

РАЗДЕЛ II. КОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВОСПРИЯТИЯ ТЕКСТА  
SECTION II. COGNITIVE MECHANISMS OF TEXT COMPREHENSION


UDC 159.9.072, 81-139

DOI: 10.18413/2313-8912-2023-9-1-0-5

Irina V. Blinnikova<sup>1</sup> 

Maria D. Rabeson<sup>2</sup> 

Georgy B. Blinnikov<sup>3</sup> 

Anna I. Izmalkova<sup>4</sup> 

The complexity of semantic search in native and foreign  
languages: an analysis of eye movements

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University  
11/9 Mokhovaya St., Moscow, 125009, Russia  
*E-mail:* [blinnikova-iv@yandex.ru](mailto:blinnikova-iv@yandex.ru)

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University  
11/9 Mokhovaya St., Moscow, 125009, Russia  
*E-mail:* [maria.rabeson@gmail.com](mailto:maria.rabeson@gmail.com)

<sup>3</sup> Pushkin State Russian Language Institute  
6 Akademik Volgin St., Moscow, 117485, Russia  
*E-mail:* [georgijblinnikov@gmail.com](mailto:georgijblinnikov@gmail.com)

<sup>4</sup> National Research University Higher School of Economics  
3 Krivokolenny Pereulok, Moscow, 101000, Russia  
*E-mail:* [mayoran@mail.ru](mailto:mayoran@mail.ru)

*Received 05 February 2023; accepted 16 March 2023; published 30 March 2023*

**Abstract.** The article discusses the central problems of word recognition in native and foreign languages. Russian-speaking and Azerbaijani-speaking subjects were solving the visual semantic search task and were looking for Russian words among randomly arranged Cyrillic letters. Words were hidden in the 15x15 letter matrix, they were not spaced, consisted of 6-7 letters, were arranged either horizontally or vertically; half of the words included several identical letters, another half did not. Each matrix had ten words and had an emotional valence index and a frequency index. The recorded indices were the number of found stimuli and eye metrics. The study showed the effects of language knowledge, the arrangement of words in the matrix, their frequency and the letter set. The subjects were more likely to detect horizontally arranged words that have a higher frequency and several identical letters; the established regularity had a similar effect for both groups. The effect of emotional valence was weak only for the Azerbaijani-speaking subjects. The search in the native language was more effective due to the use of more effective strategies for cognitive processing of verbal material. The Russian-speaking subjects employed a consciously controlled strategy, associated with the use of mental resources and reflected in longer fixations and short saccades; the Azerbaijani-speaking subjects used a more chaotic strategy, covering a larger search space, associated with longer





saccades and shorter fixations. More complicated tasks (with lower-frequency lexemes) led to a change in strategies and the use of special skills of identifying words, which were different for both groups.

**Keywords:** Visual semantic search; Word recognition; Eye movements; Native and foreign language; Complexity of Cognitive Processing

**How to cite:** Blinnikova, I. V., Rabeson, M. D., Blinnikov, G. B. and Izmalkova, A. I. (2023). The complexity of semantic search in native and foreign languages: an analysis of eye movements, *Research Result. Theoretical and Applied Linguistics*, 9 (1), 64-81. DOI: 10.18413/2313-8912-2023-9-1-0-5

УДК 159.9.072, 81-139

DOI: 10.18413/2313-8912-2023-9-1-0-5

Блинникова И. В.<sup>1</sup>   
Рабесон М. Д.<sup>2</sup>   
Блинников Г. Б.<sup>3</sup>   
Измалкова А. И.<sup>4</sup> 

Сложность семантического поиска на родном  
и иностранном языке: анализ движений глаз

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ул. Моховая, 11, стр. 9, Москва, 125009, Россия  
*E-mail:* [ir.vl.blinnikova@gmail.com](mailto:ir.vl.blinnikova@gmail.com)

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ул. Моховая, 11, стр. 9, Москва, 125009, Россия  
*E-mail:* [maria.rabeson@gmail.com](mailto:maria.rabeson@gmail.com)

<sup>3</sup> Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина  
ул. Академика Волгина, 6; Москва, 117485, Россия  
*E-mail:* [georgijblinnikov@gmail.com](mailto:georgijblinnikov@gmail.com)

<sup>4</sup> Высшая школа Экономики  
пер. Кривоколенный, 3, Москва, 101000, Россия  
*E-mail:* [mayoran@mail.ru](mailto:mayoran@mail.ru)

*Статья поступила 05 февраля 2023 г.; принята 16 марта 2023 г.;  
опубликована 30 марта 2023 г.*

**Аннотация.** В статье обсуждаются актуальные проблемы распознавания слов на родном и иностранном языке. Представлены результаты экспериментального исследования, в котором русскоязычные и азербайджаноязычные испытуемые должны были решать задачу зрительного семантического поиска и обнаруживать слова русского языка в множественном массиве хаотично расположенных кириллических букв. Слова были спрятаны в буквенной матрице 15x15, они не выделялись пробелами, состояли из 6-7 букв, располагались либо горизонтально, либо вертикально; половина имела в своем составе повторяющиеся буквы, другая половина – нет. Каждая матрица включала в себя 10 слов с подсчитанным индексом эмоциональной валентности и частотности. Регистрировалось количество найденных стимулов и показатели движений глаз. Были выявлены эффекты знания языка, расположения слов в

матрице, их частотности и буквенного состава. Слова, горизонтально расположенные, имеющие более высокую частотность и повторяющиеся буквы в своем составе, обнаруживались с большей вероятностью. Установленные закономерности имели сходную величину эффекта для обеих групп. Слабое влияние эмоциональной валентности было установлено только для азербайджаноязычных испытуемых. Показано, что поиск на родном языке был более результативным за счет использования более эффективных стратегий когнитивной обработки. Русскоязычные испытуемые использовали осознаваемо контролируруемую стратегию, связанную с затратой ментальных ресурсов, отражающуюся в более длительных фиксациях и коротких саккадах. Азербайджаноязычные испытуемые применяли более хаотичную стратегию, охватывающую большее пространство поиска и реализующуюся за счет удлинения саккад и укорачивания фиксаций. Увеличение сложности задачи (в случае использования более низкочастотных лексем) приводила к изменению стратегий и использованию особых приемов идентификации слов, которые также различались в группах испытуемых.

**Ключевые слова:** Зрительный семантический поиск; Распознавание слов; Движения глаз; Родной и иностранный язык; Сложность когнитивной обработки

**Информация для цитирования:** Блинникова И. В., Рабесон М. Д., Блинников Г. Б., Измалкова А. И. Сложность семантического поиска на родном и иностранном языке: анализ движений глаз // Научный результат. Вопросы теоретической и прикладной лингвистики. 2023. Т. 9. № 1. С. 64-81. DOI: 10.18413/2313-8912-2023-9-1-0-5

## Introduction

The problems of text complexity and text comprehension have given rise to two lines of research: the first is search for objective quantitative complexity indices, whereas the second is the analysis of subjective qualitative descriptions and complexity assessment (see Hiebert, Pearson, 2014). As the objective indices researchers employed the frequency of words, the syllable set, the length of sentences, the clarity of text parts, etc.; their number could reach 60 or even more (Klare, 1984). These ideas underpinned automatic text complexity assessment systems (Solovyev, Solnyshkina, McNamara, 2022), although many authors point out to their flaws. In particular, it has been repeatedly emphasized that the objective evaluation of difficulty does not coincide (or does not coincide exactly enough) with the subjective assessments by readers. That is why researchers are still trying to develop new subjective or qualitative criteria for text complexity based on expert assessments and

special standardized questionnaires. Subjective indices, however, are often vague and not exact. For example, students are not always able to fill out text complexity assessment questionnaires without the help of teachers (Toyama, Hiebert, Pearson, 2016).

The cognitive approach has changed the view of this problem by linking the complexity of incoming information with human capabilities and nature of information processing (Gough, 1972). Task difficulty (its goals, content and context) is viewed through the prism of mental work. For example, the RAND model singles out as text comprehension factors a parameter of cognitive activity, which uses multilevel processing operations and is determined by the goals, in addition to the parameters of the text and the subject who reads it (Snow, 2002). The methods and techniques of such activity can be designated as execution strategies, whose effectiveness depends on the characteristics of the verbal material, on knowledge and experience, as well as on the

motivational attitudes and mental states of the subject. The process of comprehension is also inseparable from the socio-cultural context, habitual social practices and ideas about the world.

This study used the analysis of eye movements to identify the features of mental work with lexical material in the native and foreign languages and to describe the nature of the difficulties that the subjects face. The task of the visual semantic search required detection and recognition of words of the Russian language in a chaotic set of Cyrillic characters. The methods and mechanisms of visual word recognition are some of the most discussed topics in modern cognitive science (Adelman, 2012; Yap, Balota, 2015; Snell, Grainger, 2019). The process is believed to include several stages of transition from the letter physical features to the lexico-semantic mental representation, from external form to meaning (Martin et al., 2017). With some limitations, word recognition can be considered as a unit of text comprehension. We are aware that working with text cannot be reduced to identifying words: Sometimes the text can be understood when not all words are recognized, and vice versa, recognition of all words does not always lead to complete comprehension of the text. However, revealing the cognitive processes of word recognition may give insight into the functional and computational mechanisms of text comprehension (Schotter, Payne, 2019), whereas the identification of word recognition strategies and involved difficulties can lay the foundation for further analysis of text complexity using eye movements.

Researchers are increasingly using eye tracking technologies to study word recognition (Holmqvist, Andersson, 2017). The bulk of the collected data tackled reading processes (Rayner, 2009; Leininger, Rayner, 2017)<sup>1</sup>. Scholars, however, encountered a

---

<sup>1</sup> Some researchers claim that eye movements do not only accompany word recognition but are a vital for this process. When subjects cannot move their eyes, they need more time to name words and to make their

number of problems here, in particular, the fact that reading skills in literate adults are highly automated, and this hampers revealing of the cognitive architecture of recognition. On the contrary, recognition of the meanings of separate words usually limits the number of oculomotor indices considered (Blinnikova, Izmalkova, 2016). The task of detecting words in a noisy context creates an unusual situation and significantly complicates the processes of reading and recognizing lexemes. In particular, it is distinguished by a higher level of crowding<sup>2</sup>, the bulk of letters competes for limited processing resources. All this makes it impossible for the reading process to be automatic (Falikman, 2017) and allows obtaining more information on the structure of verbal processing and employed strategies.

We assumed that finding native language lexemes would be much easier than searching in a foreign language, which would be expressed in a larger number of found words (Hypothesis 1). The study involved Russian and Azerbaijani students. The Azerbaijanis were trained in Russian at the Baku branch of Lomonosov Moscow State University and knew the Russian language quite well, although their level of language competences was lower than that of natives. However, the research goal was not only to establish the superiority of the native language over the foreign one, but also to identify how this advantage is achieved, which strategies, methods and techniques the subjects use. Therefore, we varied a number of test stimulus parameters, complicating the solution of the task, and analyzed how this changed the process of word detection and recognition. We also assumed that the factors would have different effects on the performance of the search and detection of

---

final decision about the lexeme (Schotter, Payne, 2019).

<sup>2</sup> The processing information limitations caused by letter crowding have been lately considered as one of the central problems for determining the difficulty of reading and recognizing of lexical material (Grainger, Dufau, Ziegler, 2016).

words in the native and foreign languages (Hypothesis 2).

One of the factors affecting word recognition is the properties of their location on the page (Rabeson, Blinnikova, 2020). In our case, the words were arranged in the matrix either horizontally or vertically. The horizontal arrangement of words is common to all Indo-European and Turkic languages, so we assumed that for both groups of subjects it would be easier to read and recognize horizontal words. However, we thought that it would be easier for Russian-speaking subjects to detect vertically placed words, as this group has greater search potential in general.

Data from numerous sources link the speed and success of recognition with the frequency of words, their letter set and length (Kinoshita, 2015; Yap, Balota, 2015; Blinnikova, Rabeson, Izmalkova, 2019). Our study used words with different levels of frequency in written texts and assumed that this would have an impact on word detection. This impact, however, would be different for different groups of subjects. It was reasonable to assume that the search and recognition of words in a foreign language would be more sensitive to the stimulus frequency rate than the search for words in the native language. As for the length of words, the test stimuli included from 6 to 7 letters, but the matrices also contained short distracting words that could not be named by the subjects. We thought that the false naming of short stimuli would be more typical for searching in a foreign language. We also tested the assumption that the letter set would affect word detection. To do this, we used a fairly rare method of identical letters in a word (Norris, 1984), believing that the repeated use of the same letter in a word would facilitate its detection. In addition to objective physical properties, word recognition can hypothetically be influenced by semantics of words. Our study exploited words with different emotional connotations: positive, negative and neutral. We believed that positive emotionality would create additional activation for word detection and word

recognition. This assumption relied on data on the influence of the emotional valence of words on the speed of their discovery (Kuperman et al., 2014; Gao, Shinkareva, Peelen, 2022).

There are several word recognition models (Norris, 2013; Rastle, 2016) but all the revealed identification mechanisms can be essentially grouped into three clusters. In the first of them, people construct and recognize words via the successive collection of letter chains; the second one presupposes the possibility of simultaneous identification of a holistic word representation<sup>3</sup>; whereas in the third cluster recognition relies on the identification of sublexical units (for example, syllables or different chunks). It can also be assumed that mastering written speech leads to a transition from letter-by-letter perception to reading syllables as elements of lexeme building, and further to identifying whole words as a kind of hieroglyphic symbols. In this case, those who are in the earlier stages of language acquisition will be more likely to use letter-by-letter reading strategies, while more advanced speakers are more likely to rely on holistic word perception. As a third hypothesis, we assumed that the search and detection of words in the native and foreign languages would use different strategies, which can be revealed by the analysis of eye movements (Hypothesis 3).

### **Main part**

The purpose of the work is to compare the effectiveness and strategies of visual semantic search in native and foreign languages.

### **Materials and Methods**

**Sample:** The study involved two groups of subjects: students of Russian and Azerbaijani universities, a total of 42 people aged 18 to 25 (the average age was 20). The group of Russian subjects consisted of 18 people (12 women and 6 men), and the group of Azerbaijani subjects consisted of 24 people

---

<sup>3</sup> Contemporary models state that readers resort to parallel letter processing in this case (Grainger, Dufau, Ziegler, 2016).

(16 women and 8 men). The groups were equivalent in terms of age and level of education, while their culture (Russian or Azerbaijani) and their command of the Russian language was different. For the Russian subjects, Russian was their mother tongue. For the Azerbaijani subjects, Russian was a foreign language, which they studied at least from the first grade of school and knew at the level of B2, C1. It was also the language of their studies at university.

*The experimental task* was based on Hugo Münsterberg's technique (see Falikman, 2017), which involves the search and

**Figure 1.** Example of a stimulus matrix with high-frequency emotionally positive words

**Рисунок 1.** Пример стимульной матрицы. Представлена матрица с высокочастотными позитивно эмоционально окрашенными словами

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| У | В | Ч | И | З | Х | Н | П | И | У | О | Ш | Р | А | З |
| С | И | Я | Н | И | Е | Т | Ь | Е | Л | Х | Ж | И | Е | Е |
| В | И | В | Е | П | Р | Н | З | В | Ы | К | Л | Н | Ь | У |
| Ф | Н | А | Д | Е | Ж | Д | А | И | Б | Е | А | Т | Л | Е |
| Л | Ж | Ы | У | В | Т | Е | П | Я | К | И | В | Е | Д | Ы |
| Ь | С | В | Е | Э | Е | Ч | Ч | О | А | К | И | Р | Р | Щ |
| И | Н | П | Р | О | С | Т | О | Р | Щ | Х | Ь | Е | А | Т |
| Д | К | К | К | Р | А | С | О | Т | А | У | Т | С | Д | З |
| О | Л | Е | Я | Ш | В | А | Б | Е | С | Б | Ь | А | О | Х |
| Б | И | О | Б | Ь | Я | Т | И | Я | П | Ю | В | Н | С | Ь |
| Р | В | И | С | О | И | З | О | Т | Е | А | О | О | Т | Г |
| О | Е | Е | П | А | В | Л | Т | Е | Р | П | Г | Й | Ь | О |
| Т | Т | И | Н | С | К | У | А | Т | Ь | И | А | К | Ц | Н |
| А | А | Т | Л | И | Л | Ю | Б | О | В | Ь | Н | Д | Р | О |
| Н | Е | В | З | А | Ч | А | Е | У | В | Е | С | Г | Н | Ь |

*Stimuli:* For the experiment, 15 x 15 matrices filled with Cyrillic letters were constructed, with 10 words of the Russian language placed in each table (see Fig. 1). The length of the test words was 6 or 7 characters, they could be arranged either horizontally or vertically and differed in frequency of use, in the number of identical letters in a word and in their semantic valence. In the matrices, one could sometimes find short words or abbreviations of two or three letters but the

identification of words hidden among many randomly arranged letters. A letter matrix was presented for a short time to the study participants, who were to find there meaningful lexical units. On the one hand, this task looks like a puzzle, and on the other hand, it represents a variation of information retrieval, which is of high importance for people today. Since the subjects did not know in advance words they were looking for, they had to constantly make (or identify) letter sequences and decide whether those letter strings were words.

instructions forbade the subjects to name them. Half of the words had identical letters and the other half did not. The frequency of words was determined using the frequency dictionary of the modern Russian language<sup>1</sup>. The semantic valence was determined by the

<sup>1</sup> Lyashevskaya, O. N., Sharov, S. A. (2009). Frequency Dictionary of the Modern Russian Language (based on the materials of the National Corpus of the Russian Language), Publishing center "Azbukovnik", Moscow, Russia.

emotional valence indicator, which was assessed in a preliminary study (Blinnikova, Marchenko, Badalova, 2014). A total of 7 matrices were prepared: one was used for the training series, six for the experimental series. Each matrix had its own frequency index and emotional valence index, which were calculated as average values for the ten words included in it. The experimental sequence included two emotionally positive, two emotionally negative and two emotionally neutral matrices. One of the two matrices in each emotionally valenced block had a higher, and the other one had a lower frequency.

**Study procedure:** Each subject was tested individually. At the beginning of testing, the subjects filled out the protocol, where they indicated their name, age, educational background and agreed to participate in the experiment. Then the instruction on the display explained the purpose and conditions of the experiment. After that, the subjects performed a trial series, when they were looking for all the words in the presented matrix without any time limit. During the trial series, the program reminded the subjects that words could be arranged both horizontally and vertically, but not diagonally or stepwise. In addition, it was emphasized that they should look for “long words”, consisting of 6-7 letters, and not pay attention to short lexemes, which could sometimes be made out of presented set of letters. Next, the subjects received the main instruction, the equipment for recording eye movements was calibrated, and the subjects solved six matrices of the experimental series. The exposure time for each table was 40 seconds. Before each matrix, a masking stimulus as a fixation point was presented for one second. The sequence of matrices changed from subject to subject.

**Equipment:** The experiment was carried out using SMI Gaze & Eyetracking Systems hardware and software. We used the program for the development of experimental design and presentation of stimulus material “Experimenter Centre”, as well as a device for non-contact registration of eye movements

from SMI RED (the system is based on the “dark pupil method”) with a frequency of 500 Hz. This equipment is designed to make environmentally valid experiments. During registration, the subject's head can move freely in a space of 40 cm x 40 cm x 70 cm. Distance to the monitor is 60 cm – 80 cm; accuracy reaches 0.4°; spatial resolution (RMS): 0.03°; possible delay up to 6 ms; fast automatic calibration <10 s. The behavior and verbal responses of the subjects were filmed and the audio was recorded.

**Measured indices:** The answers of the subjects were recorded: the number of correctly identified and named words, the number of errors, i.e. incorrectly identified words. Eye movement indices were also recorded: 1) duration and number of fixations, amplitude and direction of saccades for the entire matrix; 2) the number, total and average duration of fixations, the number of recurrent saccades in the areas of interest (AOI), which were identified as test words.

**Raw data processing:** Our statistical data analysis used the SPSS'22 package and the following methods: consistency test with a normal distribution (Kolmogorov-Smirnov test), ANOVA to compare the average values between the groups.

### Results and discussion

**Key performance indices of word search and word detection in two groups of subjects.** The first stage consisted of the analysis of the number of detected words in the matrices. A total of 252 samples were analyzed for 42 subjects. The search performance in the native language was significantly higher than in a well-studied foreign language. On average, the Russian students found 2.99 (SD = 1.39) and the Azerbaijani students 1.84 (SD = 1.23) words in each matrix; the difference was more than one word and highly significant ( $F(1, 251) = 45.09; p < 0.01$ ). The probability of detecting each word was 0.29 for the Russian sample and 0.18 for the Azerbaijani sample. This result was expected: in most studies, quantitative and qualitative indices of verbal problems solutions in the native

language were superior to those in a foreign language (see Rayner, 2009). The subjects were asked to find only long words consisting of 6 or 7 letters in the matrices. The length of the test words differed slightly and did not have a significant impact on their detection. In the Azerbaijani sample, the subjects found short distracting words now and then (on average 0.37 for the matrix), whereas in the Russian sample this almost never happened (on average 0.06 for the matrix).

We also compared the performance of the two groups of subjects depending on the characteristics and arrangement of words in the matrix. The results are in the Table 1.

Differences between the detection of words in the native and foreign languages were significant for almost all experimental conditions. This suggests that the factor of the native language is significant, its influence is manifested regardless of the frequency, letter set, length and emotional coloring of words. An exception to this pattern was the detection of vertically arranged words, only in this case the differences between the groups were insignificant: both Azerbaijani and Russian subjects were approximately equally unsuccessful (data are highlighted in grey in the Table 1).

**Table 1.** Number of words reproduced on average in the matrix depending on their location, frequency of use, letter set and emotional valence in two groups of subjects (Insignificant differences are highlighted in grey)

**Таблица 1.** Количество воспроизведенных слов в среднем по матрице и в зависимости от их расположения, частотности употребления, состава и эмоциональной валентности в двух группах испытуемых (серым цветом выделены незначимые различия)

|                                    | <i>Location</i>   |                 | <i>Frequency</i>            |                            | <i>Identical letters</i>    |                          | <i>Emotionality</i> |                  |                  |
|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------|------------------|------------------|
|                                    | <i>Horizontal</i> | <i>Vertical</i> | <i>High-frequency words</i> | <i>Low-frequency words</i> | <i>No identical letters</i> | <i>Identical letters</i> | <i>Positive</i>     | <i>Neutral</i>   | <i>Negative</i>  |
| <i>Russian subjects</i>            | 4,37              | 0,97            | 3,29                        | 2,70                       | 2,8                         | 3,2                      | 2,96                | 3,02             | 2,97             |
| <i>Azerbaijani subjects</i>        | 2,51              | 0,85            | 1,98                        | 1,70                       | 1,5                         | 2,2                      | 2,10                | 1,75             | 1,63             |
| <i>F (1, 251)</i>                  | 54,97             | 0,40            | 29,58                       | 17,34                      | 34,30                       | 16,32                    | 10,66               | 8,68             | 15,25            |
| <i>Significance of differences</i> | <i>p&lt;0,01</i>  | <i>p&gt;0,1</i> | <i>p&lt;0,01</i>            | <i>p&lt;0,01</i>           | <i>p&lt;0,01</i>            | <i>p&lt;0,01</i>         | <i>p&lt;0,01</i>    | <i>p&lt;0,01</i> | <i>p&lt;0,01</i> |

In addition to the native language factor, some other effects were identified. A significant influence on the search, detection and recognition of words is exerted by the

factor of their location ( $F(2, 250) = 32.93$ ;  $p < 0.01$ ). Horizontally arranged words are found much easier than vertically arranged ones. This can be explained by the habitual



nature of reading words, since in Russian (as in all modern Indo-European languages) reading is carried out from top to bottom, line by line, one horizontal sequence of lexemes is read after another. Japanese subjects, solving a similar task, showed their superiority in this component (Rabeson, Blinnikova, 2020).

Another significant factor was the letter set: our study took into account the presence of identical letters in a word. The probability of detecting words that had identical letters was significantly higher than in words where this did not occur ( $F(2, 250) = 11.44$ ;  $p < 0.01$ ). In general, this confirms the previously established effect of interaction between word recognition and identical letters in a word (Norris, 1984). The influence of frequency is consistently confirmed in word recognition experiments (Norris, 2013) and our data were no exception: in matrices with a higher word frequency index, stimuli were more likely to be found ( $F(2, 250) = 5.74$ ;  $p < 0.05$ ). None of these factors were found to interact with the native language factor. Subsequently, the arrangement of letters and identical letters, as well as the frequency of words had the same effect on the search and detection of words in both the native and foreign languages. Such results contradicted our second hypothesis.

The factor of emotional coloring of the word had no significant effect. Table 1 shows that the results of the Russian subjects for matrices with emotionally positive, negative and neutral words were almost the same. However, this was not entirely true for the Azerbaijani sample. In matrices containing words with positive connotations, Azerbaijani subjects found more words than in matrices with negative connotations. The differences were not significant and we can only consider them as a trend requiring further testing ( $F(1, 143) = 2.30$ ;  $p < 0.1$ ); calculated only for the Azerbaijani sample). Apparently, the fundamental effect here is the sociocultural

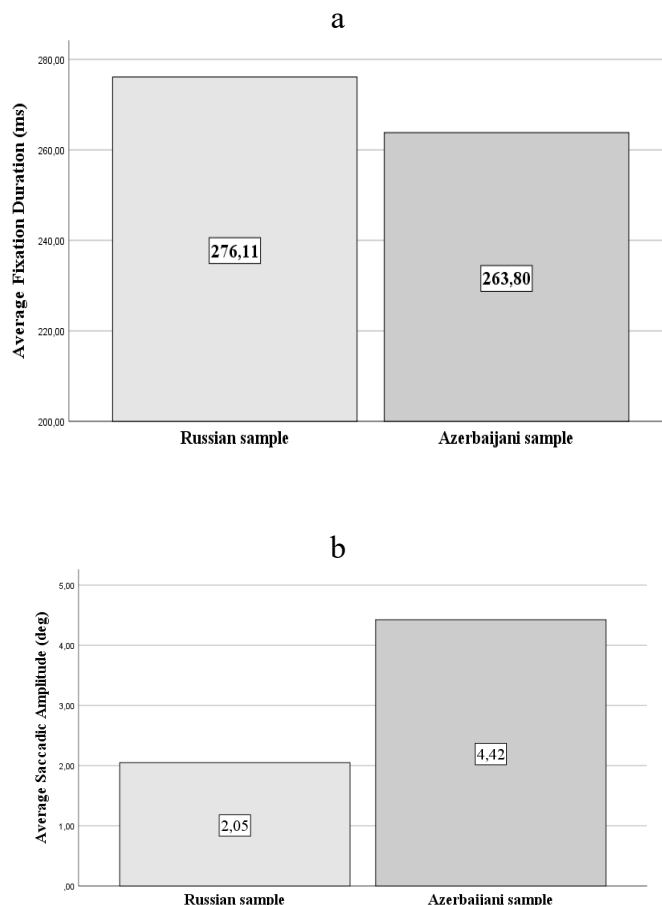
context, not the command of a language. A number of recent studies have shown that representatives of Azerbaijani culture are more context-oriented when perceiving various stimuli and solving problems (Arestova, Muslimzade, 2018; Blinnikova et al., 2021). In our case, the influence of the emotional factor could only have a contextual character. The detection of the first word “revealed” the features of the matrix to the subjects, and they could continue the search with more or less enthusiasm. For the Russian-speaking sample, this was not significant, but, albeit slightly, it influenced the Azerbaijani sample.

***Eye movements of the subjects in the whole search matrix.*** The comparison of the main indices of eye movements in the groups of Russian and Azerbaijani subjects was surprising. The pattern of oculomotor activity of the Russian students had longer fixations and short saccades compared to the Azerbaijanis (see Fig. 2 a, b). At the same time, intergroup differences were significant both for the index of the average duration of fixations ( $F(1, 251) = 4.41$ ;  $p < 0.5$ ) and for the amplitude of saccades ( $F(1, 251) = 77.57$ ;  $p < 0.1$ ). The data obtained did not comply with the established rule that the development of reading and language skills leads to a reduction in fixation time and an increase in the amplitude of saccades (Rayner, 1998). Our pattern was opposite: the subjects, who knew the language better, used longer fixations and short saccades. Taking into consideration that the detection performance of the Russian-speaking subjects was higher, and there was no doubt that the task was easier for them, these data could only be interpreted in one way: the Russian-speaking subjects used a special strategy<sup>1</sup> that brought them success.

<sup>5</sup> The approach that considers various cognitive and metacognitive strategies of word recognition, reading and text comprehension is becoming more popular (see McNamara, 2007).

**Figure 2 a, b.** Comparison of the average fixation duration (a) and the saccade amplitude (b) during search in matrices for two groups of subjects

**Рисунок 2 а, б.** Сравнение средней длительности фиксации (а) и амплитуды саккад (б) в процессе поисковой активности на матрицах в двух группах испытуемых



These data are to be studied in the context of the used task. The proposed task prevented using automated reading skills<sup>1</sup>; it was necessary to switch to completely different ways of working with verbal material. Russian-speaking subjects, working with the material of their native language, began to use a slower, consciously controlled strategy, possibly resorting to working memory resources in order to store intermediate search results and detect words. This was reflected in shorter saccades and longer fixations. This is consistent with a

number of previous data demonstrating that as the text becomes more complex, the field of attention narrows and verbal processing becomes more organized and consistent (Schad, Engbert, 2012). However, the subjects, when solving tasks in a foreign language, did not employ a conscious generate-and-test procedure. The Azerbaijani-speaking subjects chose a faster, more chaotic strategy with rather superficial cognitive processing, which led to longer saccades and shorter fixations. They seemed to strive for wider coverage hoping to “bump into” stimuli.

<sup>6</sup> Other studies come to a similar conclusion. M. Falikman showed that the use of such a task disrupts automated systems of word recognition (Falikman, 2017).

Previously, researchers already described cognitive strategies that are used in word recognition. D. Balota and D. Sieler

(1999) identified two such strategies: one provides fast-acting familiar-based processing and the other is used in less familiar situations and relies on slow processing with the involvement of conscious attention. Our previous studies also identified two similar strategies that corresponded to the focal and ambient processing described by B.M. Velichkovsky. Focal processing provides access to deeper levels of information analysis and manifests itself in longer fixations in combination with shorter saccades. Ambient processing is more superficial and aimed at a wider coverage of available information; it manifests itself in a combination of shorter fixations with extended saccades (Velichkovsky et al., 2005). It is significant that we found similar differences in image processing strategies between the Azerbaijani and Russian samples (Blinnikov, Rabeson, Blinnikova, 2022).

**Analysis of eye movements indices in areas of interest (AOI).** Test words were selected as areas of interest. The analysis of oculomotor indices in those areas confirmed the choice of strategies by the subjects. The Azerbaijani-speaking subjects are distinguished by a smaller number of shorter fixations in areas of interest, their dwell time was shorter (1369,30 vs 1712,20;  $F(1, 251) = 44,27; p < 0,01$ ). Russian-speaking subjects continued to use a slower strategy of searching, detecting and recognizing words; they stayed longer in areas of interest, which led to better results. In addition to the duration of fixations, the groups also differed in the rate of returns to the area of interest, which was significantly higher in the Russian-speaking sample, regardless of whether the word was eventually found or not (see Table 2).

**Table 2.** Main indices of eye movements of subjects in the areas of interest for detected and non-detected stimuli (Insignificant differences are highlighted in grey)

**Таблица 2.** Основные показатели движений глаз испытуемых в областях интереса для обнаруженных и не обнаруженных стимулов (серым цветом выделены незначимые различия)

|                     | Average Fixation Duration in AOI (ms) |                    |                              | Number of Fixations in AOI |                   |                              | Revisits count in AOI |                    |                              |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|
|                     | <i>Not found word</i>                 | <i>Found word</i>  | <i>All areas of interest</i> | <i>Not found word</i>      | <i>Found word</i> | <i>All areas of interest</i> | <i>Not found word</i> | <i>Found word</i>  | <i>All areas of interest</i> |
| Russian sample      | 280,85                                | 276,63             | 279,38                       | 3,75                       | 7,79              | 4,96                         | 1,96                  | 2,34               | 2,08                         |
| Azerbaijani sample  | 265,69                                | 257,89             | 263,87                       | 3,03                       | 7,46              | 3,84                         | 1,26                  | 1,87               | 1,37                         |
| <i>F(1, 251)</i>    | 7,22                                  | 5,53               | 11,43                        | 20,04                      | 0,76              | 45,80                        | 76,67                 | 13,26              | 108,79                       |
| <i>Significance</i> | <i>p &lt; 0,01</i>                    | <i>p &lt; 0,05</i> | <i>p &lt; 0,01</i>           | <i>p &lt; 0,01</i>         | <i>p &gt; 0,1</i> | <i>p &lt; 0,01</i>           | <i>p &lt; 0,01</i>    | <i>p &lt; 0,01</i> | <i>p &lt; 0,01</i>           |

The fact that the Russian-speaking subjects persisted in returning to the areas where the test stimuli were located even before they were detected indicates that before the final identification of the word, subjects have a premonition of its existence, and this implicit feeling makes one return to the intuitively identified area<sup>7</sup>. Previously, B. M. Velichkovsky and colleagues obtained similar data: When subjects were comparing elements located in two areas of the screen, they scanned the area without regressive eye movements until the moment they had detected the difference in stimuli they had been looking for. After that, the eyes repeatedly and sequentially began to analyze the same critical areas (Velichkovsky et al., 1995). Phenomena of this kind were also described in the rationale for the Target Acquisition model, which assumes that the control of eye movements depends on top-down knowledge and processes, in combination with the redistribution of spatial search zones. This highlights significant areas while ignoring those in which the probability of finding targets is low (Zelinsky, 2008).

Russian native speakers seem to have more possibilities of relying on implicit representations of the object, creating "maps of potential targets" and using them to solve problems. The emergence of such anticipatory constructs leads, on the one hand, to a large time input (which is reflected in longer fixations), and, on the other hand, to a desire to return to the area of a potential stimulus (which leads to a greater number of regressive eye movements). This was confirmed by the fact that for the Russian-speaking subjects,

the number of fixations in relation to each cell in these areas was significantly greater than the number of fixations in relation to matrix cells in which there were no words (0,62 vs 0,50;  $F(1, 107) = 29,44$ ;  $p < 0,01$ ). No such regularities were found for the Azerbaijani-speaking subjects. The existence and mechanisms of using such implicit representations have been previously discussed in a number of works (Craik, Rose, Gopie, 2015; Flusser, Kautsky, Šroubek, 2007). It is possible that the mechanism for creating a kind of a probabilistic representation also operates in a more natural reading situation, creating a potential field for word recognition (see, for example, Hyönä, 2021).

**Differences in eye movements indices depending on lexeme identification difficulty.** Our finding based on the word recognition performance was that some conditions increased the difficulty of tasks while others decreased it. A higher frequency index, identical letters in words, horizontal arrangement increase the chances of word detection and word recognition.

These factors were also checked for the ability to impact eye movements indices of subjects as well as the ability to influence their performance. The most interesting results were obtained for the average duration (Fig.3) and number of fixations (Fig.4y) in the Areas of Interest that include identified words (527 words in total). Two-way ANOVA demonstrated effects of the native language factor and the word frequency factor on the average fixation duration in the area of interest with identified words as well as the interaction of the two factors.

<sup>7</sup> Our previous research showed that when subjects were solving the same task, their saccades and fixations of subjects were not distributed evenly across the matrix; they were grouped around both detected and undetected words (Grigorovich, Blinnikova, Izmalkova, 2014).

**Figure 3.** Differences in the average fixation duration in the area of interest with identified words depending on the frequency factor and language knowledge

**Рисунок 3.** Различия в средней длительности фиксации в области интереса идентифицированных слов в зависимости от фактора частотности и уровня знания языка

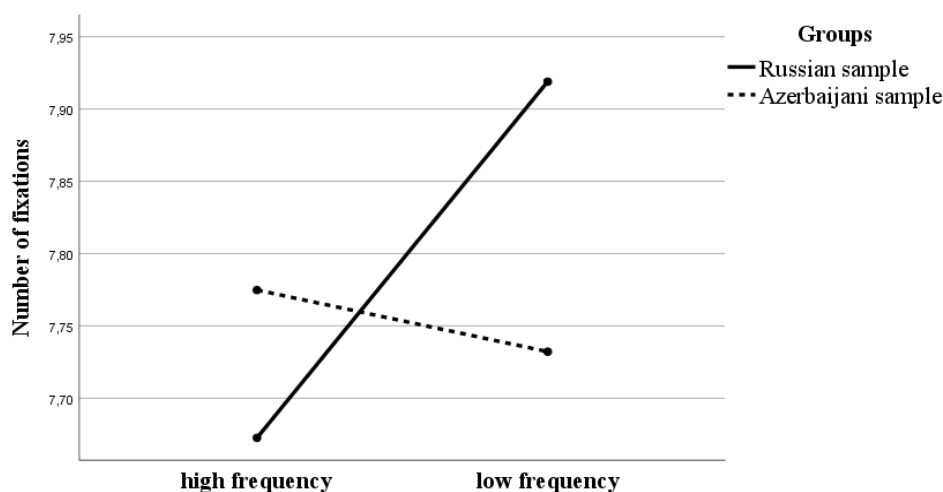


Fig. 3 illustrates that in a situation of recognizing less frequent words a greater task difficulty leads to a change in the nature of information processing in both groups of subjects. The results of two-way ANOVA demonstrated the significance of the language group factor ( $F(2, 525) = 4.84; p < 0.05$ ) and the interaction of the language group factor and word frequency ( $F(2, 525) = 6.74; p < 0.01$ ). The average fixation duration of the Azerbaijani students increased, while the number of fixations almost stayed the same. This result is typical in situations of more complicated task conditions and increased cognitive load (Rayner, 2009; Staub et al., 2010; Latanov, Anisimov, Chernorizov, 2016). In this case, when working with low-frequency words, the Azerbaijani subjects need more time to find a mental representation of a rarer stimulus.

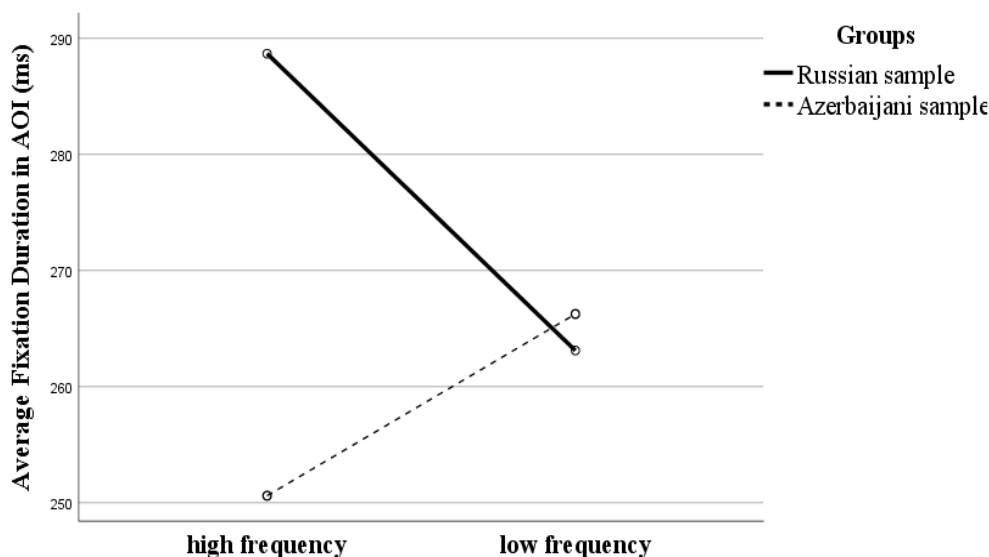
The results of the Russian sample are

somewhat paradoxical: increasing complexity leads to shorter fixations and therefore faster processing. These results can only be understood and explained by taking into account the general strategy that the subjects are using and the ability to draw on preliminary vague representations. If confirmation of emerging assumptions about the presence of a high-frequency word makes Russian subjects use the so-called "chunks"<sup>1</sup> (information blocks based on letter strings), low-frequency words verification requires a letter-by-letter search. This is also confirmed in the Russian-speaking sample by the link between a decrease in the fixation duration and an increase in the number of fixations (see Fig. 4) when working in difficult conditions, although the level of differences was not very high ( $F(2, 525) = 2.21; p = 0.1$ ).

<sup>8</sup> On the role of chunks in remembering and recognizing words, see Norris, Kalm, 2021.

**Figure 4.** Differences in the number of fixations in the area of interest with identified words depending on the frequency factor and language knowledge

**Рисунок 4.** Различия в количестве фиксации в области интереса идентифицированных слов в зависимости от фактора частотности и уровня знания языка



### Conclusion

This study has established a number of significant facts. First, it obtained information about the possibilities of searching and detecting words among many randomly arranged letters, in native and foreign languages. The task that we offered to the subjects was very difficult mainly compared with reading tasks: in the word detection space, there were no usual markers for the beginning and end of a lexeme, the words were arranged both horizontally and vertically, and the pressure of interfering stimuli was high. Under such conditions, the success of the subjects was not very high. At the same time, the Russian-speaking subjects significantly outmatched the Azerbaijani-speaking ones in terms of the number of detected words.

Additional factors of influence on the performance of visual semantic search were also identified. The word arrangement factor had the greatest effect: horizontally located

words were identified with greater success than vertically located words. The detection of horizontally located words among the Russian-speaking subjects was almost twice as superior to that among the Azerbaijani-speaking subjects, whereas the detection of vertically located words did not differ significantly in both groups. Although the task did not allow the full use of reading skills, they nevertheless helped to organize the search. The effect of frequency was also relevant: it was easier to identify high-frequency words. This pattern was evident in the search for words both in the native and in the foreign language and testified to common mechanisms of word recognition in different conditions. In addition, our investigation indicated the influence of the identical letters factor: If the words had identical characters, they were more likely to be found. Apparently, in the proposed task, the location of two identical letters in sufficient proximity to each other is a good clue to detect test

stimuli. It was not possible to establish the influence of emotional valence on word detection. We assumed that positively colored words would be more likely to be recognized, but this effect was very weakly manifested only for the Azerbaijani sample. For the Russian-speaking subjects, this factor was absolutely insignificant; the percentage of detected words for matrices with different emotional valences was approximately the same. Such differences may be related to cultural determinants. Eastern cultures, to which Azerbaijani culture allegedly gravitates, are more sensitive to context, in contrast to Western cultures, to which Russian subjects are closer. In our case, emotional valence could only have an impact creating a kind of an emotional context, and it turned out to be important for representatives of Azerbaijani culture.

Our investigation found that under given complex conditions, subjects use different word recognition strategies for the search in the native and in the foreign language. This conclusion was based on the analysis of eye movements. Habitual reading skills here are challenged and, perhaps, the realization of this fact makes the Russian-speaking subjects switch to more consciously controlled slow strategies of isolating and identifying lexemes when working with their native language. The Azerbaijani-speaking subjects, when solving the problem in a foreign language, took a completely different approach: Their strategy was more spontaneous and superficial, and search movements were more chaotic. It is still difficult to answer the question why the studied samples turned to such different strategies, whether the factors of language knowledge or cultural traditions had an influence here. The answer to this question will have to be sought in future research.

The obtained results demonstrated that the detection of words among an array of randomly arranged letters involves the implicit processing of verbal stimuli and the

creation of preliminary implicit representations of words that either take on an explicit form or not. This is manifested, in particular, in the fact that fixations and saccades "gravitate" to the areas of interest with the "hidden" words, even if subjects fail to recognize them. Our data demonstrated that such implicit processing is more accessible to subjects who solve the problem in their native language. A number of established regularities confirm this. In particular, the Russian-speaking subjects often returned to the area of hidden stimuli and eventually identified the words, which was largely the reason for their success. Besides, our data showed that before naming a word, Russian speakers double-checked preliminary assumptions rather than immediately named the words. The subjects who know Russian as a foreign language do not fully possess such possibilities. They try to "run into" and "grasp" words from a chaotic canvas of letters, but in most cases their gaze slips past the test stimuli, they fail to effectively use letter strings ("chunks") and to rely on pre-created implicit representations, which ultimately limits their ability to detect and recognize letters.

### References

- Adelman, J. S. (ed.) (2012). *Visual Word Recognition. Volume 2: Meaning and Context, Individuals and Development*, Psychology Press, Hove, UK. (In English)
- Arestova, O. N. and Muslimzade, P. Z. (2018). Cultural specifics of generalizations at the thinking activity (on Azerbaijani- And Russian-speaking inhabitants of Baku city), *Voprosy Psikhologii*, 3, 87–93. (In Russian)
- Balota, D. A. and Spieler, D. H. (1999). Word frequency, repetition, and lexicality effects in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency, *Journal of Experimental Psychology: General*, 128 (1), 32–55. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.128.1.32> (In English)
- Blinnikov, G., Rabeson, M. and Blinnikova, I. (2022). Cross-cultural differences

in strategies of complex images visual search, *Perception*, 51 (1), 42. (In English)

Blinnikova, I. and Izmalkova, A. (2016). Eye movement evidence of cognitive strategies in SL vocabulary learning, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 57, 311–323. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39627-9\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39627-9_27) (In English)

Blinnikova, I., Blinnikov, G., Bobkov, A. and Alieva, H. (2021). Cross-cultural differences in emotive image assessment: Comparison between Russian and Azerbaijani samples, *RSUH/RGGU Bulletin: Psychology. Pedagogics. Education*, 1, 28–50. DOI: 10.28995/2073-6398-2021-1-28-50 (In Russian)

Blinnikova, I., Marchenko, O. and Badalova, F. (2014). Search for emotionally coloured words in the alphabetic matrix, in Soloviev, V. D., Poliakov, V. N. and Masalova, S. I. (eds.), *Cognitive Modeling*, Southern Federal University Press, Rostov-on-Don, Russia, 31–36. (In Russian)

Blinnikova, I., Rabeson, M. and Izmalkova, A. (2019). Eye movements and word recognition during visual semantic search: differences between expert and novice language, *Psychology in Russia: State of the Art*, 12 (1), 129–146. <https://doi.org/10.11621/pir.2019.0110> (In English)

Craik, F. I., Rose, N. S. and Gopie, N. (2015). Recognition without awareness: Encoding and retrieval factors, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41 (5), 1271–81. DOI: 10.1037/xlm0000137 (In English)

Falikman, M. (2017). Visual search in large letter arrays containing words: Are words implicitly processed during letter search? *Journal of Vision*, 17 (10), 76–76. <https://doi.org/10.1167/17.10.76> (In English)

Flusser, J., Kautsky, J. and Šroubek, F. (2007). Object Recognition by Implicit Invariants, in Kropatsch, W. G., Kampel, M. and Hanbury, A. (eds.), *Computer Analysis of Images and Patterns: Lecture Notes in Computer Science*, 4673, Springer, Berlin, Heidelberg, 856–863. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-74272-2\\_106](https://doi.org/10.1007/978-3-540-74272-2_106) (In English)

Gao, C., Shinkareva, S. V. and Peelen M. V. (2022). Affective valence of words differentially affects visual and auditory word

recognition, *Journal of Experimental Psychology: General*, 151 (9), 2144–2159. <https://doi.org/10.1037/xge0001176> (In English)

Gough, P. B. (1972). Theoretical models and processes of reading, in Kavanagh, J. F. and Mattingly, I. G. (eds.), *Language by Ear and by Eye*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 661–685. (In English)

Grainger, J., Dufau, S. and Ziegler, J. C. (2016). A Vision of Reading, *Trends in Cognitive Sciences*, 20 (3), 171–179. DOI: 10.1016/j.tics.2015.12.008 (In English)

Grigorovich, S., Blinnikova, I. and Izmalkova, A. (2014). Strategies of space scan in the process of visual semantic search, in Soloviev, V. D., Poliakov, V. N. and Masalova, S. I. (eds.), *Cognitive Modeling*, Southern Federal University Press, Rostov-on-Don, Russia, 49–53. (In English)

Hiebert, E. H. and Pearson, P. D. (2014). Understanding Text Complexity: Introduction to the Special Issue, *The Elementary School Journal*, 115 (2), 153–160. <https://doi.org/10.1086/678446> (In English)

Holmqvist, K. and Andersson, R. (2017). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods, paradigms and measures*, Lund Eye-Tracking Research Institute, Lund, Sweden. (In English)

Hyönä, J., Heikkilä, T. T., Vainio, S. and Kliegl, R. (2021). Parafoveal access to word stem during reading: An eye movement study, *Cognition*, 208, Article 104547. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104547> (In English)

Kinoshita, S. (2015). Visual word recognition in the Bayesian Reader framework, in Pollatsek, A., Treiman, R. (eds.), *Oxford Handbook of Reading*, Oxford University Press, Oxford, UK, 63–75. (In English)

Klare, G. R. (1984). Readability, in Pearson, P. D., Barr, R., Kamil, M. and Mosenthal, P. (eds.), *Handbook of reading research, Volume 1*, Longman, New York, NY, 681–744. (In English)

Kuperman, V., Estes, Z., Brysbaert, M. and Warriner, A. B. (2014). Emotion and language: Valence and arousal affect word recognition, *Journal of Experimental Psychology: General*, 143 (3), 1065. DOI: [10.1037/a0035669](https://doi.org/10.1037/a0035669) (In English)



Latanov, A. V., Anisimov, V. N. and Chernorizov, A. M. (2016). Eye movement parameters while reading show cognitive processes of structural analysis of written speech, *Psychology in Russia: State of the Art*, 9 (2), 129-137. DOI: [10.11621/pir.2016.0210](https://doi.org/10.11621/pir.2016.0210) (In English)

Leinenger, M. and Rayner, K. (2017). What we know about skilled, beginning, and older readers from monitoring their eye movements, in León, J. A. and Escudero, I. (eds.), *Reading Comprehension in Educational Settings*, John Benjamins, Amsterdam, Netherlands, 1–27. DOI: [10.1075/swll.16.01lei](https://doi.org/10.1075/swll.16.01lei) (In English)

Martin, R. C., Tan, Y., Newsome, M. R. and Vu, H. (2017). Language and Lexical Processing, *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 631–643. DOI: [10.1016/B978-0-12-809324-5.03078-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.03078-9) (In English)

McNamara, D. S. (ed.) (2007). *Reading Comprehension Strategies: Theories, Interventions, and Technologies*, Psychology Press, New York, NY, USA. (In English)

Norris, D. (1984). The Effects of Frequency, Repetition and Stimulus Quality in Visual Word Recognition, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, 507–518. (In English)

Norris, D. (2013). Models of visual word recognition, *Trends in Cognitive Sciences*, 17 (10), 517–524.

<https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.003> (In English)

Norris, D. and Kalm, K. (2021). Chunking and data compression in verbal short-term memory, *Cognition*, 208, Article 104534. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104534> (In English)

Rabeson, M. and Blinnikova, I. (2020). Cross-cultural research of strategies and efficiency in visual semantic search, *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 94, 636–645. DOI: [10.15405/epsbs.2020.11.02.78](https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.11.02.78) (In English)

Rastle, K. (2016). Visual Word Recognition, in Hickok, G. and Small, S. L. (eds.), *Neurobiology of Language*, Academic Press, Amsterdam, Netherlands, 255–264. (In English)

Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research, *Psychological bulletin*, 124 (3), 372.

<https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372> (In English)

Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search, *The quarterly journal of experimental psychology*, 62 (8), 1457–1506. DOI: [10.1080/17470210902816461](https://doi.org/10.1080/17470210902816461) (In English)

Schad, D. J. and Engbert, R. (2012). The zoom lens of attention: Simulating shuffled versus normal text reading using the SWIFT model, *Visual Cognition*, 20 (4–5), 391–421. <https://doi.org/10.1080/13506285.2012.670143> (In English)

Schotter, E. R. and Payne, B. R. (2019). Eye Movements and Comprehension Are Important to Reading, *Trends in Cognitive Sciences*, 23 (10), 811–812. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.06.005> (In English)

Snell, J. and Grainger, J. (2019). Readers Are Parallel Processors, *Trends in Cognitive Sciences*, 23 (7), 537–546. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.04.006> (In English)

Snow, C. (2002). *Reading for Understanding: Toward an R&D Program in Reading Comprehension*, RAND Corporation, Santa Monica, CA. (In English)

Solovyev, V., Solnyshkina, M., McNamara, D. (2022). Computational linguistics and discourse complexology: Paradigms and research methods, *Russian Journal of Linguistics*, 26 (2), 275–316. <https://doi.org/10.22363/2687-0088-30161> (In English)

Staub, A., White, S. J., Drieghe, D., Hollway, E. C. and Rayner, K. (2010). Distributional effects of word frequency on eye fixation durations, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36 (5), 1280–1293. <https://doi.org/10.1037/a0016896> (In English)

Toyama, Y., Hiebert, E. H. and Pearson, P. D. (2017). An Analysis of the Text Complexity of Leveled Passages in Four Popular Classroom Reading Assessments, *Educational Assessment*, 22, 139–170. <https://doi.org/10.1080/10627197.2017.1344091> (In English)

Velichkovsky, B. M., Challis, B. H. and Pomplun, M. (1995). Arbeitsgedächtnis und Arbeit mit dem Gedächtnis: Visuell-räumliche und

weitere Komponenten der Verarbeitung [Working memory and work with memory: Visuospatial and further components of processing], *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 42 (4), 672–701. (In German)

Velichkovsky, B. M., Joos, M., Helmert, J. R. and Pannasch, S. (2005). Two visual systems and their eye movements: Evidence from static and dynamic scene perception, *Proceedings of the XXVII conference of the cognitive science society*, 2283–2288. (In English)

Yap, M. J. and Balota, D. A. (2015). Visual word recognition, in Pollatsek, A. and Treiman, R. (eds.), *The Oxford handbook of reading*, Oxford University Press, Oxford, UK, 26–43. (In English)

Zelinsky, G. J. (2008). A theory of eye movements during target acquisition, *Psychological Review*, 115, 787–835. DOI: 10.1037/a0013118 (In English)

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

*All authors have read and approved the final manuscript.*

*Конфликты интересов: у авторов нет конфликтов интересов для декларации.*

*Conflicts of interests: the authors have no conflicts of interest to declare.*

**Irina V. Blinnikova**, Ph.D. in Psychology, Associate Professor, Faculty of Psychology,

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

**Ирина Владимировна Блинникова**, кандидат психологических наук, доцент, Факультет психологии Московского Государственного университета имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия.

**Maria D. Rabeson**, Researcher, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

**Мария Давидовна Рабесон**, научный сотрудник, Факультет психологии Московского Государственного университета имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия.

**Georgy V. Blinnikov**, Ph.D. in Linguistics, Associate Professor, Pushkin State Russian Language Institute, Moscow, Russia.





**Георгий Борисович Блинников**, кандидат филологических наук, доцент, Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, Москва, Россия.

**Anna I. Izmalkova**, Ph.D. in Psychology, Researcher, Institute for Cognitive Neuroscience, HSE University, Moscow, Russia.

**Анна Игоревна Измалкова**, кандидат психологических наук, научный сотрудник, Институт когнитивных нейронаук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа Экономики», Москва, Россия.

УДК 159.9.072, 81-139

DOI: 10.18413/2313-8912-2023-9-1-0-5

Блинникова И. В.<sup>1</sup>   
Рабесон М. Д.<sup>2</sup>   
Блинников Г. Б.<sup>3</sup>   
Измалкова А. И.<sup>4</sup> 

Сложность семантического поиска на родном  
и иностранном языке: анализ движений глаз

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ул. Моховая, 11, стр. 9, Москва, 125009, Россия  
*E-mail:* [ir.vl.blinnikova@gmail.com](mailto:ir.vl.blinnikova@gmail.com)

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
ул. Моховая, 11, стр. 9, Москва, 125009, Россия  
*E-mail:* [maria.rabeson@gmail.com](mailto:maria.rabeson@gmail.com)

<sup>3</sup> Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина  
ул. Академика Волгина, 6; Москва, 117485, Россия  
*E-mail:* [georgijblinnikov@gmail.com](mailto:georgijblinnikov@gmail.com)

<sup>4</sup> Высшая школа Экономики  
пер. Кривоколенный, 3, Москва, 101000, Россия  
*E-mail:* [mayoran@mail.ru](mailto:mayoran@mail.ru)

*Статья поступила 05 февраля 2023 г.; принята 16 марта 2023 г.;  
опубликована 30 марта 2023 г.*

**Аннотация.** В статье обсуждаются актуальные проблемы распознавания слов на родном и иностранном языке. Представлены результаты экспериментального исследования, в котором русскоязычные и азербайджаноязычные испытуемые должны были решать задачу зрительного семантического поиска и обнаруживать слова русского языка в множественном массиве хаотично расположенных кириллических букв. Слова были спрятаны в буквенной матрице 15x15, они не выделялись пробелами, состояли из 6-7 букв, располагались либо горизонтально, либо вертикально; половина имела в своем составе повторяющиеся буквы, другая половина – нет. Каждая матрица включала в себя 10 слов с подсчитанным индексом эмоциональной валентности и частотности. Регистрировалось количество найденных стимулов и показатели движений глаз. Были выявлены эффекты знания языка, расположения слов в матрице, их частотности и буквенного состава. Слова, горизонтально расположенные, имеющие более высокую частотность и повторяющиеся буквы в своем составе, обнаруживались с большей вероятностью. Установленные закономерности имели сходную величину эффекта для обеих групп. Слабое влияние эмоциональной валентности было установлено только для азербайджаноязычных испытуемых. Показано, что поиск на родном языке был более результативным за счет использования более эффективных стратегий когнитивной обработки. Русскоязычные испытуемые использовали осознаваемо контролируруемую стратегию, связанную с затратой ментальных ресурсов, отражающуюся в более длительных фиксациях и коротких саккадах. Азербайджаноязычные испытуемые применяли более хаотичную стратегию, охватывающую большее пространство поиска и реализующуюся за счет

удлинения саккад и укорачивания фиксации. Увеличение сложности задачи (в случае использования более низкочастотных лексем) приводила к изменению стратегий и использованию особых приемов идентификации слов, которые также различались в группах испытуемых.

**Ключевые слова:** Зрительный семантический поиск; Распознавание слов; Движения глаз; Родной и иностранный язык; Сложность когнитивной обработки

**Информация для цитирования:** Блинникова И. В., Рабесон М. Д., Блинников Г. Б., Измалкова А. И. Сложность семантического поиска на родном и иностранном языке: анализ движений глаз // Научный результат. Вопросы теоретической и прикладной лингвистики. 2023. Т. 9. № 1. С. 64-81. DOI: 10.18413/2313-8912-2023-9-1-0-5


UDC 159.9.072, 81-139

DOI: 10.18413/2313-8912-2023-9-1-0-5

Irina V. Blinnikova<sup>1</sup> 

Maria D. Rabeson<sup>2</sup> 

Georgy B. Blinnikov<sup>3</sup> 

Anna I. Izmalkova<sup>4</sup> 

**The complexity of semantic search in native and foreign languages: an analysis of eye movements**

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University  
11/9 Mokhovaya St., Moscow, 125009, Russia  
*E-mail:* [blinnikova-iv@yandex.ru](mailto:blinnikova-iv@yandex.ru)

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University  
11/9 Mokhovaya St., Moscow, 125009, Russia  
*E-mail:* [maria.rabeson@gmail.com](mailto:maria.rabeson@gmail.com)

<sup>3</sup> Pushkin State Russian Language Institute  
6 Akademik Volgin St., Moscow, 117485, Russia  
*E-mail:* [georgijblinnikov@gmail.com](mailto:georgijblinnikov@gmail.com)

<sup>4</sup> National Research University Higher School of Economics  
3 Krivokolenny Pereulok, Moscow, 101000, Russia  
*E-mail:* [mayoran@mail.ru](mailto:mayoran@mail.ru)

*Received 05 February 2023; accepted 16 March 2023; published 30 March 2023*

**Abstract.** The article discusses the central problems of word recognition in native and foreign languages. Russian-speaking and Azerbaijani-speaking subjects were solving the visual semantic search task and were looking for Russian words among randomly arranged Cyrillic letters. Words were hidden in the 15x15 letter matrix, they were not spaced, consisted of 6-7 letters, were arranged either horizontally or vertically; half of the words included several identical letters, another half did not. Each matrix had ten words and had an emotional valence index and a frequency index. The recorded indices were the number of found stimuli and eye metrics. The study showed the effects of language knowledge, the arrangement of words in the matrix, their frequency and the letter set. The subjects were more likely to detect horizontally arranged words that have a higher frequency and several identical letters; the established regularity had a similar effect for both groups. The effect of

emotional valence was weak only for the Azerbaijani-speaking subjects. The search in the native language was more effective due to the use of more effective strategies for cognitive processing of verbal material. The Russian-speaking subjects employed a consciously controlled strategy, associated with the use of mental resources and reflected in longer fixations and short saccades; the Azerbaijani-speaking subjects used a more chaotic strategy, covering a larger search space, associated with longer saccades and shorter fixations. More complicated tasks (with lower-frequency lexemes) led to a change in strategies and the use of special skills of identifying words, which were different for both groups.

**Keywords:** Visual semantic search; Word recognition; Eye movements; Native and foreign language; Complexity of Cognitive Processing

**How to cite:** Blinnikova, I. V., Rabeson, M. D., Blinnikov, G. B. and Izmalkova, A. I. (2023). The complexity of semantic search in native and foreign languages: an analysis of eye movements, *Research Result. Theoretical and Applied Linguistics*, 9 (1), 64-81. DOI: 10.18413/2313-8912-2023-9-1-0-5

### Введение

Проблема сложности и понимания текстов заинтересовала исследователей достаточно давно, при этом с самого начала обозначились два направления – поиск внешних объективных показателей сложности и установление ее субъективных характеристик (см. Niebert, Pearson, 2014). В качестве объективных параметров выделяли частотность слов, состав слогов, длину предложений, ясность отдельных частей текста и т.п., их количество могло достигать до 60 или даже больше индексов (Klare, 1984). Эти идеи легли в основу автоматических систем оценивания сложности текстов (Solovyev, Solnyshkina, McNamara, 2022), но многие авторы указывают на их недостатки, в частности, неоднократно подчеркивалось, что объективное определение сложности не совпадает (или недостаточно точно совпадает) с субъективными оценками читателей. Именно поэтому не оставляются попытки разработать субъективные или качественные критерии сложности текстов, для чего используются экспертные характеристики и создаются специальные стандартизированные опросники. Однако субъективные индексы отличает размытость и неопределенность. Стоит обратить внимание на то, что учащиеся сами не всегда в состоянии заполнять опросники по оценке сложности текстов и им требуется помощь учителей (Toyama, Niebert, Pearson, 2016).

Когнитивный подход изменил взгляд на эту проблему, связав сложность поступающей информации с возможностями

и характером ее обработки человеком (Gough, 1972). Сложность задачи (ее целей, содержания и контекста) здесь начинают рассматривать через призму ментальной работы. Например, в модели RAND в качестве факторов, определяющих понимание текста, кроме параметров самого текста и читающего его субъекта выделяется еще компонент познавательной деятельности, детерминированной заданными целями и осуществляющейся с помощью операций многоуровневой обработки (Snow, 2002). Способы и приемы такой активности могут быть обозначены как стратегии выполнения, эффективность которых зависят как от характеристик вербального материала, так и от знаний и опыта, а также с мотивационных установок и состояний субъекта. Процесс понимания неотделим и от социокультурного контекста, привычных социальных практик и представлений о мире.

В нашем исследовании мы постарались с помощью анализа движений глаз выявить особенности такой ментальной работы с лексическим материалом на родном и иностранном языке и описать характер тех сложностей, с которыми сталкиваются испытуемые. Задача, которую они решали, – зрительного семантического поиска – требовала обнаружить и распознать слова русского языка в хаотичном наборе кириллических символов. Способы и механизмы визуального распознавания слов являются одной из наиболее обсуждаемых тем в современной когнитивной науке (Adelman, 2012; Yap, Balota, 2015; Snell, Grainger, 2019). Предполагается, что процесс

включает в себя несколько стадий от восприятия физических признаков к лексико-семантической ментальной репрезентации, от внешней формы к значению (Martin et al., 2017). С некоторыми оговорками распознавание слов можно рассматривать как единицу понимания текста. Мы осознаем, что работу с текстом нельзя свести к идентификации слов, в частности, иногда текст понимается, когда не все слова распознаны, и наоборот, распознавание всех слов не всегда приводит к полному проникновению в текст. Однако сам характер распознавания и уровни когнитивной обработки, включенные в этот процесс, могут быть соотнесены с постижением общего смысла текстового высказывания (Schotter, Rayn, 2019), а выявление стратегий распознавания слов, установление связанных с этим трудностей могут лечь в основу дальнейшего анализа сложности текста с помощью движений глаз.

Технологии бесконтактной регистрации движений глаз все чаще используются для изучения процесса распознавания слов<sup>1</sup> (Holmqvist, Andersson, 2017). Основной объем собранных данных затрагивал процессы чтения, но здесь исследователи встречаются с рядом проблем, в частности, с тем, что у грамотных взрослых навыки чтения высоко автоматизированы, и это не позволяет вскрыть когнитивную архитектуру распознавания (Rayner, 2009; Leininger & Rayner, 2017). В то же время, определение значений отдельно стоящих слов обычно, напротив, ограничивает количество рассматриваемых глазодвигаемых параметров (Blinnikova, Izmalkova, 2016). Задача обнаружения слов в зашумленном контексте создает непривычный контекст и существенным образом затрудняет процессы считывания и распознавания лексем. В частности, она характеризуется более высоким уровнем скупенности (crowding)<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Ряд исследователей утверждают, что движения глаз не просто сопровождают распознавание слов, но и являются необходимым условием этого процесса. Так при неподвижном взоре испытуемым нужно больше времени для называния слов и вынесения лексического решения (Schotter, Rayn, 2019).

<sup>2</sup> В последнее время проблема ограничений переработки информации, связанной с скупенностью бук-

масса неразделенных проблемами букв конкурирует за ограниченные ресурсы переработки. Все это позволяет автоматизировать процесс чтения (Falikman, 2017) и получить больше информации о том, как выстраиваются процессы вербальной обработки и какие стратегии для этого используются.

Мы полагали, что нахождение лексем родного языка будет гораздо более простым делом, чем поиск на иностранном языке, что будет выражаться в большем количестве обнаруженных слов (Гипотеза 1). В исследовании принимали участие российские и азербайджанские студенты, при этом последние обучались в бакинском филиале МГУ имени М.В. Ломоносова на русском языке и знали его достаточно хорошо. Однако исследовательский вопрос заключался не только в том, чтобы установить превосходство родного языка над иностранным, но и выявить, за счет чего достигается данное преимущество, какие стратегии, способы и приемы используют группы испытуемых. Поэтому мы варьировали ряд параметров тестовых стимулов, усложняя решение задачи, и анализировали, как это будет менять процесс обнаружения и распознавания слов. При этом мы предполагали, что факторы будут по-разному влиять на результативность поиска и обнаружения слов на родном и иностранном языке (Гипотеза 2).

Одним из факторов, влияющим на распознавание слов, являются особенности их расположения на странице (Rabeson, Blinnikova, 2020). В нашем случае слова размещались в матрице либо горизонтально, либо вертикально. Горизонтальное расположение слов является привычным для всех индоевропейских и тюркских языков, поэтому мы предполагали, что и для одной, и для другой группы испытуемых более легким окажется считывание и распознавание горизонтально расположенных слов. Однако мы думали, что для русскоязычных испытуемых будет легче обнаруживать вертикально-расположенные слова,

венных элементов, рассматривается как одна из центральных в определении сложности процессов чтения и распознавания лексического материала (Grainger, Dufau, Ziegler, 2016).

поскольку они обладают большим потенциалом поиска в целом.

Данные многочисленных источников связывают скорость и успешность распознавания с частотностью слов, их составом и длиной (Kinoshita, 2015; Yар, Balota, 2015; Blinnikova, Rabeson, Izmalkova, 2019). В нашем исследовании мы использовали слова с разным уровнем частоты встречаемости в письменных текстах и предполагали, что это будет оказывать влияние на детекцию слов, но по-разному для разных групп испытуемых. Резонно было допустить, что поиск и распознавание слов на иностранном языке более чувствителен к индексу частотности стимулов, чем поиск слов на родном языке. Что касается длины слов, то тестовые стимулы включали в себя от 6 до 7 букв, однако в матрицах встречались и короткие слова-дистракторы, которые нельзя было называть. Мы считали, что ошибочное название коротких стимулов будет более характерно, для поиска на иностранном языке. Также мы проверяли предположение о влиянии буквенного состава на обнаружение слов. Для этого мы использовали достаточно редкий прием повтора букв (Norris, 1984), полагая, что повторное использование одной и той же буквы в слове облегчит его обнаружение. Кроме объективных физических характеристик на распознавание слов гипотетически может влиять их семантика. В нашем исследовании использовались слова с разной эмоциональной окраской – положительной, отрицательной и нейтральной. Мы полагали, что положительная эмоциональность будет создавать дополнительную активацию для обнаружения и распознавания слов. Это предположение опиралось на данные о влиянии эмоциональной валентности слов на скорость их обнаружения (Kuperman et al., 2014; Gao, Shinkareva, Peelen, 2022).

Существует довольно много моделей распознавания слов (Norris, 2013; Rastle, 2016), но в итоге все выделенные механизмы идентификации сводятся к трем кластерам, в одном из которых слова конструируются и распознаются через суксесивное собирание буквенных цепочек, в другом – сохраняется возможность симультанного считывания

целостной репрезентации слова<sup>3</sup>, а в третьем распознавание опирается на выделение буквенных сочетаний (например, слогов). Можно также предположить, что освоение письменной речи приводит к переходу от побуквенного восприятия к считыванию слогов, как элементов сборки лексем, и в дальнейшем к вычленению слов целиком, как своеобразных иероглифических символов. В этом случае те, кто находится на более ранних этапах освоения языка, будут в большей степени использовать стратегии побуквенного чтения, в то время как более продвинутые носители с большей вероятностью будут опираться на целостное восприятие слов. В качестве третьей гипотезы мы предполагали, что поиск и обнаружение слов на родном и иностранном языке будут отличаться используемыми стратегиями, которые можно выявить через анализ движений глаз (Гипотеза 3).

#### Основная часть

Цель работы заключается в сравнении результативности и стратегий зрительного семантического поиска на родном и иностранном языке.

#### Materials and Methods

**Выборка:** В исследовании приняло участие две группы испытуемых – студенты российских и азербайджанских университетов, всего 42 человека в возрасте от 18 до 25 лет (средний возраст – 20 лет). Группа российских испытуемых состояла из 18 человек (12 женщин и 6 мужчин), а группа азербайджанских испытуемых – из 24 человек (16 женщин и 8 мужчин). Группы были эквиваленты по возрасту и уровню образования, они отличались принадлежностью к культуре (русской и азербайджанской) и отношением к русскому языку. Для всех российских испытуемых русский язык был родным; для всех азербайджанских испытуемых русский язык был иностранным, на котором они учились в университете, изучали как минимум с первого класса школы и знали на уровне B2, C1.

**Экспериментальная задача** была создана на основе методики Гюго Мюнстерберга (см. Falikman, 2018), которая

<sup>3</sup> В современных моделях постулируется, что в этом случае используется параллельная обработка букв (Grainger, Dufau, Ziegler, 2016).

предполагает поиск и обнаружение слов, скрытых среди множества хаотично расположенных букв. Участникам исследования на короткое время предъявлялась буквенная матрица, в которой они должны были найти осмысленные лексические единицы. С одной стороны, такая задача имеет вид головоломки, а с другой, – представляет вариант информационного поиска, имеющего высокую значимость для современного человека. Поскольку испытуемые заранее не знали, какие слова они ищут, они должны были постоянно составлять (или выхватывать) буквенные последовательности и принимать решение – являются ли цепочки букв словами.

**Стимульный материал:** Для проведения эксперимента были сконструированы матрицы 15 x 15, заполненные буквами кириллицы, среди которых в каждой таблице располагалось 10 слов русского языка (см. Рисунок 1). Длина тестовых слов составляла 6 или 7 символов, они могли располагаться либо горизонтально, либо вертикально и различались частотностью употребления, наличием повторяющихся букв и семантической окраской. В матрицах иногда можно было обнаружить короткие слова или аббревиатуры из двух или трех букв, но инструкция запрещала испытуемым называть их.

**Рисунок 1.** Пример стимульной матрицы. Представлена матрица с высокочастотными позитивно эмоционально окрашенными словами

**Figure 1.** Example of a stimulus matrix with high-frequency emotionally positive words

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| У | В | Ч | И | З | Х | Н | П | И | У | О | Ш | Р | А | З |
| С | И | Я | Н | И | Е | Т | Ь | Е | Л | Х | Ж | И | Е | Е |
| В | И | В | Е | П | Р | Н | З | В | Ы | К | Л | Н | Ь | У |
| Ф | Н | А | Д | Е | Ж | Д | А | И | Б | Е | А | Т | Л | Е |
| Л | Ж | Ы | У | В | Т | Е | П | Я | К | И | В | Е | Д | Ы |
| Ь | С | В | Е | Э | Е | Ч | Ч | О | А | К | И | Р | Р | Щ |
| И | Н | П | Р | О | С | Т | О | Р | Щ | Х | Ь | Е | А | Т |
| Д | К | К | К | Р | А | С | О | Т | А | У | Т | С | Д | З |
| О | Л | Е | Я | Ш | В | А | Б | Е | С | Б | Ь | А | О | Х |
| Б | И | О | Б | Ь | Я | Т | И | Я | П | Ю | В | Н | С | Ь |
| Р | В | И | С | О | И | З | О | Т | Е | А | О | О | Т | Г |
| О | Е | Е | П | А | В | Л | Т | Е | Р | П | Г | Й | Ь | О |
| Т | Т | И | Н | С | К | У | А | Т | Ь | И | А | К | Ц | Н |
| А | А | Т | Л | И | Л | Ю | Б | О | В | Ь | Н | Д | Р | О |
| Н | Е | В | З | А | Ч | А | Е | У | В | Е | С | Г | Н | Ь |

Половина слов имела в своем составе повторяющиеся буквы, а другая половина – нет. Частотность слов (ipm) определялась с помощью частотного словаря современного русского языка<sup>1</sup>. Характер семантической окраски устанавливался по показателю эмоциональной валентности, которая была

специально оценена в предварительном исследовании (Блинникова, Марченко, Бадалова, 2014). Всего было подготовлено 7 матриц: одна использовалась для обучающей серии, шесть – для экспериментальной. Каждая матрица имела свой индекс частотности и эмоциональной валентности, которые вычислялись как средние значения для десяти включенных в нее слов. Экспериментальная последовательность включала две позитивных, две негативных и две

<sup>1</sup> Ляшевская О. Н., Шаров С. А. (2009) *Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка)*, издательский центр «Азбуковник», Москва.



нейтральных эмоционально окрашенных матриц. Одна из двух матриц в каждом блоке эмоциональной окраски имела более высокую, а другая более низкую частность.

**Процедура исследования:** Перед началом эксперимента испытуемые заполняли протокол, где указывал свое имя, возраст, образование и давал согласие на участие в эксперименте. Затем на экране монитора предьявлялась инструкция, объяснявшая цель и условия исследования. После этого запускалась пробная серия, в ходе которой участники должны были найти все слова в предьявленной матрице без временных ограничений. В ходе выполнения пробной серии испытуемым специально напоминали, что слова могут располагаться как горизонтально, так и вертикально, но не «по диагонали» или «лесенкой». Кроме этого подчеркивалось, что они должны искать «длинные слова», состоящие из 6-7 букв, и не обращать внимания на короткие лексемы, которые можно было иногда составить из предьявленного набора букв. Далее давалась основная инструкция, проводилась калибровка аппаратуры для регистрации движений глаз и предьявлялась экспериментальная серия, состоящая из шести матриц. Время экспозиции каждой таблицы составляло 40 секунд. Перед каждой матрицей на 1 секунду предьявлялся маскировочный стимул в виде фиксации точки. Последовательность матриц менялась от испытуемого к испытуемому. Исследование проводилось с каждым испытуемым индивидуально.

**Аппаратура:** Аппаратура и программное обеспечение компании «SMI Gaze & EyeTracking Systems» было использовано для создания экспериментального дизайна, воплощения процедуры исследования. Движения и фиксации взора регистрировались с помощью установки SMI RED с частотой 500 Hz, в процессе записи голова тестируемого свободно перемещалась в пространстве 40 см x 40 см x 70 см. Допустимое расстояние до монитора составляло 60 см – 80 см. Данная аппаратура обеспечивает автоматическую калибровку записывающего устройства в пределах 10 секундного интервала, отклонения не превышают 0,4°; пространственное разрешение (RMS) составляет 0,03°, а

возможный временной сдвиг – 6 мс. В дополнение к записи движений глаз применялась видео- и аудиозапись поведения и вербальных ответов испытуемых.

**Измеряемые показатели:** Регистрировались следующие параметры: количество правильно и неправильно обнаруженных и названных лексем. Также фиксировались показатели движений глаз: 1) длительность и количество фиксаций, амплитуда и направление саккад для всей матрицы; 2) количество, общая и средняя длительность фиксаций, количество возвратных саккад в областях интереса, в качестве которых были выделены тестовые слова.

**Обработка сырых данных:** Первичная обработка проводилась с помощью программного обеспечения «BeGaze» с установленным минимальным порогом фиксации в 50 мс, и максимальной дисперсией в 50 пикселей. Все подсчитанные показатели проверялись на согласованность с нормальным распределением (критерий Колмогорова-Смирнова). Значимость различий между группам оценивалась с помощью дисперсионного анализа. Для статистического анализа данных применялся пакет SPSS'22.

### **Результаты и обсуждение**

**Основные показатели результативности поиска и обнаружения слов в двух группах испытуемых.** Первый этап был посвящен анализу количества обнаруженных слов в матрицах. Всего было проанализировано 252 пробы для 42 испытуемых. Результативность поиска на родном языке была значимо выше, чем на хорошо изученном иностранном языке. В среднем российские студенты находили 2,99 (SD = 1,39), а азербайджанские 1,84 (SD = 1,23) слов в каждой матрице; преимущество составляло более чем одно слово. Различия были высокозначимые ( $F(1, 251) = 45,09; p < 0,01$ ). Вероятность обнаружения каждого слова составляла 0,3 для российской и 0,18 для азербайджанской выборки. Такой результат был ожидаемым: в большинстве исследований решение вербальных задач на родном языке по количественным, и качественным показателям превосходит решение задач на иностранном языке (see Rayner, 2009). В матрицах нужно было находить только длинные слова, состоящие из 6 или 7 букв. Длина тестовых слов отлича-

лась незначительно и не оказывала значимого эффекта на их обнаружение. В азербайджанской выборке испытуемые время от времени находили короткие слова дистракторы (в среднем 0,37 для матрицы), в российской выборке этого практически не происходило (в среднем 0,06 для матрицы).

Также мы сравнили достижения двух групп испытуемых в зависимости от характеристик и расположения слов в матрице. Результаты представлены в Таблице 1. Различия между обнаружением слов на родном и иностранном языке были значимыми практиче-

ски для всех экспериментальных условий. Это говорит о том, что фактор родного языка является существенным, его влияние проявляется независимо от частотности, состава, длины и семантической окраски слов. Исключением из этой закономерности оказался показатель обнаружения вертикально расположенных слов, только в этом случае различия между группами были незначимы: и азербайджанские, и российские испытуемые были примерно одинаково неуспешны (данные выделены в таблицы серым цветом).

**Таблица 1.** Количество воспроизведенных слов в среднем по матрице и в зависимости от их расположения, частотности употребления, состава и эмоциональной валентности в двух группах испытуемых (серым цветом выделены незначимые различия)

**Table 1.** Number of words reproduced on average in the matrix depending on their location, frequency of use, letter set and emotional valence in two groups of subjects (Insignificant differences are highlighted in grey)

|                            | Расположение     |                 | Частотность           |                      | Повторяемость букв |                  | Эмоциональность  |                  |                  |
|----------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                            | Горизонтальное   | Вертикальное    | Высокочастотные слова | Низкочастотные слова | Нет повторений     | Есть повторения  | Позитивная       | Нейтральная      | Негативная       |
| Российские испытуемые      | 4,37             | 0,97            | 3,29                  | 2,70                 | 2,8                | 3,2              | 2,96             | 3,02             | 2,97             |
| Азербайджанские испытуемые | 2,51             | 0,85            | 1,98                  | 1,70                 | 1,5                | 2,2              | 2,10             | 1,75             | 1,63             |
| <i>F (1, 251)</i>          | 54,97            | 0,40            | 29,58                 | 17,34                | 34,30              | 16,32            | 10,66            | 8,68             | 15,25            |
| Значимость различий        | <i>p&lt;0,01</i> | <i>p&gt;0,1</i> | <i>p&lt;0,01</i>      | <i>p&lt;0,01</i>     | <i>p&lt;0,01</i>   | <i>p&lt;0,01</i> | <i>p&lt;0,01</i> | <i>p&lt;0,01</i> | <i>p&lt;0,01</i> |

Кроме фактора родного языка были выявлены еще некоторые эффекты. Значимое влияние на поиск, обнаружение и распознавание слов оказывает фактор их расположения ( $F(2, 250) = 32,93$ ;  $p < 0,01$ ). Горизонтально расположенные слова обнаруживаются значительно легче, чем ориентированные вертикально. Интерпретация этого факта заставляет нас обратиться к рассмотрению навыков чтения, которые и на русском, и на азербайджанском языках формируются сходным образом. Чтение и в том, и в другом случае осуществляется в виде горизонтальных смещений взора, слева направо, лексема за лексемой, строка за строкой. В

экспериментах, где похожую задачу решали японские испытуемые, было продемонстрировано их превосходство в данном компоненте (Rabeson, Blinnikova, 2020).

Другим значимым фактором оказался буквенный состав, который в нашем случае рассматривался через наличие повторяемых букв. Вероятность обнаружения слов, в которых буквы повторялись, была значимо выше, чем в словах, где такого не происходило ( $F(2, 250) = 11,44$ ;  $p < 0,01$ ). В целом это подтверждает установленный ранее эффект взаимодействия распознавания слов и повторяемости букв (Norris, 1984). Влияние частотности постоянно

подтверждается в экспериментах по распознаванию слов (Norris, 2013) и наши данные не были исключением: в матрицах с более высоким индексом частотности слов, стимулы находились с большей вероятностью ( $F(2, 250) = 5,74; p < 0,05$ ). Ни для одного из этих факторов не было установлено взаимодействия с фактором родного языка. Следовательно, и расположение, и повторяемость букв, и частотность слов оказывали одинаковое влияние на поиск и обнаружение слов как на родном, так и на иностранном языке. Такие результаты работали против нашей второй гипотезы.

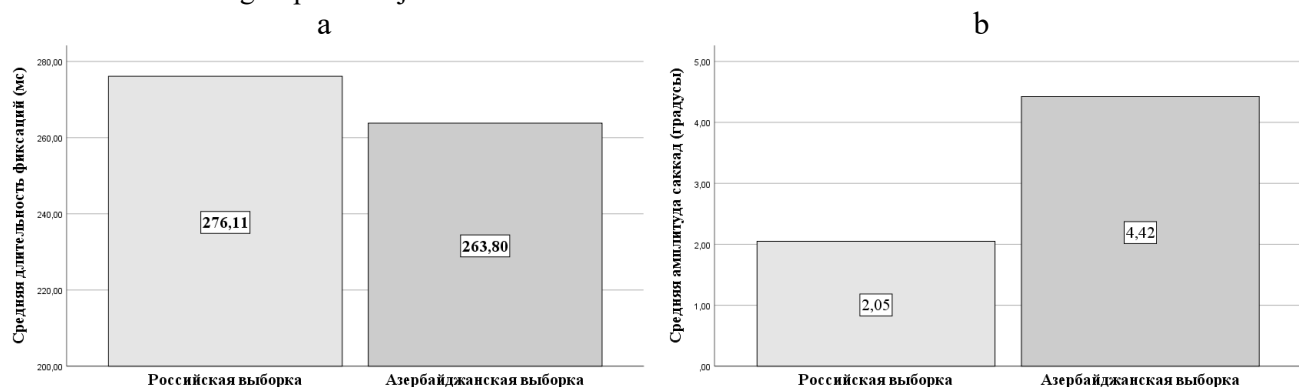
Фактор семантической окраски слова не давал значимого эффекта. Из таблицы 1 можно видеть, что результаты российских испытуемых для матриц с эмоционально позитивными, негативными и нейтральными словами были практически одинаковыми. Однако для азербайджанской выборки это было не совсем так. В матрицах, включающих слова с позитивной коннотацией, азербайджанские испытуемые находили больше слов, чем в матрицах с негативной коннотацией. Различия были слабозначимыми, и мы можем их рассматривать только как тенденцию, требующей дальнейшей проверки ( $F(1, 143) = 2,30; p < 0,1$ ); подсчет был проведен только для

азербайджанской выборки). По всей видимости, здесь проявляется эффект не столько знания языка, сколько социокультурного контекста. В ряде последних исследований было показано, что представители азербайджанской культуры в большей степени ориентированы на контекстные характеристики при восприятии разнообразных стимулов и решении задач (Арестова, Муслимзаде, 2018; Блинникова и др., 2021). В нашем случае влияние эмоциональности могло иметь только контекстный характер. Нахождение первого слова «открывало» испытуемым особенности матрицы, и они могли с большим или меньшим энтузиазмом продолжать поиск. Для русскоязычной выборки это не было значимо, но, хотя и слабо, влияло на азербайджанскую выборку.

**Показатели движений глаз испытуемых относительно всей матрицы поиска.** Сравнение основных показателей движений глаз в группах российских и азербайджанских испытуемых вызвало у нас удивление. Паттерн глазодвигательной активности российских студентов характеризовался более длительными фиксациями и короткими саккадами по сравнению с азербайджанцами (см. Рисунок 2 а, б).

**Рисунок 2 а, б.** Сравнение средней длительности фиксаций (а) и амплитуды саккад (б) в процессе поисковой активности на матрицах в двух группах испытуемых

**Figure 2 a, b.** Comparison of the average fixation duration (a) and the saccade amplitude (b) during search in matrices for two groups of subjects



При этом межгрупповые различия были значимыми как для показателя сред-

ней длительности фиксаций ( $F(1, 251) = 4,41; p < 0,5$ ), так и для ампли-

туды саккад ( $F(1, 251) = 77,57; p < 0,1$ ). Полученные данные не соответствовали установленному правилу, гласившему, что развитие навыков чтения и знания языка ведет к сокращению времени фиксации и увеличению амплитуды саккад (Rayner, 1998). У нас получалась обратная закономерность: испытуемые, лучше знающие язык, использовали более длительные фиксации и короткие саккады. Если учесть, что результативность обнаружения у русскоязычных испытуемых была выше, и не было сомнений в том, что для них задача была более простой, то эти данные могли быть интерпретированы только одним образом – русскоязычные испытуемые применяли особую стратегию, которая и приносила им успех.

Предлагаемая задача не позволяла применять автоматизированные навыки чтения<sup>1</sup>, и необходимо было перейти к совершенно другим способам работы с вербальным материалом. Русскоязычные испытуемые, работая с материалом родного языка, начинали применять более медленную, осознаваемо контролируруемую стратегию, возможно с использованием ресурсов рабочей памяти для сохранения промежуточных результатов поиска и обнаружения слов. Это отражалось в более коротких саккадах и длительных фиксациях. Это соответствует ряду полученных ранее данных, демонстрирующих, что при усложнении текста сужается поле внимания и вербальная обработка становится более организованно последовательной (Schad, Engbert, 2012). Азербайджаноязычные испытуемые выбирали более быструю, хаотичную стратегию с достаточно поверхностной когнитивной обработкой, что приводило к удлинению саккад и укорачиванию фиксации.

Ранее уже были описаны когнитивные стратегии, которые применяются при распознавании слов. Д. Балота и Д. Силер (Balota, Sieler, 1999) выделили две такие стратегии – одна обеспечивает быструю обработку знакомого материала (fast-acting familiar-based process) а другая применяется в менее знакомых ситуациях и опирается на медленную

обработку с подключением процессов осознанного внимания. В наших предыдущих исследованиях мы также выделили две сходные стратегии, которые соответствовали фокальной и амбиентной обработке, описанной Б. М. Величковским. Фокальная обработка обеспечивает выход на более глубокие уровни анализа информации и проявляется в более долгих фиксациях в сочетании с более короткими саккадами, Амбиентная обработка более поверхностна и направлена на более широкий охват наличной информации, она проявляется в сочетании более коротких фиксаций с протяженными саккадами (Velichkovsky et al., 2005). Знаменательно, что мы обнаружили сходные различия в стратегиях обработки образного материала между азербайджанской и российской выборками (Blinnikov et al., 2022).

**Анализ показателей глазодвигательной активности для областей интереса (АОИ).** В качестве областей интереса были выделены тестовые слова. Анализ глазодвигательных показателей в тех зонах подтвердил выбор стратегий испытуемых. Для азербайджаноязычных испытуемых было характерно меньшее количество менее длительных фиксаций в областях интереса, где в итоге они проводили меньше времени (dwell time). Русскоязычные испытуемые продолжали использовать более медленную стратегию поиска, обнаружения и распознавания слов, задерживаясь на более долгий срок в областях интереса, но оказываясь и более успешными. Кроме длительности фиксации группы отличались еще и показателем возвратов в области интересов, который был значимо выше в русскоязычной выборке вне зависимости от того было в итоге обнаружено слово или нет (см. Таблицу 2).

Тот факт, что русскоязычные испытуемые с упорством возвращались в зоны расположения тестовых стимулов еще до того, как они были обнаружены, свидетельствует о том, что перед окончательной идентификацией слова возникает предощущение его существования, и это неявное чувство заставляет возвращаться к интуитивно выделенной области<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> К сходному выводу пришли и другие исследования. М. Фаликман показала, что использование подобной задачи разрушает автоматизированные системы считывания слов (Falikman, 2017).

<sup>2</sup> Ранее нам уже удалось показать при решении той же самой задачи, что саккады и фиксации не были распределены равномерно по матрице, они группировались вокруг как обнаруженных, так и необнаруженных слов (Grigorovich, Blinnikova, Izmailkova, 2014).

**Таблица 2.** Основные показатели движений глаз испытуемых в областях интереса для обнаруженных и не обнаруженных стимулов (серым цветом выделены незначимые различия)

**Table 2.** Main indices of eye movements of subjects in the areas of interest for detected and non-detected stimuli (Insignificant differences are highlighted in grey)

|                            | Средняя длительность фиксации в зоне интереса (мс) |                    |                      | Количество фиксаций в зоне интереса |                    |                      | Количество возвратных саккад в зоне интереса |                    |                      |
|----------------------------|--|--------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------|--|--------------------|----------------------|
|                            | Необнаруженные слова                               | Обнаруженные слова | Все области интереса | Необнаруженные слова                | Обнаруженные слова | Все области интереса | Необнаруженные слова                         | Обнаруженные слова | Все области интереса |
| Российские испытуемые      | 280,85   | 276,63             | 279,38               | 3,75                                | 7,79               | 4,96                 | 1,96   | 2,34               | 2,08                 |
| Азербайджанские испытуемые | 265,69   | 257,89             | 263,87               | 3,03                                | 7,46               | 3,84                 | 1,26   | 1,87               | 1,37                 |
| <i>F</i> (1, 251)          | 7,22   | 5,53               | 11,43                | 20,04                               | 0,76               | 45,80                | 76,67  | 13,26              | 108,79               |
| Значимость различий        | <i>p</i> <0,01                                     | <i>p</i> <0,05     | <i>p</i> <0,01       | <i>p</i> <0,01                      | <i>p</i> >0,1      | <i>p</i> <0,01       | <i>p</i> <0,01                               | <i>p</i> <0,01     | <i>p</i> <0,01       |

Похожие данные были ранее получены в работе Б. М. Величковского и его сотрудников (Velichkovsky et al., 1995). Их испытуемые должны были сравнивать ряды стимулов, расположенных по обе стороны экрана, с целью обнаружения различий. Было установлено, что сканирование пространства протекало без регрессионных саккад до появления первичной догадки о расхождении в списках. После этого выделенные критические области начинали пристально изучаться с помощью возвратных движений глаз до окончательного установления отличающихся элементов. Феномены такого рода были описаны и в обосновании модели «захвата цели» (Zelinsky, 2008), где предполагается, что управление поисковыми движениями осуществляется поэтапно: сначала выделяются значимые участки с высокой вероятностью обнаружения целей, а затем они «прочесываются» более тщательно.

По всей вероятности, испытуемые, для которых русский язык является родным, обладают большими возможностями опираться на неявные репрезентации объекта, создавать «карты потенциальных целей» и использовать их для решения задач. Возникновение таких превосходящих конструктов ведет, с одной стороны, к большим времен-

ным затратам (что отражается в увеличении длительности фиксаций), а с другой, – к желанию вернуться в область потенциального стимула (что ведет к возрастанию числа регрессионных движений глаз). Это подтверждалось тем, что для русскоязычных испытуемых количество фиксаций относительно каждой клетки в этих областях была значимо выше, чем количество фиксаций относительно клеток матрицы, в которых не было слов. Для азербайджаноязычных испытуемых таких закономерностей установлено не было. Существование и механизмы использования подобных имплицитных репрезентаций ранее обсуждалось в ряде работ (Craik, Rose, Gopie, 2015; Flusser, Kautsky, Šroubek, 2007). Вполне возможно, что механизм создания некоей вероятностной репрезентации действует и в более естественной ситуации чтения, создавая потенциальное поле для распознавания слов (см., например, Huõnä, 2021).

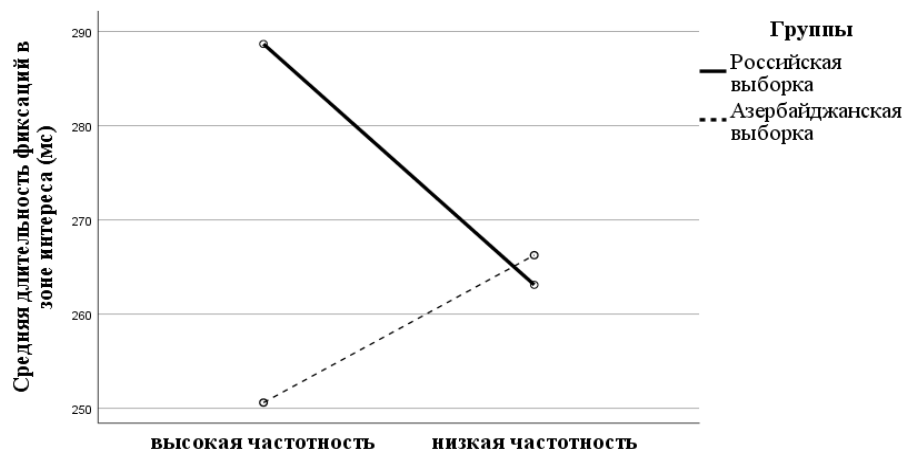
**Различия в показателях движений глаз в зависимости от сложности идентификации лексем.** На основе результативности распознавания слов мы сделали вывод о том, что ряд условий задавали значимо более высокую сложность задаче, чем другие. Так мы установили, что более высокий ин-

декс частотности, наличие повторяющихся букв, горизонтальное расположение повышают вероятность обнаружения и распознавания слов. Мы решили проверить, влияют ли эти факторы на параметры движения глаз испытуемых так же как они влияют на результативность. Наиболее интересные результаты были получены для показателя средней длительности (Рисунок 3) и количе-

ства (Рисунок 4) фиксаций в зонах интереса, включающих идентифицированные слова (всего 527 случаев). Проведя двухфакторный дисперсионный анализ, мы обнаружили эффекты влияния фактора родного языка и уровня частотности слов на показатель средней длительности фиксаций в зоне интереса идентифицированных слов, а также взаимодействия двух факторов.

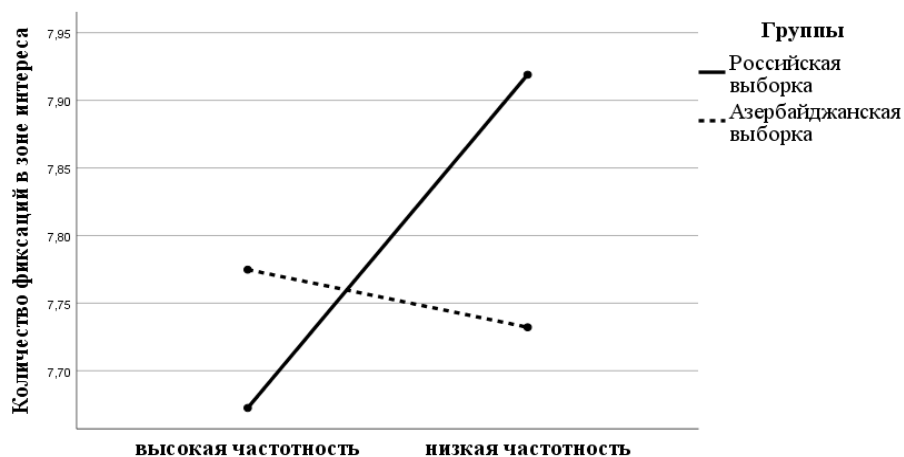
**Рисунок 3.** Различия в средней длительности фиксаций в области интереса идентифицированных слов в зависимости от фактора частотности и уровня знания языка

**Figure 3.** Differences in the average fixation duration in the area of interest with identified words depending on the frequency factor and language knowledge



**Рисунок 4.** Различия в количестве фиксаций в области интереса идентифицированных слов в зависимости от фактора частотности и уровня знания языка

**Figure 4.** Differences in the number of fixations in the area of interest with identified words depending on the frequency factor and language knowledge



На Рисунке 3 можно видеть, что при возрастании сложности задачи в ситуации распознавания менее частотных слов происходят изменения в характере обработки ин-

формации и в одной, и в другой группе испытуемых. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа продемонстрировали значимость фактора языковой группы

( $F(2, 525) = 4,84$ ;  $p < 0,05$ ) и взаимодействия фактора языковой группы и частотности слов ( $F(2, 525) = 6,74$ ;  $p = 0,01$ ). У азербайджанских студентов фиксируется увеличение средней длительности фиксации при практически неизменном количестве фиксаций. Такой результат является типичным в ситуациях усложнения условий задачи и усиления когнитивной нагрузки (ссылка). В данном случае при работе с низкочастотными словами азербайджанским испытуемым требуется больше времени для нахождения ментальной репрезентации более редкого стимула.

Результаты российской выборки являются в некотором роде парадоксальными: повышение сложности приводит к появлению более коротких фиксаций и, следовательно, к более быстрой обработке. Эти результаты можно понять и объяснить, только с учетом общей стратегии, которую применяют испытуемые, и наличия у них возможности опираться на предварительные смутные репрезентации.

Если в случае высокочастотных слов для подтверждения возникающих предположений о наличии слова они могут использовать так называемые «чанки», информационные блоки<sup>7</sup>, опирающиеся на сочетания букв, то в случае низкочастотных слов проверка требует побуквенного перебора. Это подтверждается и тем, что уменьшение длительности фиксации при работе в усложненных условиях сочетается в русскоязычной выборке с возрастанием количества фиксаций (см. Рисунок 4), хотя уровень различий был не очень высоким ( $F(2, 525) = 2,21$ ;  $p = 0,01$ ).

#### Заключение

В результате проведенного исследования был установлен ряд существенных фактов. Прежде всего, были получены сведения о возможностях поиска и обнаружения слов среди множества хаотично расположенных букв, на родном и иностранном языке. Задача, которую мы предложили испытуемым, была очень сложной по сравнению, прежде всего, с задачами чтения: в пространстве обнаружения

слов отсутствовали привычные маркеры начала и конца лексемы, слова располагались как горизонтально, так и вертикально, велико было давление интерферирующих стимулов. В таких условиях успешность испытуемых была не очень высокой: вероятность обнаружения слова на родном языке равнялась 0,29, а на иностранном 0,18. При этом русскоязычные испытуемые значительно превосходили азербайджаноязычных по количеству найденных слов.

Были выявлены и дополнительные факторы влияния на результативность зрительного семантического поиска. Наибольший эффект оказывал фактор расположения слов: горизонтально расположенные слова идентифицировались с большим успехом, чем вертикально расположенные слова. При этом если в обнаружении горизонтально расположенных слов русскоговорящие испытуемые почти в два раза превосходили азербайджаноязычных испытуемых, то в извлечении вертикально расположенных слов группы значительно не отличались. Хотя задача не позволяла использовать навыки чтения в полном объеме, они все-таки выступали опорой для организации поиска. Был выявлен и эффект частотности: слова с большей частотой встречаемости успешнее идентифицировались. Эта закономерность проявлялась для поиска слов как на родном, так и на иностранном языке и свидетельствовала о наличии единых механизмов распознавания слов в разных условиях. Кроме этого было продемонстрировано влияние фактора повтора букв: если слова включали повторяющиеся символы, они отыскивались с большей вероятностью. По всей видимости, в предлагаемой задаче расположение двух одинаковых букв в достаточной близости друг от друга является хорошей подсказкой для обнаружения тестовых стимулов.

Не удалось установить влияние эмоциональной валентности на результативность обнаружения слов. Мы полагали, что положительно эмоционально окрашенные слова будут распознаваться с большей вероятностью, но этот эффект очень слабо проявлялся только для азербайджанской выборки. Для русскоязычных испытуемых этот фактор был абсолютно незначим; процент обнаруженных слов для матриц с разной

<sup>7</sup> О роли «чанков» в запоминании и распознавании слов см. статью Д. Норриса и К. Калма (Norris, Kalm, 2021).

эмоциональной валентностью был примерно одинаковым. Такие различия могут быть связаны с культурными детерминантами. Восточные культуры, к которым по некоторым данным тяготеет и азербайджанская, более чувствительны к контексту, в отличие от западных культур, к которым ближе оказываются российские испытуемые. В нашем случае эмоциональная валентность могла оказывать влияние только через создание своеобразного контекста некоторого эмоционального поля, и оказалось, что для представителей азербайджанской культуры это имеет значение.

Мы обнаружили, что в заданных сложных условиях распознавания слов испытуемые, осуществляющие поиск на родном и иностранном языке, применяют разные стратегии. Этот вывод мы сделали на основе анализа показателей движений глаз. Привычные навыки чтения здесь дают сбой, и, возможно, осознание этого факта приводят русскоязычных испытуемых, работающих с материалом родного языка, к переходу к более осознанно контролируемым медленным стратегиям вычленения и идентификации лексем. При этом азербайджаноязычные испытуемые, решающие задачу на иностранном языке, шли совершенно другим путем, их стратегия носила более стихийный и поверхностный характер, а поисковые движения были более хаотичными. Пока трудно ответить на вопрос, почему исследуемые выборки обращались к таким разным стратегиям, оказывали ли здесь влияние факторы знания языка или культурные традиции. Ответ на этот вопрос придется искать в будущих исследованиях.

Полученные результаты дали нам возможность говорить о том, что обнаружение слов среди массива хаотично расположенных букв включает в себя имплицитную обработку вербальных стимулов и создание предварительных неявных репрезентаций слов, которые либо обретают явную форму, либо нет. Это проявляется, в частности, в том, что фиксации и саккады «тяготеют» к зонам интереса, в которых располагаются «спрятанные» слова, даже если они не распознаются. Наши данные продемонстрировали, что подобная имплицитная обработка в большей степени доступна испытуемым, решающим задачу на родном языке. Об этом говорит ряд установленных закономерностей. В частности, русскоязычные

испытуемые чаще возвращались в область скрытых стимулов и в итоге идентифицировали слова, это во многом было основой их успеха. Кроме этого, ряд данных показал, что перед названием слова, носители русского языка, скорее перепроверяли предварительные предположения, чем внезапно извлекали слова. Испытуемые, знающие русский как иностранный, не обладают такими возможностями в полном объеме. Они стараются «наткнуться» и «выхватить» слова из хаотичной канвы букв, но взгляд их в большинстве случаев проскальзывает мимо тестовых стимулов, им не удается эффективно использовать буквенные сочетания («чанки») и опираться на предварительно создаваемые неявные репрезентации, что, в конечном итоге, ограничивает возможности обнаружения и распознавания букв.

#### Список литературы

- Арестова О. Н., Муслимзаде П. З. Культурное своеобразие процессов общения (на примере азербайджаноязычных и русскоязычных жителей г. Баку) // Вопросы психологии. 2018. № 3. С. 87–94.
- Блинникова И. В., Марченко О. П., Бадалова Ф. Поиск эмоционально окрашенных слов в буквенной матрице // Когнитивное моделирование: Труды Второго Международного форума по когнитивному моделированию / Под ред. В. Д. Соловьева, В. Н. Полякова, С. И. Масаловой. В 2-х частях. 2014. Ч. 1. С. 31–36.
- Блинникова И. В., Блинников Г. Б., Бобков А. Н., Алиева А. Э. Кросс-культурные различия в оценках эмоциогенных изображений: Сравнение российской и азербайджанской выборок // Вестник РГГУ. 2021. № 1. С. 15–25. DOI: 10.28995/2073-6398-2021-1-28-50
- Adelman J. S. (ed.) Visual Word Recognition. Volume 2: Meaning and Context, Individuals and Development. Hove: Psychology Press, 2012. 264 p.
- Balota D. A., Spieler D. H. Word frequency, repetition, and lexicality effects in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency // Journal of Experimental Psychology: General. 1999. V. 128 (1). P. 32–55. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-3445.128.1.32>
- Blinnikov G., Rabeson M., Blinnikova I. Cross-cultural differences in strategies of complex images visual search // Perception. 2022. V. 51 (Supl.1). P. 42.
- Blinnikova I., Izmalkova A. Eye movement evidence of cognitive strategies in SL vocabulary learning // Smart Innovation, Systems and Technologies 2016. V. 57. P. 311–323.



[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-39627-9\\_27](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-39627-9_27)

Blinnikova I., Rabeson M., Izmalkova A. Eye movements and word recognition during visual semantic search: differences between expert and novice language // *Psychology in Russia: State of the Art*. 2019. V. 12 (1). P. 129–146. <https://doi.org/10.11621/pir.2019.0110>

Craik F. I., Rose N. S., Gopie N. Recognition without awareness: Encoding and retrieval factors // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2015. V. 41 (5). P. 1271–1281. DOI: 10.1037/xlm0000137

Falikman M. Visual search in large letter arrays containing words: Are words implicitly processed during letter search? // *Journal of Vision*. 2017. V. 17 (10). P. 76. <https://doi.org/10.1167/17.10.76>

Flusser J., Kautsky J., Šroubek F. Object Recognition by Implicit Invariants // In: W. G. Kropatsch, M. Kampel, A. Hanbury (eds.) *Computer Analysis of Images and Patterns: Lecture Notes in Computer Science (4673)*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007. P. 856–863. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-74272-2\\_106](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-74272-2_106)

Gao C., Shinkareva S. V., Peelen M. V. Affective valence of words differentially affects visual and auditory word recognition // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2022. V. 151 (9). P. 2144–2159. <https://doi.org/10.1037/xge0001176>

Gough P. B. Theoretical models and processes of reading // In: J. F. Kavanagh, I. G. Mattingly (eds.), *Language by Ear and by Eye*. Cambridge: MIT Press, 1972. P. 661–685.

Grainger J., Dufau S., Ziegler J. C. A Vision of Reading // *Trends in Cognitive Sciences*. 2016. V. 20 (3). P. 171–179. DOI: 10.1016/j.tics.2015.12.008

Grigorovich S., Blinnikova I., Izmalkova A. Strategies of space scan in the process of visual semantic search // In: S. V. Doloviev, V. N. Poliakov, S. I. Masalova (eds.) *Cognitive Modeling*. Rostov-on-Don: Southern Federal University Press, 2014. P. 49–53.

Hiebert E.H., Pearson P. D. Understanding Text Complexity: Introduction to the Special Issue // *The Elementary School Journal*. 2014. V. 115 (2). P. 153–160. <https://doi.org/10.1086/678446>

Holmqvist K., Andersson R. Eye tracking: A comprehensive guide to methods, paradigms and measures. Lund: Lund Eye-Tracking Research Institute, 2017. 560 p.

Hyönä J., Heikkilä T. T., Vainio S., Kliegl R. Parafoveal access to word stem during reading: An eye movement study // *Cognition*. 2021. V. 208. Article 104547. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104547>

Kinoshita S. Visual word recognition in the Bayesian Reader framework // In: A. Pollatsek, R. Treiman (eds.) *Oxford Handbook of Reading*. Oxford: Oxford University Press, 2015. P. 63–75. <https://psycnet.apa.org/record/2015-46178-005>

Klare G. R. Readability. In: P. D. Pearson, R. Barr, M. Kamil, P. Mosenthal (eds.) *Handbook of reading research*. Volume 1. New York: Longman, 1984. P. 681–744.

Kuperman V., Estes Z., Brysbaert M., Warriner A. B. Emotion and language: Valence and arousal affect word recognition // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2014. V. 143 (3). P. 1065. DOI: [10.1037/a0035669](https://doi.org/10.1037/a0035669)

Latanov A. V., Anisimov V. N., Chernorizov A. M. Eye movement parameters while reading show cognitive processes of structural analysis of written speech // *Psychology in Russia: State of the Art*. 2016. V. 9 (2). P. 129–137. DOI: 10.11621/pir.2016.0210

Leinenger M., Rayner K. What we know about skilled, beginning, and older readers from monitoring their eye movements // In: J. A. León, I. Escudero (eds.) *Reading Comprehension in Educational Settings*. Amsterdam: John Benjamins, 2017. P. 1–27. DOI: [10.1075/swll.16.01lei](https://doi.org/10.1075/swll.16.01lei)

Martin R. C., Tan Y., Newsome M. R., Vu H. Language and Lexical Processing // *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*. Amsterdam: Elsevier, 2017. P. 631–643. DOI: [10.1016/B978-0-12-809324-5.03078-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.03078-9)

McNamara D. S. (ed.) *Reading Comprehension Strategies: Theories, Interventions, and Technologies*. New York: Psychology Press, 2007. 536 p.

Norris D. The Effects of Frequency, Repetition and Stimulus Quality in Visual Word Recognition // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1984. V. 36. P. 507–518.

Norris D. Models of visual word recognition // *Trends in Cognitive Sciences*. 2013. V. 17 (10). P. 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.003>

Norris D., Kalm K. Chunking and data compression in verbal short-term memory // *Cognition*. 2021. V. 208. Article 104534. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104534>

Rabeson M., Blinnikova I. Cross-cultural research of strategies and efficiency in visual semantic search // *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 2020. V. 94. P. 636–645. DOI: [10.15405/epsbs.2020.11.02.78](https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.11.02.78)

Rastle K. Visual Word Recognition // In: G. Hickok, S. L. Small (eds.) *Neurobiology of Language*. Amsterdam: Academic Press. 2016. P. 255–264.

Rayner K. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research //

Psychological bulletin. 1998. V. 124 (3). P. 372.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>

Rayner K. Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search // *The quarterly journal of experimental psychology*. 2009. V. 62 (8). P. 1457–1506.  
DOI: [10.1080/17470210902816461](https://doi.org/10.1080/17470210902816461)

Schad D. J., Engbert R. The zoom lens of attention: Simulating shuffled versus normal text reading using the SWIFT model // *Visual Cognition*. 2012. V. 20 (4–5). P. 391–421. <https://doi.org/10.1080/13506285.2012.670143>

Schotter E. R., Payne B. R. Eye Movements and Comprehension Are Important to Reading // *Trends in Cognitive Sciences*. V. 23 (10). P. 811–812. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.06.005>

Slavova V. Language, concept formation and child language acquisition – an information modeling approach. Sofia: Academic Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, 2022. 160 p.

Snell J., Grainger J. Readers Are Parallel Processors. *Trends in Cognitive Sciences*. 2019. V. 23 (7). P. 537–546.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.04.006>

Snow C. Reading for Understanding: Toward an R&D Program in Reading Comprehension. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2002. 184 p.

Solovyev V., Solnyshkina M., McNamara D. Computational linguistics and discourse complexology: Paradigms and research methods // *Russian Journal of Linguistics*. 2022. V. 26 (2). P. 275–316.  
<https://doi.org/10.22363/2687-0088-30161>

Staub A., White S. J., Drieghe D., Hollway E. C., Rayner, K. Distributional effects of word frequency on eye fixation durations // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2010. V. 36 (5). P. 1280–1293.  
<https://doi.org/10.1037/a0016896>

Toyama Y., Hiebert E. H., Pearson P. D. An Analysis of the Text Complexity of Leveled Passages in Four Popular Classroom Reading Assessments // *Educational Assessment*. 2017. V. 22. P. 139–170.  
<https://doi.org/10.1080/10627197.2017.1344091>

Velichkovsky B. M., Challis B. H., Pomplun M. Arbeitsgedächtnis und Arbeit mit dem Gedächtnis: Visuell-räumliche und weitere Komponenten der Verarbeitung // *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 1995. V. 42 (4). P. 672–701.

Velichkovsky B. M., Joos M., Helmer J. R., Pannasch S. Two visual systems and their eye movements: Evidence from static and dynamic scene perception // *Proceedings of the XXVII conference of the cognitive science society*. 2005. P. 2283–2288.

Yap M. J., Balota D. A. Visual word recognition // In: A. Pollatsek. R. Treiman (eds.) *The*

*Oxford handbook of reading*. Oxford: Oxford University Press, 2015. P. 26–43.

Zelinsky G. J. A theory of eye movements during target acquisition // *Psychological Review*. 2008. V. 115. P. 787–835. DOI: [10.1037/a0013118](https://doi.org/10.1037/a0013118)

## References

Adelman, J. S. (ed.) (2012). *Visual Word Recognition. Volume 2: Meaning and Context, Individuals and Development*, Psychology Press, Hove, UK. (In English)

Arestova, O. N. and Muslimzade, P. Z. (2018). Cultural specifics of generalizations at the thinking activity (on the example of Azerbaijani-speaking and Russian-speaking residents of Baku), *Voprosy Psikhologii*, 3, 87–93. (In Russian)

Balota, D. A. and Spieler, D. H. (1999). Word frequency, repetition, and lexicality effects in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency, *Journal of Experimental Psychology: General*, 128 (1), 32–55.  
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.128.1.32> (In English)

Blinnikov, G., Rabeson, M. and Blinnikova, I. (2022). Cross-cultural differences in strategies of complex images visual search, *Perception*, 51 (1), 42. (In English)

Blinnikova, I. and Izmalkova, A. (2016). Eye movement evidence of cognitive strategies in SL vocabulary learning, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 57, 311–323.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-39627-9\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39627-9_27) (In English)

Blinnikova, I., Blinnikov, G., Bobkov, A. and Alieva, H. (2021). Cross-cultural differences in emotive image assessment: Comparison between Russian and Azerbaijani samples, *RSUH/RGGU Bulletin: Psychology. Pedagogics. Education*, 1, 28–50. DOI: 10.28995/2073-6398-2021-1-28-50 (In Russian)

Blinnikova, I., Marchenko, O. and Badalova, F. (2014) Search for emotionally coloured words in the alphabetic matrix, in Soloviev, V. D., Poliakov, V. N. and Masalova, S. I. (eds.), *Cognitive Modeling*, Southern Federal University Press, Rostov-on-Don, Russia, 31–36. (In Russian)

Blinnikova, I., Rabeson, M. and Izmalkova, A. (2019). Eye movements and word recognition during visual semantic search: differences between expert and novice language, *Psychology in Russia: State of the Art*, 12 (1), 129–146. <https://doi.org/10.11621/pir.2019.0110> (In English)

Craik, F. I., Rose, N. S. and Gopie, N. (2015). Recognition without awareness: Encoding and retrieval factors, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*,

- 41 (5), 1271-81. DOI: 10.1037/xlm0000137 (In English)
- Falikman, M. (2017). Visual search in large letter arrays containing words: Are words implicitly processed during letter search? *Journal of Vision*, 17 (10), 76-76. <https://doi.org/10.1167/17.10.76> (In English)
- Flusser, J., Kautsky, J. and Šroubek, F. (2007). Object Recognition by Implicit Invariants, in Kropatsch, W. G., Kampel, M. and Hanbury, A. (eds.), *Computer Analysis of Images and Patterns: Lecture Notes in Computer Science*, 4673, Springer, Berlin, Heidelberg, 856-863. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-74272-2\\_106](https://doi.org/10.1007/978-3-540-74272-2_106) (In English)
- Gao, C., Shinkareva, S. V. and Peelen M. V. (2022). Affective valence of words differentially affects visual and auditory word recognition, *Journal of Experimental Psychology: General*, 151 (9), 2144–2159. <https://doi.org/10.1037/xge0001176> (In English)
- Gough, P. B. (1972). Theoretical models and processes of reading, in Kavanagh, J. F. and Mattingly, I. G. (eds.), *Language by Ear and by Eye*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 661-685. (In English)
- Grainger, J., Dufau, S. and Ziegler, J. C. (2016). A Vision of Reading, *Trends in Cognitive Sciences*, 20 (3), 171–179. DOI: 10.1016/j.tics.2015.12.008 (In English)
- Grigorovich, S., Blinnikova, I. and Izmalkova, A. (2014). Strategies of space scan in the process of visual semantic search, in Soloviev, V. D., Poliakov, V. N. and Masalova, S. I. (eds.), *Cognitive Modeling*, Southern Federal University Press, Rostov-on-Don, Russia, 49–53. (In English)
- Hiebert, E. H. and Pearson, P. D. (2014). Understanding Text Complexity: Introduction to the Special Issue, *The Elementary School Journal*, 115 (2), 153–160. <https://doi.org/10.1086/678446> (In English)
- Holmqvist, K. and Andersson, R. (2017). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods, paradigms and measures*, Lund Eye-Tracking Research Institute, Lund, Sweden. (In English)
- Hyönä, J., Heikkilä, T. T., Vainio, S. and Kliegl, R. (2021). Parafoveal access to word stem during reading: An eye movement study, *Cognition*, 208, Article 104547. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104547> (In English)
- Kinoshita, S. (2015). Visual word recognition in the Bayesian Reader framework, in Pollatsek, A., Treiman, R. (eds.), *Oxford Handbook of Reading*, Oxford University Press, Oxford, UK, 63–75. (In English)
- Klare, G. R. (1984). Readability, in Pearson, P. D., Barr, R., Kamil, M. and Mosenthal, P. (eds.), *Handbook of reading research, Volume 1*, Longman, New York, NY, 681–744. (In English)
- Kuperman, V., Estes, Z., Brysbaert, M. and Warriner, A. B. (2014). Emotion and language: Valence and arousal affect word recognition, *Journal of Experimental Psychology: General*, 143 (3), 1065. DOI: [10.1037/a0035669](https://doi.org/10.1037/a0035669) (In English)
- Latanov, A. V., Anisimov, V. N. and Chernorizov, A. M. (2016). Eye movement parameters while reading show cognitive processes of structural analysis of written speech, *Psychology in Russia: State of the Art*, 9 (2), 129-137. DOI: 10.11621/pir.2016.0210 (In English)
- Leininger, M. and Rayner, K. (2017). What we know about skilled, beginning, and older readers from monitoring their eye movements, in León, J. A. and Escudero, I. (eds.), *Reading Comprehension in Educational Settings*, John Benjamins, Amsterdam, Netherlands, 1–27. DOI: [10.1075/swll.16.01lei](https://doi.org/10.1075/swll.16.01lei) (In English)
- Martin, R. C., Tan, Y., Newsome, M. R. and Vu, H. (2017). Language and Lexical Processing, *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 631–643. DOI: [10.1016/B978-0-12-809324-5.03078-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.03078-9) (In English)
- McNamara, D. S. (ed.) (2007). *Reading Comprehension Strategies: Theories, Interventions, and Technologies*, Psychology Press, New York, NY, USA. (In English)
- Norris, D. (1984). The Effects of Frequency, Repetition and Stimulus Quality in Visual Word Recognition, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, 507–518. (In English)
- Norris, D. (2013). Models of visual word recognition, *Trends in Cognitive Sciences*, 17 (10), 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.003> (In English)
- Norris, D. and Kalm, K. (2021). Chunking and data compression in verbal short-term memory, *Cognition*, 208, Article 104534. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104534> (In English)
- Rabeson, M. and Blinnikova, I. (2020). Cross-cultural research of strategies and efficiency in visual semantic search, *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 94, 636–645. DOI: [10.15405/epsbs.2020.11.02.78](https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.11.02.78) (In English)
- Rastle, K. (2016). Visual Word Recognition, in Hickok, G. and Small, S. L. (eds.), *Neurobiology of Language*, Academic Press, Amsterdam, Netherlands, 255–264. (In English)
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research, *Psychological bulletin*, 124 (3), 372. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372> (In English)

Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search, *The quarterly journal of experimental psychology*, 62 (8), 1457–1506.

DOI: [10.1080/17470210902816461](https://doi.org/10.1080/17470210902816461) (In English)

Schad, D. J. and Engbert, R. (2012). The zoom lens of attention: Simulating shuffled versus normal text reading using the SWIFT model, *Visual Cognition*, 20 (4–5), 391–421.

<https://doi.org/10.1080/13506285.2012.670143> (In English)

Schotter, E. R. and Payne, B. R. (2019). Eye Movements and Comprehension Are Important to Reading, *Trends in Cognitive Sciences*, 23 (10), 811–812. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.06.005> (In English)

Slavova, V. (2022). *Language, concept formation and child language acquisition – an information modeling approach*, Academic Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria. (In English)

Snell, J. and Grainger, J. (2019). Readers Are Parallel Processors, *Trends in Cognitive Sciences*, 23 (7), 537–546.

<https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.04.006> (In English)

Snow, C. (2002). *Reading for Understanding: Toward an R&D Program in Reading Comprehension*, RAND Corporation, Santa Monica, CA. (In English)

Solovyev, V., Solnyshkina, M., McNamara, D. (2022). Computational linguistics and discourse complexology: Paradigms and research methods, *Russian Journal of Linguistics*, 26 (2), 275–316. <https://doi.org/10.22363/2687-0088-30161> (In English)

Staub, A., White, S. J., Drieghe, D., Hollway, E. C. and Rayner, K. (2010). Distributional effects of word frequency on eye fixation durations, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36 (5), 1280–1293. <https://doi.org/10.1037/a0016896> (In English)

Toyama, Y., Hiebert, E. H. and Pearson, P. D. (2017). An Analysis of the Text Complexity of Leveled Passages in Four Popular Classroom Reading Assessments, *Educational Assessment*, 22, 139–170.

<https://doi.org/10.1080/10627197.2017.1344091> (In English)

Velichkovsky, B. M., Challis, B. H. and Pomplun, M. (1995). Arbeitsgedächtnis und Arbeit mit dem Gedächtnis: Visuell-räumliche und weitere Komponenten der Verarbeitung [Working memory and work with memory: Visuospatial and further components of processing], *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 42 (4), 672–701. (In German)

Velichkovsky, B. M., Joos, M., Helmert, J. R. and Pannasch, S. (2005). Two visual systems and

their eye movements: Evidence from static and dynamic scene perception, *Proceedings of the XXVII conference of the cognitive science society*, 2283–2288. (In English)

Yap, M. J. and Balota, D. A. (2015). Visual word recognition, in Pollatsek, A. and Treiman, R. (eds.), *The Oxford handbook of reading*, Oxford University Press, Oxford, UK, 26–43. (In English)

Zelinsky, G. J. (2008). A theory of eye movements during target acquisition, *Psychological Review*, 115, 787–835. DOI: [10.1037/a0013118](https://doi.org/10.1037/a0013118) (In English)

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

**All authors have read and approved the final manuscript.**

**Конфликты интересов: у авторов нет конфликтов интересов для декларации.**

**Conflicts of interests: the authors have no conflicts of interest to declare.**

**Ирина Владимировна Блинникова**, кандидат психологических наук, доцент, Факультет психологии Московского Государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия.

**Irina V. Blinnikova**, Ph.D. in Psychology, Associate Professor, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

**Мария Давидовна Рабесон**, научный сотрудник, Факультет психологии Московского Государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия.

**Maria D. Rabeson**, Researcher, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

**Георгий Борисович Блинников**, кандидат филологических наук, доцент, Государственный институт русского языка им. А. С. Пушкина, Москва, Россия.

**Georgy B. Blinnikov**, Ph.D. in Linguistics, Associate Professor, Pushkin State Russian Language Institute, Moscow, Russia.

**Анна Игоревна Измалкова**, кандидат психологических наук, научный сотрудник, Институт когнитивных нейронаук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа Экономики», Москва, Россия.

**Anna I. Izmalkova**, Ph.D. in Psychology, Researcher, Institute for Cognitive Neuroscience, HSE University, Moscow, Russia.