this, actual words for learning are detected automatically and already known ones are removed from training. One of the most significant features of the given method is the overcoming of isolation of modern online educational platforms. An application server and a browser extension have been developed on the basis of the presented method. The proposed method can be used in the other areas where human activity is associated with the necessity to memorize a large number of new terms.

#### Keywords

spaced repetition, foreign language, educational systems, memorization, education, browser extension

#### Acknowledgements

The paper is recommended for publication as a result of the report at the Seventh Congress of Young Scientists.

## Введение

Изучение иностранных языков является сложной задачей, требующей больших временных и умственных затрат. Для ускорения и упрощения процесса было создано множество методов обучения. Некоторые из них основаны на усиленном чтении и переводе иностранной литературы, другие делают упор на непосредственном общении с носителями языка [1]. Однако любой существующий подход подразумевает активное пополнение словарного запаса, так как именно слова являются основой любого языка [2].

Одним из наиболее популярных современных методов является изучение новых слов с последующим интервальным повторением. На рынке существует множество программ и онлайн-сервисов, базирующихся на данном подходе<sup>123</sup>. Пользователям предоставляется возможность занесения новых слов в персональный словарь, а также подборки слов по различным тематикам или на основе частоты встречаемости. Некоторые из них предоставляют загружаемые на персональные компьютеры пользователя программы, улучшающие интеграцию с сервисом. Например, предлагая возможность добавления слова в словарь двойным щелчком мыши. Большинство подобных сервисов имеют локализованные страницы на восьми-десяти языках, включая русский.

Основной проблемой существующих обучающих систем является их изолированность. Многие пользователи читают иностранные сайты, художественную и техническую литературу, а также общаются в сети на изучаемом языке. Представленные сервисы не имеют доступа или практически не используют различную статистическую информацию, которую можно применить для повышения эффективности изучения языка: данные о словах, которые читает и пишет пользователь, частоту их встречаемости и т. п.

## Современные способы изучения иностранных языков и существующие проблемы

Немецкий ученый Г. Эббингауз, проводя исследования принципов работы человеческой памяти, выяснил, что время, прошедшее с момента изучения набора слов, до момента, когда человек забывал его, нелинейно меняется при увеличении числа повторений слова [3]. Последующие исследования в данной области привели к формулировке метода интервального повторения, который заключается в повторении запомненного учебного материала по определенным, постоянно возрастающим интервалам [4]. Эффективность метода была апробирована более чем на 3000 студентов [5], а впоследствии была подтверждена во множестве других научных работ [6–8]. Множество современных практик изучения иностранных слов, в том числе и программные системы, нацеленные на помощь обучающимся, также используют рассмотренный подход.

Метод расчета временных интервалов между повторениями слов варьируется в различных работах, однако в каждой из них интервал между повторениями слов увеличивается вместе с последующими подходами [9]. В большинстве случаев первый интервал после изучения слова исчисляется часами, постепенно увеличиваясь до нескольких недель. Однако многие пользователи в отличие от лабораторных исследований не имеют возможности выделять время на тренировки по несколько раз в день. Часто на изучение слов уделяют небольшой промежуток времени, после чего выполняют следующую итерацию тренировок через сутки или несколько дней.

Адаптируясь к поведению пользователей, сервисы модифицируют интервалы между тренировочными сессиями, используя следующий подход. При начале сессии изучения новых слов формируется набор от пяти до пятнадцати слов, выдающийся в различном порядке. Слова из набора выдаются от четырех до

<sup>1</sup> Adaptive language-learning platform Linguist [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lingvist.com/>, свободный. Яз. англ. (дата обращения 28.02.2019).

<sup>2</sup> Language platform Memrise [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.memrise.com/>, свободный. Яз. англ. (дата обращения 28.02.2019)

<sup>3</sup> Educational online platform LinguaLeo [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lingualeo.com/>, свободный. Яз. англ. (дата обращения 28.02.2019).

десяти раз в виде различных тестов, которые одновременно являются тренировочными и проверяют степень усвоения. Например, аудирование, выбор правильного варианта и проверка корректности написания [10]. В случае, если пользователем была совершена ошибка, число проверок увеличивается, пока не будут достигнуты требуемые показатели.

При повторении уже изученных слов также формируется определенный набор, однако число тестовых вопросов уменьшается с увеличением числа сессий повторения, включающих изучаемое слово. Сложность также варьируется от простых тестов в начале упражнения к более сложным в конце. Например, выбор правильного варианта перевода слова, представленного на иностранном языке, на родной является более простым, чем проверка написания на иностранном языке, при предоставлении слова на знакомом [11]. Использование представленного подхода позволяет достичь две цели: уменьшить время, затрачиваемое пользователем на сессию взаимодействия с сервисом, а также снизить отток пользователей, уменьшая сложность на начальном этапе, таким образом не подавляя мотивацию [12].

Существующие онлайн-сервисы определяют приоритет в очереди на повторение на основании действий, которые пользователь совершил в рамках инфраструктуры сервиса. Они являются достаточно разнообразными. Например, сервис «memrise.com» предоставляет только тренировки на основе заранее созданных наборов слов. Сервис «lingualeo.com» формирует персональный словарь для каждого пользователя<sup>1</sup>, также предлагая тренировки в режимах повторения и изучения новых слов [13]. Разделы с иностранной литературой на английском языке с возможностью перевода незнакомого слова, а также аудио- и видеоматериалы различной тематики с текстовым представлением их содержания позволяют попрактиковаться в использовании новых слов и осознать контекст их применимости [14].

Несмотря на достаточно обширную инфраструктуру некоторых существующих сервисов, многие пользователи, изучающие иностранный язык, зачастую используют его только ограниченное число времени. Часть пользователей читает профессиональную и художественную литературу, которую сложно загрузить в сервис изучения языка из-за лицензионных аспектов распространения или проблем с форматированием. Другие обучающиеся могут вести переписку на иностранном языке. Существующие сервисы изучения языков не используют эти данные для упрощения и ускорения процесса обучения.

Некоторые системы онлайн-обучения предлагают программы-расширения для браузеров, которые позволяют добавлять незнакомые слова в персональный словарь непосредственно в просматриваемом окне, без необходимости переключения вкладки [15]. Однако даже если обучающийся использует представленную функциональную возможность, слова, которые пользователь читает и пишет каждый день, не учитываются подобными расширениями. Если какое-либо слово было прочитано несколько десятков раз, то не следует давать его в тренировке на повторение, так как с достаточно большой достоверностью известно, что человек знает его смысл и не забыл его. Описанную проблему пропуска полезной информации о прогрессе изучения языка призван решить метод модификации интервальной последовательности, основанный на результатах активности пользователя в сети интернет. Таким образом, метод позволит учитывать частоту встречаемости слова вне системы обучения в отличие от рассмотренных распространенных онлайн-систем.

Главным предназначением представленного метода является достижение двух целей: автоматическое определение новых слов для последующего добавления в персональный словарь пользователя и изменение последовательности интервального повторения уже изученных слов.

### Алгоритм модификации последовательности интервального повторения

Перед началом сессии повторения или изучения сервис, использующий представленный подход, инициализирует расчет приоритета слов из персонального словаря. Для каждого пользователя рассчитываются две очереди: очередь слов на повторение и очередь слов на изучение. Каждый элемент в очереди дополняется следующим набором признаков:

- приоритет слова определяется положительным значением  $p$ ;
- время последнего изучения слова  $t$ ;
- набор временных отметок записи слова с момента последнего повторения  $\{w_i\}$ ;
- набор временных отметок прочтений слова с момента последнего повторения  $\{r_i\}$ .

Порядок слова в очереди определяется его приоритетом: чем выше рассчитанное значение  $p$ , тем раньше слово будет предоставлено пользователю в тренировочной сессии. Формирование местоположения элемента в очереди изучения новых слов осуществляется по формуле  $p = r + w + p_p$ , где  $p_p$  — предыдущее значение приоритета слова,  $w$  — число раз, когда слово было написано;  $r$  — число раз, когда оно было прочитано. Значения  $w$  и  $r$  получаются из набора временных отметок  $\{w_i\}$  и  $\{r_i\}$  соответственно. Таким образом, изучение слов, которые достаточно часто встречаются пользователю в повседневной жизни, будет ускорено по сравнению со словами, которые встречаются достаточно редко. Приведенный метод позволяет обучать

<sup>1</sup> LinguaLeo запускает новую систему онлайн-обучения английскому языку [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.rbc.ru/own\\_business/22/12/2014/549291e39a79476302c47844](https://www.rbc.ru/own_business/22/12/2014/549291e39a79476302c47844), свободный. Яз. рус. (дата обращения 08.03.2019).

пользователя словам из области его интересов, автоматически отфильтровывая те, которые практически не встречаются ему, повышая уровень удовлетворенности сервисом.

Расчет приоритета слов в очереди на повторение основан на обратном предположении. Чем чаще уже известное слово встречается пользователю в повседневной жизни, тем реже его следует выдавать для тренировки. Расчет приоритета также усложняется из-за необходимости соблюдения временных интервалов. Базовый интервал между повторениями рассчитывается по модифицированной формуле из метода SuperMemo [16]:

$$I(1) := 0,4$$

$$I(2) := 1$$

$$I(n) := I(n - 1) \times EF(n), \text{ при } n > 2,$$

где  $n$  — число повторений,  $I(n)$  — интервал между повторениями слов для  $n$ -го повторения в днях,  $EF$  — фактор простоты запоминания.

$EF(n) := \max(EF(n - 1) - 0,8 + 0,28 \times q - 0,02 \times q^2; 1,3)$ , где  $q$  — фактор запоминания.

Значение  $q$  берется равным 2,5 в случае, если при ответе в тесте была допущена ошибка, 5 — если ошибки допущено не было.

Используя представленный метод модификации последовательности интервального повторения, алгоритм дополнительно модифицируется для учета информации о встреченных словах:

$D(n) = I(n) + \min(3 \times I(n); (1/8) \times \sum(t - r_i) + \sum(t - w_i))$ , где  $D(n)$  — результирующее значение интервала повторения слова в днях. Выбор минимального значения необходим для того, чтобы ограничить чрезмерное влияние прочтений слова или его написания на сдвиг приоритета очереди.

Исходя из значения  $D$  рассчитывается приоритет слова в очереди на повторение:

$$p = - (now - t - D(n)).$$

В случае, если  $D(n) = I(n \times 4)$  и  $(now - t) < 3 \times I(n)$ , то показатель  $n$  увеличивается на единицу, а значению  $t$  присваивается значение  $now$ . Данная операция необходима, так как пользователь настолько часто взаимодействовал со словом, что его не стоит повторять в рамках обычных тренировок. Такое дополнение позволяет избежать негативного эффекта от переобучения [17].

На рис. 1 представлено изменение приоритета слов после применения представленного метода при условии наличия одинакового приоритета в очереди и равенстве других параметров до начала сессии повторения.

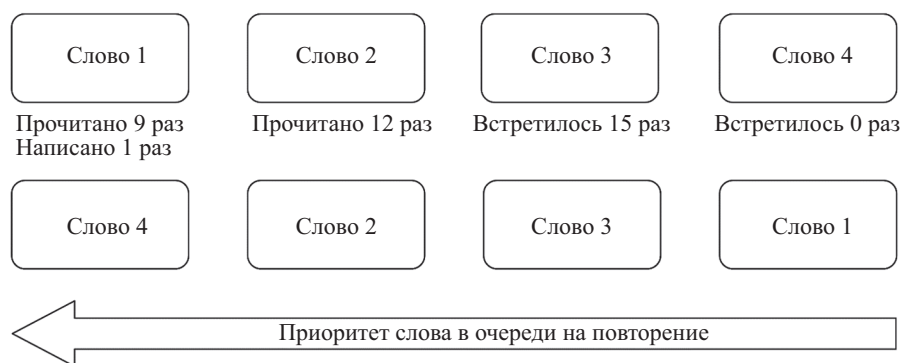


Рис. 1. Изменение приоритета слов в очереди повторения

### Техническая реализация прототипа сервиса

Получение данных, на основании которых будут происходить операции изменения расчета приоритета слов в очередях, — первоочередная задача при реализации сервиса, использующего представленный метод. Для решения данной задачи было разработано приложение-расширение для браузера Google Chrome, являющимся наиболее популярным<sup>1</sup>, которое имеет доступ к содержимому активной вкладки, а также получает события об изменении вкладки. Расширение, представленное на рис. 2, состоит из двух компонентов: внедряемой части и фоновой модуля, написанных на языке программирования JavaScript.

<sup>1</sup> StatCounter GlobalStats [Electronic resource]. URL: <http://gs.statcounter.com/browser-market-share> (accessed 18.12.2018).

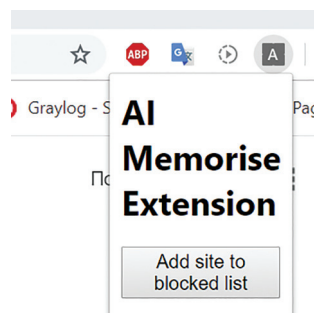


Рис. 2. Расширение для браузера

Внедряемая часть вызывается браузером после загрузки HTML (HyperText Markup Language — язык гипертекстовой разметки) содержимого вкладки, имея полный доступ к содержимому страницы для чтения и изменения. После инициализации страницы расширение регистрирует обработчик на события скроллинга страницы, изменения масштаба и редактирования изменяемых полей страницы. Функция-обработчик определяет элементы, попавшие в область видимости, присваивая им уникальные идентификаторы. В случае, если событие было инициировано редактированием, сохраняются новые значения изменяемых полей. После завершения указанных действий элементы отправляются на обработку фоновому модулю.

Фоновый модуль вычисляет продолжительность отображения каждого из элементов, получает видимый текст, который содержится в них. После закрытия страницы или переключения на другую вкладку расширение инициализирует отправку полученных данных на сервер в формате JSON (JavaScript Object Notation — формат передачи данных в текстовом виде).

Сервер приложений реализован на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring. Уровнем хранения выступает открытая система управления базами данных PostgreSQL. Полученные данные обрабатываются по алгоритму, приведенному на рис. 3.

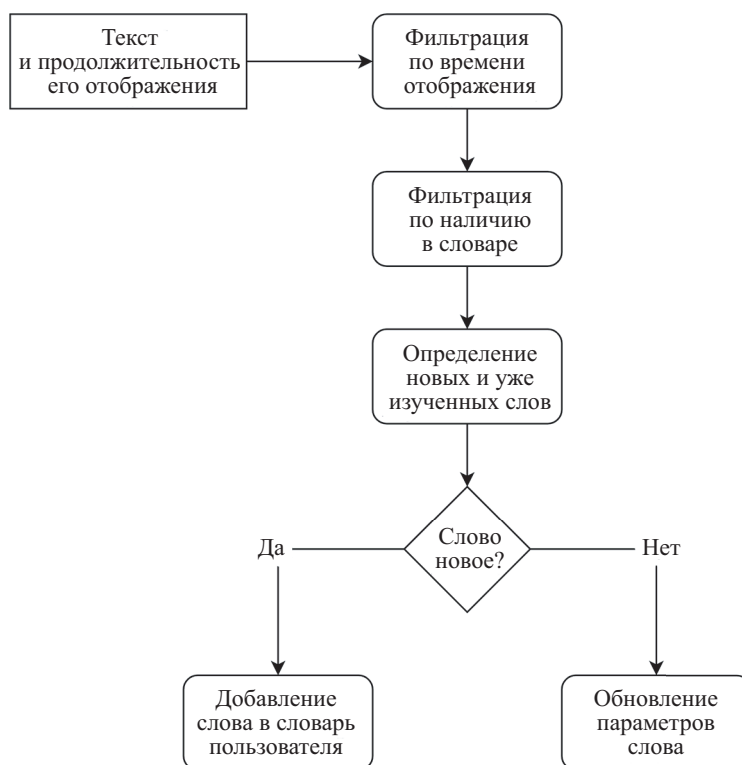


Рис. 3. Схема алгоритма обработки данных на сервере приложений

Сервер приложений преобразовывает полученные данные во внутренний формат и фильтрует текст по продолжительности его отображения. Данная операция необходима для того, чтобы отсеять те фрагменты, которые в действительности не были прочитаны пользователем. Стоит отметить, что представленный метод определения слов основан на эвристическом предположении и может приводить к ложноположительным результатам. Более точные способы определения слов, например, окулография, потребуют наличия до-

ступа к специализированному оборудованию или значительных вычислительных мощностей, затруднив использование сервиса. После чего входной текст разбивается на последовательности по разделительным символам для проверки их наличия во внутреннем словаре сервиса, что позволяет отфильтровать вхождения, не являющиеся словами. Полученный набор прочитанных слов проверяется на наличие в персональном словаре пользователя. Если слово отсутствует, то оно сохраняется в словарь и добавляется в очередь новых слов. Иначе для слова обновляются параметры, используемые для работы алгоритма модификации последовательности. Процесс обработки напечатанных слов является практически аналогичным, за исключением этапа фильтрации по времени отображения.

Когда пользователь заходит на сайт для начала сессии изучения слов, сервер приложений получает параметры очереди пользователя из базы данных, обновляет приоритеты слов в соответствии с алгоритмом, приведенным в предыдущем разделе. После чего выбранное число слов передается слою представления сервиса для изучения клиентом. Закончив тренировку набора слов, клиентская часть приложения передает результаты обучения на сервер приложений. Для изученных слов обновляются значения числа повторений и фактора запоминания, что вызовет уменьшение приоритета повторения слова при следующем обновлении очереди.

Результаты каждой тренировки на повторение также хранятся в базе данных, и пользователь при необходимости может их отдельно просмотреть (рис. 4), в том числе непосредственно после завершения самой тренировки.

**Learning result**

Слово	Ответ
come	come
hint	hint
bash	bash
replicas	copy
disagree	
binomial	binomial
parties	topics
unanswered	unsolved
room	number
aggregation	

Рис. 4. Пример результата тренировки по повторению слов

## Заключение

Предложенный метод модификации последовательности интервального повторения, основанный на активности пользователя в сети интернет, позволяет уменьшить время, затрачиваемое пользователем на изучение иностранных слов. Разработанный прототип сервиса автоматически выявляет новые слова для изучения и определяет приоритет их изучения, сохраняя контекст для лучшего усвоения [18, 19]. Сдвиг уже изученных слов очереди на повторение используется для исключения хорошо знакомых, часто встречаемых слов, что позволяет уделять больше времени на повторение действительно необходимых слов.

Результаты первичного анализа на тестовой группе из 7 обучающихся в возрасте от 16 до 40 лет полностью подтверждают теоретические предположения. Количество повторений 500 наиболее встречаемых слов было сокращено приблизительно в 2,7 раза по сравнению с базовым алгоритмом SuperMemo. Процент удержания остался на сопоставимом уровне 83 % против 89 % у базового алгоритма [20]. Небольшое снижение обосновывается тем фактором, что при анализе активности пользователя учитываются прочитанные слова. Таким образом, даже если обучающийся знает перевод слова и понимает его смысл при прочтении, встречался некорректный ввод слов или синонимов, которые также воспринимаются системой за ошибки. Стоит отметить, что при использовании более простых тестов с выбором одного из вариантов ответа процент удержания был бы выше, однако, приводя к потенциальному ухудшению возможности применения полученных знаний в письменной речи. Дополнительно стоит отметить положительную реакцию тестируемых на увеличение количества слов для изучения из предметной области интересов. Несомненно, для более

качественного анализа необходимо тестирование разработанного расширения на более широкой группе в течение продолжительного времени. Также можно отметить, что предложенный метод может быть использован в других областях, где деятельность человека связана с необходимостью запоминания большого числа новых терминов.

## Литература

1. Rivers W.M. *Teaching Foreign Language Skills Rev Ed.* University of Chicago Press, 1981. 576 p. doi: 10.7208/chicago/9780226518855.001.0001
2. Cook V. *Second Language Learning and Language Teaching.* 5th ed. Routledge, 2016. 344 p. doi: 10.4324/9781315883113
3. Ebbinghaus H. *Memory. A Contribution to Experimental Psychology.* NYC: Teachers College, Columbia University, 1913. 124 p. doi: 10.1037/10011-000
4. Ausubel D.P., Youssef M. The effect of spaced repetition on meaningful retention // *The Journal of General Psychology.* 1965. V. 73. N 1. P. 147–150. doi: 10.1080/00221309.1965.9711263
5. Spitzer H.F. *Studies in retention* // *Journal of Educational Psychology.* 1939. V. 30. N 9. P. 641–657. doi: 10.1037/h0063404
6. Glenberg A.M., Lehmann T.S. Spacing repetitions over 1 week // *Memory & Cognition.* 1980. V. 8. N 6. P. 528–538. doi: 10.3758/bf03213772
7. Janiszewski C., Noel H., Sawyer A.G. A meta-analysis of the spacing effect in verbal learning: Implications for research on advertising repetition and consumer memory // *Journal of Consumer Research.* 2003. V. 30. N 1. P. 138–149. doi: 10.1086/374692
8. Kornell N. Optimising learning using flashcards: Spacing is more effective than cramming // *Applied Cognitive Psychology.* 2009. V. 23. N 9. P. 1297–1317. doi: 10.1002/acp.1537
9. Yoonhee J. et al. Decomposing the interaction between retention interval and study/test practice: the role of retrievability // *Quarterly Journal of Experimental Psychology.* 2012. V. 65(5). P. 962–975. doi: 10.1080/17470218.2011.638079
10. Luczak A. Using memrise in legal English teaching // *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric.* 2017. V. 49. N 1. P. 141–152. doi: 10.1515/slgr-2017-0009
11. Alqahtani M. The importance of vocabulary in language learning and how to be taught // *International Journal of Teaching and Education.* 2015. V. III. N 3. P. 21–34. doi: 10.20472/TE.2015.3.3.002
12. Dewaele J.-M. On emotions in foreign language learning and use // *The Language Teacher.* 2015. V. 39. N 3. P. 13–15.
13. Samsonov E. Enhancing learning through Internet technology // Актуальные проблемы преподавания иностранных языков в высшей школе Республики Беларусь – 2014: сборник научных статей. Могилев, 2015. С. 63–65.
14. Madrid D., García Sánchez E. Content-based second language teaching // *Present and Future Trends in TEFL.* Universidad de Almería, 2001, pp. 101–134.
15. Petrova A., Podzygun O. Implementation of information and communication technologies in teaching a foreign language for professional communication / In: *Professional Competency of Modern Specialist: Means of Formation, Development and Improvement.* Warsaw: BMT Eridia, 2018. P. 163–176.
16. Wozniak P. SuperMemo 2004 // *The Electronic Journal for English as a Second Language.* 2007. V. 10. N 4. P. 1–12.
17. Rohrer D. et al. The effect of overlearning on long-term retention // *Applied Cognitive Psychology.* 2005. V. 19. P. 361–374. doi: 10.1002/acp.1083
18. Sharples M. et al. Mobile and accessible learning for MOOCs // *Journal of Interactive Media in Education.* 2015. V. 1. N 4. P. 1–8. doi: 10.5334/jime.ai
19. Hadley A.O. *Teaching Language in Context.* 3rd ed. Heinle & Heinle, 2001. 512 p.
20. Wozniak P.A. *Optimization of Learning.* Master Thesis. University of Technology in Poznan, 1990.

## References

1. Rivers W.M. *Teaching Foreign Language Skills Rev Ed.* University of Chicago Press, 1981, 576 p. doi: 10.7208/chicago/9780226518855.001.0001
2. Cook V. *Second Language Learning and Language Teaching.* 5th ed. Routledge, 2016, 344 p. doi: 10.4324/9781315883113
3. Ebbinghaus H. *Memory. A Contribution to Experimental Psychology.* NYC, Teachers College, Columbia University, 1913, 124 p. doi: 10.1037/10011-000
4. Ausubel D.P., Youssef M. The effect of spaced repetition on meaningful retention. *The Journal of General Psychology.* 1965, vol. 73, no. 1, pp. 147–150. doi: 10.1080/00221309.1965.9711263
5. Spitzer H.F. *Studies in retention.* *Journal of Educational Psychology.* 1939, vol. 30, no. 9, pp. 641–657. doi: 10.1037/h0063404
6. Glenberg A.M., Lehmann T.S. Spacing repetitions over 1 week. *Memory & Cognition.* 1980, vol. 8, no. 6, pp. 528–538. doi: 10.3758/bf03213772
7. Janiszewski C., Noel H., Sawyer A.G. A meta-analysis of the spacing effect in verbal learning: Implications for research on advertising repetition and consumer memory. *Journal of Consumer Research.* 2003, vol. 30, no. 1, pp. 138–149. doi: 10.1086/374692
8. Kornell N. Optimising learning using flashcards: Spacing is more effective than cramming. *Applied Cognitive Psychology.* 2009, vol. 23, no. 9, pp. 1297–1317. doi: 10.1002/acp.1537
9. Yoonhee J. et al. Decomposing the interaction between retention interval and study/test practice: the role of retrievability. *Quarterly Journal of Experimental Psychology.* 2012, vol. 65, no. 5, pp. 962–975. doi: 10.1080/17470218.2011.638079
10. Luczak A. Using memrise in legal English teaching. *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric.* 2017, vol. 49, no. 1, pp. 141–152. doi: 10.1515/slgr-2017-0009
11. Alqahtani M. The importance of vocabulary in language learning and how to be taught. *International Journal of Teaching and Education.* 2015, vol. 3, no. 3, pp. 21–34. doi: 10.20472/TE.2015.3.3.002
12. Dewaele J.-M. On emotions in foreign language learning and use. *The Language Teacher.* 2015, vol. 39, no. 3, pp. 13–15.
13. Samsonov E. Enhancing learning through Internet technology. *Actual problems of foreign languages teaching in higher education of the Republic of Belarus - 2014.* Mogilyov, 2015, pp. 63–65.
14. Madrid D., García Sánchez E. Content-based second language teaching. *Present and Future Trends in TEFL.* Universidad de Almería, 2001, pp. 101–134.
15. Petrova A., Podzygun O. Implementation of information and communication technologies in teaching a foreign language for professional communication. In *Professional Competency of Modern Specialist: Means of Formation, Development and Improvement.* Warsaw, BMT Eridia, 2018, pp. 163–176.
16. Wozniak P. SuperMemo 2004. *The Electronic Journal for English as a Second Language.* 2007, vol. 10, no. 4, pp. 1–12.
17. Rohrer D. et al. The effect of overlearning on long-term retention. *Applied Cognitive Psychology.* 2005, vol. 19, pp. 361–374. doi: 10.1002/acp.1083
18. Sharples M. et al. Mobile and accessible learning for MOOCs. *Journal of Interactive Media in Education.* 2015, vol. 1, no. 4, pp. 1–8. doi: 10.5334/jime.ai
19. Hadley A.O. *Teaching Language in Context.* 3rd ed. Heinle & Heinle, 2001, 512 p.
20. Wozniak P.A. *Optimization of Learning.* Master Thesis. University of Technology in Poznan, 1990.

**Авторы**

**Михайлов Илья Эдуардович** — студент, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, Scopus ID: 57196279641, ORCID ID: 0000-0003-3085-4958, ellepsis07@gmail.com

**Балакшин Павел Валерьевич** — кандидат технических наук, доцент, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, Scopus ID: 57196274359, ORCID ID: 0000-0003-1916-9546, pvbalakshin@gmail.com

**Authors**

**Ilya E. Mikhailov** — student, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, Scopus ID: 57196279641, ORCID ID: 0000-0003-3085-4958, ellepsis07@gmail.com

**Pavel V. Balakshin** — PhD, Associate Professor, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, Scopus ID: 57196274359, ORCID ID: 0000-0003-1916-9546, pvbalakshin@gmail.com