

THE GAZE OF SCHROEDINGER'S CAT: EYE-TRACKING IN PSYCHOLINGUISTICS

Authors

Tatiana Chernigovskaya, St. Petersburg State University,
Russian Academy of Education

Svetlana Alexeeva, St. Petersburg State University

Anzhalika Dubasava, Minsk State Linguistic University

Tatiana Petrova, St. Petersburg State University

Veronika Prokopenya, St. Petersburg State University

Daria Chernova, St. Petersburg State University

Editors

Tatiana Chernigovskaya

Tatiana Petrova

Reviewers

B. M. Velichkovsky (Dr. Sci. in Psychology, the Corresponding Member of RAS, National Research Center “Kurchatov Institute”);

M.D. Voeikova (PhD in Philology, Professor, Institute of Linguistic research, RAS, St. Petersburg State University)

Recommended for printing by Academic Council of the Faculty of Liberal Arts and Sciences,
St. Petersburg State University

The research was carried out with the support of the Russian Science Foundation within the framework of the project No. 14-18-02135 “Psychophysiological and neurolinguistic aspects of the recognition process of verbal and non-verbal patterns”

© Saint-Petersburg State University, 2018

St. Petersburg University Press, 2018

ISBN 978-5-288-05929-2

<https://doi.org/10.21638/11701/9785288059292>

Keywords: psycholinguistics, experimental linguistics, reading process, eye tracking, processing of letters, words, sentences, texts, verbal and non-verbal patterns, Russian.

The book addresses the study of reading mechanisms and visual perception using the method of eye-tracking. The authors conduct their research in the Laboratory for Cognitive Studies of Saint Petersburg State University that was the first in Russia to utilize eye-tracking in experimental studies of language more than 15 years ago. Psycholinguistic experiments aimed at analyzing reading in Russian are described; a systematic description of factors which influence reading process at different stages and linguistic levels from a single letter to a coherent text is provided. The mechanisms of separate graphemes recognition, activation and competition processes in word recognition, contextual integration processes, syntactic parsing, and anaphora resolution in eye-tracking experiments are described. The influence of the text type on its processing is demonstrated, the advantages and disadvantages of the infographics compared to verbal text are described, the relationship between visual perception of images and their verbalization is discussed. The significant role of context is highlighted: on the one hand, it helps the reader to anticipate new information, and on the other hand, it enables different multiple interpretations of a sentence or text. In the book a virtual assistant — Schrodinger’s cat — is used as a model of a subject who processes and transmits information.

The book will appeal to linguists and cognitive psychologists who use eye-tracking in their research, as well as for the wide range of those who are interested in objective methods of studying language processing and human behavior.

Contents

Preface.....	5
Acknowledgements	10
Introduction.....	11
Chapter 1. Eye-tracking: facts and figures	13
1.1. A gaze back, or A history of eye movements research.....	15
1.2. Where does the Cat look, or General information about eye movements during reading.....	19
1.3. Did the Cat know that complicating is easy and simplifying is difficult? or Models of eye movement control in reading: a brief overview	23
1.4. Eyes look, brain sees, or Eye-tracking devices	36
Chapter 2. Eye-tracking research of reading mechanisms: processing of letters, words, sentences and texts	45
2.1. Alpha and Omega, or The role of font type in Cyrillic letter recognition.....	47
2.2. Cat running ahead, or Preview benefit in reading: the role of word length	54
2.3. The tangled Cat, or Lexical access to a polysemantic word.....	67
2.4. Don't pull the Cat's tail, or Processing of literal and non-literal expressions	74
2.5. Can the Cat fit a square peg into a round hole? or Contextual integration process: lexical and grammatical meanings of words	80
2.6. Refrain not to kill the Cat is right, or Syntactic parsing in reading ...	88
2.7. Who is who, or Referential ambiguity resolution.....	100
2.8. Is it difficult for Him to read, or Coherent text processing: readability and reading skills.....	112
2.9. Cat's train of thought, or Processing of different text structures and functional styles	118

Chapter 3. Where do we look, what do we see, what do we talk about.....	129
3.1.  or Mouse? or The role of text format: infographics & verbal texts.....	131
3.2. A picture is worth a thousand words, or Free viewing and verbal description of paintings.....	145
Conclusion.....	174
References.....	177
Appendices.....	202
Glossary.....	225
Information about authors.....	227

The list of Figures:

- Figure 1.1. Schematic diagram of E-Z Reader 10 (Reichle E. D., Warren T., McConnell K., 2009, p.3): V — saccadic delay; M1 — the first stage of saccadic programming; M2 — the second stage of saccadic programming; I — postlexical integration stage; L1 — the first stage of lexical processing; L2 — the second stage of lexical processing; A — attention.
- Figure 1.2. E-Z Reader model, example (Reichle, 2011, p. 773): 1 — pre-attentive vision; 2 — low-spatial frequency information; 3 — high-spatial frequency information; 4 — familiarity check; 5 — lexical access; 6 — integration; 7 — labile program (a — preparatory sub-state, b — translation sub-stage); 8 — non-labile program.
- Figure 1.3. SWIFT model (Richter, Engbert, Kliegl, 2006, p. 26)
- Figure 1.4. Eye-movement registration in SR-Research eye-tracker (www.sr-research.com)
- Figure 1.5. Centre of pupil and corneal reflection
- Figure 1.6. Eye tracker (www.tobiipro.com)
- Figure 1.7. Camera setup in Eyelink 1000 Plus eye-tracker
- Figure 2.1. Experiment on letter identification
- Figure 2.2. Accuracy of letter identification depending on font and presentation condition
- Figure. 2.3. Example of the boundary paradigm
- Figure 2.4. Eye movement measures for high and low-frequency target words after identical, length accurate and length inaccurate previews
- Figure 2.5. Relative landing position for high and low-frequency target words after identical, length accurate and length inaccurate previews as a function of skipping of the preceding word
- Figure 2.6. Fixation map in an ambiguous sentence
- Figure 2.7. Fixation map in a non-ambiguous sentence
- Figure 2.8. Areas of interest for eye movement analysis
- Figure 2.9. Fixation map for a referentially ambiguous discourse fragment
- Figure 2.10. Fixation map for the dynamic text
- Figure 2.11. Fixation map for the static text
- Figure 3.1. Total reading time for verbal texts and infographics
- Figure 3.2. Total number of fixations in verbal texts and infographics
- Figure 3.3. Mean fixation duration in verbal texts and infographics
- Figures 3.4.-3.7. Fixation maps for texts with infographics
- Figure 3.8. Fixation duration and saccade amplitude as looking at the image (Fischer T. et al., 2013, p. 4)

Figure 3.9. Jan Steen Wedding of Tobias and Sarah 1660

(from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jan_Steen_-_The_Marriage_-_WGA21718.jpg)

Figure 3.10. Mean fixation duration for the first and second viewing with and without verbalization, 6 periods

Figure 3.11. Mean saccade amplitude for the first and second viewing with and without verbalization, 6 periods

Figure 3.12. Mean fixation duration for the first and second viewing, 3 periods

Figure 3.13. Mean saccade amplitude for the first and second viewing, 3 periods

Figure 3.14. Fixation map of one subject during 0-10 seconds of viewing

Advanced Contents

Chapter 1. Eye-tracking: facts and figures

<https://doi.org/10.21638/11701/9785288059292.03>

Keywords: history of eye-tracking, eye-tracking devices, display, eye movement parameters, models of eye movement control.

In chapter 1 we describe the method of eye-tracking and how the interest to studying eye movements developed in time. We describe how modern eye-tracking devices work, including several most commonly used in cognitive research (SR-Research, SMI, Tobii). We also give some general information about eye movement parameters during reading and a brief overview of main models of eye movement control in reading (SWIFT, E-Z Reader). These models take into account a significant amount of empirical data and simulate the interaction of oculomotor and cognitive processes involved in reading. Differences between the models, as well as different interpretations allowed within the same model, reflect the complexity of reading and the ongoing discussion about the processes involved in it. The section ends up with the pros and cons of using LCD and CRT displays in eye-tracking studies.

Chapter 2. Eye-tracking research of reading mechanisms: processing of letters, words, sentences and texts

<https://doi.org/10.21638/11701/9785288059292.04>

Keywords: letter recognition, word processing, parafoveal processing, invisible boundary, lexical ambiguity, polysemantic word, semantic context, syntactic parsing, idiomatic and additive sentences, functional style, readability, reading skills.

In Chapter 2 we describe how verbal information is processed at different linguistic levels, from recognizing single letters to reading and comprehension of coherent texts. We present the results of several experimental studies on reading in Russian which has specific features like Cyrillic script, rich morphology and flexible word order. First, we show some features of Cyrillic letters recognition of different font types in the experiment with invisible boundary. Our results reveal that the font type affects the recognition of crowded letters (letters in Courier New were harder to identify than the ones in Georgia), while recognition efficiency of isolated letters remains at the same level. Since crowded letters imitate real reading, we claim that Georgia is more readable font than Courier New. Second, we describe the lexical, syntactic and referential ambiguity processing emphasizing the role of semantic context. Thus, we show that the processing of ambiguous words does not depend on the type of their meaning (literal or non-literal) ..., and the referential ambiguity advantage effect. Third, we compare the processing of literal and non-literal expressions in Russian. We try to tease apart different approaches to idioms as well as to give a better explanation of what units may be stored in the mental lexicon and how syntactic processing may proceed. Finally, we demonstrate the influence of the

text type, functional style and reading skills on text processing. We show that the text type is among the readability categories and it influences the effect of reading perspective: eye-tracking parameters of reading a static text (descriptive sentences) and a dynamic text (sequence of events following swiftly on one another) differ a lot.

Chapter 3. Where do we look, what do we see, what do we talk about

<https://doi.org/10.21638/11701/9785288059292.05>

Keywords: text type, text format, verbal and non-verbal elements, polycode text, infographics, visual perception, image processing, verbalization, verbal description.

In Chapter 3 we compare how verbal and non-verbal visual information is processed. The questions we address are: How do the readers integrate text-figure information when reading and understanding verbal and non-verbal patterns, namely one and the same text in verbal format and infographics? How the way humans perceive visual information determines the way they express it in natural language? How the verbalization affects the oculomotor behavior in visual processing? Our results support the assumption of the Cognitive Theory of Multimedia Learning that integration of verbal and pictorial information with each other (a polycode text) helps the learners to understand and memorize the text and makes the comprehension easier. We demonstrate the advantages and disadvantages of the infographics (graphical visual representations of complex information) and verbal text. Also we discuss the relationship between visual processing of images and their verbalization. On one hand, the characteristics of eye movements when looking at the image determine its subsequent verbal description: the more fixations are made and the longer the gaze is directed to the certain area of the image, the more words are dedicated to this area in the following description. On the other hand, verbalization of the previously seen image affects the parameters of eye movements when re-viewing the same image, resulting with the appearance of the ambient processing pattern (short fixations and long saccades), while the re-viewing without verbalization results with the focal processing pattern (longer fixations and shorter saccades). The results obtained open up prospects for further research on visual perception and can also be used for computer vision models.

Preface

<https://doi.org/10.21638/11701/9785288059292.01>

Schrödinger's cat as an active player: the role of an observer. Is the human brain the mirror or the creator of the world?

Physics experienced a situation where the object of research is not independent of the observer long ago, when quantum theory began to develop and the world was confused by Schrödinger's cat. Stories that violate all the usual ideas about space and time, as is commonly thought, are inhabiting the quantum world, while in the macrocosm, it would seem, such phenomena were not observed... But in the sciences that study living systems, the role of the observer should not be underestimated.

In the twentieth century, with the discoveries in quantum physics, it became clear that the so-called third-person science was losing its usual absolute value. Following a classic scheme, a scientist is a spectator sitting in a theatre chair, while the world they are studying is on the stage, and the spectator (that is, the scientist) does not interfere with it, "preserving objectivity". But over the past hundred years, it has become clear that the researcher is in the same world, there is no division into stage and hall, and the fact of observation is an active component of the entire process. This was most vividly described in a thought experiment proposed by one of the founders of quantum physics, Erwin Schrödinger: a cat is placed in a closed box containing a radioactive core and a container with a poisonous gas; if the core disintegrates (50% probability), the container opens and the cat dies. According to the laws of quantum mechanics, if no one is watching the core, then its state is described by mixing two states — a disintegrated core and a non-disintegrated core, which means that the cat sitting in the box is both alive and dead at the same time. If you open the box, you can only see one state: the core has disintegrated — the cat is dead, or the core has not disintegrated — the cat is alive.

Today we understand that the role of the observer, non-deductible from the information processing, is relevant not only for the quantum world. This was written by major scientists and philosophers — from L. Wittgenstein, who introduced the metaphor of the text as a carpet from which everyone pulls their threads, thereby "reading" it in their own way, to P. Florensky, N. Berdyaev, A. A. Khokhlov, A. Pyatigorsky, M. Mamardashvili, V. Zinchenko, A. Leontiev, V. Lectorsky...

We only see what we know. Images and representations are not a copy or sum of the physical signals sent to our receptors. Our brain builds them. In other words, what is seen, heard and felt is different not only in different animal species and in all of them from us, not because the ranges of vision, hearing, smell, and so on are different, but because all creatures have their own brain, which processes sensory signals, forming subjective (!) images. They are different not only in different species but also in different people. Therefore, it is time to learn to make serious adjustments for individual, ethnic, religious, professional and other cultural differences that built the neural network and subjective worlds of different people. N. Marr, I. Frank-Kamenetsky, O.

Freudenberg, and P. Gurevich described the cardinal importance of not only individual but also cross-cultural specifics of the thought process...

The brain is not the sum of billions of neurons and their connections but the individual experience that shaped this tool and tuned it. Perception is the active extraction of knowledge and the construction of the world. Different living systems do this in their own way, “pulling the right threads out of the carpet”, for example, magnetic fields or polarized light, and building specific models of the world.

All cognitive processes consist of receiving and processing information according to certain rules and algorithms. The brain forms mental representations – hypotheses of a high degree of abstraction that underlie the picture of the world, which cannot be verified empirically because there is simply no “objective” or “real” picture of the world [Chernigovskaya, 2010-2017; Aleksandrov, 2009-2018].

It is clear that the processes of working with memory (writing, reading, searching) in humans and computers are very different. The organization of computer memory is based on addressing, that is, indicating the location of information in the memory; various types of content search (by keys, feature sets, etc.) are provided by a system of address links. Human memory also has a large set of keys that allow us to quickly read the necessary information. However, even if we get comparable results, we have no confidence that the processes themselves were the same! For example, there are robots that can compensate for movement disorders by continuously re-modeling themselves depending on the situation. Does this mean that the robot has self-awareness and subjective reality, free will to make decisions about itself?

Context as an active player, or one is not equal to one: ambiguity resolution

People live in a world where they are constantly faced with vague and ambiguous information. However, they must make decisions by decoding information as unambiguously as possible and relevantly to the situation. Ambiguity and blurring of information concern all modes of perception, but this is especially evident in the example of human verbal language.

It would seem that if the main function of a language was communication, then the ambiguity in such code should have been eliminated as quickly as possible. However, in reality, we see a completely opposite picture. Perhaps we should once again listen to N. Chomsky, who believes, among other things, that language is not so well adapted for communication, and was formed mainly for structuring thinking, that is, for “internal” processes; the communicative function, in this case, is sort of a by-product. Verbal language provides the nomination of mental representations coming from sensory input and thus “objectifies” individual experience, providing a description of the world and communication. However, studies on communication theory have long discussed the so-called communication pits, gaps in understanding, very often formed despite the seemingly correct construction of the message (see, for example, numerous works: H. N. Clark, H. Sacks). Thus, ambiguity and multiple meanings should be reduced to zero in any type of communication — so that ideally each word or construction has a single meaning. Similarly, it would be reasonable to expect that languages would get rid of ambiguity as they

evolved, but this also contradicts the facts. For example, T. Gibson believes that ambiguity in verbal language represents an advantage and a means of saving, since the same words can be used in different situations and with different meanings, and a specific situation is resolved using context: corpus studies in several languages show that shorter and more frequent words are the most polysemous, which confirms the idea of the parsimonious lexicon. There is also a psychological explanation: it is believed that the speaker cognitively “profits” from conveying more information with less, while the listener “profits” too from including all types of contexts to decode a compact message correctly, instead of having to analyze compositionally and syntactically complex constructions.

It is particularly interesting to investigate the mechanisms of ambiguity and multiple meanings in works of art, where there is an opposite task of increasing the number of options for understanding and reading, rather than reducing them. This area is clearly insufficiently developed within the framework of cognitive science (see [Bacha-Trams et al., 2018; Apanovich et al., 2018; and others])

It is hard to argue with the fact that the intuitive, metaphorical cognitive tools with a different logic are no less powerful than classical logic and its consequences. As beautifully defined by D. S. Chernavsky, the transition from intuitive to logical is a process of transfusion of information from one container to another, less capacious and more rigid. Some information is lost during that process. The value of the lost information depends on the purposes for which it could be used. One cannot but agree that a logical description of the world can become an obstacle to obtaining new knowledge that does not correspond to the usual rules. Of course, logic has evolved, approaching more and more in its various guises what we are accustomed to considering as real world, and the most effective in this way, of course, is fuzzy logic.

The significance of ambiguity research has applications for a number of sciences – psychophysiology and sensory physiology (perception of aural, visual, and especially tactile and olfactory information), for cognitive psychology, in particular the psychology of perception of visual and auditory representations, for information theory and research on natural language processing by humans and in automatic analysis, for the investigation of the effectiveness of human-computer systems. Modeling ambiguity resolution algorithms in artificial neural networks is of particular interest. There are also many practical applications – from psychological and linguistic examination to medicine and artificial intelligence.

The perceiver of speech (listener or reader) constantly makes predictions based on the existing context, anticipates what has not yet been heard or read. Our task was to describe this process: on the basis of what these hypotheses are put forward, how they are verified, what happens to correcting if the perceived speech material (word, sentence, text) turns out to be ambiguous.

There are several approaches to describing ambiguity resolution strategies. The sequential processing model assumes that interpretations do not occur simultaneously, but in turn, with the first (“preferred”) interpretation chosen based on certain principles, and only subsequent ones, if the first one fails, are made based on the context. The parallel processing model is based on the

concept of competition: it is assumed that initially when a text is perceived, all possible variants of its interpretation are considered at once; they compete with each other, and eventually, one of the variants is assigned more weight than the others and is recognized as correct. The delayed processing model assumes that decision-making is deferred until a resolving context appears, meaning that an ambiguous fragment is not interpreted until the necessary information is obtained. This book provides a systematic description of what linguistic and psychological factors may determine the choice of a particular strategy for speech processing at different linguistic levels: when working with words, sentences, and texts.

The extraordinary role of context, and hence the possibility of multiple interpretations of messages and events in general, is a cardinal characteristic of information processing at all levels.

All of the above points to the fact that in order to perceive, process, and transmit information, we need to know the characteristics of the subject. Our virtual assistant — the Schrödinger's cat — is a model of such a subject, and we study how it perceives the world...

Introduction

<https://doi.org/10.21638/11701/9785288059292.02>

In the monograph «The gaze of Schrodinger's cat: Eye-tracking in psycholinguistics» we describe how the interest to studying eye movements developed in time. It is an effective method to investigate how humans process information. Modern eye-tracking devices give opportunity to collect ecologically valid data. We already know a lot about basic parameters of eye-movements in reading and complex scene viewing. However, all the attempts to model the system of eye-movement control do not give a definite answer on how oculomotor and cognitive systems interact when processing visual information (including reading).

Cross-linguistic research is carried out to describe the mechanisms of text processing in different languages with different writing systems. However, most studies are still done with reference to English and several other European languages (mostly German and Dutch). In this book we present studies on reading in Russian language which has specific features like Cyrillic script and orthography which is neither opaque nor absolutely transparent, rich morphology and flexible word order. This monograph is the result of an integrated research project on verbal information processing at different linguistic levels (from recognizing single letters to comprehending coherent texts), on processing of polycode texts, including verbal and nonverbal components, and on the relationship between complex images (such as paintings) visual processing and verbalization.

The current book is organized in three chapters. In the *Chapter 1* the development of eye-tracking methodology is presented from a historical perspective. Also, a short overview of the different eye-tracking measures and of the models of eye movement control in reading is provided (SWIFT, E-Z Reader). We discuss differences between the models, and describe how modern eye-tracking devices (by SR-Research, SMI, Tobii) work. The *Chapter 2* focuses on different stages and level of linguistic processing during reading. We describe the mechanisms of separate graphemes recognition, activation and competition processes in word recognition, contextual integration processes, syntactic parsing, and anaphora resolution in our eye-tracking experiments. We present results of two boundary experiments, conducted to check if the font (fixed-width Courier New vs. proportional Georgia) influences legibility of Cyrillic letters. We show that letter identification efficiency depends on font: subjects were more efficient naming Georgia letters (72%) than Courier New (46%). Besides, crowded letters in Courier New were harder to identify than the ones in Georgia, while recognition efficiency of isolated letters was almost the same. Since crowded letters imitate real reading, we claim that Georgia is more readable font than Courier New. One of the issues of our particular interest is the process of ambiguity resolution: the possibility of different interpretations of the message depending on the context is one of the key features of human language, and ambiguity can be both an object and a tool of a linguistic study when investigating the mechanisms of access to mental lexicon, syntactic parsing, discourse integration. The results of eye-tracking experiment on processing of ambiguous words with literal and non-literal meanings show that the type of the meaning

is not marked in the mental lexicon. This finding partially proves the parallel model of perception of polysemantic words. Also, the results show that context does not impact lexical access immediately but affects post-lexical processing. The results of eye-tracking experiment with Russian idiomatic and additive sentences support the configuration model; facilitation in idiom processing was found, though as a delayed effect. A referential ambiguity appears when two or more referents pretend to be chosen as an antecedent for a pronoun. In our study we reveal the effect of ambiguity advantage, which is expressed in shorter processing time for ambiguous sentences as compared to unambiguous ones, when experimental task requires a resolution of the pronoun. Furthermore, our results demonstrate that pronoun interpretation is sensitive to syntactic roles of referents. In the last section of this chapter we describe the mechanisms of coherent text processing and the influence of text structure, text type and functional style, text readability and the level of reading skills of the reader as well as the type of the instruction. In the *Chapter 3* we address to the investigation of image and complex scene processing and comparing processing of verbal and non-verbal information as well as the influence of verbalization on visual processing. New data on the influence of text type, instruction, and the competence of the reader on reading process were obtained on Russian language material and presented in this book. The mechanisms for processing polycode text, including verbal and nonverbal components, have been described as well. Following the Cognitive Theory of Multimedia Learning our results show that integrated text-pictural presentation format (a polycode text) makes the comprehension of the information easier. An image and a written text presented together can contribute to a better understanding of the information than if they are presented separately. We demonstrate the advantages and disadvantages of the infographics (graphical visual representations of complex information) and verbal text. Infographics is read faster and the percentages of correct answers to the after-the-text questions are higher after processing it than after reading a verbal text. Also, we describe the relationship between the perception of a complex visual image and its verbalization. First, the oculomotor behavior during the complex image free viewing (such as paintings) biased the following verbal description of this image: the more fixations are made and the longer the gaze is directed to the certain area of the image, the more words are dedicated to this area in the following description. Second, verbalization of the previously seen image affects the parameters of eye movements during repeated viewing of the same image. As a result, a specific pattern of ambient processing appears, which is usually associated with the initial stage of complex image scanning, and is characterized by short fixations and long saccades. It is noteworthy that the re-viewing without verbalization results with the focal processing pattern (longer fixations and shorter saccades).

The new data obtained in our studies give an opportunity to formulate practical recommendations on text legibility and font design, text readability, visual organization of text. Some results may be useful for teachers of Russian as a foreign language and font specialists, for example, when developing a font for children or for patients with optical dyslexia etc.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВЗГЛЯД КОТА ШРЁДИНГЕРА

РЕГИСТРАЦИЯ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ
В ПСИХОЛИНГВИСТИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ

2-е издание



ИЗДАТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

УДК 811-159.9.072.533

ББК 81

В40

Рецензенты: д-р психол. наук, чл.-корр. РАН Б. М. Величковский, НИЦ «Курчатовский институт»; д-р филол. наук, проф. М. Д. Воейкова, Ин-т лингвистич. исследований РАН, С.-Петербург. гос. ун-т

Коллектив авторов: Т. В. Черниговская, С. В. Алексеева, А. В. Дубасова, Т. Е. Петрова, В. К. Прокопеня, Д. А. Чернова

Рекомендовано к печати

*Ученым советом факультета свободных искусств и наук
Санкт-Петербургского государственного университета*

Взгляд кота Шрёдингера: регистрация движений глаз в психолингвистических исследованиях / под ред. Т. В. Черниговской, Т. Е. Петровой. — 2-е изд. — СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2018. — 228 с. ISBN 978-5-288-05929-2

Первое издание вышло в 2018 году при финансовой поддержке РФФИ. Монография посвящена вопросам изучения механизмов чтения и зрительного восприятия текста с помощью методики видеорегистрации движений глаз (айтрекинга). В книге описаны психолингвистические эксперименты, в которых исследуются процессы чтения; дается системное описание факторов, от которых может зависеть выбор той или иной стратегии обработки письменной речи на разных лингвистических уровнях — от распознавания отдельных букв до чтения связных текстов, подчеркивается чрезвычайная роль контекста, который, с одной стороны, служит опорой для читателя, предвосхищающего еще не поступившую информацию, а с другой стороны, создает возможность множественных трактовок сообщения. В качестве модели субъекта, воспринимающего, перерабатывающего и передающего информацию, в предлагаемом издании используется виртуальный помощник — кот Шрёдингера.

Книга может быть рекомендована специалистам — лингвистам и когнитивным психологам, использующим в своей работе методику регистрации движений глаз, а также широкому кругу читателей, интересующихся современными методами объективного изучения языкового сознания и поведения человека.

УДК 811-159.9.072.533

ББК 81

ISBN 978-5-288-05929-2

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2018

© Коллектив авторов, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
Благодарности	10
Введение	11
<i>Глава 1. Регистрация движений глаз: цифры и факты.....</i>	<i>13</i>
1.1. Взгляд назад, или История изучения движений глаз.....	15
1.2. Куда глаза глядят, или Общие сведения о движении глаз при чтении	19
1.3. Знал ли кот, что усложнять просто, а упрощать сложно? Краткий обзор моделей управления движениями глаз во время чтения.....	23
1.4. Смотрит глаз, а мозг видит, или Приборы для регистрации движений глаз	36
<i>Глава 2. Что и как мы читаем, или Изучение процессов чтения с помощью методики регистрации движений глаз.....</i>	<i>45</i>
2.1. Альфа и Омега, или Распознавание буквенного состава слова	47
2.2. Забегая вперед, или Парафовеальная обработка слова: длина и частотность	54
2.3. Распутывая клубок, или Лексический доступ к многозначному слову.....	67
2.4. Тянуть кота за хвост, или Обработка идиоматических выражений	74
2.5. Сочетание несочетаемого, или Процессы локальной контекстуальной интеграции: лексические и грамматические значения слов.....	80
2.6. Казнить нельзя помиловать, или Синтаксический анализ предложения.....	88

2.7. Кто есть кто, или Разрешение референциальной неоднозначности	100
2.8. В глазах смотрящего, или Обработка связного текста: читабельность и сформированность навыка чтения	112
2.9. Ткань повествования и нить рассуждений, или Чтение связного текста: влияние функционального стиля и преобладающего типа предиката.....	118
<i>Глава 3. Куда мы смотрим, что видим и о чем говорим.....</i>	<i>129</i>
3.1. 🐭 или мышь? Восприятие текста: роль формата представления	131
3.2. Лучше один раз увидеть, или Свободное разглядывание изображений и вербализация увиденного	145
Заключение	174
Список литературы	177
Приложения.....	202
Глоссарий	225
Сведения об авторах.....	227

ПРЕДИСЛОВИЕ

Кот Шрёдингера как активный игрок: роль наблюдателя. Человеческий мозг — зеркало или создатель мира?

Ситуацию, где объект исследования не является независимым от наблюдателя, физика пережила давно, когда начала разрабатываться квантовая теория и мир смутил кот Шрёдингера. Сюжетами, нарушающими все привычные представления о пространстве и времени, как принято думать, заселен квантовый мир, а в макромире, казалось бы, подобных феноменов не наблюдалось... Но в науках, изучающих живые системы, роль наблюдателя недооценивать не стоит.

В XX веке с открытиями в квантовой физике стало ясно, что так называемая наука от третьего лица теряет свою привычную абсолютную ценность. По классической схеме, ученый — это зритель, сидящий в зале, тогда как изучаемый им мир находится на сцене, и зритель (то есть ученый) в него не вмешивается, «сохраняя объективность». Но за прошедшие сто лет стало понятно, что исследователь находится в том же мире, никакого разделения на сцену и зал нет, а факт наблюдения является активным компонентом всего процесса. Наиболее ярко это было описано в мысленном эксперименте, который предложил один из основателей квантовой физики Эрвин Шрёдингер: в закрытый ящик, содержащий радиоактивное ядро и емкость с ядовитым газом, помещен кот; если ядро распадется (вероятность 50%), емкость откроется и кот погибнет. По законам квантовой механики, если за ядром никто не наблюдает, то его состояние описывается смешением двух состояний — распавшегося ядра и нераспавшегося ядра, а значит, кот, сидящий в ящике, и жив, и мертв одновременно. Если ящик открыть, то увидать можно только одно состояние: ядро распалось — кот погиб или ядро не распалось — кот жив.

Сегодня мы понимаем, что невычитаемая из процесса обработки информации роль наблюдателя релевантна отнюдь не только для квантового мира. Об этом писали крупнейшие ученые и философы — от Л. Витгенштейна, введшего метафору текста как ковра, из которого каждый вытягивает свои нити, тем самым «читая» его по-своему, до П. Флоренского, Н. Бердяе-

ва, А. Ухтомского, А. Пятигорского, М. Мамардашвили, В. Зинченко, А. Леонтьева, В. Лекторского...

Мы видим только то, что знаем. Образы и представления — не копия и не сумма физических сигналов, поступающих на наши рецепторы. Их строит наш мозг. Иначе говоря, разные виды животных, включая нас, по-своему видят, слышат и осязают, но не потому, что имеют различные диапазоны зрения, слуха, обоняния и так далее, а потому, что у всех существ свой мозг, который обрабатывает сенсорные сигналы, формируя субъективные (!) образы. Не только у разных видов, но и у разных людей они отличны. Поэтому пора приучиться делать серьезные поправки на индивидуальные, этнические, профессиональные, профессиональные и иные культурные отличия, строившие нейронную сеть и субъективные миры разных людей. Кардинальную важность не только индивидуальной, но кросс-культурной специфики мышления описывали еще Н. Марр, И. Франк-Каменецкий, О. Фрейденберг, П. Гуревич...

Мозг — не сумма миллиардов нейронов и их связей, а еще и индивидуальный опыт, который сформировал данный инструмент и настроил его. Восприятие — это активное извлечение знаний и конструирование мира. Разные живые системы делают это по-своему, «вытягивая из ковра нужные нити», например магнитные поля или поляризованный свет, и строя специфичные модели мира.

Все когнитивные процессы — это получение и обработка информации по определенным правилам и алгоритмам. Мозг формирует ментальные репрезентации — гипотезы высокой степени абстракции, лежащие в основании картины мира, которую нельзя проверить эмпирически, потому что «объективной», «настоящей» картины мира просто нет [Черниговская, 2010–2017; Александров, 2009–2018].

Ясно, что процессы работы с памятью (запись, считывание, поиск) у человека и компьютера сильно отличаются. В основе организации компьютерной памяти лежит адресация — указание места информации в памяти; различные виды поиска по содержанию (ключам, наборам признаков и т. д.) обеспечиваются системой адресных ссылок. Человеческая память также располагает большим набором ключей, позволяющих быстро считывать нужную информацию. Однако, даже если мы получаем сопоставимые результаты, у нас нет никакой уверенности, что сами процессы были те же! Например, сейчас есть роботы, которые могут компенсировать нарушения движений за счет непрерывного перемоделирования себя в зависимости от ситуации. Следует ли из этого, что у робота есть самосознание и субъективная реальность, свобода воли для принятия решений о себе?

Контекст как активный игрок, или единица не равна единице: разрешение неоднозначности

Человек живет в мире, где он постоянно сталкивается с неопределенной и многозначной информацией. Тем не менее он должен принимать решения, декодируя информацию по возможности однозначно и релевантно ситуации. Неопределенность и размытость информации касается всех модальностей восприятия, но особенно очевидно это на примере человеческого вербального языка.

Казалось бы, если основная функция языка — коммуникация, то неопределенность из такого кода должна была бы быть вытеснена максимально быстро. Однако в реальности мы видим совершенно противоположную картину. Возможно, стоит еще раз прислушаться к Н. Хомскому, считающему среди прочего что язык для коммуникации не так уж хорошо приспособлен и сформировался главным образом для структурирования мышления, то есть для процессов «внутренних»; коммуникативная функция в этом случае является как бы побочным продуктом. Вербальный язык обеспечивает номинацию ментальных репрезентаций сенсорного инпута и таким образом «объективизирует» индивидуальный опыт, обеспечивая описание мира и коммуникацию. Однако в работах по теории коммуникации давно обсуждаются так называемые коммуникативные ямы — провалы в понимании, весьма часто образующиеся несмотря на абсолютную, казалось бы, правильность построения сообщения (см., например, многочисленные работы Н. Н. Clark, Н. Sacks). Таким образом, неопределенность и многозначность должны быть при коммуникации любого типа сведены к нулю — так, чтобы в идеале каждое слово или конструкция имели одно значение. Точно так же разумно было бы ожидать, что, эволюционируя, языки будут от неопределенности избавляться, но и это противоречит фактам. К примеру, Т. Гибсон считает, что неопределенность в вербальном языке — его преимущество и средство экономии, так как могут быть использованы одни и те же слова в разных ситуациях и с разными значениями, а конкретная ситуация разрешается с помощью контекста; корпусные исследования по нескольким языкам показывают: более короткие и более частотные слова являются самыми многозначными, что подтверждает идею экономности лексикона. Есть и психологическое объяснение: считается, что говорящему когнитивно «выгоднее» передавать большее количество информации меньшими средствами, а слушающему тоже «выгоднее» включать все виды контекстов, чтобы декодировать компактное сообщение правильно, вместо того чтобы анализировать сложные композиционно и синтаксически конструкции.

Особый интерес имеет исследование механизмов неоднозначности и неопределенности в произведениях искусства, где стоит совершенно противоположная задача — не уменьшить, а увеличить количество вариантов осмысления и прочтения. Эта область в рамках когнитивной науки разработана явно недостаточно (см.: [Bacha-Trams et al., 2018; Apanovich et al., 2018; и др.]).

Трудно спорить с тем, что интуитивные, метафорические, инологические когнитивные средства не менее мощны, чем классическая логика и ее следствия. Как удачно определено Д. С. Чернавским, при переходе от интуитивного к логическому происходит процесс переливания информации из одной тары в другую, менее емкую и более жесткую. Часть информации при этом теряется. Ценность потерянной информации зависит от целей, с которыми она могла бы использоваться. Нельзя не согласиться, что логическое описание мира может становиться препятствием для получения новых знаний, не соотносящихся с привычными правилами. Конечно, логика развивалась, все более приближаясь в разных своих ипостасях к тому, что мы привыкли считать реальным миром, и наиболее эффективной на этом пути, конечно, оказывается нечеткая логика.

Значение исследования неопределенности имеет приложения для ряда наук: психофизиологии и сенсорной физиологии (восприятие звуковой, зрительной и, особенно, тактильной и ольфакторной информации), когнитивной психологии, в частности психологии восприятия зрительных и слуховых образов, для теории информации и исследования процессов обработки естественного языка человеком и при автоматическом анализе, для решения проблемы эффективности систем человек — компьютер. Отдельный интерес вызывают вопросы моделирования алгоритмов разрешения неопределенности в искусственных нейронных сетях. Прикладных приложений также множество — от психологической и лингвистической экспертизы до медицины и искусственного интеллекта.

Воспринимающий речь человек (слушающий или читающий) постоянно делает прогноз на основе имеющегося контекста, предвосхищает еще не услышанное или не прочитанное. В нашу задачу входило описание данного процесса: на основе чего эти гипотезы выдвигаются, как верифицируются, что происходит при корректировке в случае, если воспринимаемый речевой материал (слово, предложение, текст) оказывается неоднозначным.

Существует несколько подходов к описанию стратегий разрешения неоднозначности. Модель последовательной обработки предполагает, что интерпретации возникают не одновременно, а поочередно, причем первая

(предпочтительная) из интерпретаций выбирается на основе определенных принципов, и только последующие, в случае несостоятельности первой, производятся с опорой на контекст. В основе модели параллельной обработки лежит понятие конкуренции: предполагается, что изначально при восприятии текста рассматриваются сразу все возможные варианты его интерпретации, которые конкурируют между собой, а в конечном итоге один из вариантов набирает больший вес, чем остальные, и признается правильным. Модель отложенной обработки исходит из того, что принятие решения откладывается до тех пор, пока не появится разрешающий контекст, то есть неоднозначный фрагмент не интерпретируется до момента поступления необходимой информации. В нашей книге представлено системное описание того, от каких лингвистических и психологических факторов может зависеть выбор той или иной стратегии при обработке речи на разных лингвистических уровнях: при работе со словами, предложениями, текстами.

Чрезвычайная роль контекста, а значит и возможность множественных трактовок сообщения и событий вообще, — кардинальная характеристика обработки информации на всех уровнях.

Все сказанное выше указывает на то, что для восприятия, переработки и передачи информации мы должны знать характеристики субъекта. Наш виртуальный помощник — кот Шрёдингера — модель такого субъекта, и мы изучаем, как именно он на мир смотрит...

Т. В. Черниговская

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы искренне благодарны Санкт-Петербургскому государственному университету — за поддержку деятельности лаборатории когнитивных исследований и Российскому научному фонду — за сопровождение и финансовую поддержку исследований механизмов восприятия вербальной информации на разных лингвистических уровнях.

Сердечно благодарим Б. М. Величковского — за интеллектуальное влияние, профессиональные контакты, которыми он всегда готов щедро с нами делиться.

Мы благодарны кафедре общего языкознания СПбГУ за заложенные в нас теоретические основы экспериментальной лингвистики, коллективу факультета свободных искусств и наук СПбГУ — за искренний интерес к нашей работе, а также декану факультета А. Л. Кудрину и президенту Санкт-Петербургского государственного университета Л. А. Вербицкой — за поддержку проводимых нами исследований.

Глубоко благодарны нашим коллегам и соавторам: доценту кафедры общего языкознания СПбГУ Елене Риехакайнен, сотрудникам лаборатории когнитивных исследований Наталии Слюсарь и Алене Кониной, а также студентам Александре Доброго, Кристине Чупровой (Кротовой), Екатерине Михайловской, Анастасии Горшуновой (Фроловой), Марии Мусихиной, Александре Таланиной, Елене Чернавиной, Анастасии Крым, Екатерине Торубаровой.

Благодарим участников и многочисленных докладчиков Петербургского семинара по когнитивным исследованиям, горячие и плодотворные дискуссии с которыми нельзя переоценить.

Отдельные слова нашей благодарности — образовательному центру «Сириус», на базе которого проводилась часть экспериментов: и сотрудники, и стажеры «Сириуса» проявили деятельный интерес к нашим исследованиям, став исполнителями проектов июльской научной смены 2017 года.

Благодарим нашего бессменного редактора Ольгу Кувакину за высокопрофессиональную и творческую работу над рукописью.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования движений глаз позволяют детально описать процессы обработки визуальной информации и текста [Liversedge et al., 2011]. Чтение как развернутая во времени активность давно изучается в психологии и физиологии с помощью методики регистрации движений глаз [Величковский, 2006, с. 126]. Это помогло достичь особых успехов в понимании того, каким образом обрабатывается информация, как процессы чтения связаны с когнитивной и зрительно-моторной системами человека. В результате такого изучения было разработано множество моделей чтения, но принципы, иллюстрируемые данными моделями, могут быть распространены и на другие области исследований (например, восприятие картин или зрительный поиск) и применены для построения более общих теорий, описывающих связь движений глаз с сознанием.

Одна из ключевых задач современной психолингвистики заключается в описании механизмов восприятия речи носителями языка. Сами эти механизмы недоступны для непосредственного наблюдения, и фактическими предметами изучения становятся процесс и результат речевой деятельности. Благодаря методике регистрации движений глаз исследователи могут наблюдать процессы обработки письменной речи в режиме реального времени, что открывает новые возможности верификации выдвигаемых теоретических гипотез. Особую роль при этом играют ситуации неоднозначности, то есть ситуации, в которых носитель языка сталкивается с необходимостью сделать выбор из нескольких возможных вариантов. Неоднозначность присутствует на всех языковых уровнях и является предметом изучения лингвистов на протяжении многих десятилетий: обсуждаются причины возникновения неоднозначности в языке, особенности употребления неоднозначных единиц в речи, факторы, влияющие на разрешение неоднозначности и др. Отслеживая факторы, влияющие на выбор в той или иной ситуации, можно делать выводы о ключевых принципах устройства и функционирования системы. Однако неоднозначность может выступать не только как предмет, но и как инструмент лингвистического исследования.

Коллектив лаборатории когнитивных исследований на протяжении более чем десяти лет ведет работу, направленную на изучение механизмов

чтения и зрительного восприятия с помощью методики регистрации движений глаз. Эта книга является обобщением результатов экспериментальных исследований на материале русского языка, направленных на изучение процесса лингвистической обработки письменной речи на разных лингвистических уровнях — от отдельной буквы до связного текста, а также на сопоставление особенностей обработки вербальной и невербальной информации.

Работая над подготовкой монографии, мы ориентировались на решение двух основных задач. Первая: отразить основные достижения в области изучения чтения, дать представление о дискуссии, которая ведется авторами психолингвистических теорий, подробно описывающих и объясняющих процессы чтения с учетом большого количества факторов и эмпирических данных. И вторая: осветить результаты ряда исследований процесса восприятия и обработки вербальной и невербальной форм подачи информации, проводимых в лаборатории когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета.



ГЛАВА 1

Регистрация движений глаз: цифры и факты

У кота Шрёдингера началась новая жизнь: изобретены и совершенствуются способы проникнуть в его внутренний мир и узнать, где сосредоточено его внимание, что он держит в памяти и какие ассоциации это у него вызывает...

1.1. ВЗГЛЯД НАЗАД, ИЛИ ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ

Интерес к изучению движений глаз восходит еще к Аристотелю (IV в. до н.э.), который заметил, что глаза движутся одновременно, то есть невозможно, чтобы один глаз совершал движение сверху вниз, а другой — снизу вверх, что свидетельствует о наличии единого центра контроля над обоими глазами. В сущности, Аристотель предпринял первую попытку описать механизм бинокулярного зрения. Подробные описания анатомии глазных мышц и нервов относятся к Античности (Клавдий Галлен, II в. н.э.). Большой вклад в офтальмологию (область медицины, предметом изучения которой являются физиология и анатомия глаз, а также профилактика и лечение их заболеваний) был сделан средневековыми арабскими учеными (Хунайн ибн Исхак «Десять трактатов о глазе», IX в.; Ибн аль-Хайсам «Книга оптики», XI в.). Ибн аль-Хайсам предположил, что глаза работают вместе и движения их скоординированы для того, чтобы обеспечить единое зрение. Вопросы физиологии зрения интересовали Леонардо да Винчи и Фрэнсиса Бэкона [Wade, 2010].

В XVIII веке Уильям Потрфилд, автор знаменитого «Трактата о глазе» [Portfield, 1759], впервые отметил, что при взгляде на объект лишь малая его часть может быть отчетливо видна — та часть, которая находится близ зрительной оси (фовеальная область), и что остальное изображение представляется размытым. Именно У.Портфилд обратил внимание на то, что глаза находятся в постоянном движении, благодаря чему нам удается видеть отчетливо большие объекты (которые не могут быть целиком восприняты фовеальным зрением). Основываясь на этом представлении об особенностях зрительного восприятия, У.Портфилд предпринял попытку описания процесса чтения, указывая, что если взгляд направлен на первую букву слова, то в этот момент невозможно увидеть раздельно все остальные буквы, и, чтобы отчетливо разглядеть следующую букву, необходимо перевести на нее взгляд — она должна оказаться на центральной зрительной оси [Portfield, 1737, p. 184–185].

Стоит упомянуть, что эти идеи носили сугубо теоретический характер и не были подкреплены эмпирическими исследованиями (см.: [Wade, 2007]). Первая серьезная попытка описания глаза как механически движущегося объекта была предпринята в XIX веке изобретателем офтальмоскопа немец-

ким физиком Германом фон Гельмгольцем в книге «Руководство по физиологической оптике» (1866).

Первые устройства, позволившие следить за движениями глаз человека, появились во второй половине XIX века [Hering, 1879; Lamare, 1892]. Французский исследователь М. Ламар при помощи одного из таких устройств (оно делало возможным на слух определять движения глазных мышц) обнаружил, что глаза не скользят плавно по поверхности предметов, изображению либо тексту, но совершают резкие скачкообразные движения, чередующиеся с остановками.

Другой француз, офтальмолог Луи Эмиль Жаваль, описывая исследование М. Ламара, назвал скачкообразные движения глаз саккадами [Javal, 1879, p. 252]. Термин со временем вошел в мировую научную литературу и стал общепризнанным (ср.: англ. *saccades*). Остановки, которые глаза совершают между саккадами, принято называть фиксациями (*fixations*). Считается, что с этого момента начинается первый этап современного изучения движений глаз во время чтения [Федорова, 2008; Rayner, 1998].

В 1889 году американский ученый Эдмунд Делабар изобрел систему записи движений глаз на вращающийся барабан с помощью иглы звукоснимателя, соединенной с роговицей [Delabarre, 1898]. Устройства, при использовании которых предполагался физический контакт с поверхностью глаза (деталью таких устройств были, например, резиновые шарики или глазные шапочки), разрабатывались и применялись до начала 1930-х годов. Они имели серьезные недостатки: из-за нестабильности физического контакта страдала точность измерений, а участники опытов испытывали значительный дискомфорт. Одним из способов решения этих проблем стало использование электромагнитного излучения.

Но еще в 1898 году немецкие психологи Бенно Эрдманн и Раймонд Додж создали первое бесконтактное устройство для регистрации движения глаз: на роговицу направлялся луч света, фокусируемый системой линз, затем его отражение записывалось на съемную фотографическую пластину. Полученные результаты отличались поразительной для своего времени точностью. Кроме того, было показано, что во время саккад человек не воспринимает окружающий мир [Dodgе, 1900, p. 457]; позднее эти данные были подтверждены на более сложном оборудовании, и явление получило название эффекта саккадического подавления [Uttal, Smith, 1968]. Фотографические пластины, которые применялись Эрдманном и Доджем, вскоре были заменены фотографической пленкой, но в целом установка устройства была не очень удобной, все его части во время экспериментов должны были быть точно выровнены, что было

довольно сложно, а на точность результатов отрицательно влияло искривление, неизбежно вызываемое дифракционным качеством линз. Помимо этого, приходилось фиксировать испытуемых, для чего использовались неудобные зажимы для головы или пластинки для закусывания.

В 1922 году немецкий офтальмолог Э. Шотт впервые применил электроокулографию — метод, основанный на измерении разности электрических потенциалов роговицы и сетчатки глаза [Schott, 1922]. Применение данного метода значительно улучшило точность и надежность результатов исследований.

К 1920-м годам уже были открыты многие базовые закономерности и особенности движений глаз во время чтения, связанные с центральным и периферическим зрением, задержками саккады (временем, которое необходимо, чтобы начать движение глаз), саккадическим подавлением.

Первое исследование чтения с применением регистрации движения глаз описано Эдмундом Хьюи еще в 1908 году в книге «Психология и педагогика чтения». Психолого-педагогические исследования чтения продолжал в 1930-х годах Дж. Бузвелл, продемонстрировавший значительную разницу глазодвигательных паттернов при чтении вслух и чтении про себя [Buswell, 1935]. Однако активное изучение процессов чтения при помощи регистрации движений глаз началось только во второй половине XX века.

С конца 1950-х годов широкую известность получили работы советского физиолога Альфреда Лукьяновича Ярбуса, который с помощью созданного им оригинального аппарата показал, что характеристики движений глаз зависят не только от типа изображения (например, при рассмотрении статических и движущихся объектов), но и от задачи, которая стоит перед наблюдателем [Ярбус, 1965]. Именно задача определяет, какие части изображения являются наиболее релевантными и информативными. Эти наблюдения позднее были подтверждены в исследованиях, проведенных с помощью современных приборов регистрации движений глаз [Castelhano et al., 2009; Borji, Itti, 2014; Haji-Abolhassani, Clark, 2014]. В книге, переведенной в 1967 году на английский язык [Yarbus, 1967], Ярбус подробно освещает различные методики исследования движений глаз, а исследованию чтения посвящен небольшой параграф в главе «Движения глаз во время восприятия сложных объектов».

Начиная с 1970-х годов методика регистрации движения глаз все более активно стала использоваться в лингвистике и психологии, поскольку в психологических теориях ставится задача описания связи между данными о движении глаз и когнитивными процессами. В 1980 году американские психоло-

ги Марсель Джаст и Патриция Карпентер впервые сформулировали гипотезу о связи взгляда с сознанием (*eye-mind hypothesis*), в соответствии с которой человек обрабатывает ту информацию, на которой в данный момент фиксируется его взгляд [Just, Carpenter, 1980]. В эти годы методика регистрации движения глаз становится одной из ключевых в психолингвистике.

Изучение процесса чтения как такового представляет большой интерес, появляется все больше материала, обобщаемого в психологических моделях чтения, наиболее разработанные из которых: *E-Z Reader* [Reichle et al., 2011; Reichle, Sheridan, 2015], *SWIFT* [Engbert, Kliegl, 2006], *SERIF* [McDonald, Carpenter, Shillcock, 2005]. Модели отражают характер взаимодействия зрительно-моторной системы, внимания и когнитивных процессов¹ при чтении.

С 1990-х годов создаются корпуса движений глаз для различных языков мира — английского [Shilling et al., 1998], немецкого [Kliegl et al., 2004], китайского [Yan et al., 2009], хинди [Husain et al., 2015], арабского [Paterson et al., 2015] и др. В соответствии с дизайном потсдамского корпуса [Kliegl et al., 2004] регистрируются глазодвигательные параметры чтения отдельных слов с определенными длиной, частотностью и степенью контекстной предсказуемости, предъявляемых в контексте предложения. В настоящий момент в Центре языка и мозга НИУ «Высшая школа экономики» и Лаборатории когнитивных исследований СПбГУ ведется работа над первым корпусом движений глаз при чтении на кириллице — Русским корпусом предложений [Laurinavichyute et al., 2018]. Существуют корпуса естественного чтения связных текстов, например французский корпус чтения газетных текстов [Kennedy, Rynthe, 2005], гентский корпус чтения художественного текста *GECO* (роман Агаты Кристи «Загадочное происшествие в Стайлзе» на английском и нидерландском языках [Cop et al., 2017]).

Данные глазодвигательных корпусов позволяют сопоставлять базовые параметры движения глаз при чтении на типологически разных языках (отличающихся как системой письма, так и грамматическим строем), при чтении текста разными группами испытуемых (монолингвов и билингвов, носителей языка и изучающих язык, детей и взрослых, здоровых людей и пациентов с когнитивными нарушениями) и используются для тестирования моделей чтения.

Полученные данные о движениях глаз при чтении позволяют создать эмпирическую базу для проверки теоретических положений языкознания

¹ Под когнитивными процессами обычно подразумеваются процессы лингвистической обработки.

и описывать механизмы восприятия и понимания письменной речи, в связи с чем методика регистрации движений глаз получает широкое распространение в экспериментальной лингвистике (подробный обзор см.: [Rayner, 1998; Staub, Rayner, 2007; Clifton, Staub, 2011]).

В России методика регистрации движений глаз в психолингвистических исследованиях стала впервые использоваться в Лаборатории когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета, где в 2006 году появился первый аппарат *Eye gaze analysis system*, позволяющий изучать процессы чтения в режиме реального времени. Сейчас подобная аппаратура имеется во многих российских психолингвистических лабораториях и научных центрах.

1.2. КУДА ГЛАЗА ГЛЯДЯТ, ИЛИ ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ ГЛАЗ ПРИ ЧТЕНИИ

Процесс чтения включает в себя сложное взаимодействие зрительного восприятия, окуломоторных процессов (движений глаз) и лингвистической обработки.

При восприятии визуальной информации глаз находится в постоянном движении, поскольку четкость воспринимаемого изображения является максимальной лишь в небольшой области сетчатки — центральной ямке, или фовеа, где сконцентрировано наибольшее количество светочувствительных рецепторов [Барабанщиков, Жегалло, 2014].

Средняя длительность фиксаций при чтении составляет 200–250 миллисекунд (далее — мс), хотя варьировать они могут в диапазоне от 50 до 500 мс. Длительность саккады составляет 20–40 мс. При развитии навыка чтения 90 % саккад — это движения глаз вперед по тексту, остальные 10 % приходятся на возвраты (регрессии), вызванные либо трудностью обработки фрагмента, либо окуломоторной ошибкой программирования саккады [Staub, Rayner, 2007].

Ключевой вопрос, касающийся ранних этапов процесса чтения, заключается в том, каково функциональное поле читающего: во время каждой фиксации мы распознаем только ту часть текста, которая соответствует фовеальной области, или обрабатываются и те слова, которые находятся в парафовеа, справа от точки фиксации (при направлении чтения слева направо).

Размер функционального поля был определен при помощи методики движущегося окна (*moving window*) [McConkie, Rayner, 1975]. При использо-

вании этой методики выбирается диапазон (размер окна), и все символы за пределами этого окна вокруг каждой фиксации маскируются — заменяются на x , визуально похожие или непохожие буквы (относительно исходных) или любые другие символы. Таким образом искусственно ограничивается размер функционального поля читающего. Эксперименты с использованием данной методики показали, что скорость чтения при наличии окна практически не отличается от обычной, когда читающему доступны как минимум 3–4 позиции слева и 14–15 справа от центра фиксации по направлению чтения (позиции с 5 по 15 попадают в парафовеальную область) [McConkie, Rayner, 1975; McConkie, Rayner, 1976]. Если, напротив, маскировать буквы, соответствующие фовеальной области (три символа вокруг точки фиксации), создавая слепое пятно, то чтение становится практически невозможным (скорость чтения падает более чем в 5 раз). Если размер слепого пятна увеличить до 7–10 символов, то скорость чтения уменьшится до 10 слов в минуту, при средней скорости в 332 слова в минуту. Если же скрывать парафовеальную область, то скорость чтения также уменьшится, но не так сильно: менее чем в 3 раза за пределами окна в 3 символа вокруг точки фиксации и менее чем в 2 раза при окне до 7–10 символов [Rayner, Bertera, 1979]. Так, можно утверждать, что, хотя основную часть визуальной информации о слове мы получаем фовеальным зрением, процесс распознавания начинается ранее — еще на этапе парафовеальной обработки.

В целом можно выделить три основных фактора, которые влияют на характер движения глаз при обработке слова: визуальный (длина), лексический (частотность) и контекстуальный (контекстная предсказуемость). Интерес для лингвистических исследований представляют главным образом два последних. В частности, исследуется влияние таких характеристик, как частотность слова в корпусе, знакомость слова (*familiarity*), возраст узнавания слова (*age of acquisition*), количество значений, морфемный состав, контекстная предсказуемость (*predictability*) и уместность (*plausibility*) в данном контексте [Clifton et al., 2007].

Читая, люди фиксируют взгляд приблизительно на 70% слов в тексте, остальная часть слов пропускается, что характерно прежде всего для коротких и предсказуемых, то есть легких для обработки слов (чаще всего к ним относятся служебные слова и местоимения). На сложных для обработки словах (низкочастотных, плохо предсказуемых и др.) читающие обычно фиксируют взгляд несколько раз (это называется рефиксацией).

Известен ряд базовых параметров движения глаз, таких как средняя длительность фиксаций, средняя амплитуда саккад, доля пропусков и доля

возвратных движений глаз. Саккады могут быть ориентированы во всех направлениях (вправо, влево, вверх, вниз), но обычно их больше в горизонтальной плоскости. На эти параметры оказывают влияние и лингвистические, и типографские характеристики текста. Так, объем единовременно воспринимаемой информации (*perceptual span*) при чтении слева направо (например, в европейских языках) составляет 3–4 символа до точки фиксации и 14–15 символов после, а при чтении справа налево (например, в иврите) — соответственно, наоборот. Причем в языках с иероглифической письменностью (например, в китайском) этот объем значительно меньше; кроме того, данный показатель сильно зависит от навыка чтения. Амплитуда саккады обусловлена как лингвистическими, так и окуломоторными факторами. В частности, она зависит от средней длины слова в языке (7–9 символов в английском, 2–3 символа в китайском); таким образом, при увеличении ширины букв окуломоторная система подстраивается под новые параметры и амплитуда саккады в угловых градусах увеличивается [Rayner, 2009].

Метод регистрации движения глаз в экспериментальном изучении восприятия письменной речи позволяет с помощью ряда показателей обнаружить, локализовать и измерить временные задержки, соответствующие затруднениям при обработке того или иного фрагмента не только на лексическом, но и на синтаксическом или дискурсивном уровнях, сравнивая длительность фиксации взгляда на том или ином слове или группе слов в экспериментальном и контрольном условиях [Staub, Rayner 2007].

Как отмечает О. В. Федорова, метод регистрации движения глаз крайне перспективен в том смысле, что он удовлетворяет требованиям как экологической валидности эксперимента (естественность условий, в которых проходит эксперимент, и действий, которые предложено выполнять испытуемому), так и внутренней валидности эксперимента (четкая постановка задачи, устранение неконтролируемых экспериментатором факторов, неучтенных переменных). Экологическая валидность необходима для того, чтобы иметь возможность экстраполировать экспериментальные результаты на реальное поведение человека, а внутренняя валидность — для уверенности в надежности полученных результатов [Федорова, 2008].

При чтении с регистрацией движений глаз испытуемые совершают привычные действия в естественных условиях, а исследователь имеет возможность полностью контролировать переменные в стимульном материале.

Существует несколько групп релевантных измерений. Основные понятиями являются место, время, вероятность события (фиксации или регрес-

сии). Интересующее исследователя слово или словосочетание называется ключевым фрагментом (*target region*).

Общие эффекты характеризуют чтение фрагмента в целом: общее время фиксаций (*total reading time*), куда входит сумма длительностей всех фиксаций на данном фрагменте; общее число фиксаций на фрагменте.

Ранние эффекты характеризуют обработку данного фрагмента до перемещения взгляда на следующий фрагмент: вероятность фиксации (или, соответственно, вероятность «проскакивания» (*skip*) без фиксации); место первой фиксации; время первой фиксации; время первого прочтения (*first-pass time*) — сумма длительностей фиксаций до передвижения взгляда вправо (как правило, таких фиксаций бывает больше одной, поэтому эта мера чаще оказывается релевантной, чем время первой фиксации); количество фиксаций на фрагменте до передвижения взгляда вправо; место, из которого начинается движение в следующий фрагмент.

Поздние эффекты связаны с повторной обработкой фрагмента: вероятность регрессии от ключевого фрагмента назад, на предшествующий фрагмент (*regressions-out*); вероятность регрессии на ключевой фрагмент из последующего (*regressions-in*); время перечитывания ключевого фрагмента при осуществлении регрессии из последующего (*second-pass time*); вероятность регрессии в постключевой фрагмент; количество фиксаций на ключевом регионе при перечитывании.

Эффекты перелива (*spillover effects*) связаны с увеличением времени чтения последующего фрагмента при затруднении обработки ключевого и вызваны тем, что при обработке сложного фрагмента все ресурсы уходят непосредственно на него, предварительного просмотра последующего фрагмента не производится, соответственно, основная обработка занимает больше времени: длина саккады от ключевого фрагмента вперед (вправо); время первой фиксации на постключевом фрагменте.

Парафовеальные эффекты (связанные с предварительным просмотром): длительность последней фиксации на фрагменте, предшествовавшем ключевому; место, откуда началась первая саккада в ключевой фрагмент.

* * *

Метод регистрации движений глаз обладает большими возможностями. С его помощью изучаются различные проблемы лексической многозначности: особенности восприятия омонимов и многозначных слов [Rayner, Duffy, 1986; Frisson, Pickering, 1999; Brisard et al., 2001; Reichle et al., 2006; Vu et al., 2000;

Sheridan et al., 2009; Дубасова и др., 2012], восприятие предложений с различной синтаксической структурой [Altmann, 1992, Ni et al., 1996; Traxler et al., 1998; van Gompel et al., 2005; Staub, 2010], процессы интеграции с контекстом [Frisson et al., 2005; Traxler, 2005]. Метод регистрации движений глаз позволяет сравнить скорость обработки фрагментов, содержащих изучаемые лексические и грамматические явления. Так, экспериментально выявлена разница в обработке омонимов и разных значений многозначного слова: доступ к нужному значению многозначного слова осуществляется дольше, чем доступ к значению слова, имеющего омоним [Frazier, Rayner, 1990], поскольку соответствующее контексту значение не хранится в готовом виде, а вычисляется из контекста. Затруднения при синтаксическом анализе во время чтения [Frazier, Rayner, 1982] необязательно сопровождаются регрессиями, но если регрессии имеются, то, как правило, выборочные (*selective*), то есть происходит не полное перечитывание текста, а возврат конкретно к тому фрагменту, который предстоит переосмыслить, которому следует приписать иную синтаксическую роль и т. д.

Итак, метод регистрации движения глаз позволяет как с максимальной детальностью, так и с максимальной экологичностью исследовать процесс восприятия текста в реальном времени.

1.3. ЗНАЛ ЛИ КОТ, ЧТО УСЛОЖНЯТЬ ПРОСТО, А УПРОЩАТЬ СЛОЖНО? КРАТКИЙ ОБЗОР МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ ГЛАЗ ВО ВРЕМЯ ЧТЕНИЯ

Модели управления движениями глаз во время чтения представляют собой точные алгоритмы, делающие возможной их компьютерную симуляцию. Все существующие модели учитывают значительное число эмпирических данных и описывают когнитивные и / или глазодвигательные ограничения, управляющие процессом чтения.

В целом разработка моделей чтения призвана ответить на следующие вопросы: каким образом происходит программирование саккады (определение момента старта и места следующей фиксации); какую роль играет внимание в процессе лексической обработки текста и как оно отражается в движениях глаз; как те или иные свойства лингвистической обработки проявляются в движениях глаз при чтении?

Наиболее разработанными на сегодняшний день моделями чтения, отражающими взаимодействие окулomotorных процессов и процессов лингвистической обработки, являются *E-Z Reader* и *SWIFT*.

* * *

Модель *E-Z Reader* (SAS) основана на представлении о последовательной обработке слов: парадигма SAS — *Serial Attention Shift*. Название модели — *E-Z Reader* — составлено на основе фонетического образа первого буквосочетания, произносимого как *easy* (англ.) — легкий, и *reader* (англ.) — читатель.

Общая характеристика: лексическая обработка слова тесно связана с последовательным сдвигом внимания от слова к слову, слова обрабатываются в порядке их появления в тексте, в фокусе внимания может быть только одно слово. *E-Z Reader* представляет собой когнитивно ориентированную модель [Reichle et al., 1998; Reichle, Rayner, Pollatsek, 2003; Rayner et al., 2004; Pollatsek, Reichle, Rayner, 2006; Reichle, 2011].

Во всех версиях этой модели движениями глаз во время чтения управляют процессы лексической обработки. В последней версии данной модели — *E-Z Reader 10* [Reichle, Warren, McConnell, 2009] — представлена попытка включить влияние на движения глаз переменных более высокого уровня.

Общая схема *E-Z Reader 10* представлена на рис. 1.1, отражающем взаимодействие различных компонентов (зрительной и лексической обработки, саккадического программирования, внимания).

E-Z Reader является самой детальной моделью чтения, объединяющей значительное количество известных на сегодня фактов. С точки зрения авторов модели, ее достоинство состоит в том, что она достаточно просто показывает, каким образом когнитивные процессы управляют движениями глаз при чтении.

Модель построена на двух ключевых положениях: (1) в каждый момент времени внимание фиксируется только на одном слове, сдвиг внимания происходит строго последовательно (что не означает невозможность параллельных процессов); (2) программирование саккады запускается механизмом лексической обработки.

Лексическая обработка слова происходит на двух стадиях (на обе влияет частотность и предсказуемость слова).

На начальной стадии — *L1* (длящейся несколько миллисекунд) — оценивается знакомость текущего слова *n*. Завершение этой стадии запускает процесс программирования следующей саккады (посылается соответствующий сигнал зрительно-моторной системе). На выбор места следующей фиксации влияет также относящееся к вниманию низкоуровневое сканирование, действующее параллельно с лексической обработкой (такое скани-

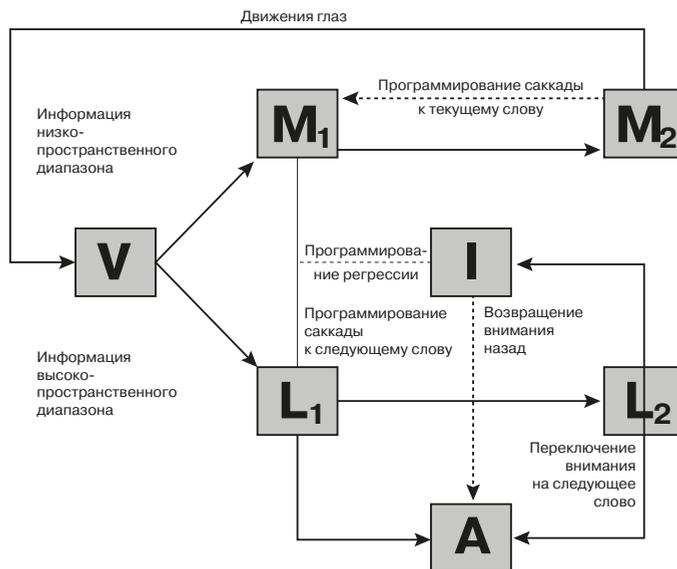


Рис. 1.1. Общая схема модели *E-Z Reader 10* [(цит. по: [Reichle E. D., Warren T., McConnell K., 2009, p. 3]): *V* — саккадическая задержка; *M₁* — первая стадия программирования саккады; *M₂* — вторая стадия программирования саккады; *I* — постлексическая интеграция; *L₁* — первая стадия лексической обработки; *L₂* — вторая стадия лексической обработки; *A* — внимание.

Примечание. Информация низкопространственного диапазона (например, о пробелах между словами) используется для выбора целей саккады; информация высокопространственного диапазона (например, признаки, необходимые для идентификации отдельных букв) используется системой идентификации слов.

рование, в частности, определяет границы слова; обеспечивается оно периферическим зрением).

На следующей стадии лексической обработки — *L₂* — происходит поиск слова в лексиконе. Завершение этой стадии приводит к сдвигу внимания к слову $n+1$, обработка которого также проходит две стадии. Однако если слово $n+1$ является высокочастотным или легкопредсказуемым, обе стадии обработки могут завершиться и до сдвига внимания к слову $n+1$; в этом случае внимание сдвигается сразу к слову $n+2$, запускается программирование саккады к слову $n+2$, а саккада к слову $n+1$, соответственно, отменяется (при условии, что предыдущая саккадическая программа не прошла критическую точку).

Иными словами, ход обработки зависит от соотношения частотности и предсказуемости текущего и следующего слова. Если текущее слово является низкочастотным, то на его обработку уйдет практически все время фиксации, и следующее слово также будет обрабатываться в два этапа, даже если оно является высокочастотным (так называемый эффект перелива — *spillover effect*). Если оба слова являются высокочастотными и легкопредсказуемыми (служебные слова, артикли и т. п.), то обработка второго слова может завершиться до скачка и не требует фиксации. Кроме того, вероятность фиксации зависит от длины слова (определяемой с помощью уже упомянутого нами низкоуровневого сканирования): чем короче слово, тем больше вероятность, что оно будет пропущено (однако авторы не исключают здесь влияния и других переменных).

Можно видеть, что внимание и лексическая обработка в модели тесно связаны друг с другом: лексическая обработка в общем случае начинается после фокусировки внимания на слове, а сдвиг внимания к следующему слову происходит после завершения заключительной стадии лексической обработки.

Положение о том, что внимание должно фокусироваться отдельно и последовательно на каждом слове (мы пока не рассматриваем частный случай пропуска слов), авторы модели аргументируют сложностью процесса восприятия слов и ссылаются на тот факт, что даже более простой процесс идентификации слов требует фокусировки внимания. Этот тезис подтверждает ряд исследований, напр.: [Pollatsek, Digman, 1977; Treisman, Gelade, 1980; Treisman, Souther, 1986; Wheeler, Treisman, 2002; Wolfe, 1994; Wolfe, Bennett, 1996], в которых показано, что при отсутствии фокусировки внимания могут неправильно анализироваться даже относительно простые зрительные предъявления, и объекты воспринимаются неверно (например, вместо красного *N* и зеленого *S* — красное *F*).

Кроме того, последовательный сдвиг внимания является простым механизмом кодирования порядка слов при чтении [Pollatsek, Rayner, 1999]. Это удобно как для языков, в которых порядок слов несет синтаксическую информацию, так и для языков, в которых порядок слов содержит семантическую или тема-рематическую информацию.

Что касается постулирования двух стадий лексической обработки, то оно мотивируется тем фактом, что информация на сетчатке передается в мозг не мгновенно, а с задержкой приблизительно в 50 мс [Clark, Fan, Hillard, 1995; Foxe, Simpson, 2002; Van Rullen, Thorpe, 2001] — *E-Z Reader* это время учитывает.

Наличие обработки низкоуровневой информации, происходящей параллельно с лексической обработкой, объясняет, в частности, тот факт, что необычные последовательности букв в начале слова могут влиять на длительность фиксации предыдущего слова [Inhoff et al., 2003]: необычные последовательности букв могут содержать черты, которые «выскакивают» из поля зрения и замечаются читающим еще до фиксации слова.

Эффекты подобного рода часто наблюдаются в процессе чтения и определяются как влияние парафовеальной информации на фовеальную и наоборот. Поскольку фокусировка внимания при этом не требуется, данные эффекты не нарушают последовательную структуру *E-Z Reader*.

Представление о том, что программирование саккады и сдвиг внимания происходят независимо друг от друга, основано на следующем. Проверка знакомости слова — это быстрая оценка того, будет ли завершен поиск слова в лексиконе. «Зная», что поиск слова *n* в лексиконе завершится успешно, читающий может начинать программировать саккаду к слову *n+1*. Таким образом сокращается длительность фиксации на слове *n*.

Функциональное различие между двумя стадиями лексической обработки, *L1* и *L2*, можно выразить по крайней мере тремя различными способами [Rayner, Pollatsek et al., 2003]. Первый основан на представлении о том, что различные типы лексической информации о слове (орфографическая, фонологическая, семантическая) становятся доступны читающему в разные моменты времени и оценка знакомости слова может быть основана на информации, доступной на ранней стадии его идентификации (например, на основании орфографической и / или фонологической информации), в то время как на второй стадии становится доступна информация семантическая.

Вторая интерпретация разделения лексической обработки на *L1* и *L2* согласуется с различием между быстрым процессом распознавания слова и более медленным процессом извлечения значения слова из памяти [Atkinson, Juola, 1973, 1974; Yonelinas, 2002]. С учетом данного различия *L1* соответствует первому, а *L2* — второму.

Наконец, при третьей интерпретации стадия *L1* является собственно лексической (в это время становится доступным значение слова), а стадия *L2* — постлексической (значение слова интегрируется в контекст предложения).

Авторы отмечают, что данные интерпретации не исключают друг друга и не являются исчерпывающими.

Особенности устройства сетчатки глаза таковы, что различение любых мелких деталей (в том числе очертаний букв) ограничено областью желтого

пятна, то есть в большинстве случаев ограничено областью фовеа. Чем дальше от центра фовеа к парафовеа, тем хуже четкость зрения. На этом в модели *E-Z Reader* основано предположение о том, что скорость завершения стадии *L1* коррелирует с четкостью зрения (если стадия происходит в области фовеа, то скорость обработки выше). Подчеркивается, что на стадию *L2* подобного влияния нет (так как слово уже идентифицировано на стадии *L1*, четкость букв для *L2* не имеет значения).

Упомянутое свойство сетчатки объясняет и ряд других эмпирических данных, например тот факт, что идентификация слов происходит медленнее и с большим процентом ошибок при несовпадении центра фовеа с центром обрабатываемого слова или если идентификация происходит в периферическом зрении [Lee et al., 2003; Rayner, Morrison, 1981]. Этим же объясняется и более длительная идентификация длинных слов по сравнению с короткими [Just, Carpenter, 1980; Rayner, McConkie, 1976; Rayner et al., 1996].

Помимо описанных компонентов, модель *E-Z Reader* включает, кроме того, глазодвигательный компонент, отвечающий за программирование саккад.

Программирование саккад в модели также происходит в две стадии, которые определяются как гибкая (*labile*²) — *M1* (эта стадия может быть отменена) и жесткая (*non-labile*) — *M2* (не может быть отменена).

Данное разделение исследователи основывают на результатах, подтверждающих наличие двух стадий программирования саккады [Becker, Jürgens, 1979; Leff et al., 2001; McPeck et al., 2000; Molker, Fisher, 1999; Vergilino, Beauvillain, 2000]. Таким образом, если слово $n+1$ является высокочастотным и может быть пропущено, то его пропуск и скачок к слову $n+2$ осуществляется лишь в том случае, если программирование саккады к слову $n+1$ не перешло во вторую стадию (не прошло «критическую точку»).

Средняя продолжительность двух этих стадий в модели составляет 125 мс, а минимальное время, необходимое для осуществления саккады, — 175 мс. Разница в 50 мс учитывает явление саккадической задержки (уже упоминавшийся факт, что информация с сетчатки в центральную нервную систему не передается мгновенно). Длительность задержки в модели (она обозначается буквой *V*) соответствует эмпирическим данным [Becker, Jürgens, 1979; McPeck et al., 2000; Rayner et al., 1983].

Важно следующее: внимание от слова n к слову $n+1$ может сдвигаться до того, как завершается программирование саккады к этому слову. В таком

² Перевод термина вслед за [Величковский, 2006].

случае лексическая обработка слова $n+1$ начинается в парафовеальной области. На возможность парафовеальной обработки слова $n+1$ влияет сложность обработки слова n : чем сложнее для читающего слово n , тем меньше вероятность «досрочного» сдвига внимания к $n+1$ и запуска его парафовеальной обработки. А чем меньше такая вероятность, тем продолжительнее последующая обработка $n+1$, так как в случае сложности слова n обработка слова $n+1$ начнется только после осуществления саккады к этому слову, а не одновременно с заключительной стадией обработки предыдущего слова (эффект перелива).

Описанные эффекты подтверждаются исследователями [Rayner, Duffy, 1986; Rayner et al., 1996; Henderson, Ferreira, 1990; Inhoff et al., 1989; Kennison, Clifton, 1995; Rayner, 1986; White, Rayner, Liversedge, 2005].

Модель *E-Reader* учитывает еще одну важную особенность программирования и осуществления саккад, обсуждаемую, например, в [McConkie et al., 1988, 1991; O'Regan, 1990, 1992; O'Regan, Lévy-Schoen, 1987; Rayner, 1979; Rayner et al., 1996; Reichle et al., 1999]: выбор места следующей фиксации не всегда реализуется в точности, иными словами, саккада может «не попасть в цель». Считается, что саккада всегда направлена в оптимальную для обзора позицию (*optimal viewing position*), связываемую с центром слова³, однако из-за моторных ошибок часто туда не попадает (фиксация происходит перед или за целью)⁴.

В модели *E-Z Reader* данное наблюдение реализуется следующим образом.

Прежде всего, считается, что фактическая длина саккады в печатных символах складывается из трех компонентов: запланированной длины саккады, компонента систематических ошибок и компонента случайных ошибок.

³ Это также связано с особенностью устройства сетчатки: поскольку наибольшая резкость изображения связана с центром фиксации, позиция центра слова оказывается оптимальной; в этом случае слово в обе стороны просматривается с одинаковой четкостью.

⁴ Несмотря на то что центр слова является оптимальной позицией места фиксации, в ряде работ (напр., [McConkie et al., 1988; Rayner, 1979]) показано, что читающие имеют тенденцию фиксировать примерно половину пути между началом слова и его серединой. В работе [Legge et al., 2002] при описании модели *Mr. Chips* такая тенденция объясняется асимметричностью области восприятия у человека (именно поэтому данная область определяется как 3–4 буквы слева от фиксации и 14–15 букв справа от фиксации).

Под компонентом систематических ошибок понимается число, на которое саккада имеет тенденцию недо- или перепрыгивать запланированную цель; это число прямо пропорционально отклонению запланированной длины саккады от предпочитаемой длины саккады и обратно пропорционально длительности фиксации на текущем слове (предпочитаемой, или оптимальной, длиной саккады является длина в семь знаков).

Компонент случайной ошибки подразумевает случайную моторную ошибку.

Совокупность трех указанных компонентов определяет фактическую длину саккады и таким образом объясняет возможное смещение места фиксации от центра слова.

С описанным явлением связано явление рефиксации (повторной фиксации) саккады, заключающееся в том, что, осуществив саккаду к данному слову, читающий может дополнительно выполнить еще одну или несколько саккад в пределах слова с целью попасть в оптимальную для обзора позицию (центр слова). Рефиксация происходит в случае, если местом первой фиксации оказалась позиция начала или конца слова. Вероятность повторной фиксации зависит от расстояния между начальной точкой фиксации и центром слова; указанное расстояние естественным образом возрастает с увеличением длины слова, поэтому длинные слова подвержены рефиксациям чаще, чем короткие [Vergilino, Beauvillain, 2000]. А поскольку информация из глаза в мозг поступает с задержкой, то «решение» о программировании повторной саккады может быть принято только после задержки. Если за это время началась жесткая стадия ($M2$) другой саккады, рефиксация не может быть осуществлена (модель исключает параллельное программирование саккад).

Модель *E-Z Reader* детально описывает значительное количество эмпирических данных, учитывая явления, связанные с частотностью и предсказуемостью слова, его длиной; эффекты, связанные с пропуском слов и местом фиксаций. При этом в управлении движениями глаз участвуют, влияя друг на друга, как когнитивные процессы, так и зрительно-моторные (однако первые имеют приоритет). На **рис. 1.2** представлен пример работы модели при восприятии фразы: *The black cat chased* (Черный кот гнался).

Стоит отметить, что хотя *E-Z Reader* — далеко не первая по времени возникновения модель чтения, но именно она стимулировала развитие многих других моделей, а также ряд исследований в рассматриваемой нами области.

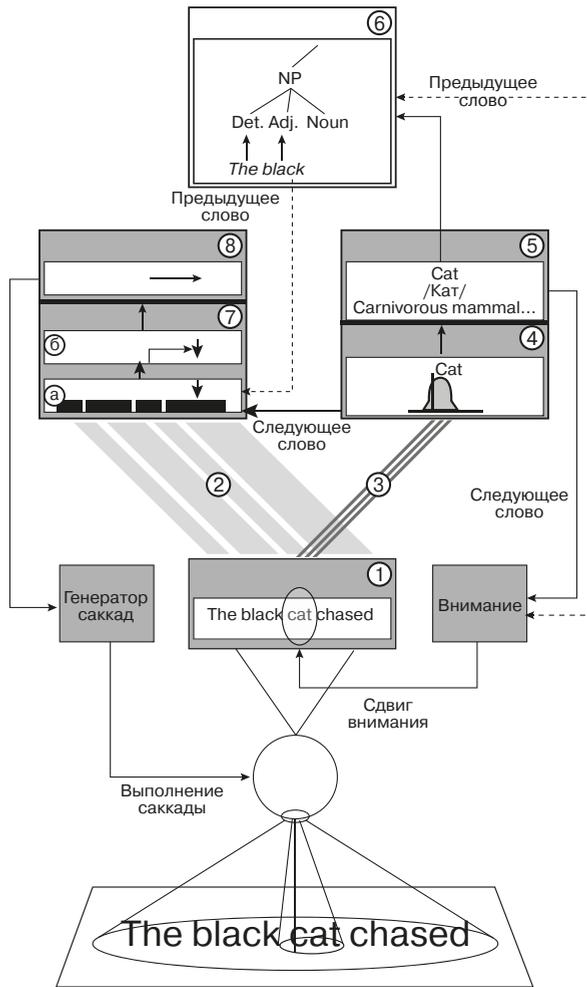


Рис. 1.2. Пример работы модели *E-Z Reader 10* (цит. по: [Reichle, 2011, p. 773]): 1 — подсознательное зрение; 2 — информация низкопространственного диапазона; 3 — информация высокопространственного диапазона; 4 — проверка знакомости; 5 — лексический доступ; 6 — интеграция; 7 — гибкая программа (а — подготовительный подэтап, б — подэтап сдвига); 8 — жесткая программа.

П р и м е ч а н и е. Блоки на рисунке представляют перцептивные, когнитивные и моторные процессы, описываемые моделью. Тонкая вертикальная линия от буквы *c* в *cat* к глазам обозначает место текущей фиксации; резкость восприятия уменьшается симметрично в обе стороны от этого места. Центр внимания находится на слове *cat*; пока данное слово идентифицируется, предыдущее слово (*black*) интегрируется в контекст предложения

* * *

Модель SWIFT (GAG) основана на представлении о параллельной обработке слов: парадигма GAG — *Guidance by Attentional Gradients*. Аббревиатура в названии означает *Saccade Generation with Inhibition by Foveal Targets* (генерирование саккад с фовеальным подавлением).

Предлагаемый в модели механизм движений глаз при чтении учитывает взаимодействие зрительной, когнитивной и моторной систем [Engbert, Longtin, Kliegl, 2002, 2005; Richter, Engbert, Kliegl, 2006]. Как и *E-Z Reader*, SWIFT является когнитивно ориентированной моделью.

Рассмотрим ключевые положения SWIFT.

Принцип первый. Обработка лексической информации распределена в пространстве (информация может обрабатываться одновременно в нескольких местах). Принцип основан на данных нейрофизиологии [Wurtz, 1996; Rizzolatti, 1983].

Принцип второй. Выбор момента старта и выбор цели саккады происходят отдельно друг от друга. Этот принцип также основан на данных нейрофизиологии, подтверждающих различие между временным и пространственным аспектами порождения саккады [Carpenter, 2000; Wurtz, 1996; Findlay, Walker, 1999].

Принцип третий. Генерирование саккад является автономным (не зависящим от лексической обработки), произвольным процессом, корректируемым фовеальным подавлением. Фовеальное подавление действует во время фиксации трудных слов⁵ (оно требуется для того, чтобы увеличить время чтения трудного слова; если бы время фиксации всегда было произвольным, то его могло бы не хватить).

Принцип четвертый. Программирование саккады происходит в две стадии. За подготовительной гибкой стадией следует жесткая стадия, во время которой программируемая саккада уже не может быть отменена.

Принцип пятый. При расчете длины саккады возникают систематические и случайные ошибки [McConkie et al., 1988].

Четвертый и пятый принципы были добавлены в модель в 2006 году и сходны с соответствующими положениями модели *E-Z Reader*.

⁵ Степень трудности слова определяется в модели его частотностью, а также зависит от контекста: слово может быть предсказуемо на основании предшествующих слов, что может облегчать его лексическую обработку. В связи с этим в модель, наряду с процессом лексической обработки, включен процесс «предсказывания» слов.

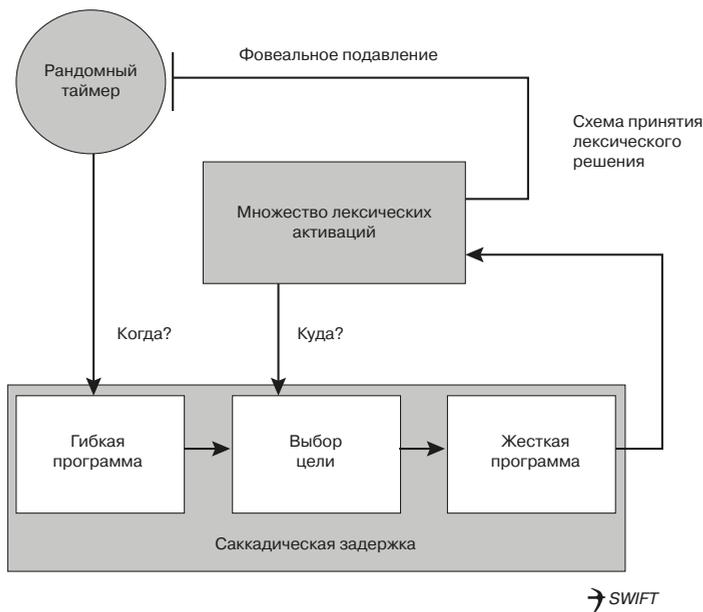


Рис. 1.3. Модель SWIFT (цит. по: [Richter, Engbert, Kliegl, 2006, p. 26])

Указанные принципы проиллюстрированы на рис. 1.3.

На рис. 1.3 видно, что программирование саккады управляется отдельными процессами определения времени старта саккады (когда?) и места ее «приземления» (куда?). Генерирование саккад запускается таймером с произвольным выбором (рандомный таймер), на который может воздействовать фовеальное подавление. Саккадическая задержка включает гибкую и жесткую программы, а также выбор цели.

Множество лексических активаций — это «динамически меняющееся поле», введенное в структуру модели в 2006 году и опирающееся на понятия теории динамического поля [Erlhagen, Schöner, 2002] и нелинейных динамических систем [Engbert, Longtin, Kliegl, 2004]. В SWIFT это поле реализует концепцию одновременной обработки нескольких слов. Принцип «работы» поля сходен с общими принципами функционирования моделей GAG, описанными выше. В каждый момент времени каждому слову в предложении приписывается значение активации. Значение активации слова отражает текущую степень его обработки (идентификации). Конкуренция между словами с различными значениями активации определяет тип генерируемой

саккады (таким образом объясняются все типы движений глаз при чтении⁶) и влияет на выбор цели.

В модели подчеркивается динамическая природа отношений между степенью лексической обработки и движениями глаз. Как только читающий начинает обрабатывать слово, его знание о тексте начинает возрастать. Следовательно, решение о том, куда и когда направлять глаза, меняется с течением времени и зависит от предыдущих мест фиксации.

Лексическая обработка происходит на двух уровнях. На первом, предварительном уровне слово еще не выбрано в качестве следующего места фиксации. С «технической» точки зрения значение активации слова на первом уровне растет до определенного максимума, по достижении которого происходит переход на второй, завершающий уровень обработки (переход на второй уровень означает, что слово выбрано в качестве места фиксации). На предварительном уровне собирается информация о низкоуровневых свойствах слова, например о его длине. На втором уровне лексической обработки значение активации слова уменьшается и при успешном завершении обработки достигает нуля.

В соответствии с эффектом ухудшения четкости зрения от фовеа к парафовеа модель предполагает, что скорость лексической обработки имеет максимальное значение в центре зрительного поля (в фовеа) и уменьшается к периферии сетчатки. Поэтому параллельно обрабатываемые слова обрабатываются с разной скоростью.

За решением запрограммировать саккаду следует старт саккады после саккадической задержки (примерно 150 мс). А поскольку степень лексической обработки, то есть знание о словах, постоянно меняет значения лексической активации слов, саккада в данном направлении может оказаться более ненужной; в этом случае, если гибкая стадия еще не перешла в жесткую, происходит перепрограммирование саккады к другому слову.

В модели *E-Z Reader*, как было описано выше, программирование саккады к следующему слову запускается завершением предварительной стадии лексической обработки (оценкой знакомости слова), то есть саккада всегда стартует с фиксированной целью; во время гибкой стадии может произойти отмена саккады, при этом изменение цели саккады обязательно влияет на время ее осуществления. В *SWIFT* же, поскольку системы «когда?» и «куда?»,

⁶ Например, если после фиксации на слове значение его активации сохраняет достаточно высокую позицию (скажем, в трудном слове), становится вероятным повторный выбор данного слова в качестве цели саккады, то есть рефиксация.

отвечающие, соответственно, за выбор момента старта и выбор цели саккады, работают независимо друг от друга, модификация цели не влияет на какие-либо временные показатели; изменение цели необязательно задерживает саккаду.

В модели *SWIFT* учитываются три типа фиксации отдельного слова: (а) длительность единственной фиксации на слове; (б) и (в) (для слов, фиксируемых повторно) длительность первой и дополнительной фиксаций. При этом разграничиваются *first-pass reading* и *second-pass reading*: первое сканирование (проход) определенного фрагмента текста, то есть чтение до крайнего правого слова текущей последовательности фиксаций, и второе сканирование определенного фрагмента текста. В пределах *first-pass reading* вычисляются длительности фиксаций, вероятность пропуска слова, а также вероятность и количество повторных фиксаций. В пределах *second-pass reading* вычисляются общее время чтения (сумма всех рассматриваний слова, независимо от последовательности фиксаций) и вероятность регрессий.

Итак, в первоначальной версии модели *SWIFT* в основном поддерживалась идея градиентной обработки, подразумевающей, что скорость обработки слова в фовеальной области выше, чем в парафовеальной. В расширенной версии учитывается большее количество эмпирических данных, однако, следуя принципу минимального моделирования, исследователи делают попытки включить как можно меньше положений. Положения модели опираются на данные (нейро)физиологии и психологии и при этом не слишком специализированы под чтение, то есть могут быть расширены для нужд других областей изучения движений глаз. Модель устроена таким образом, чтобы представить единый механизм, способный объяснить все типы движений глаз при чтении: прогрессивные и регрессивные саккады, повторные фиксации, пропуск слов.

* * *

Несмотря на указанные различия, каждая из рассмотренных моделей имеет своих последователей и помогает решать множество исследовательских задач. Следует отметить, что эти модели можно отнести к тому или иному направлению исследований (в основном когнитивному или зрительно-моторному), но они не являются единственными, и исчерпывающего перечня современных моделей чтения, по-видимому, не существует. Однако стоит упомянуть еще две когнитивно ориентированные модели — *ЕММА*

(SAS) [Salvucci, 2001], *Glenmore (GAG)* [Reilly, Radach, 2006], а также две зрительно-моторные модели — *Competition/Activation (POC)* [Yang, McConkie, 2001; Yang, 2006], *SHARE (POC)* [Feng, 2006], разработанные в парадигме *POC — Primarily Oculomotor Control*, в основе которой лежит идея о том, что вариативность в длительности фиксаций возникает вследствие свойств зрительно-моторной системы.

1.4. СМОТРИТ ГЛАЗ, А МОЗГ ВИДИТ, ИЛИ ПРИБОРЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ

Значительный прорыв в понимании процессов зрительного восприятия произошел благодаря появлению современных приборов для регистрации движений глаз.

В настоящее время на рынке регистраторов движений глаз представлено более двадцати фирм, наиболее популярными в академической среде являются *SR-Research*, *SMI*, *Tobii*, выпускающие несколько моделей айтрекеров.

В основе работы большинства современных айтрекеров (среди них *SR-Research*, *SMI*, *Tobii*, *Arrington Research*, *Cambridge Research Systems*, *Chronos Vision*, *E(ye)Brain*, *Ergoneers*, *EyeSeeTech*, *EyeTech Digital Systems*, *Gazepoint*, *ISCAN*, *LC Technologies*, *Mirametrix*, *Seeing Machines*, *Smart Eye*, *Thomas RECORDING*) лежит методика, основанная на принципе видеорегистрации движений глаз в инфракрасном диапазоне излучения с последующим определением направления взгляда на основании вектора смещения между центрами зрачка и роговического блика (об этом и других методах подробнее см.: [Барабанщиков, Жегалло, 2014]). Эта технология предполагает съемку глаз с помощью специальной камеры (некоторые из таких камер, например *EyeLink 1000 Plus Portable Duo*, способны делать до 2000 кадров в секунду), система высчитывает, в какую точку экрана направлен взор, и передает информацию на компьютер, с помощью которого предъявляется стимульный материал. Программное обеспечение использует алгоритмы обработки изображения для определения двух ключевых точек: центра зрачка и центра роговического блика.

Роговичный блик представляет собой отражение источника света (инфракрасной подсветки), расположенного вблизи камеры (рис. 1.4).

Изображения на рис. 1.5 показывают, как при движении (повороте) глаза расположение центра зрачка на датчике камеры меняется. Положение же роговического блика при фиксированном положении головы на датчике камеры остается неизменным, так как источник освещения не перемещается относительно камеры.

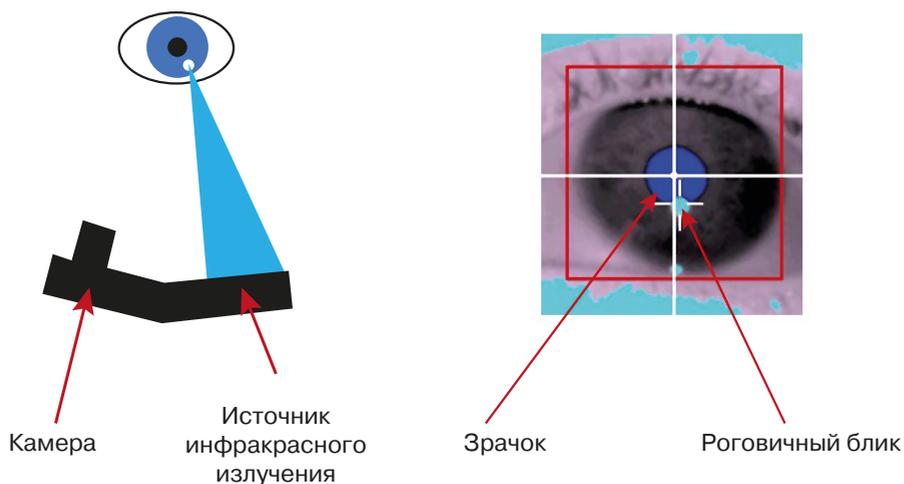


Рис. 1.4. Видеорегистрация движений глаз айтрекеров SR-Research
Источник: www.sr-research.com

В ситуации, когда движения головы полностью исключены и все движения глаза сводятся к поворотам вокруг своей оси, для определения направления взгляда было бы достаточно отслеживать изменение положения зрачка на датчике камеры. Это возможно для айтрекеров, закрепленных на голове или встроенных в очки, когда положение головы относительно камеры остается неизменным. Однако для настольных айтрекеров, даже при использовании стойки для фиксации головы, небольшие движения головы все же исключить нельзя, а они меняют положение зрачка на датчике камеры, искажая картину. Тем не менее при движении головы соотношение между положением центра зрачка и центра роговичного блика остается неизменным, в отличие от ситуации, когда движется глаз. Поэтому при видеорегистрации движения глаз направление взгляда рассчитывается именно по соотношению между положениями центра зрачка и центра роговичного блика.

Метод видеорегистрации обладает двумя основными преимуществами: во-первых, он бесконтактный, то есть не требует установки регистрирующих датчиков непосредственно на роговицу глаза или на поверхность кожи рядом с глазом⁷, а во-вторых, за счет современных высокоскоростных ка-

⁷ О контактных методах регистрации движений глаз подробно см. в [Барабанчиков, Жегалло, 2014].

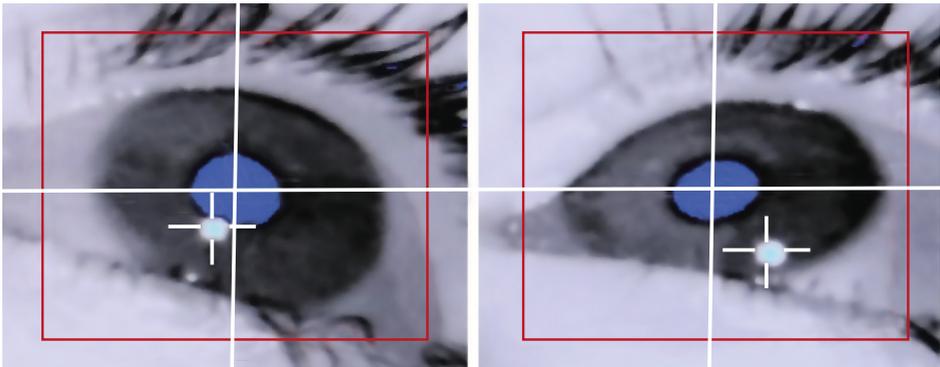


Рис. 1.5. Положение центра зрачка и роговичного блика при повороте глаза

мер высокого разрешения удастся достигнуть высокой частоты регистрации движений глаз. Принцип работы регистратора движения глаз с использованием данного метода проиллюстрирован на рис. 1.6.

Тем не менее некоторые контактные методы, в частности электромагнитный (*Sceleral Search Coils*), позволяют увеличить частоту регистрации движений глаз в четыре раза по сравнению с максимально возможным значением для видеорегистрации. Эта методика реализована в айтрекере фирмы *Primelec*. Такие трекары используются в большинстве случаев в клинических исследованиях [Chennamma, Yuan, 2013].

Другой контактный метод — инфракрасная окулография — позволяет определять движения глаз в темноте [Chennamma, Yuan, 2013]. Как и при видеорегистрации, в нем используется инфракрасный излучатель для подсветки глаз, но изменение положения глаз определяется не за счет фотографической съемки глаза и роговичного блика, а за счет инфракрасного приемника. Сейчас на рынке представлены следующие трекары такого типа: *Express Eye* (фирмы *Optomotor Laboratories*), *JAZZ-novo* (*Ober Consulting*) и др. Айтрекары, в которых используется инфракрасная окулография, были разработаны для изучения движений глаз при проведении магнитно-резонансной томографии (МРТ), но на данный момент существует несколько моделей, совместимых с МРТ, трекаров, использующих видеорегистрацию. Среди них аппараты фирмы *SR-research* и *Cambridge Research Systems*.

Технические характеристики аппаратов для регистрации движения глаз постоянно совершенствуются, что позволяет производить более точные измерения, поскольку становится выше временное и пространственное разре-



Рис. 1.6. Принцип работы регистратора движения глаз
Источник: www.tobiipro.com

шение, а также обеспечивается большее удобство в использовании (например, появляется возможность отказаться от фиксации головы испытуемого).

Приборы для регистрации движения глаз характеризуются рядом ключевых параметров.

1. Частота регистрации (*sampling rate*) является показателем того, сколько раз в секунду трекер фиксирует положение глаз. На настоящий момент для трекеров, работающих на основе видеорегистрации, этот параметр варьируется от 30 до 2000 Гц. Для контактных электромагнитных трекеров он достигает 8000 Гц. Трекеры с инфракрасной окулографией в большинстве своем работают на частоте 1000 Гц, то есть трекер⁸ делает снимок глаза каждую миллисекунду. Также данный параметр становится важным, когда в задачу исследования входит изучение парафовеальной обработки (методика невидимой границы, движущегося окна и др.).

2. Точность (*accuracy*) показывает угол отклонения — отражает то, насколько сильно (в зрительных углах) положение взора, который определил трекер, отличается от истинного положения взора. Этот параметр является ключевым для исследований механизмов чтения. Если у трекера точность составляет 1 градус зрительного угла, а глаза испытуемого находятся на расстоянии 57 см от монитора, то предсказанное значение может отклоняться

⁸ Здесь и далее будут иметься в виду айтрекеры с видеорегистрацией.

от реального на 1 см. В таком случае невозможно точно определить, на какой строчке в тексте или на какой букве в слове фиксировался взгляд. Считается, что для исследования чтения точность должна быть 0,5 градусов зрительного угла или менее.

3. Стабильность (*precision, special resolution*) характеризует то, насколько стабильно трекер может повторить измерения, то есть устойчивость и воспроизводимость результатов. Этот показатель рассчитывается как квадратный корень средней разницы между несколькими последовательными измерениями (в зрительных углах). Современные трекеры варьируются по данному показателю от 0,1 до 1 градуса зрительного угла.

4. Горизонтальное и вертикальное поле охвата (в градусах зрительного угла). Полное поле зрения составляет 150 градусов по горизонтали и 130 по вертикали [Барабанщиков, Жегалло, 2014]. В среднем трекеры покрывают 80 градусов по горизонтали и 60 по вертикали. Этот параметр важен при подборе трекера для исследований, выполняемых в реальных жизненных ситуациях (движение глаз во время вождения, управления самолетом, занятия спортом, разглядывания естественного пейзажа и др.).

Существует несколько типов приборов для регистрации движений глаз. При изучении процесса чтения с экрана обычно используется аппаратура, устанавливаемая на удалении от испытуемого, как правило, под монитором компьютера. Таким образом создается ситуация, максимально приближенная к естественному чтению с экрана. Единственный недостаток заключается в том, что движения головы участника вносят шум в данные, поэтому часто, чтобы увеличить точность определения положения глаз на экране, используют стойку для фиксации головы. В связи с этим максимальная частота регистрации со стойкой достигает 2000 Гц, а без фиксации (при свободном положении головы) — 500 Гц. Такие трекеры подходят для проведения исследований внутри лаборатории. Если задача исследования выходит за пределы лаборатории, то можно рассмотреть варианты с трекерами в виде очков или шлема. Максимальная частота регистрации для очков составляет 220 Гц (*Arrington Research*), для шлемов — 400 Гц (*Ergoneers*)⁹. Сложностью для таких трекеров является учет торзионных движений (вращений глаз относительно оптической оси), что влияет на размер поля охвата. Непростой задачей является и соотнесение движений глаз с динамически меняющейся картинкой.

⁹ Для контактных трекеров этот показатель в обоих случаях достигает 1000 Гц (*Optomotor Laboratories, Ober Consulting*).

* * *

В лаборатории когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета для изучения глазодвигательной активности при чтении используются два аппарата: *Eyegaze Analysis System* (для анализа данных используется программное обеспечение *NYAN Eye Tracking Data Analysis Suite*) и *Eyelink 1000 Plus (SR-Research)*.

Трекер *Eyegaze System* дает возможность проводить исследования чтения с экрана без дискомфорта для испытуемых, связанного с установлением датчиков на лицо. Аппарат обладает следующими характеристиками: частота регистрации — 60 Гц, точность — 0,45 градуса, поле охвата — 80 градусов, запись производится с фиксированным положением головы.

С 2013 года в лаборатории используется трекер *Eyelink 1000 Plus*, обладающий следующими характеристиками: техника записи — видеорегистрация; частота регистрации — 1000 Гц при фиксации головы и 500 Гц при свободном положении головы; точность — 0,5 градуса; стабильность — 0,01 градуса зрительного угла; горизонтальное поле охвата — 60 градусов, вертикальное — 40. Эти характеристики позволяют изучать ряд вопросов: в какой последовательности движутся глаза (*scanpath*); как долго читается слово или интересующий регион в тексте или предложении; куда именно в слове попадает фиксация (с точностью до одного знака с каждой стороны); как устроены саккады; что происходит при парафовеальной обработке? Кроме того, трекер *Eyelink 1000 Plus* оснащен программным обеспечением (*Experiment Builder u DataViewer*), которое позволяет программировать эксперименты любого уровня сложности, а также получать отчеты, содержащие информацию о различных мерах движений глаз и визуализировать результаты (см. рис. 1.7).

Для изучения некоторых аспектов процесса чтения при выборе оборудования важно уделять внимание характеристикам не только регистратора движения глаз, но и используемого монитора. Большинство современных мониторов являются жидкокристаллическими. Несмотря на ряд преимуществ (малый размер и масса, относительно низкое энергопотребление, отсутствие мерцания, помех от магнитных полей, проблем с геометрией изображения и др.), жидкокристаллические мониторы имеют и множество недостатков, и некоторые из них являются критическими для исследований, сфокусированных на парафовеальной обработке.

Яркость жидкокристаллических дисплеев сильно зависит от угла обзора, что в сочетании с неравномерностью подсветки (это еще один всем

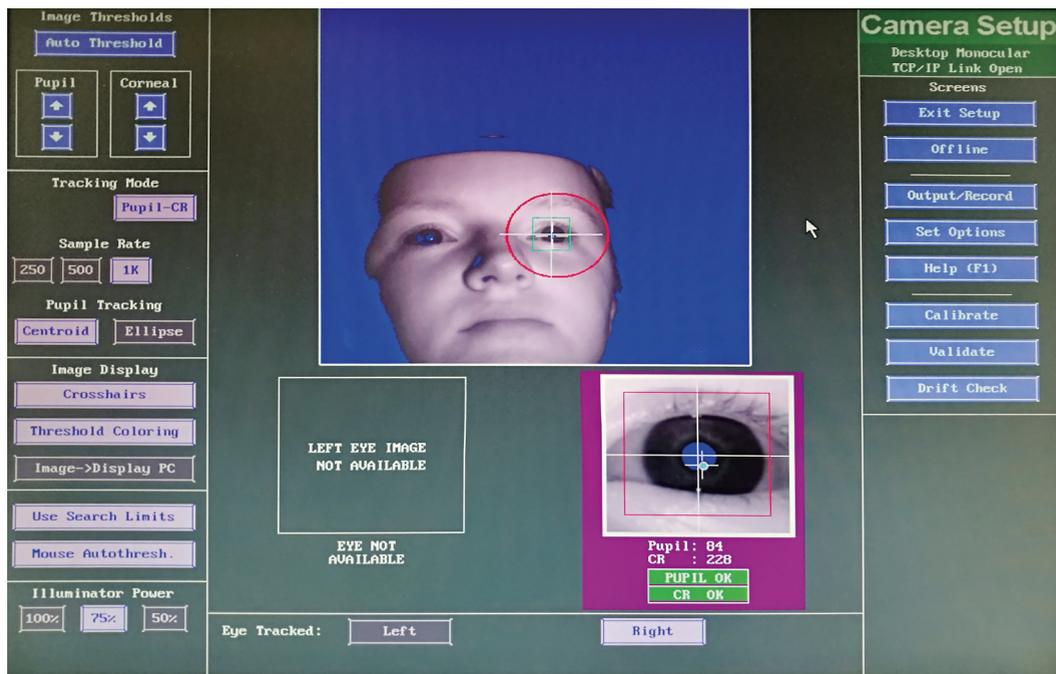


Рис. 1.7. Настройка камеры в айтрекере *Eyelink 1000 Plus*

известный недостаток) приводит к существенному (до 80 %) снижению яркости стимулов, находящихся в периферическом зрении [Ghodrati, Morris, Price, 2015]. Кроме того, существует проблема низкой фактической скорости смены изображения. Стоит заметить: несмотря на то что частота обновления экрана (это характеристика, которая обозначает количество возможных изменений изображения в секунду — количество кадров в секунду) для ряда современных жидкокристаллических мониторов достаточно высока¹⁰ (120 Гц и более), время, потраченное на полную замену изображения, выходит за рамки одного кадра. В связи с тем, что сила подсветки жидких кристаллов зависит от того, в каком состоянии ранее они были, а также из-за невозможности мгновенной реакции кристаллов при отключении подсветки, большинству жидкокристаллических мониторов требуется больше времени, чем один кадр, чтобы изменить цвет пикселя с белого на черный. Исклю-

¹⁰ Частота обновления обычного жидкокристаллического монитора составляет 60 Гц.

чения составляют мониторы *VPixx* и *Display++*, разработанные специально для исследований визуальных свойств объектов.

В лаборатории когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета используется монитор на основе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) *ViewSonic Graphics Series G90fB*. Для создания изображения в ЭЛТ-мониторе применяется электронная пушка, испускающая поток электронов на внутреннюю поверхность стеклянного экрана монитора, которая покрыта разноцветными люминофорными точками. Электроны попадают на люминофорный слой, после чего энергия электронов преобразуется в свет, то есть поток электронов заставляет точки люминофора светиться.

При использовании ЭЛТ-мониторов не возникает проблем с неравномерностью подсветки и зависимостью контраста от угла обзора. Для показа какого-либо изображения пучок света должен пройти полный цикл от верхнего левого угла к нижнему правому, поэтому в ЭЛТ-мониторах точно известно, за какое количество времени будет осуществлена полная смена картинки. Например, максимальная скорость обновления экрана *ViewSonic Graphics Series G90fB* составляет 120 Гц. Это значит: чтобы перерисовать экран, монитору требуется 8,3 мс.

Быстрая смена картинки необходима, если в эксперименте используются методики невидимой границы или движущегося окна¹¹. В этих ситуациях требуется, чтобы изображение на мониторе изменилось за время, пока осуществляется саккада, то есть в тот период, когда человек не воспринимает информацию. Средняя длительность саккады составляет 20–50 мс [Schotter, Angele, Rayner, 2011]. Таким образом, наше оборудование — регистратор движения глаз *Eyelink1000 plus* с частотой съемки 1000 Гц (задержка в 1 мс, связанная с частотой регистрации, и задержка в 2–7 мс, связанная с откликом программного обеспечения) и монитор *ViewSonic Graphics Series G90fB* при выборе частоты обновления экрана в 120 Гц (задержка 8,3 мс) — гарантирует, что обновление экрана произойдет именно во время саккады.

Стоит отметить, что монитор способен работать с частотой обновления экрана в 120 Гц только при низком разрешении (800 × 600 пикселей). Однако если понизить частоту обновления до 100 Гц, тем самым увеличив разрешение до 1052 × 864 пикселей, порог в 20 мс (минимальная граница саккады) также не будет перейден (10 мс задержка от экрана и 3–7 мс от трекера).

¹¹ Методики, которые используются для изучения процессов, происходящих при парафовеальной обработке.

Для проведения обычных экспериментов, нацеленных на чтение текстов без каких-либо дополнительных манипуляций, мы используем следующие характеристики монитора: частота обновления экрана — 85 Гц (что выше, чем в обычных жидкокристаллических мониторах), разрешение — 1600 × 1024 пикселей.

Недостатками данного монитора являются тяжелый вес, непривычный вид и в некоторых случаях мерцание.

* * *

В лаборатории когнитивных исследований СПбГУ для проведения исследований с помощью методики регистрации движений глаз оборудована специальная аудитория. Участник исследования удобно располагается за столом, высота стула или стола регулируется в соответствии с его ростом, для более точной регистрации всех параметров может использоваться стойка для фиксации головы, однако для создания максимально естественных условий может использоваться режим со свободным положением головы. Участнику предоставляется инструкция к эксперименту¹², затем происходит калибровка: на экране последовательно предъявляются несколько точек, на которых испытуемый должен зафиксировать взгляд. После этого осуществляется валидация — проверка качества калибровки: испытуемый повторно фиксирует взгляд на тех же точках и программное обеспечение рассчитывает точность предсказательной модели. Валидация успешна, если трекер считает погрешность несущественной, в случае неудачной валидации она повторяется (если осуществить калибровку и валидацию испытуемого не получается более 15 минут, принимается решение об исключении данного испытуемого из участия в эксперименте). После прохождения процедур калибровки и валидации начинается непосредственно экспериментальная сессия.

¹² Обычно участнику эксперимента предъявляются две инструкции: первая с указанием о том, что нужно делать во время калибровки, вторая — непосредственно к эксперименту — предъявляется после этапа валидации.



ГЛАВА 2

Что и как мы читаем, или изучение процессов чтения с помощью методики регистрации движений глаз

Коту Шрёдингера теперь не скрывать:
приборы покажут, как он вместе с нами
читает текст, что для него важно, что трудно,
что требует повторного разглядывания
или остановки, а что воспринимается
гештальтно, целиком...

2.1. АЛЬФА И ОМЕГА, ИЛИ РАСПОЗНАВАНИЕ БУКВЕННОГО СОСТАВА СЛОВА¹

Один из ключевых вопросов, касающихся ранних этапов чтения, заключается в том, как идет процесс распознавания букв в слове. Несмотря на то что в алфавитных системах письменности слово распознается через входящие в его состав буквы [Acha, Carreiras, 2014; Grainger, 2016], идентификация букв является наименее изученным аспектом восприятия письменной речи [Finkbeiner, Coltheart, 2009]².

Наиболее обсуждаемым является вопрос о том, распознаются ли отдельные графемы поэлементно или как целостный образ. Первым исследователем, высказавшим предположение о том, что они идентифицируются по чертам, был О. Селфридж [Selfridge, 1959], чья работа стала отправной точкой современного направления в области изучения восприятия букв. Эту идею впоследствии развил голландский ученый Г. Баума, который попытался выделить набор черт и на его основе объединить буквы в группы по определенным признакам [Booma, 1971]. Позже были проведены исследования, посвященные анализу распознавания букв в зависимости от их геометрических характеристик (подробный обзор см. в [Grainger et al., 2008]).

На материале латинского алфавита показано, что наиболее сложными для восприятия визуальными признаками букв являются пересечения линий и горизонтальные черты [Lanthier et al., 2009].

Кроме подхода к выделению букв через отличительные черты, существует и другой, связанный с восприятием буквы как целостного образа. Исследования в рамках этого подхода основаны на идее абстрактной репрезентации буквы — единицы, не зависящей от шрифта, регистра или стиля, в которых эта буква появляется на странице [Coltheart, 1981]. Например, было продемонстрировано, что, если буквы или слова предъявляются ис-

¹ Вопросы, рассматриваемые в данном параграфе, см также в нашей статье [Алексеева, Доброго, Кони́на, Чернова, 2018].

² При этом подавляющее большинство исследований проводилось на материале латинского алфавита; исследования на материале кириллического алфавита крайне немногочисленны (см., напр., [Фрумкина, 1971; Коршунов, 2012]).

пытуемым очень быстро, они иногда способны определить, какую букву или слово они видели, но не способны определить регистр [Coltheart, Freeman, 1974]. Кроме того, некоторые испытуемые, имеющие повреждения головного мозга и не способные вспомнить названия букв, справляются с сопоставлением букв в разных регистрах (что больше подходит к «А» — «е» или «а») [Muroft et al., 2002], и это также свидетельствует о том, что ментальная репрезентация графемы представлена в виде абстрактного инварианта. Еще один вопрос касается специфики распознавания буквы в ряду других символов, а именно: отличается ли процесс идентификации буквы в составе слова при чтении от процесса идентификации буквы, предъявляемой в изоляции?

* * *

Нами было проведено экспериментальное исследование, в ходе которого перед участниками ставилась задача идентифицировать букву, предъявленную в парафовеальной области. Цель эксперимента — описание механизмов распознавания буквы. Перед нами стояли два исследовательских вопроса.

Первый заключался в проверке гипотезы о влиянии типа шрифта на точность распознавания символа. Мы исходили из предположения, что если буква распознается как целое, то регистр и тип шрифта не могут оказывать влияния на точность распознавания [Polk, Farah, 1997]; если же буква распознается по своим отличительным чертам, то шрифт окажется важным критерием при идентификации буквы [Vouma, 1973]: разные шрифты подчеркивают разные элементы графемы (например, в шрифте *Georgia* больший акцент сделан на вертикальных элементах) [Friedl et al., 1998].

С точки зрения ширины букв шрифты подразделяются на моноширинные, такие как *Courier New* или *Lucida*, все буквы которых имеют одинаковую ширину, и пропорциональные, как *Arial*, *Georgia* или *Times New Roman*, в которых ширина буквы зависит от ее геометрической формы. Моноширинность традиционно считается фактором, ухудшающим распознаваемость шрифта, поэтому дизайнерам рекомендуется избегать моноширинных шрифтов [Lidwell et al., 2010], однако в ряде исследований было показано, что они могут способствовать облегчению восприятия текста для людей с нарушениями чтения [Rello, Baeza-Yates, 2013]. Кроме того, моноширинный *Courier New* традиционно используется в программировании и считается наиболее удобным для восприятия программного кода. Чаще

всего в исследованиях процесса чтения используют шрифт *Courier New*, как наиболее распространенный моноширинный шрифт. Это дает возможность контролировать и число символов, и длину слова в пикселях одновременно [Hautala et al., 2011].

Большая часть исследований, проводимых с помощью метода регистрации движения глаз, ставит задачей описание влияния лингвистических (а не типографских) характеристик на особенности восприятия текста. Тем не менее влияние типа шрифта на окуломоторные характеристики также представляет значительный интерес³. Таким образом, было принято решение сопоставить два шрифта: пропорциональный *Georgia*, как один из лучших шрифтов для чтения с экрана [Josephson, 2008], и моноширинный *Courier New*, как наиболее популярный шрифт при исследовании механизмов чтения с использованием методики регистрации движения глаз.

Второй исследовательской задачей было сопоставление того, насколько распознавание букв в окружении (имитации слова) отличается от простой идентификации визуального объекта, то есть является ли распознавание букв в составе символической последовательности более сложным процессом, чем распознавание букв в изоляции.

Материал исследования: 33 строчные буквы русского алфавита. В первом случае эти буквы предъявлялись в окружении, то есть каждая из них была окружена так называемыми звездочками (например: *ф*, *б*), а во втором случае — в изоляции (например: ф, б). Использование символов с обеих сторон буквы помогает получить эффект «буквы внутри слова», то есть приблизить экспериментальную задачу к обычному чтению.

Дизайн эксперимента. В эксперименте использовалась методика невидимой границы [Rayner, 1975]: по обеим сторонам от фиксационного креста в центре экрана располагались невидимые линии (границы); при этом слева или справа от креста (левее или правее невидимой границы на расстоянии 5 градусов зрительного угла) предъявлялись стимулы; как только взгляд участника эксперимента пересекал границу, стимул исчезал. Таким образом, участник не успевал сфокусировать взгляд на стимуле, и стимул всегда

³ Так, исследователи [Rayner et al., 2010] сравнили показатели движений глаз при чтении текста, набранного моноширинным шрифтом *Consolas* и пропорциональным шрифтом *Georgia*. Выяснилось, что при чтении текста, набранного шрифтом *Georgia*, испытуемые делают более длительные фиксации, в то время как при чтении текста, набранного более плотным *Consolas*, длительность фиксаций меньше, но их количество больше. Таким образом, о преимуществе в скорости чтения говорить нельзя, однако в окуломоторном поведении читающего проявляется существенная разница.

обрабатывался в парафовеальной области. Каждая буква русского алфавита предъявлялась 10 раз, из них 5 раз по правую сторону от точки фиксации, и 5 раз по левую сторону. Каждый участник исследования видел все 33 буквы русского алфавита по 10 раз, то есть всего было 330 предъявлений.

Были созданы четыре версии эксперимента в зависимости от шрифта и условия предъявления буквы. В первой версии участники эксперимента идентифицировали буквы *Georgia* при показе в изоляции. Во второй версии использовался тот же шрифт, но буквы были предъявлены в окружении звездочек. Третья и четвертая версии эксперимента повторяли первую и вторую соответственно, только при этом буквы были набраны шрифтом *Courier New*.

Оборудование. Для проведения эксперимента использовался аппарат для регистрации движений глаз *SR Research EyeLink 1000 Plus* с камерой, расположенной под монитором. Участник эксперимента находился в расслабленном состоянии, голова фиксировалась специальной рамкой, позволяющей максимально точно регистрировать параметры движений глаз. Запись движений глаз шла в монокулярном режиме и чередовалась так, чтобы каждый глаз был записан по 5 раз. Положения глаз регистрировались каждые 1 мс (1/1000 Гц). Для показа стимулов использовался монитор на базе электронно-лучевой трубки *ViewSonic Graphics Series G90fB* с частотой обновления картинки 120 Гц и разрешением 800×600 пикселей. Буквы были набраны 18 кеглем черным цветом на белом фоне. Размер буквы составлял 0,65 градуса зрительного угла. Участники исследования находились на расстоянии 81 см от монитора.

Участники. В эксперименте приняли участие 48 человек (из них 10 мужчин), по 12 в каждой из четырех групп. Первая группа проходила исследование с изолированными буквами, предъявленными в шрифте *Georgia*. Вторая группа видела буквы также в шрифте *Georgia*, но в этом случае буквы были окружены звездочками. В третьей и четвертых группах использовался шрифт *Courier New*, при этом третья группа видела буквы в изоляции, а четвертая — в окружении: буквы были предъявлены либо шрифтом *Georgia*, либо *Courier New*, либо в изоляции, либо в окружении. Возраст: 18–26 лет. У всех участников было нормальное или скорректированное до нормального зрение, они не имели заболеваний, связанных с нарушениями чтения. Все участники были носителями русского языка, имели высшее гуманитарное образование. О цели проводимого эксперимента они не знали.

Процедура эксперимента. Перед каждым участником эксперимента ставилась задача назвать букву, которую он увидит на экране.

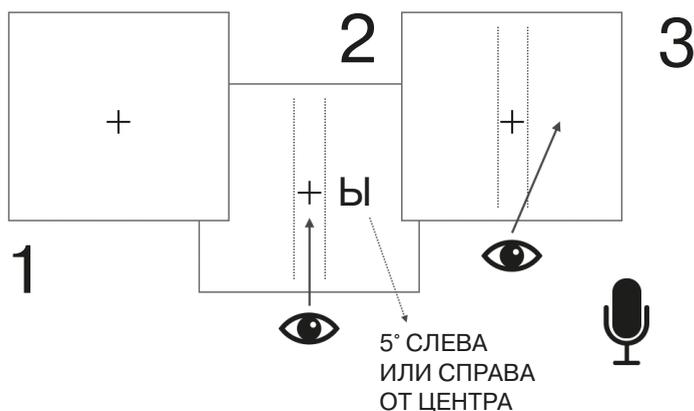


Рис. 2.1. Процедура эксперимента по идентификации букв

После прохождения процедур калибровки регистратора движения глаз и валидации (проверки качества калибровки) участнику предлагалось пройти тренировочную сессию, в которой ему предъявлялись шесть букв для тренировки; далее начиналась основная часть эксперимента. Участник смотрел на фиксационный крест, после чего предъявлялся стимул справа или слева от креста на расстоянии 5 градусов зрительного угла. Дизайн эксперимента предполагал наличие невидимой границы, соответственно по правой или левой границе креста, и как только участник переводил взгляд на появившийся стимул, тот исчезал, и появлялась надпись: «Назовите букву» (рис. 2.1).

Эксперимент состоял из десяти блоков, чередующих запись правого и левого глаза. Перед каждым блоком проводилась калибровка и валидация соответствующего глаза участника. В каждом блоке участнику предъявлялись 33 буквы русского алфавита, причем порядок и сторона предъявления варьировались в случайном порядке. Как только участник называл букву в микрофон, его ответ записывался и предъявлялся следующий стимул. Длительность эксперимента составляла около сорока минут.

Анализ результатов. Для проверки ранее сформулированных гипотез о влиянии шрифта и типа предъявления на точность распознавания буквы был проведен статистический анализ с использованием смешанной логистической регрессии (*GLMM*), в котором зависимой переменной была точность ответа (правильно / неправильно), а независимыми переменными — способ

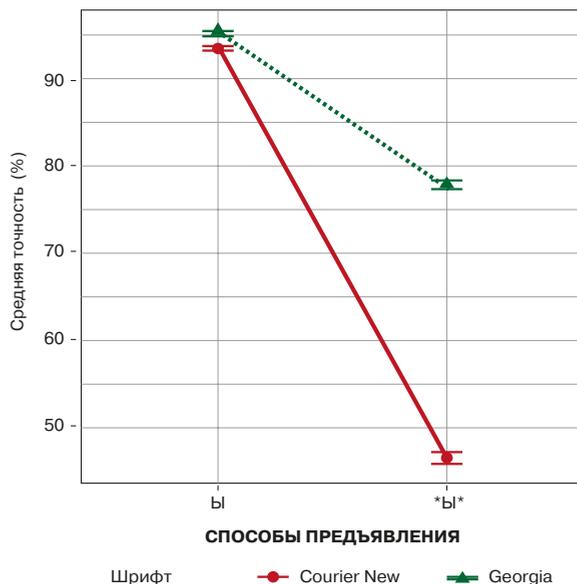


Рис. 2.2. Точность идентификации букв в зависимости от шрифта и способа предъявления

предъявления буквы, шрифт, сторона предъявления и взаимодействие способов предъявления и шрифта (фиксированные эффекты).

Было обнаружено (см. рис. 2.2), что и способ предъявления, и шрифт оказывают значимое влияние на точность ответа ($p=0,002$ и $p<0,001$ соответственно). Получается, что в окружении (средняя точность идентификации букв 65%) распознавание происходит хуже, чем в изоляции (средняя точность идентификации букв 94%), а шрифт *Courier New* (средняя точность идентификации букв 69%) значительно менее разборчив, чем шрифт *Georgia* (средняя точность идентификации букв 87%).

Кроме того, обнаружено значимое взаимодействие факторов «шрифт» и «способ предъявления» ($p=0,002$). При исследовании этого взаимодействия выяснилось, что в изоляции шрифты не отличаются в точности распознавания, в то время как в окружении ситуация обратная.

Обсуждение и выводы. В ходе эксперимента продемонстрировано влияние типа шрифта на распознавание букв кириллического алфавита: выявлено, что пропорциональный шрифт *Georgia* является более разборчивым при обработке буквенных последовательностей по сравнению с моноши-

ринным шрифтом *Courier New*. Это соотносится с данными, полученными на материале латинского алфавита: исследователями [Banerjee et al., 2010] было показано, что для идентификации букв, набранных шрифтом *Georgia*, затрачивается минимальное количество времени по сравнению с другими шрифтами. В проведенном нами исследовании демонстрируется повышение не скорости, а точности распознавания букв. Эти преимущества могут объясняться, во-первых, тем, что геометрически литеры пропорционального шрифта отличаются друг от друга сильнее по сравнению с моноширинным, и, во-вторых, тем, что шрифт *Georgia* разработан специально для чтения с электронного, а не бумажного носителя. В связи с этим можно выдвинуть предположение о целесообразности использования пропорциональных, а не моноширинных шрифтов в экспериментальных исследованиях чтения (за исключением экспериментов с использованием методики невидимой границы) ввиду большей разборчивости пропорциональных шрифтов.

Помимо особенностей конкретных шрифтов, в эксперименте также выявлены некоторые общие закономерности визуальной обработки графем. В частности, показано, что идентификация букв в изоляции идет значительно точнее, чем в окружении, независимо от типа шрифта: это так называемый краудинг-эффект (*crowding*) [Vouma, 1973]. Краудинг-эффектом называется ухудшение восприятия тестового стимула при окружении его другими изображениями. Поскольку роль шрифта была выявлена именно при предъявлении символа в окружении, что имитирует распознавание буквы в составе слова, то можно говорить о том, что шрифт влияет на то, как буквы распознаются при чтении слов.

* * *

Таким образом, полученные на материале кириллического алфавита данные о влиянии шрифта на точность распознавания буквы в окружении, но не в изоляции, свидетельствуют о том, что в изоляции буква распознается как единый зрительный образ, однако при предъявлении в составе последовательности происходит анализ отдельных черт буквы. Дальнейшее исследование ранних этапов обработки информации при чтении предполагает описание того, как происходит распознавание слов, в частности насколько задействована в этом процессе парафовеальная обработка.

2.2. ЗАБЕГАЯ ВПЕРЕД, ИЛИ ПАРАФОВЕАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СЛОВА: ДЛИНА И ЧАСТОТНОСТЬ⁴

Для установления характеристик слов, вычленяемых при парафовеальной обработке, применяется уже упомянутая выше методика невидимой границы [Rayner, 1975]: в предложении выбирается ключевое (целевое) слово, перед которым располагается условная невидимая граница. Пока глаза читающего находятся перед ней, вместо ключевого слова в соответствующей позиции на экране показывается другое слово или последовательность букв, так называемый прайм (*prime*, или *preview*). Когда в процессе очередной саккады глаза читающего пересекают невидимую границу, прайм меняется на целевое слово (рис. 2.3). Саму замену человек обычно не замечает из-за саккадического подавления, однако подобные манипуляции могут оказать значительное влияние на итоговую скорость прочтения целевого слова.

Мы видим (см. рис. 2.3), что когда глаза испытуемого пересекают невидимую границу, расположенную перед ключевым словом, изначально показанный прайм меняется на целевое слово.

Эксперименты с невидимой границей построены на измерении прайм-эффекта (*preview effect*), заключающегося в том, что длительность фиксаций на ключевом слове после прайма, каким-то образом связанного с ним (например, визуально похожего: секта / сетка), меньше, чем после прайма, с целевым словом не связанного (например: баран / сетка). Теоретически это объясняется следующим: если характеристики, считанные парафовеально с прайма, противоречат фовеально извлеченным характеристикам целевого слова, на котором глаза зафиксировались после замены, то процесс интеграции парафовеальной информации с фовеальной прерывается, начинается повторный анализ и длительность фиксаций на целевом слове увеличивается.

Таким образом, меняя характеристики прайма, связанные с различными этапами обработки слова, можно оценить, насколько сильно это будет влиять на длительность фиксации на целевом слове. Если в качестве одного из праймов используется само целевое слово (исходное условие), а второй прайм представляет собой другое слово или последовательность символов, у которых с целевым словом не совпадает исследуемая характеристика (экспериментальное условие), можно говорить о размере отрицательного

⁴ Вопросы, рассматриваемые в данном параграфе, см. также в нашей статье [Алексеева, Слюсарь, 2017].



Рис. 2.3. Пример стимула в эксперименте с невидимой границей

прайм-эффекта (*preview cost*). Если же в качестве отправной точки (исходное условие) выбирается последовательность символов или слово, никак не связанные с целевым словом или не имеющие исследуемой характеристики, а экспериментальное условие представляет собой прайм, обладающий исследуемой характеристикой, то говорят о размере положительного прайм-эффекта (*preview benefit*). Предыдущие исследования с невидимой границей показали, что орфографически и фонетически близкие праймы сокращают длительность фиксации на ключевом слове после замены, данные же об извлечении семантической и морфологической информации противоречивы [Schotter et al., 2011].

К настоящему времени существует ряд конкурирующих моделей доступа к слову в ментальном лексиконе, и все они включают в себя этап активации нескольких возможных кандидатов в процессе доступа к распознаваемой единице [Jacobs, Grainger, 1994; Coltheart et al., 2001; Morton, 1980; McClelland, Rumelhart, 1981; Seidenberg, McClelland, 1989].

При восприятии письменной речи в основе активации лежит орфографическое сходство. Открытым остается вопрос о том, может ли в качестве параметра, влияющего на процесс ограничения множества возможных кандидатов при поиске слова в ментальном лексиконе, выступать длина слова.

Данные, полученные из корпусов записей движений глаз при чтении текстов, показывают, что длина слов влияет как на длительность, так и на количество фиксаций: чем больше букв в слове, тем больше времени нужно, чтобы его прочитать [Kliegl et al., 2004]. Это может быть объяснено тем, что на длинных словах (от восьми букв и больше) читающие останавливают взгляд чаще, чем один раз, и почти никогда их не пропускают. Повторное прочтение длинных слов необходимо в связи с окуломоторными ограничениями: не все буквы можно одинаково хорошо распознать за одну фиксацию. Короткие слова (длиной в 2–3 буквы), наоборот, пропускаются почти в трети случаев. В целом чем длиннее слово, тем чаще на нем фиксируется

взгляд и тем меньше оно пропускается. При этом важным является именно количество букв, а не физическая длина слова. В своих исследованиях С. Макдональд [McDonald, 2006] контролировал физическую длину предъявляемых слов с разным количеством букв (при помощи сжатия / растягивания символов), и результаты оказались аналогичными полученным ранее. От длины также зависит место первой фиксации внутри слова. В целом ряде [McDonald, 2006; Rayner, 1979] показано, что обычно глаза останавливаются чуть левее центра слова (примерно на одну букву). Такое расположение называют предпочитаемой позицией первой фиксации (*preferred viewing location*).

Из перечисленных выше фактов можно сделать вывод, что длина влияет прежде всего на перцептивную стадию обработки слов: при помощи длины определяется, куда направить следующую саккаду.

Однако длина коррелирует с рядом лингвистических параметров: короткие слова в основном являются служебными, в то время как длинные слова почти всегда относятся к полнозначным частям речи; в коротких словах по сравнению с длинными меньше аффиксов, как и слогов, и у коротких слов больше квазиомографов (сетка — секта — метка и др.) или орфографических соседей. Было показано, что количество орфографических соседей влияет на лексический доступ [Inhoff et al., 2003]. Кроме того, когда людей просят угадать следующее слово в тексте, то информация о длине существенно увеличивает точность ответов [Haber et al., 1983]. Все это говорит о том, что информация о длине может учитываться при активации кандидатов в процессе доступа к распознаваемой единице. В связи с этим говорят о гипотезе ограничения лексических кандидатов по длине при чтении (*length constraint hypothesis*) или о лингвистической функции длины (помимо чисто перцептивной). В большинстве работ эта гипотеза представлена в достаточно мягком варианте: информация о длине совместно с орфографическим кодом используется для ограничения списка возможных кандидатов [Inhoff et al., 2003; Veldre, Andrews 2015]. Эксперименты, тестиовавшие данную гипотезу, дали противоречивые результаты.

В первом эксперименте испытуемых просили прочитать предложения, в которых содержалось ключевое слово (например, *subject* ‘предмет, тема’). Для каждого ключевого слова было подобрано четыре прайма (одно или два псевдослова): близкий по написанию и совпадающий по длине (*subtect*), близкий по написанию, но не совпадающий по длине (*sub ect*), непохожий по написанию, но совпадающий по длине (*mivtirp*) и непохожий по написанию и не совпадающий по длине (*miv irp*). Прайм заменялся на ключевое слово

при пересечении невидимой границы, которая располагалась сразу же после слова, предшествующего ключевому. Ожидалось значимое взаимодействие длины и орфографического сходства: орфографическое сходство должно ускорять обработку ключевого слова сильнее, когда прайм и целевое слово совпадают по длине, чем в противоположном случае.

Результаты эксперимента показали, что отдельно длина и орфографическое сходство влияют на длительности фиксаций на ключевом слове после замены, однако взаимодействие этих двух факторов не достигло значимости. Как сказано выше, орфографическое сходство является главным фактором, влияющим на активацию кандидатов в существующих моделях лексического доступа, а следовательно, оно, без сомнения, обладает лингвистической функцией. Поэтому Инхофф с коллегами [Inhoff et al., 2003] сделали следующий вывод: раз длина не вступает во взаимодействие с орфографическим кодом, то она не имеет отношения к лингвистической обработке (эти параметры относятся к разным стадиям распознавания) и используется только для программирования саккад (то есть длина является чисто перцептивной характеристикой). В этом случае значимость фактора длины может быть объяснена тем, что, когда в парафовеальной области находился прайм, отличный от целевого слова по длине, глаза выбирали в качестве позиции первой фиксации в слове ту, которая оптимальна для прайма, но не для целевого слова, что и замедлило обработку целевого слова после замены.

Во втором эксперименте А. Инхофф и его соавторы исследовали два фактора: длину прайма и частотность ключевого слова. При этом праймы всегда были псевдословами, визуально похожими на целевое слово (например, *sivtirp* / *siv irp* — *subject* 'предмет, тема'). Авторы ожидали получить бóльший прайм-эффект между праймами разной длины для низкочастотных слов, чем для высокочастотных. Количество первых в разы больше, чем вторых, поэтому длина должна была сократить список возможных кандидатов сильнее для низкочастотных слов, чем для высокочастотных. Это верно при условии, что длина, как и частотность, связана с доступом к ментальному лексикону.

Результаты снова противоречили предсказаниям гипотезы ограничения лексических кандидатов по длине: не было найдено значимого взаимодействия исследуемых факторов, хотя отдельно эффекты длины и частотности были выявлены.

В следующих двух исследованиях [White et al., 2005; Juhasz et al., 2008] были представлены данные, которые можно интерпретировать в пользу рассматриваемой гипотезы. Ученые тестировали ее при помощи манипуляций

с длиной и контекстом, который, как известно, играет существенную роль при поиске слов в ментальном лексиконе [Balota et al., 1985].

В исследовании С. Уайт и коллег [White et al., 2005] участники читали предложения (например: *the explosives expert planted the large bomb / rose under the old tree* ‘сапер заложил бомбу / посадил розу под старое дерево / под старым деревом’), в которые были вставлены либо предсказуемые слова (*bomb* ‘бомба’), либо непредсказуемые (*rose* ‘роза’). Для каждого ключевого слова было сконструировано два прайма: идентичный (*bomb / rose* ‘бомба’ / ‘роза’) и не совпадающий по длине (*bombsunder / rosesunder* ‘бомбуспод’ / ‘розуспод’). Для того чтобы создать не совпадающий по длине прайм, исследователи вставляли букву *s* ‘с’ между ключевым и следующим за ключевым словом. Результаты выявили значимое взаимодействие длины и контекстной предсказуемости: прайм-эффект между предсказуемыми и непредсказуемыми словами был больше, когда прайм и целевое слово совпадали по длине, чем в противоположном случае.

В эксперименте Б. Юхас и соавторов использовались сложные слова (*backhand* ‘удар с неудобной руки (в теннисе)’) и сочетания из двух слов, полученные из сложных путем удаления одной буквы (*back and* ‘спина и’), которые могли быть предсказуемы или нет в зависимости от контекста. Когда первые использовали в качестве прайма для вторых (по сравнению с идентичным условием) и наоборот, эффект предсказуемости исчезал. Иначе говоря, эффект предсказуемости зависел от того, совпадали ли прайм и целевое слово по длине. По логике, описанной выше, получается, что длина, как и контекстная предсказуемость, связана с отбором кандидатов при лексическом доступе.

В недавнем исследовании А. Велдре и С. Эндриус [Veldre, Andrews, 2015] представили данные, также говорящие в пользу гипотезы ограничения лексических кандидатов по длине. Как и в эксперименте А. Инхоффа с коллегами, в этой работе четыре вида прайма отличались друг от друга комбинацией длины и орфографического сходства. Чтобы получить прайм, отличный от целевого слова по длине, авторы заменяли пробел после ключевого слова (например: *...afternoon wind blew...* ‘...во второй половине дня ветер дул...’) на последнюю букву ключевого слова (*...afternoon windblew...* ‘...во второй половине дня ветердул...’). Чтобы получить праймы, визуально непохожие на ключевое слово, они использовали случайные последовательности букв (*...afternoon crvt blew...* / *...afternoon crvttblew...* ‘во второй половине крвт дул’ / ‘во второй половине крвттдул’). Длительность обработки ключевого слова была больше после праймов, не совпадавших по длине, чем когда длина прай-

ма и целевого слова совпадали, и после праймов, составленных из случайных букв по сравнению с идентичным условием. Самым важным результатом стало то, что взаимодействие исследуемых факторов достигло значимости: орфографическое сходство ускоряло обработку ключевого слова сильнее, когда прайм и целевое слово совпадали по длине, чем в противоположном случае. Этот эксперимент показал, что длина, как и орфографический код, влияет на отбор кандидатов в процессе доступа к распознаваемой единице.

Несовпадение результатов перечисленных выше экспериментов, с нашей точки зрения, может быть вызвано следующими обстоятельствами. Во-первых, ученые в своих исследованиях использовали разные факторы. Возможно, предсказуемость сильнее влияет на отбор кандидатов, чем орфографическое сходство [Veldre, Andrews, 2015]. Или дополнительные затраты на обработку визуальной формы слова при несовпадении длины больше в ситуации ожидания определенного слова по сравнению со случаем, когда ожиданий нет. Во-вторых, во всех экспериментах, где удалось найти подтверждение гипотезы ограничения лексических кандидатов по длине, в качестве одного из условий выбиралось идентичное (когда прайм и целевое слово совпадали). Может быть, использование псевдослов в качестве праймов в экспериментах А. Инхоффа и соавторов не давало выявить прайм-эффект, отражающий совместное влияние длины и орфографического сходства. То есть лексический статус праймов имеет значение. В-третьих, авторы, которые высказались в пользу рассматриваемой гипотезы, в качестве прайма, не совпадающего с целевым словом по длине, использовали более длинное слово, в то время как А. Инхофф с коллегами для конструирования соответствующих праймов удаляли одну из центральных букв из праймов, совпадающих по длине (например, *subtect* —> *sub ect*). Эта манипуляция, вероятно, позволила испытуемым обработать больше букв: как известно, лучше всего обрабатываются первые и последние буквы, поэтому те буквы, которые примыкали в коротком прайме к образованному пробелу, могли быть восприняты лучше, и это ослабило эффект, вызванный совпадением по длине.

Все эти предположения могут быть верны одновременно.

* * *

Наше исследование направлено на то, чтобы подтвердить или опровергнуть гипотезу ограничения лексических кандидатов по длине с учетом второго из перечисленных выше пунктов.

Целью эксперимента с применением методики невидимой границы была проверка гипотезы об ограничении лексических кандидатов по длине.

Мы взяли за основу второй эксперимент А. Инхоффа и его соавторов [Inhoff et al., 2003], но внесли в него следующие изменения. Во-первых, в качестве праймов мы решили подобрать реальные слова, визуально похожие на целевое слово, в то время как в эксперименте А. Инхоффа и коллег праймы представляли собой псевдослова. Это изменение прямо вытекает из описанного выше предположения. Кроме того, в нескольких предыдущих исследованиях с применением методики невидимой границы было показано, что реальные слова являются лучшим праймом для целевого слова, чем псевдослова даже при совпадении визуальной сложности [Williams et al., 2006].

Во-вторых, в своем исследовании А. Инхофф и его соавторы [2003] манипулировали только частотностью целевого слова, так как праймы были псевдословами. В нашем случае мы также подобрали целевые слова с высокой и низкой частотностью. Кроме того, из предыдущих исследований мы знаем, что, помимо собственной частотности целевого слова, важным является соотношение частотностей между ним и праймом [Williams et al., 2006]. Поэтому для низкочастотных целевых слов мы использовали высокочастотные праймы и наоборот.

В-третьих, для условия несовпадения длины прайма и целевого слова мы подобрали слова всего на две буквы длиннее, чем ключевое слово. Мы ожидали, что такое незначительное изменение длины слова в парафовеое существенным образом не повлияет на предпочитаемое место первой фиксации. И тогда, если будет выявлено ускорение обработки ключевого слова после праймов, совпадающих по длине, то полученный эффект нельзя будет объяснить с чисто перцептивной позиции. В этом случае результаты эксперимента будут свидетельствовать в пользу гипотезы ограничения лексических кандидатов по длине. Кроме того, как и в эксперименте А. Инхоффа с коллегами [2003], мы собирались проанализировать взаимодействие частотности и длины.

Материал исследования. Мы отобрали 48 ключевых слов длиной 5, 6 или 7 букв. Все слова были существительными. Половина из них была высокочастотными: средняя частотность — 104,9 *ipm* (*items per million*, то есть количество употреблений на миллион), диапазон частот — от 41,6 до 242,2 *ipm*. Другая половина — низкочастотные слова: средняя частотность — 4,6 *ipm*, диапазон частот — от 0,7 до 15,0 *ipm*. При подборе слов использовалась частота леммы (суммарная частотность всех словоформ данной лексемы), взятая из «Частотного словаря современного русского языка» [Ляшевская,

Шаров, 2009]. Средняя длина высокочастотных слов составила 6,2 буквы, низкочастотных — 6,0 букв. Для каждого ключевого слова было составлено простое утвердительное предложение, не превышающее 80 символов в длину. Ключевое слово всегда находилось в середине предложения (никогда не занимало ни первые две, ни последние две позиции).

Для каждого ключевого слова (например, *кокоса*) было подобрано три вида праймов: идентичное слово (*кокоса*), совпадающее по длине реальное слово (*колена*) и не совпадающее по длине реальное слово (*коридора*). Все праймы обладали определенной степенью визуального сходства с целевым словом: у них совпадали две первые и последняя буквы. Пример экспериментального предложения во всех исследуемых условиях: до замены (1а) — идентичное условие с полным совпадением прайма и ключевого слова, (1б) — условие совпадения по длине, (1в) — условие несовпадения по длине, (1г) — после замены.

(1а) *Созревшие плоды кокоса весят в среднем 600 граммов.*

(1б) *Созревшие плоды колена весят в среднем 600 граммов.*

(1в). *Созревшие плоды коридора весят в среднем 600 граммов.*

(1г) *Созревшие плоды кокоса весят в среднем 600 граммов.*

Не совпадающий по длине прайм был длиннее, чем ключевое слово, на две буквы. Совпадающий по длине прайм имел такую же или почти такую же слоговую структуру, что и целевое слово. Не совпадающий по длине прайм был подобран так, что слоговая структура целевого слова почти всегда полностью входила в слоговую структуру прайма. Неидентичные праймы стояли в том же числе и в большинстве случаев в том же падеже, что и целевое слово. Неидентичные праймы были отобраны при помощи базы данных *StimulStat*, позволяющей искать слова по различным лингвистическим характеристикам, включая длину, частотность, первую и последнюю буквы, часть речи и др. [Alexeeva et al., 2017].

Для низкочастотных целевых слов неидентичные праймы представляли собой высокочастотные слова: средняя частотность праймов для условия совпадения по длине — 95,5 *ipm* (диапазон — от 41,5 до 157,7 *ipm*), для условия несовпадения по длине — 94,7 *ipm* (диапазон — от 39,1 до 160,0 *ipm*). У высокочастотных целевых слов праймы были низкочастотными: средняя частотность праймов для условия совпадения по длине — 4,5 *ipm* (диапазон — от 0,5 до 13,6 *ipm*), для условия несовпадения по длине — 4,3 *ipm* (диапазон — от 0,4 до 13,8 *ipm*). Парный двухсторонний *t*-тест, который подтвердил, что

частотности подобранных праймов в совпадающем и не совпадающем по длине условиях не различались (для низкочастотных целевых слов: $p=0,93$, для высокочастотных целевых слов: $p=0,8$).

Помимо 48 экспериментальных предложений (см. Приложение 1 к настоящему изданию) в эксперимент вошли 42 отвлекающих предложения (филлера). Длина филлеров также не превышала 80 символов. Три лингвиста-эксперта проверили все составленные предложения на естественность. В результате данной процедуры небольшое количество предложений было скорректировано. Стимульные предложения были распределены по трем экспериментальным листам по методу латинского квадрата. Отвлекающие предложения были одинаковы для всех экспериментальных листов. Каждый испытуемый читал только один экспериментальный лист. Предложения в каждом листе шли в случайном порядке.

Участники. В исследовании приняли участие 24 взрослых носителя русского языка в возрасте от 22 до 30 лет. Все испытуемые имели нормальное или скорректированное до нормального (очками или линзами) зрение. Они не были знакомы с целью исследования и приняли участие в эксперименте добровольно и безвозмездно.

Оборудование. Для проведения эксперимента использовался аппарат для регистрации движения глаз *SR Research Eyelink 1000 Plus* с камерой, расположенной под монитором (*desktop mode*), запись движений глаз производилась в монокулярном режиме. Запись шла со свободным положением головы, чтобы смоделировать ситуацию чтения, максимально приближенную к естественной. Положения глаз регистрировались каждые 4 мс.

Для показа стимулов мы использовали жидкокристаллический монитор *HP Compaq LA2205wg 22*» с частотой обновления картинки 60 Гц и разрешением 1680 × 1050 пикселей. Предложения были набраны шрифтом *Georgia* (14 кегль) черным цветом на белом фоне. Каждое экспериментальное предложение помещалось на одной строчке. Испытуемые находились на расстоянии 60 см от монитора, но из-за того, что был выбран режим записи со свободным положением головы, расстояние могло слегка изменяться. При отдалении глаз от монитора на 60 см 1 градус зрительного поля соответствует приблизительно 2,2 буквам.

Эксперимент был создан при помощи программного обеспечения *Experiment Builder*, разработанного в компании *SR Research*. Замена прайма на целевое слово происходила во всех экспериментальных предложениях (даже в идентичном условии), когда глаза пересекали невидимую границу. Граница располагалась перед последней буквой слова, идущего перед целе-

вым. Время выполнения подмены картинки (от момента идентификации перехода границы до окончания отрисовки текста после замены) колебалось от 7 до 25 мс (в среднем 16 мс).

Процедура эксперимента. После прохождения процедур калибровки и валидации испытуемые видели инструкцию, в которой сообщалось, что во время эксперимента им необходимо будет читать предложения и время от времени отвечать на вопросы по содержанию прочитанного. После прочтения инструкции испытуемый нажимал любую кнопку на джойстике, и на экране появлялся небольшой черный кружок, располагавшийся на месте первой буквы будущего предложения. Испытуемый фиксировал взгляд на кружке, а экспериментатор оценивал, насколько хорошо регистратор движений глаз определял точку фиксации. Если отклонение было большим, то экспериментатор запускал повторную калибровку, в обратном случае экспериментатор начинал запись, и испытуемому показывалось первое предложение.

После прочтения предложения испытуемому нужно было посмотреть в правый нижний угол экрана. Далее испытуемый видел либо снова фиксационную точку, за которой следовало новое предложение, либо вопрос на понимание уже прочитанного предложения с двумя вариантами ответа. Чтобы ответить на вопрос, испытуемому необходимо было посмотреть на выбранный им вариант. Вопросы появлялись после трети предложений. Анализ ответов показал, что все испытуемые внимательно читали предложения, так как средняя точность ответов составила 97 %.

Анализ данных. Зависимыми переменными в нашем исследовании были длительность первой фиксации, длительность единственной фиксации, время первого прочтения, общее время прочтения. В качестве независимых переменных мы использовали тип прайма (идентичный, совпадающий по длине, не совпадающий по длине), частотность целевого слова / прайма (нечастотное целевое слово — частотный прайм / частотное целевое слово — нечастотный прайм), пропуск слова, расположенного слева от ключевого (пропущено / не пропущено), и относительную позицию первой фиксации.

Предварительная обработка данных. Считалось, что на том или ином слове зафиксировался взгляд, если глаза остановились на любой букве внутри слова или на пробеле перед словом. Из рассмотрения были исключены фиксации меньше нижнего порогового значения в 10 мс и выше верхнего порогового значения 1000 мс. Также были исключены предложения, в которых было зафиксировано моргание в диапазоне плюс-минус одно слово от ключевого, те предложения, в которых отрисовка после замены закончилась

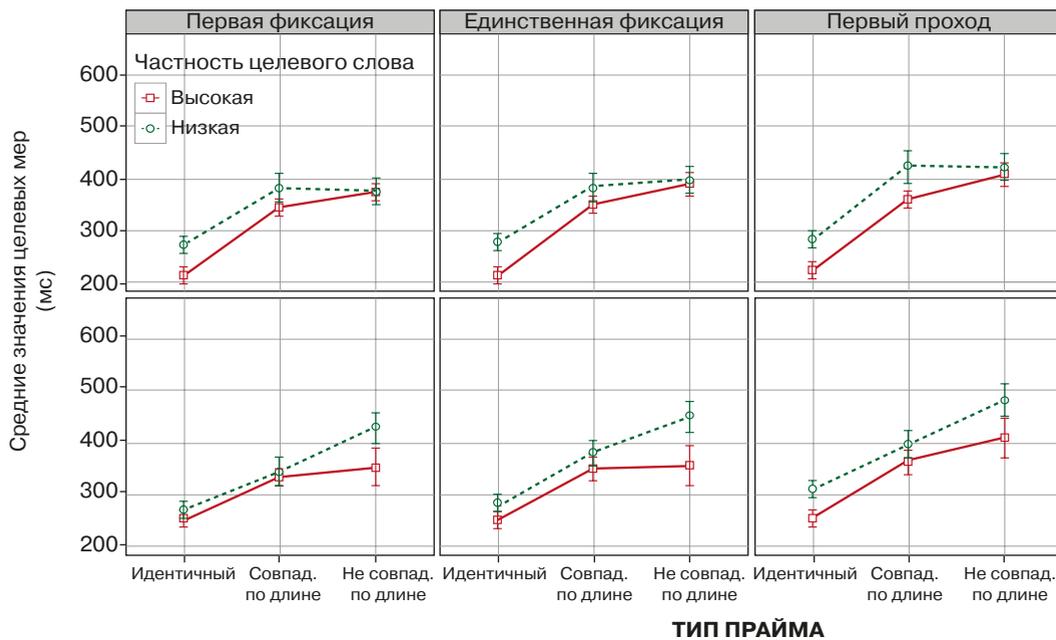


Рис. 2.4. Средние значения целевых мер движений глаз для ключевого слова в зависимости от типа прайма, частотности ключевого слова и пропуска предшествующего слова

позже, чем завершилась саккада, а также те предложения, где целевое слово при первом прочтении было пропущено. В результате в анализ вошло 662 предложения из 1152.

Результаты. Фактор «тип прайма» оказался значимым во всех исследуемых временных мерах (рис. 2.4): первая фиксация (согласно критерию правдоподобия, $\chi^2(2)=122,88$, $p<0,001$), единственная фиксация ($\chi^2(2)=124,13$, $p<0,001$), время первого прочтения ($\chi^2(2)=147,82$, $p<0,001$), время полного прочтения ($\chi^2(2)=137,68$, $p<0,001$). Подробный анализ этого фактора показал, что испытуемым требовалось существенно меньше времени, чтобы прочитать целевое слово после прайма, совпадающего с ним по длине, чем после прайма, который длиннее. Разница между этими двумя условиями проявилась в мерах, соответствующих ранним этапам процесса обработки: для длительности первой фиксации она составила 30 мс ($b=0,07$, $SE=0,04$, $t=2,06$), для единственной фиксации — 36 мс ($b=0,08$, $SE=0,04$, $t=1,97$), для времени первого прочтения — 40 мс ($b=0,08$, $SE=0,04$, $t=2,29$). Для полного

$p=0,74$). Таким образом, мы подтвердили, что экспериментальная манипуляция не изменила значимо место предпочитаемой фиксации. Эти результаты дают основания утверждать, что гипотеза ограничения лексических кандидатов по длине правомерна.

Разница между низкочастотным и высокочастотным словами для первой фиксации составила 28 мс ($\chi^2(1)=4,12$, $p=0,04$), для единственной фиксации — 38 мс ($\chi^2(1)=5,18$, $p=0,02$), для времени первого прочтения — 45 мс ($\chi^2(1)=7,11$, $p=0,008$), для времени полного прочтения — 99 мс ($\chi^2(1)=24,20$, $p<0,001$); между факторами частотности и частотностью и длины не было найдено значимого взаимодействия ни в одной из мер ($p>0,1$ для всех сравнений). Это свидетельствует о том, что длина и частотность являются независимыми друг от друга факторами, которые, вероятно, связаны с разными стадиями лексического доступа (активацией и селекцией соответственно).

Наш эксперимент показал, что информация о длине действительно вычлняется на ранних этапах процесса распознавания, так как время обработки ключевого слова после прайма, совпадающего по длине, меньше, чем после прайма, не совпадающего по длине. Зафиксированный эффект длины может быть связан либо с тем, что длина влияет на лексический доступ, либо с тем, что при предъявлении в парафове не совпадающего по длине прайма меняется место первой фиксации на целевом слове после замены (перцептивное объяснение), либо с обоими этими факторами одновременно. Для уточнения полученного результата были произведены дополнительные расчеты.

При включении в список независимых переменных фактора позиции первой фиксации на целевом слове оказалось, что если фактор длины оказался значимым для всех мер, соответствующих ранним этапам процесса обработки, то фактор места фиксации — только для длительности первой фиксации, значимого действия между ними не было. Таким образом, длина слова важна и для доязыкового этапа обработки, и для первой фазы лингвистической обработки. Результаты нашего эксперимента могут быть интерпретированы в пользу гипотезы ограничения лексических кандидатов по длине.

В большинстве моделей доступа к слову в ментальном лексиконе процесс распознавания при чтении включает в себя этап активации возможных кандидатов (прежде всего на основе орфографического кода) и этап выбора (селекции) наиболее вероятного варианта [Jacobs, Grainger, 1994; Coltheart et al., 2001; Morton, 1980; McClelland, Rumelhart, 1981; Seidenberg, McClelland, 1989].

Второй этап главным образом управляется частотностями активированных кандидатов [Jacobs, Grainger, 1994]. Эксперимент показал, что дли-

на влияет только на первый этап, а для прочтения высокочастотных слов требуется меньше времени, чем для низкочастотных, но взаимодействие частотности и длины не достигло значимости.

Таким образом, длина и частотность являются независимыми друг от друга факторами, которые связаны с разными стадиями лексического доступа: длина ограничивает список кандидатов на этапе активации, а частотность влияет на то, какое из активированных слов выиграет конкуренцию на этапе селекции.

Процесс лексического доступа усложняется в случае, если слово имеет более одного значения. Вопрос о механизме обработки многозначных слов и слов-омонимов является одним из самых обсуждаемых в экспериментальной лингвистике.

2.3. РАСПУТЫВАЯ КЛУБОК, ИЛИ ЛЕКСИЧЕСКИЙ ДОСТУП К МНОГОЗНАЧНОМУ СЛОВУ

Процедура обработки многозначного слова, в отличие от обработки слова с одним значением, включает выбор нужного значения слова. В связи с этим возникает ряд вопросов: как осуществляется такой выбор; когда и как он происходит; от чего он зависит; как связаны процесс выбора нужного значения слова и контекст? Существенным здесь является тот факт, что контекста не всегда достаточно для однозначного толкования фразы. Несмотря на это, трудности при обработке текстов с многозначными словами, как правило, не возникают, что указывает на существование некоего сложного механизма, обеспечивающего быструю и правильную обработку многозначных слов [Frazier, Rayner, 1990].

Одним из ключевых факторов, определяющих ход обработки многозначного слова, является соотношение частотности каждого из его значений [Duffy, Morris, Rayner, 1988; Rayner, Frazier, 1989; Kambe et al., 2001; Rayner et al., 2006; и др.]: если разные значения многозначного слова встречаются в языке примерно одинаково часто, такое слово называется сбалансированным; если же одно из значений встречается чаще других, то оно считается доминантным, а остальные — второстепенными.

Согласно концепции [Reichle et al., 2006], все условия, в которых встречается многозначное слово, можно разделить на нейтральные, в которых конкуренции не возникает, и конфликтные, в которых значения многозначного слова конкурируют друг с другом; конфликт и приводит к увеличению времени обработки слова, а также к последующим регрессиям к этому слову.

При отсутствии разрешающего контекста сбалансированное многозначное слово обрабатывается дольше, чем несбалансированное [Rayner, Frazier, 1989] или контрольное однозначное [Duffy et al., 1988; Rayner, Duffy, 1986], в случае если сбалансированному слову не предшествует разрешающий контекст: оба значения многозначного слова встречаются одинаково часто, значит, одинаково хорошо представлены в памяти, а контекст не может дать преимуществ ни одному из них, вследствие чего конфликт двух конкурирующих значений увеличивает длительность обработки.

Если сбалансированному многозначному слову предшествует разрешающий контекст, время чтения такого слова примерно совпадает со временем обработки однозначного контрольного слова. Это может объясняться тем, что, хотя оба значения многозначного слова (как поддержанное контекстом, так и не поддержанное) одинаково хорошо представлены в ментальном лексиконе и, следовательно, одинаково доступны, — значение, поддержанное контекстом, активируется быстрее: в данном случае разрешающий контекст дает преимущество одному из значений. Таким образом, хотя многозначное слово в указанных условиях продолжает иметь два значения, конфликта между значениями здесь нет.

Когда несбалансированному многозначному слову не предшествует разрешающий контекст, длительность его обработки также примерно равна длительности обработки контрольного слова. Здесь возможно следующее объяснение: разница между временем обработки несбалансированного многозначного слова и контрольного не возникает потому, что доступ к доминантному значению многозначного слова осуществляется так же быстро, как и к единственному значению слова; конфликта между значениями несбалансированного слова в данном случае также нет.

Когда несбалансированному многозначному слову предшествует контекст, поддерживающий подчиненное значение слова, длительность фиксаций на таком слове больше, чем на однозначном контрольном, кроме того, наблюдаются регрессии к многозначному слову (см.: также [Duffy et al., 1988; Kambe et al., 2001; Binder, Rayner, 1998; Rayner et al., 1994]). Разрешающий контекст дает здесь преимущество подчиненному значению слова, которое встречается реже доминантного и, следовательно, хуже представлено в лексиконе, поэтому для извлечения его из памяти требуется больше времени. Факт увеличения длительности обработки несбалансированного многозначного слова в случае, когда предшествующий контекст указывает на подчиненное значение слова, называют эффектом смещения подчиненного значения (*subordinate bias effect*) [Pacht, Rayner, 1993; Rayner et al., 1994]; см. также: [Binder, Rayner, 1998; Duffy et al., 1988; Rayner et al., 2006]. Указан-

ный эффект имеет большое теоретическое значение, так как предполагает, что контекстуальная информация не отменяет процессы автоматического доступа к слову; несмотря на то что контекст поддерживает подчиненное значение слова, обработка его замедляется.

При этом, однако, имеются некоторые разногласия относительно природы данного эффекта (см.: [Binder, Rayner, 1998; Martin et al., 1999; Rayner et al., 1999; Vu, Kellas, 1999]), а также относительно степени, в которой сильный предшествующий контекст может его отменить (см.: [Wiley, Rayner, 2000]).

Модели восприятия многозначных слов [Vu et al., 2000; Connine et al., 1994; Reichle et al., 2006; и др.] различаются главным образом по роли, которую они отводят контексту: управляет ли контекст лексическим доступом (активируются только подходящие по контексту значения) или лишь взаимодействует с ним (активируются все значения слова в порядке их частотности, а выбор производится уже позже, с опорой на контекст).

В этом смысле все разнообразие таких теорий можно представить в виде континуума, на противоположных полюсах которого находятся модели независимого (*autonomous access models*) и избирательного доступа (*selective access models*): в первом случае утверждается, что все значения многозначного слова, независимо от контекста, полностью и автоматически становятся доступны со скоростью, пропорциональной их частотностям; во втором — что контекст играет в лексическом доступе выраженную роль и доступны становятся только подходящие по контексту значения многозначных слов, также со скоростью, пропорциональной их частотностям [Reichle et al., 2006].

К моделям избирательного доступа относится, в частности, модель прямого доступа (*direct access view*) (напр., [Vu et al., 1998; Vu et al., 2000]), которая описывает единый взаимодействующий механизм, чувствительный к лингвистической и нелингвистической информации. Предполагается, что контекстуальная информация взаимодействует с лексической на ранних стадиях обработки, что приводит к выборочному доступу к подходящим по контексту значениям. Если контекст абсолютно точно определяет одно из значений многозначного слова, то это значение (и только оно) сразу становится доступно, а неподходящие по контексту значения подавляются и не достигают необходимого уровня активации. При этом если несбалансированное слово встречается в нейтральном контексте, то его доминантное значение становится доступно на основании его частотности.

Согласно модулярной теории (*modular view*) (напр., [Fodor, 1983]), основанной на постулате о модульности лексического доступа и относящейся

к модели независимого доступа, активируются все значения текущего слова, независимо от контекста и приоритетности значений (напр., [Connine et al., 1994; Onifer, Swinney, 1981; Swinney, 1979; Till et al., 1988]). Неподходящие по контексту значения отвергаются лишь после активации всех значений слова. Разрешающий контекст отвечает здесь за активацию реинтерпретирующего механизма в случае нелогичности высказывания [Peleg et al., 2001].

Между полюсами указанного континуума находятся: модель перестраиваемого доступа (*reordered access model*) [Duffy et al., 1988; Duffy et al., 2001; Döpfkins et al., 1988, 1992; Kambe et al., 2001; Sheridan et al., 2009] и интеграционная модель (*integration model*) [Rayner, Frazier, 1989]. Эти модели являются модификациями модели прямого доступа и модулярной теории, — соответственно, дополнительно они учитывают фактор приоритетности значений. В обеих этих моделях альтернативные значения многозначного слова становятся доступны в порядке убывания их частотностей. В модели перестраиваемого доступа разрешающий контекст и частотность отдельных значений многозначного слова могут влиять на скорость и порядок лексического доступа, — например, контекст может изменить порядок, в котором становятся доступны значения многозначного слова (подходящие по контексту значения получают более высокий уровень активации).

Интеграционная модель предполагает полный доступ к значениям многозначного слова. Согласно этой модели, относительные частотности значений слова сами по себе влияют на скорость лексического доступа, — в частности, доминантное значение несбалансированного многозначного слова в любом контексте становится доступно первым. Контекстуальная информация взаимодействует с результатом лексической обработки, но не управляет ею.

Еще один класс моделей концентрируется на механизмах восприятия и обработки прямых и переносных значений многозначных слов.

Авторы модели *literal-first model* [Searle, 1979; Recanati, 1995] предположили, что при прочтении многозначного слова первым активируется прямое значение. Если же оно противоречит контексту, может активироваться переносное значение.

Последователи данной модели приводят следующие аргументы: во-первых, если многозначному слову предшествует нейтральный контекст, то переносное значение намного труднее вычислить, чем прямое; во-вторых, переносное значение обычно выводится из прямого [Frisson, Pickering, 2001].

В работах Гиббса [Gibbs, 1990] приводятся доказательства противоположной модели восприятия многозначных слов — *figurative-first model*, где переносное значение может восприниматься быстрее прямого значения. Эта

модель работает в первую очередь на идиоматических выражениях и знакомой (не создаваемой заново) метонимии.

Основная критика этой модели сводится к тому, что многозначное слово может иметь более одного переносного значения, и непонятно, каким образом в этом случае выбирается нужное переносное значение.

Последователи еще одной модели — *parallel model* [Cacciari, Glucksberg, 1994] — утверждают, что лексический доступ к прямому и переносному значению происходит одновременно. Данная модель основана на экспериментальном исследовании восприятия метафоры. Когда метафора легко интерпретируется и употребляется в правильном контексте, ни прямое, ни метафорическое значение не являются приоритетными.

Параллельная модель предлагает два способа активации значений. Первый способ — *fully specified account* — предполагает отдельную активацию каждого значения. Второй способ — *underspecified account* (в дальнейшем, в исследованиях Фриссона, Пикеринга этот способ был выделен в отдельную модель восприятия) — активируется абстрактный, отвлеченный смысл понятия, то есть общий компонент значений [Frisson, Pickering, 2001]. Этот общий компонент может с одинаковой вероятностью определить либо прямое, либо переносное значение слова в зависимости от контекста.

* * *

В задачу нашего исследования⁵ мы включили уточнение роли контекста в обработке многозначных слов с различной структурой значений. Проверялась следующая гипотеза: на время обработки многозначного слова в данном значении влияют такие факторы, как относительная частотность значений (сбалансированные или доминантные / второстепенные), тип значения (прямое / переносное) и тип разрешающего контекста (предшествующий / последующий).

Материал исследования. Для эксперимента было отобрано двенадцать многозначных слов, каждое из которых выступило в четырех вариантах контекста: варьировались тип значения (прямое / переносное) и расположение разрешающего контекста (предшествующий / последующий).

Тонкие шерстяные нитки постоянно спутывались между собой, поэтому она не могла размотать этот запутавшийся клубок.

⁵ Подробнее см. в [Дубасова и др., 2012].

При даче показаний все события смешались у нее в голове, и поэтому она не могла размотать этот запутавшийся клубок.

Она не могла размотать этот запутавшийся клубок, потому что тонкие шерстяные нитки постоянно спутывались между собой.

Она не могла размотать этот запутавшийся клубок, потому что при даче показаний все события смешались у нее в голове.

Относительная частотность прямых и переносных значений целевых слов была предварительно вычислена на основании данных Национального корпуса русского языка⁶: рассчитывалось, сколько раз данное значение встречается на сто употреблений в корпусе. В результате целевые слова были разделены на три категории: сбалансированные, у которых оба значения встречаются в корпусе примерно одинаково часто (например, *багаж* — вещи / запас знаний); несбалансированные с доминированием прямого значения (например, *груз* — перевозимые предметы / время); несбалансированные с доминированием переносного значения (например, *клубок* — ниток / событий).

Всего было составлено 48 стимульных предложений и 36 предложений-филлеров (см. Приложение 2 к настоящему изданию), которые были разнесены по четырем экспериментальным протоколам по методу латинского квадрата. К половине предложений были составлены вопросы на понимание.

Участники. В эксперименте приняли участие 28 человек в возрасте от 18 до 23 лет (16 женщин и 12 мужчин).

Оборудование. Эксперимент проводился на аппарате *EyeGaze Analysis System* с помощью программного обеспечения *NYAN Eye Tracking Data Analysis Suite*. Запись велась с фиксированным положением головы.

Процедура. После процедуры калибровки испытуемым предъявлялись предложения (шрифт *Times New Roman*, кегль 26) с инструкцией внимательно читать и отвечать на вопросы по содержанию прочитанного. После прочтения предложения испытуемый нажимал на кнопку, и на экране появлялся вопрос с вариантами ответа. Выбрав ответ с помощью нажатия на клавишу, испытуемый видел на экране следующее предложение. Первые четыре предложения были тренировочными. Эксперимент длился 15–30 минут.

Результаты. Количественная обработка данных осуществлялась с помощью статистического пакета *SPSS*). С помощью критерия Левина определялось, является ли распределение зависимых переменных для сравниваемых

⁶ URL: www.ruscorpora.ru (дата обращения: 16.10.2018).

выборки нормальным. Для нормальных распределений применялся параметрический метод дисперсионного анализа (ANOVA); в противном случае применялся непараметрический аналог ANOVA — критерий Краскала — Уоллеса.

В качестве независимых переменных выступили следующие факторы: длина слова; структура слова (сбалансированное / несбалансированное с доминированием прямого значения / несбалансированное с доминированием переносного значения); контекст (предшествующий / последующий); тип значения в данном предложении (прямое / переносное). В качестве зависимых переменных выступили: длительность первой фиксации; время первого прочтения (сумма длительностей всех последовательных фиксаций на слове); общее время прочтения слова (сумма длительностей всех, включая регрессии, фиксаций на слове); время первого прочтения разрешающего контекста и общее время чтения контекста.

Обнаружено значимое влияние фактора длины слова на время первого прочтения ($p=0,002$) и общее время чтения ($p=0,010$); значимое влияние сбалансированности / несбалансированности значений на время первого прочтения ($p=0,009$) и общее время чтения ($p=0,029$), а также значимое влияние месторасположения контекста на показатели его прочтения: как время первого прочтения ($p=0,017$), так и общее время чтения ($p=0,000$). Влияния фактора типа значения не обнаружено. Таким образом, на время обработки многозначного слова влияют длина слова и структура его значений, при этом сам тип значения (прямое / переносное) влияния не оказывает. Наличие предшествующего разрешающего контекста ускоряет чтение предложения в целом, но не оказывает непосредственного влияния на обработку многозначного слова.

Обсуждение и выводы. В ходе эксперимента выявлено, что тип значения, в котором употреблено слово (прямое или переносное) не влияет на время обработки этого слова, то есть не маркируется в ментальном лексиконе. Этот вывод частично подтверждает параллельную модель восприятия многозначных слов [Glucksberg, 1991], согласно которой ни у прямого, ни у переносного значений многозначного слова нет преимущества друг перед другом (две другие конкурирующие модели постулируют приоритет либо прямого [Resanati, 1995], либо переносного значения слова [Gibbs, 1990]). Кроме того, результаты свидетельствуют о том, что значения активируются не одновременно, а в порядке, который определяется частотностями отдельных значений многозначного слова: доступ к доминантному значению происходит быстрее, чем к сбалансированному, а к сбалансированному бы-

стрее, чем к второстепенному. При этом контекст, вне зависимости от месторасположения (до или после) многозначного слова, не влияет на время обработки непосредственно этого многозначного слова, то есть не задействован в процессе лексического доступа как таковом: процесс контекстуальной интеграции происходит позднее, на следующем, постлексическом этапе обработки фразы.

2.4. ТЯНУТЬ КОТА ЗА ХВОСТ, ИЛИ ОБРАБОТКА ИДИОМАТИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ

Вопрос об обработке устойчивых словосочетаний с небуквальным значением остается одним из самых обсуждаемых в экспериментальной лингвистике, в рамках изучения как структуры ментального лексикона, так и механизмов ментальной грамматики. Хранятся ли такие словосочетания в ментальном лексиконе целиком? Если да, то в каких случаях, и какие факторы на это влияют? Как в зависимости от этого идет обработка грамматической структуры предложения при восприятии? В каком порядке осуществляется доступ к разным значениям? Является ли небуквальное значение более или менее трудным для восприятия? Данные вопросы важны для понимания природы единиц ментального лексикона и стратегий синтаксического анализа.

Различные подходы к восприятию устойчивых выражений, которые были предложены в экспериментальной литературе, можно разделить на три большие группы: некомпозиционные, композиционные и гибридные.

Модели, использующие некомпозиционный подход к таким выражениям (стандартная прагматическая модель, модель лексической репрезентации, модель прямого доступа), предполагают, что они являются отдельными единицами ментального лексикона [Bobrow, Bell, 1973; Swinney, Cutler, 1979; Gibbs, 1980; Glass, 1983].

Модели, отстаивающие композиционный подход (гипотеза декомпозиции идиом, модель конфигурации), отвергают идею об особом статусе таких выражений в ментальном лексиконе [Gibbs, Nayak, 1989; Nunberg et al., 1994; Hamblin, Gibbs, 1999; Tabossi et al., 2005; 2009; Cacciari, 2014]. Они предполагают, что значение таких выражений всегда, в большей или меньшей степени, основано на значениях их компонентов. Например, экспериментальные данные свидетельствуют о том, что частотность отдельных входящих в идиому слов играет роль при ее обработке; это возможно, только если при обработке происходит декомпозиция.

Наконец, модели, использующие гибридный подход к выражениям с небуквальным значением, провозглашают их языковыми единицами с двойственной или неоднозначной природой, при восприятии которых происходит одновременная активация обоих значений, а выбор одного из них осуществляется при помощи контекста [Titone, Connine, 1999]. Гибридные модели, описывающие процесс порождения идиом, либо признают их цельность только на концептуальном уровне [Cutting, Bock, 1997], либо предполагают, что при порождении идиом происходит активация как отдельных входящих в них их лемм, так и некоей суперлеммы [Sprenger et al., 2006].

Проведенные исследования показали, что на восприятие выражений с небуквальным значением могут оказывать влияние такие факторы, как частотность, знакомость идиомы испытуемому (часто коррелирующая с частотностью), перцептивная выпуклость одного из значений идиомы (часто определяемая совокупностью первых двух факторов), разложимость (то есть прозрачность мотивировки для носителя языка), предсказуемость идиомы (определяемая положением ключевого компонента, раскрывающего идиоматическую природу выражения), разрешающий контекст и его расположение относительно идиоматического выражения [Ortony et al., 1978; Chernigovskaya, 1994; 1999; Turner, 1998; Giora, 1999; 2003; McElree, Nordline, 1999; Brisard et al., 2001; McGlone, Manfredi, 2001; Glucksberg, 2003; Bowdle, Gentner, 2005; Jones, Estes, 2006; Libben, Titone, 2008; Lai et al., 2009; Черниговская и др., 2012; Titone, Libben, 2014]. Однако в целом результаты исследований противоречивы и не позволяют пока с уверенностью остановиться ни на одном из описанных выше подходов.

* * *

Целью нашего эксперимента⁷ было детальное рассмотрение процессов обработки идиоматических сочетаний: метод анализа движений глаз позволяет развести явления, относящиеся к ранним и поздним этапам обработки информации при чтении. Более быстрое прочтение на ранних этапах будет свидетельствовать о том, что идиоматические выражения «в готовом виде» извлекаются из ментального лексикона и не обрабатываются по частям, как предполагается, например, в работе [Sprenger et al., 2006]. Если идиомы будут обрабатываться быстрее на поздних этапах, то это говорит о том, что идиоматические выражения не хранятся в ментальном лексиконе целиком,

⁷ Подробнее см. в [Слюсарь и др., 2017; Petrova, Mikhailovskaya, 2014].

однако их проще интерпретировать и интегрировать в контекст, как полагают, например, К. Каччиари и П. Табосси [Cacciari, Tabossi, 1988]. Это может быть связано с тем, что в ментальном лексиконе зафиксированы определенные особенности их значения.

Материал. Для создания стимульного материала из «Словаря русской фразеологии» [Бирих и др., 1998] были отобраны идиомы, представляющие собой словосочетание вида «глагол — (предлог) — существительное» (например, *лезть в бутылку*), количество идиом — 21. Затем были составлены аналогичные словосочетания с буквальным значением, включающие те же глаголы, что и идиоматические выражения, и близкие по длине и частотности существительные (например, *лезть в кровать*). Частотность лемм и словоформ определялась при помощи Национального корпуса русского языка. Для каждой пары словосочетаний были составлены предложения таким образом, чтобы фрагменты, предшествующие ключевым словосочетаниям, а также непосредственно следующие за ними, во всех парах предложений совпадали (*Хозяйке не хотелось тянуть резину, и она попросила меня срочно освободить квартиру / Хозяйке не хотелось тянуть шланг, и она попросила меня полить весь огород из лейки*).

Чтобы проверить естественность составленных предложений, был проведен предварительный эксперимент, в котором приняли участие 30 человек — все носители русского языка (15 мужчин, 15 женщин), не занятые в основном эксперименте. Предложения были поделены на два списка так, чтобы каждый испытуемый оценивал только одно предложение из пары. В первом списке было 11 предложений с идиомами и 10 — со словосочетаниями в буквальном значении, во втором — наоборот. Кроме того, в каждый список было добавлено по 11 предложений-филлеров, призванных отвлечь внимание испытуемых от предложений с идиомами. Испытуемым предлагалось оценить естественность предложений по пятибалльной шкале (от -2 до +2). Все предложения получили средние оценки выше нуля, кроме одного, которое было исключено из основного эксперимента вместе с предложением, входящим с ним в одну пару. Таким образом, в основной эксперимент вошли 40 предложений (полный список стимульных предложений см. в Приложении 3 к настоящему изданию).

Все стимульные предложения были разделены на два экспериментальных протокола по методу латинского квадрата. Кроме 20 стимулов, протоколы также включали по 30 предложений-филлеров и 3 тренировочных предложения, которые предъявлялись в начале эксперимента. Порядок следования стимулов и филлеров в обоих протоколах был случайным. Чтобы

проверить, насколько внимательно испытуемые будут читать предложения, к каждому стимулу и филлеру был составлен вопрос с двумя вариантами ответа (например: *Что просила освободить хозяйка? 1) квартиру; 2) комнату*).

Участники. В эксперименте приняли участие 30 человек: 15 мужчин и 15 женщин, носители русского языка, в возрасте от 18 лет до 51 года.

Оборудование. Эксперимент проводился на аппарате *EyeGaze analysis system* с помощью программного обеспечения *NYAN Eye Tracking Data Analysis Suite*. Запись велась с фиксированным положением головы.

Процедура. Перед началом эксперимента каждый участник проходил калибровку. В инструкции мы объясняли суть задания, но не сообщали о цели эксперимента, и просили испытуемых читать внимательно, но достаточно быстро. Каждое предложение предьявлялось на экране компьютера на отдельном слайде, причем ключевые словосочетания в стимульных предложениях никогда не появлялись в самом начале или в самом конце строки, а также не разбивались на две строки. Испытуемые читали предложения с удобной для них скоростью, самостоятельно управляя сменой слайдов. После каждого слайда с предложением следовал слайд с вопросом и двумя вариантами ответов. Испытуемые выбирали один из ответов, нажимая на клавишу «1» или «2». По окончании эксперимента мы просили испытуемых оценить, насколько им знакомы прочитанные ими идиомы по следующей шкале: 1 — значение выражения им незнакомо; 2 — они не уверены, что правильно понимают значение выражения; 3 — значение выражения хорошо им знакомо.

Результаты. Мы анализировали ответы испытуемых на вопросы к предложениям, их ответы на послезэкспериментальный опросник, а также запись движений глаз. Неправильные ответы на вопросы составили менее 5% от общего числа ответов. Средние оценки понятности были больше двух для каждой идиомы. Таким образом, на этом основании никакие данные не пришлось исключать из дальнейшего рассмотрения. Что касается движений глаз, мы рассматривали три сегмента в стимульных предложениях: глагол и существительное (с предлогом) в составе ключевого словосочетания (сегменты V и N), а также следующее за ними слово ($N+1$), на котором могут проявиться эффекты перелива.

Средние значения выбранных нами переменных для трех анализируемых сегментов в двух экспериментальных условиях представлены в табл. 2.1. Вероятность регрессий высчитывалась следующим образом: для каждого предложения мы определяли количество испытуемых, его прочитавших, и какой их процент прочел интересующий нас сегмент дважды (например,

Таблица 2.1. Средние показатели прочтения различных сегментов в разных условиях

Сегмент	Показатель	Буквальное значение словосочетаний	Небуквальное значение словосочетаний
V	Длительность первой фиксации	223 мс	213 мс
	Время первого прочтения	292 мс	285 мс
	Время повторного прочтения	102 мс	65 мс
	Вероятность регрессий	36%	28%
N	Длительность первой фиксации	247 мс	237 мс
	Время первого прочтения	286 мс	274 мс
	Время повторного прочтения	84 мс	60 мс
	Вероятность регрессий	34%	24%
N+1	Длительность первой фиксации	220 мс	213 мс
	Время первого прочтения	292 мс	269 мс
	Время повторного прочтения	51 мс	36 мс
	Вероятность регрессий	20%	16%

если какое-то предложение прочли четырнадцать человек⁸ и восемь из них прочли ключевое существительное повторно, вероятность возвратов к этому существительному составляет 57,1 %).

При анализе оценивались следующие показатели прочтения указанных сегментов: длительность первой фиксации; время первого прочтения (сумма всех фиксаций на слове перед тем, как взгляд будет переведен вперед или назад); время повторного прочтения (сумма всех фиксаций на слове после того, как читающий вернулся к нему); вероятность регрессий (возвратов) к слову после первого прочтения. Были исключены случаи, когда на каком-либо из трех ключевых сегментов отсутствовала фиксация при первом прочтении (то есть испытуемый изначально «проскакивал» его). Процент исключенных данных составил 16,2 % от общего количества.

Для всех переменных распределение не было нормальным, а дисперсия оказалась гетерогенной, поэтому для дальнейшей обработки был выбран не дисперсионный анализ, а непараметрический критерий Манна — Уитни.

⁸ Каждое стимульное предложение в одном из двух условий было прочитано пятнадцатью участниками, но после предварительной обработки могло остаться меньше данных.

Для анализа вероятности возвратных саккад использовалась логистическая регрессия (случаи, когда сегмент прочитывался повторно, кодировались как «1», а когда прочитывался всего один раз — как «0»).

Статистически значимые различия между парами условий были обнаружены только в сегменте *N*, содержащем ключевое существительное: для выражений с буквальным значением наблюдалось более долгое время повторного прочтения ($p=0,03$) и большее количество регрессий ($p=0,05$). Все остальные различия оказались незначимыми ($p>0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что идиомы обрабатываются быстрее, чем словосочетания с буквальным значением, однако это проявляется лишь на поздних этапах восприятия.

Обсуждение. Мы можем сделать вывод, что обнаруженные различия возникают не на этапе лексического доступа, то есть идиомы не извлекаются из ментального лексикона в «готовом виде», а подвергаются синтаксическому и морфологическому анализу. Скорее, эти различия связаны с интерпретацией идиом и интеграцией в контекст предложения. Показательно, что они были зафиксированы именно при обработке существительных, которые в данном случае являются ключевыми компонентами, определяющими небуквальное значение словосочетаний. Такие результаты согласуются с моделью конфигурации [Cacciari, Tabossi, 1988; Tabossi, Zardon, 1993; 1995; Tabossi et al., 2005], которая предполагает, что именно обработка ключевого компонента идиомы запускает процесс ее распознавания и активации ее небуквального значения.

Заметим, что если ключевым компонентом является последнее слово идиомы, то мы ожидаем, что различия между словосочетаниями с буквальным и небуквальным значением проявятся только на поздних этапах. Это подтверждается результатами данного исследования, а также работы [Vainio, Neponen, 2007], в которой при помощи анализа движений глаз исследовались особенности чтения идиом и словосочетаний с буквальным значением на финском языке. Если же ключевым компонентом окажется первое входящее в идиому слово, активация небуквального значения начнется с самого начала восприятия идиоматической цепочки. Тогда различие в восприятии словосочетаний с буквальным и небуквальным значением может быть обнаружено уже на ранних этапах чтения последующих входящих в идиому слов. Именно такие результаты были получены в исследовании [Vainio et al., 2003] на материале финского языка, в рамках которого изучались словосочетания, первые компоненты которых не употребляются вне идиоматического контекста.

Модель конфигурации не предполагает, что понимание небуквального значения требует активации и последующего подавления буквального или что выражения с небуквальным значением хранятся в ментальном лексиконе в неанализируемом «замороженном» виде и мгновенно оттуда извлекаются [Tabossi et al., 2005; 2009; Cacciari, 2014]. Предполагается, что такие выражения подвергаются синтаксическому и морфологическому анализу и обработка ключевого компонента активирует хранящуюся в ментальном лексиконе информацию о небуквальном значении. На этом этапе идиомы обрабатываются быстрее, чем выражения с буквальным значением. Если первое слово в словосочетании не указывает однозначно на небуквальное значение (как, например, в эксперименте [Vainio et al., 2003] на материале финского языка), активация нужного значения начинается со второго компонента и проявляется на поздних этапах обработки, так как оно не извлекается из ментального лексикона в «готовом виде». Заметим также, что в ряде работ, где исследовались новые, непривычные для носителей метафоры [Brisard et al., 2001], они обрабатывались дольше, чем аналогичные выражения с буквальным значением. Вероятно, это связано с тем, что в ментальном лексиконе не хранится никакой информации об их возможном небуквальном значении.

В заключение можно сказать, что данное исследование и другие работы в этой области могут быть интересны как для понимания природы небуквального значения, так и для получения более полного представления об особенностях хранящейся в ментальном лексиконе информации и ее использования при синтаксическом анализе предложений.

2.5. СОЧЕТАНИЕ НЕСОЧЕТАЕМОГО, ИЛИ ПРОЦЕССЫ ЛОКАЛЬНОЙ КОНТЕКСТУАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЦИИ: ЛЕКСИЧЕСКИЕ И ГРАММАТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ СЛОВ

Изучение восприятия письменного текста во многом связано с изучением процесса интеграции вновь поступающей информации с контекстом. Как уже отмечалось выше, именно в процессе интеграции с контекстом происходит принятие правильного лексического решения при восприятии многозначных слов, синтаксический анализ и другие этапы интерпретации предложения. Подробно изучены эффекты, связанные с обработкой лексического значения в контексте (см. напр.: [Ortony et al., 1978; Frisson, Pickering, 1999; Brisard et al., 2001; Hoeks et al., 2004; Frisson et al., 2005; Ashby et al., 2005; Sereno et al., 2006]).

Существенно меньше изучено восприятие грамматических значений в зависимости от контекста [Tannenhaus, Trueswell, 1991; Dragoy et al., 2012]. Отдельное место в таких исследованиях занимает изучение аномальных предложений (предложений, содержащих семантическое или синтаксическое нарушение), то есть предложений, в которых одно (реже несколько) из слов не согласуется с предшествующим контекстом (лексически или грамматически). Чаще всего такие предложения выступают стимульным материалом в нейролингвистических экспериментах, где вызванные потенциалы *N400* и *P600*, основные компоненты, характеризующие языковые процессы, выступают ярким проявлением реакции на каждый тип синтаксического и семантического нарушения соответственно [Kutas, Hillyard, 1980; Coulson et al., 1998]. Это свидетельство того, что ошибка замечается уже на самых ранних этапах обработки информации. Исследование восприятия таких предложений производится и с помощью методики регистрации движений глаз [Braze et al., 2002; Ni et al., 1998]. Данные исследования показывают, что сбои, вызванные семантическими или синтаксическими нарушениями, по-разному отражаются на характере движений глаз при чтении. Так, нарушения семантического уровня вызывают главным образом увеличение длительности первой фиксации на ключевом глаголе, в то время как нарушения синтаксические вызывают увеличение числа регрессий.

С точки зрения зависимости от контекста М. Томаселло выделяет три типа языковых единиц: застывшие (*fixed item-based expressions*), абстрактные (*highly-abstract constructions*) и смешанные (*mixed constructions*), к числу которых он и относит устойчивые выражения со свободными для заполнения слотами типа *what's X doing in Y* [Tomasello, 2003]. Подобные устойчивые выражения могут не подчиняться обычным грамматическим правилам, в соответствии с которыми в языке строятся свободные сочетания [Swinney, Cutler, 1979]. Кроме того, восприятие единиц, являющихся компонентами конструкции, может отличаться от изолированного восприятия тех же единиц или от восприятия тех же единиц в другом контексте.

Как уже обсуждалось нами ранее, за счет частотности и предсказуемости элементов идиомы могут восприниматься легче (быстрее), чем аддитивные сочетания слов, а слова, употребленные в переносном значении в рамках идиомы, воспринимаются быстрее, чем те же слова в прямом значении [Langlotz, 2006]. Следует, однако, отметить, что идиомы — не однородная группа, они различаются по таким параметрам, как частотность, знакомость, степень семантической (не)разложимости, частотность отдельных компонентов и т. д. Все эти параметры оказывают влияние на скорость обработ-

ки идиомы, а ключевым параметром является знакомость, то есть наличие идиомы в словарном запасе носителя языка: если идиома не является «субъ-ективно» частотной в лексиконе конкретного носителя, то она не хранится единым блоком, и анализ производится поэлементно [Libben, Titone, 2008].

Отдельно рассматривается вопрос о роли частотности, частоты совместной встречаемости и контекстной предсказуемости тех или иных единиц. В ряде работ (напр., [Frisson, Rayner, 2005]) показано, что в нейтральном контексте частота совместной встречаемости оказывает влияние на скорость обработки слова, в разрешающем же контексте частотность роли не играет. Предлагались для чтения предложения, в которых глагол образовывал с существительным высокочастотное сочетание (*showed signs*) и низкочастотное словосочетание (*showed doors*), словосочетания были помещены в разные контексты: разрешающий (*The x-ray showed signs of unusual affiliation / The picture of the mansion showed doors in unusual style*) и нейтральный (*To our surprise, the photos showed signs / To our surprise, the photos showed doors.*). В нейтральном контексте сочетание *showed signs* воспринималось быстрее, чем *showed doors*, но при наличии разрешающего контекста отличий в обработке между ними не обнаружено. Из этого следует, что лексическое решение зависит в первую очередь от предшествующего контекста, и только тогда, когда он неинформативен, опирается на частотность. Но и в этом случае принципиальную роль играет связь с контекстом, в данном случае локальным (предшествующее слово), решающую роль здесь играет частотность отдельного слова, а именно частота совместной встречаемости с соседом слева, то есть частотность блока в целом (ср. [Dabrowska, 2004]).

Можно ли сказать то же самое и о «формальных» идиомах, то есть конструкциях, представляющих собой шаблон (*prefabs with slots*) с ограниченным спектром лексем, способных его заполнять [Dabrowska, 2004]? Каковы особенности восприятия модификации грамматического значения внутри такой конструкции?

Нами было произведено описание интеграции лексической и грамматической информации на примере сочетания глагольной формы с различными обстоятельствами времени.

Грамматическая категория времени обслуживает функционально-семантическую категорию темпоральности, которая охватывает различные языковые средства выражения времени: помимо временных форм глагола, это лексические показатели времени, синтаксическая структура некоторых типов предложений, формы косвенных наклонений и инфинитива в сочетании с другими элементами контекста [Бондарко, 1971]. Информация о вре-

мени может передаваться грамматически (формой глагола) и лексически. В определенных контекстах глагольная форма может выступать не в прямом, а в переносном значении, взаимодействуя с лексической информацией, и создавать особый семантический комплекс. Многими исследователями отмечено, что грамматическое время является категорией, интерпретация которой в принципе возможна только в контексте. Так, Б. Парти считает временные формы анафорическими, поскольку они получают интерпретацию только с опорой на дискурс, как и местоимения [Partee, 1984], то есть локализует событие во времени относительно разных ситуаций, необязательно момента речи. Предполагается также, что дискурсивные факторы имеют больше влияния на темпоральную интерпретацию, чем грамматические [Dickey, 2001].

Грамматический и лексический контекст оказывает влияние на восприятие глагольной формы и задаваемого ею синтаксического фрейма. В эксперименте Таненхауса и Трусвелла [Tanenhaus, Trueswell, 1991] было показано, что так называемый эффект садовой дорожки, проявляющийся в замедлении чтения, возникает в предложениях, содержащих форму глагола на *-ed* в контексте прошедшего времени, но не возникает в контексте будущего времени, поскольку в этом случае она однозначно прочитывается как причастие. Соответственно, контекстуальная информация немедленно учитывается и оказывает влияние на восприятие грамматической формы.

Контекст может не только дополнять, но и изменять прямое грамматическое значение глагольной формы [Бондарко, 1971], в этом случае мы имеем дело с переносным употреблением граммы. В русском языке переносное употребление граммем времени достаточно распространено (см.: [Русская грамматика, 1980]): это и настоящее историческое (*Весной 1812 Евгения отправляют в Петербург*), и настоящее в значении запланированного будущего (*Будущей зимой уезжаю за границу*), и прошедшее в значении абстрактного настоящего (*Бывает ведь так: уехал человек... и тут-то начинается*), будущее в значении ирреалиса в настоящем (*Крылатки никак не найду*) и итератива в прошлом (*Целое утро будет сидеть и не пошевелится*). Некоторые переносные употребления привязаны к конструкциям определенного типа: например, прошедшее в значении ближайшего будущего в конструкции «*ну*» + первое лицо + глагол движения» (*Ну я пошел*) или будущее время со значением внезапности в прошлом в конструкции типа «*как*» + прошедшее время» (*И вдруг что-то как полыхнет через все небо*). Так или иначе, все виды переносных употреблений (транспозиций) закреплены за определенным контекстом.

Экспериментальный анализ восприятия таких высказываний носителями языка показывает, как происходит обработка грамматической информации и увязывание ее с контекстом. В качестве базового значения граммы прошедшего времени можно выделить значение «событие расположено на оси до момента речи». Значения, отличные от базовых (то есть отсылающие к другому отрезку временной оси), могут попадать в те контексты, в которые базовое значение попасть не может и / или которым базовое значение противоречит: «Сущность переносного употребления заключается в расхождении между грамматическим значением формы и значением контекста (речевой ситуации), так что без участия контекста выражение этих функций обойтись не может» [Бондарко, 1971, с. 67]. Одним из таких контекстов, где вступает в противоречие базовое значение глагольной граммы и лексическое значение наречия, выступающего в качестве обстоятельства времени, является контекст «глагол в форме прошедшего времени + “завтра”». Представляется возможным разделить их на два типа.

Контексты первого типа (1) не имеют отношения к разветвленной семантической структуре глагольной граммы; они связаны со сдвигом в лексическом значении наречия («завтра» в значении «на следующий день»).

(1) *Завтра они уезжали из Тегерана.* [Ю. Н. Тынянов. Смерть Вазир-Мухтара (1928)].

Здесь совмещаются две точки зрения, две позиции наблюдателя: внутренняя позиция по отношению к ситуации в прошлом и внешняя позиция по отношению к ситуации в прошлом [Падучева, 2011, с. 169]. Внешняя позиция проявляется в использовании формы прошедшего времени (предшествование моменту речи), а внутренняя — в использовании наречия «завтра», синхронизирующее нас с моментом ситуации в прошлом (ср.: форма *future-in-the past* в некоторых европейских языках).

Совмещение точек зрения в рамках одного предложения, как и совмещение двух фокусов эмпатии, обсуждаемое С. Куно и Э. Кабураки на примере неприемлемости предложений типа *Mary's husband hit his wife (irreconcilable conflict in the speaker's empathy)*, нехарактерно для обычной нормативной речи [Kuno, Kaburaki, 1977, p. 639]. Такое употребление встречается в художественных текстах, выполняя, по всей видимости, функцию погружения читателя в ситуацию, подобно настоящему историческому.

Контексты второго типа (2) называют последовательность двух действий и имеют вид «“сегодня” X — “завтра” Y», где Y — глагол прошедшего времени.

(2) *Но почему-то мерещилось всегда кстати. Сегодня померещилось, а завтра что-то случилось.* [В. Войнович. Монументальная пропаганда // Знамя. 2000].

При изучении влияния контекстной предсказуемости слова на время его прочтения было показано, что несоответствие слова левому контексту затрудняет его обработку, поскольку между ожиданием, которое формирует контекст, и реальным словом возникает конфликт [Ashby et al., 2005, p. 1073]. В данном случае наречие «завтра» должно активировать семантическую зону будущего времени, и при появлении глагольной формы прошедшего времени ожидается замедление. Однако в случае, если обсуждаемое сочетание будет составной частью конструкции типа «*”сегодня завтра” X — “завтра” Y*», восприятие второй части конструкции («*”завтра” + прошедшее время*») будет подготовлено первой частью конструкции (то есть заранее прогнозируется) и не будет вызывать затруднений в обработке. Если это так, то конструкция представляет собой особый комплекс с неаддитивным значением и хранится в ментальном лексиконе как идиома.

На проверку этой гипотезы было направлено описываемое ниже исследование.

* * *

Материал исследования. На основе извлеченных из Национального корпуса русского языка предложений были составлены стимульные предложения (см. Приложение 4 к настоящему изданию); грамматический показатель глагола указывал на прошедшее время, а наречие времени — на будущее (*И вот завтра утром пришла санитарная машина, и тетю Мари увезли в больницу*).

Для сравнения в качестве контрольного условия выступали предложения, где семантика наречия совпадает с грамматическим значением глагольного показателя (*И вот вчера утром пришла санитарная машина, и тетю Мари увезли в больницу*).

В другой группе стимульных предложений сочетание «*”завтра” + прошедшее время*» входило в конструкцию, как в предложении типа: *Профессия актера неустойчива: сегодня ты востребован, а завтра оказался за бортом*.

Для сравнения в качестве контрольного условия выступили предложения, в которых семантика наречия также совпадает с грамматическим значением глагольного показателя: *Профессия актера неустойчива — сегодня ты востребован, а завтра окажешься за бортом*.

Количество букв в глагольных формах прошедшего и будущего времени было одинаковым, чтобы исключить влияние визуального фактора (длина

слова). Помимо двадцати стимульных предложений, разнесенных в два экспериментальных протокола по методу латинского квадрата, в эксперимент также вошли двадцать филлеров.

Оборудование. Эксперимент проводился на аппарате *Eyegaze analysis system* с помощью программного обеспечения *NYAN Eye Tracking Data Analysis Suite*. Запись велась с фиксированным положением головы.

Участники. В эксперименте на добровольной основе приняли участие 20 человек в возрасте от 19 до 58 лет: 12 женщин и 8 мужчин, все с высшим или неоконченным высшим образованием.

Процедура. В задачу испытуемого входило чтение предложений, предъявленных на дисплее прибора, в естественном темпе. После прочтения предложения испытуемым предлагался вопрос по содержанию предложения с двумя вариантами ответа. Требовалось выбрать правильный ответ. Таким образом осуществлялся контроль за осмысленностью чтения. Смена слайдов происходила при нажатии испытуемым на клавишу.

Результаты. Анализировались следующие показатели: время первого прочтения, длительность взгляда на фрагменте до передвижения в последующий, вероятность регрессии в данный фрагмент из последующего и время повторного прочтения (*second-pass reading time*).

Полученные результаты обрабатывались в программе SPSS методом однофакторного дисперсионного анализа (*one-way ANOVA*).

В первом блоке стимулов статистически значимых различий во времени первого прочтения глагольных форм выявлено не было. При этом выявлено статистически значимое увеличение количества регрессий в предложениях типа «*И вот завтра утром пришла санитарная машина, и тетю Мари увезли в больницу*» по сравнению с контрольными предложениями типа «*И вот вчера утром пришла санитарная машина, и тетю Мари увезли в больницу*» ($p=0,021$). Также было выявлено значимое отличие во времени повторного прочтения наречия (*second-pass reading time*) в обсуждаемых парах предложений ($p=0,011$).

Во втором блоке стимулов статистически значимых различий в обработке наречий и глагольных форм для предложений типа «*Профессия актера неустойчива: сегодня ты востребован, а завтра оказался за бортом*» по сравнению с контрольными предложениями типа «*Профессия актера неустойчива — сегодня ты востребован, а завтра окажешься за бортом*» выявлено не было.

Таким образом, при окказиональном употреблении наречия сложность обработки значительно повышается, что заметно на так называемых позд-

них эффектах — вероятности перечитывания и времени перечитывания. В то же время обработка аналогичного сочетания внутри конструкции затруднений не вызывает.

Обсуждение и выводы. Результаты нашего эксперимента демонстрируют ход процесса лексико-грамматической интеграции на локальном уровне при восприятии письменной речи; рассогласование лексической и грамматической информации в предложении ведет к повышению затратности его обработки, что подтверждает данные, полученные на материале голландского языка [Dragoy et al., 2012]. Это связано с нарушением семантического ожидания, формируемого предшествующим словом на уровне локального контекстуального прайминга (*word-to-word integration*): наречие с семантикой будущего времени формирует ожидание глагольной формы будущего времени, и форма прошедшего времени вызывает затруднение обработки. Затруднение проявляется в необходимости перечитывания фрагмента, что вызывает возвраты как к наречию, так и к глагольной форме, а также длительные повторные фиксации взгляда на этих словах (длительное перечитывание). Затратность обработки проявляется в поздних эффектах — увеличении числа регрессий и времени повторного прочтения, что характерно для предложений с синтаксической аномальностью, согласно данным, полученным на материале английского языка [Ni et al., 1998; Braze et al., 2002]. Это обусловлено тем, что процессы контекстуальной интеграции относятся к поздним процессам (по сравнению с более ранними процессами распознавания слова), поэтому связанные с ними эффекты проявляются не при первых фиксациях, а позже, при переходе в другой регион [Pickering et al., 2004].

В то время как нарушения на лексическом уровне вызывают затруднения в обработке на ранних этапах, синтаксические нарушения «обнаруживаются» позднее, поскольку связаны с контекстной интеграцией нескольких слов между собой. В нашем случае несоответствие лексической и грамматической информации вызывает те же эффекты, что и синтаксическое нарушение. Однако аналогичное сочетание глагола и наречия в рамках конструкции «*«сегодня» X — «завтра» Y*», где *Y* — глагольная форма прошедшего времени, обрабатывается так же, как сочетание «*«завтра» + будущее время*», где лексическая и грамматическая информация соответствуют друг другу по всем проанализированным показателям (времени первой фиксации, времени повторной фиксации и количеству возвратов). Таким образом, то же самое сочетание в контексте конструкции никаких затруднений в обработке не вызывает. Это подтверждает гипотезу о том, что конструкция может рассматриваться как целостная единица, опознание которой начинается еще по первому компоненту

(«сегодня» X»). При целостном восприятии не происходит разложения на отдельные составляющие (аналогично тому, как в семантике самой конструкции стерто и лексическое значение наречия, и грамматическое значение граммы прошедшего времени). Значит, обработка как лексических, так и грамматических значений слов, входящих в конструкцию, идет принципиально иначе, чем обработка слов, входящих в обычное словосочетание. Конструкция представляет собой инвентарную единицу, хранящуюся в ментальном лексиконе, и при ее высокой субъективной частотности воспринимается единым блоком [Fillmore, 1988; Tomasello, 2003; Dabrowska, 2004].

2.6. КАЗНИТЬ НЕЛЬЗЯ ПОМИЛОВАТЬ, ИЛИ СИНТАКСИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

При восприятии письменной речи человек должен быстро принимать решения, в том числе выбирать нужное лексическое значение слова и приписывать слову определенную синтаксическую роль. Синтаксическая роль приписывается даже в случае, когда лексические значения слов не интегрируются в дискурс (*Бесцветные зеленые идеи яростно снят*) или вообще отсутствуют (*Глокая куздра штеко будланула бокра*). Слова объединяются в составляющие (*phrases*), между которыми устанавливаются отношения зависимости [Тестелец, 2001]. Таким образом, особый интерес представляет вопрос о том, как разворачивается построение грамматической структуры предложения при восприятии речи.

Наиболее ярко проявляются основные закономерности синтаксического анализа в ходе процесса разрешения синтаксической неоднозначности, когда грамматика допускает преобразование одной и той же линейной цепочки словоформ в несколько различных структур и возникает необходимость сделать выбор между ними. Изучая то, как и на основе чего делается этот выбор, можно получить наиболее интересные данные об устройстве ментальной грамматики.

Выделим несколько подходов к описанию стратегий разрешения синтаксической неоднозначности в зависимости от того, как они описывают процесс обработки неоднозначной конструкции в режиме реального времени, какие выделяют этапы и информация какого типа, с точки зрения последователей этих подходов, задействована на каждом из этапов.

Последовательная модель синтаксического анализа исходит из предпосылок модулярного подхода и предполагает, что синтаксическая обработка

проходит два этапа. На первом этапе обработки синтаксический анализатор опирается только на внутренние синтаксические принципы и работает без привлечения дискурсивной информации, то есть слову приписывается синтаксическая роль без учета его лексического значения. Выбор первоначального варианта синтаксического членения обусловлен заранее заданным правилом: так, для английского языка были сформулированы правила минимального присоединения и позднего закрытия [Kimball, 1973; Frazier, 1987], которые соответствуют более общему принципу локальности и связаны с принципом экономии усилий. Из нескольких возможных структур синтаксический анализатор выбирает наиболее простую и дающую минимальную нагрузку на кратковременную (рабочую) память. Принцип минимального присоединения гласит, что при выстраивании синтаксической структуры следует выбирать максимально простую из всех возможных (то есть содержащую минимальное количество узлов). В случае же когда обе возможные структуры оказываются одинаковыми по числу узлов, действует принцип позднего закрытия, который гласит, что при возможности отнесения вновь поступившей информации к нескольким фрагментам, она должна быть связана с ближайшим, самым последним обработанным фрагментом. На следующем же этапе происходит интеграция полученных синтаксических структур с лексической и дискурсивной информацией [Frazier, Fodor, 1978; Frazier, Rayner, 1982; Frazier, 1990]. В том случае, если разрешающий контекст не подтверждает изначально выбранную интерпретацию, анализ начинается заново. Необходимость вернуться к этапу синтаксического анализа и построить новую структуру выражается в увеличении времени обработки предложения, в частности в регрессиях к тому фрагменту, изначально анализ которого оказался неверным.

Параллельная модель синтаксического анализа связана с моделью восприятия речи, основанной на конкуренции. В ее основе лежит представление о том, что изначально при восприятии текста рассматриваются сразу все возможные варианты его интерпретации, которые конкурируют между собой, в итоге же один из вариантов набирает больший вес, чем остальные, и признается единственно правильным [McClelland, Rumelhart, 1981]. Синтаксический и семантический процессоры работают одновременно, немедленно обмениваются информацией, сопоставляя свои версии, и в случае конфликта между ними запускается реанализ [Vosse, Kempen, 2008]. Информация из разных источников учитывается с самого начала обработки, то есть на синтаксический анализ оказывают влияние предшествующий контекст и лексические значения входящих в неоднозначную конструкцию

слов (*plausibility*). При конкуренции оказывают влияние референциальный контекст [Altmann, Steedman, 1988], темарематические и другие прагматические факторы [Zagar et al., 1997], а также индивидуальные особенности носителя языка, в частности объем его рабочей памяти [Pearlmutter, McDonald, 1995]. В ряде экспериментальных работ показано, что дополнительная нагрузка (увеличение времени обработки) есть при любой неоднозначности, а не только в случае необходимости повторного анализа. Связано это может быть, например, с тем, что рабочая память загружена сразу несколькими вариантами интерпретаций одновременно [Frazier, Rayner, 1982]. Кроме поведенческих методик, к которым относится и регистрация движений глаз при чтении, использовались также методики нейрофизиологические: описан эксперимент [Mason et al., 2003] с применением методики функционального магнитного резонанса, выявивший, что обработка синтаксически неоднозначной конструкции даже в случае, когда дополнительного времени не требуется, тем не менее требует большего количества ресурсов. Итак, согласно модели множественных ограничений (*constraint-based model*), при обработке неоднозначной синтаксической конструкции активируется сразу много структур, которые конкурируют между собой. Если контекста недостаточно, то подключаются ограничения (*constraints*) разных уровней, каждое из которых обладает определенным весом, — их сопоставление и выбор оптимального варианта требуют дополнительных ресурсов и вызывают увеличение времени обработки. При этом чем ближе «конкуренты» друг к другу, то есть чем больше они совпадают по степени вероятности интерпретации, тем большую нагрузку и, соответственно, большее замедление в обработке они вызывают.

Модель отложенной обработки (*delayed approach*), или модель недоразличения (*underspecification*), исходит из того, что принятие решения откладывается до тех пор, пока не появится разрешающий контекст, то есть неоднозначный фрагмент не интерпретируется до поступления необходимой информации. В случае, если она так и не появится (то есть в ситуации глобальной неоднозначности), интерпретация так и не будет произведена. Соответственно, в эксперименте ожидается не увеличение, а, напротив, сокращение времени чтения неоднозначного фрагмента, ведь его обработка идет лишь поверхностно и основное время будет затрачено на обработку разрешающего контекста (если он есть). Это будет свидетельствовать о том, что обработка была отложена [Traxler et al., 1998; Swets et al., 2008]. Данный феномен объясняется недоразличением вариантов интерпретации.

Так, в эксперименте [Swets et al., 2008] к предложениям типа «*The maid of the princess who scratched herself in public was terribly humiliated*» вместо обычных однотипных вопросов, задаваемых испытуемому только для проверки его внимательности при чтении стимулов (*Was anyone humiliated?*), задавались вопросы, касающиеся интерпретации испытуемым собственно неоднозначного фрагмента (*Did the princess scratch in the public?*), проверялась тщательность (*depth*) обработки предложений испытуемым. Этот контроль осуществлялся за счет варьирования типа вопроса: одной группе испытуемых всегда предлагались вопросы на интерпретацию неоднозначности, другой — «поверхностные» вопросы к предложению, никак не связанные с интерпретацией неоднозначности. Выяснилось, что тип задания существенно влияет на мотивацию испытуемого: если вопрос не касается интерпретации неоднозначного фрагмента, то испытуемый оставит его «недоинтерпретированным», и тогда глобально неоднозначные предложения (в отсутствие прямых, сложных вопросов) будут обрабатываться поверхностно, и в отсутствие грамматической или контекстуальной подсказки неоднозначность не будет разрешена вообще. В случае же, если испытуемый вынужден отвечать на сложный вопрос, то он внимательнее читает предложение и интерпретирует его, и тогда неоднозначное предложение теряет свое преимущество во времени обработки, которое присутствовало в сессии с простыми вопросами. Кроме того, ответ на вопрос по неоднозначному предложению также занимает больше времени. Замедление идет при начале придаточного предложения с пиком на разрешающем контексте, то есть возвратном местоимении; раннее закрытие обрабатывается дольше, чем позднее, или в случае, когда тип закрытия нельзя определить однозначно. При статистической обработке методом многофакторного дисперсионного анализа были выявлены значимые эффекты типа вопроса, типа предложения и значимое взаимодействие этих двух факторов. Если испытуемый готовится отвечать на сложный вопрос, то на интерпретацию предложения с ранним закрытием он тратит больше времени, чем на предложения другого типа. Если он готовится отвечать на обычный вопрос, то глобально неоднозначное предложение он прочтет быстрее остальных, а однозначные с ранним или поздним закрытием одинаково.

Модель неограниченной конкуренции (*Unrestricted Race Model*) относится к группе моделей, утверждающих первичность синтаксического анализа (*syntax-first*), то есть предполагает, что сначала происходит синтаксический анализ и только потом семантическая «проверка» [van Gompel et al., 2000; van Gompel et al. 2005]. Однако понятия «предпочтительное прочтение» в этой

модели нет, то есть неоднозначная конструкция при чтении разрешается с вероятностью 50/50. Соответственно, для предложений типа «*The car of the driver with moustache was cool*» ('Автомобиль водителя с усами был классным') и «*The driver of the car with moustache was cool*» ('Водитель автомобиля с усами был классным') разрешающий контекст будет противоречить ранее выбранному варианту закрытия с вероятностью 50%, а значит, в предложениях такого типа в 50% случаев будет производиться повторный анализ. А вот в глобально неоднозначных предложениях типа «*The son of the driver with moustache was cool*» ('Сын водителя с усами был классным') любая из выбранных синтаксическим анализатором интерпретаций не будет противоречить разрешающему контексту, поэтому необходимости в повторном анализе не будет возникать никогда. Соответственно, предложения такого типа будут в среднем обрабатываться быстрее, это явление получило название преимущества неоднозначности (*ambiguity advantage*), и ему было предложено следующее объяснение: разрешающий контекст может требовать повторного анализа предыдущего, уже обработанного фрагмента, когда возникает необходимость подавлять ранее выбранный вариант и искать другой, более подходящий по контексту (именно указанный процесс замедляет обработку фразы); глобально неоднозначное же предложение не требует повторного анализа вне зависимости от того, какой вариант прочтения был первоначальным, ведь этот первоначальный вариант ничем не опровергается. Тем не менее данная теория не находит подтверждения на материале других языков; так, П. Логачевым и Ш. Васиштом в [Logačev, Vasishth, 2015] сопоставлялась скорость обработки предложений со снятой (за счет согласования по роду) и неснятой неоднозначностью в немецком языке: ускорения обработки неоднозначных предложений обнаружено не было. Ряд других экспериментов [Анисимов и др., 2010, Анисимов и др., 2014] свидетельствует, напротив, о том, что глобально неоднозначные предложения в целом более трудны для обработки, чем однозначные, — в частности, на это указывают как увеличение времени чтения, так и изменение характеристик ЭЭГ. Таким образом, то, каким образом идет процесс разрешения неоднозначности при синтаксическом анализе, по-прежнему вызывает целый ряд вопросов.

Причины возникновения синтаксической неоднозначности в предложениях на русском языке очень многообразны: неоднозначность определения входящих в предложение единиц, в том числе лексическая многозначность, приводящая к неоднозначности на уровне синтаксических связей (*Положи тетрадь в клетку*), грамматическая конверсия (*Раскапывайте погребенных в земле слепых исполинов*), частичная лексическая и грамматическая омони-

мия (*Ответов на эти вопросы физики пока не могут дать*), неоднозначность интерпретации проформы (*Доклад ученого, о котором я вам говорил*), неоднозначность определения синтаксических связей между единицами, то есть валентная вариативность, проявляющаяся в факультативности сирконстантов (*Доклад об ограблениях в институте социологии*), вариативности актантов (*Имеется возможность просьбы начальника избежать*), факультативности актантов (*Учитель пения не слышит*) [Митренина, 2005].

В фокусе исследования, которое будет описано в этом параграфе, — конструкция, где к сложной именной группе из двух существительных присоединяется адъюнкт: придаточное предложение (*Я встретил служанку графини, которая жила в доме неподалеку*), причастный оборот (*Я встретился со служанкой графини, жившей в доме неподалеку*) или предложная группа (*Я встретил служанку графини со вздорным характером*), и неочевидно, к какому из двух существительных этот адъюнкт относится. Данная конструкция, в частности с относительным придаточным предложением при сложной именной группе, встречается в самых разных языках мира и поэтому представляет особый интерес для изучения в контексте межъязыковых сопоставлений: в ряде языков зависимый компонент чаще интерпретируется как относящийся к первому существительному (так называемое ранее закрытие, далее — РЗ) а в ряде языков — ко второму (так называемое позднее закрытие, далее — ПЗ). Вопрос о причинах такой вариативности остается открытым.

Исследования чтения подобных предложений направлены на изучение того, как происходит выбор значения при обработке многозначного предложения, в том числе в зависимости от тех или иных свойств рассматриваемого языка [Zagar et al., 1997; Konieczny, Hemforth, 2000, Desmet et al., 2005; Van Gompel et al., 2005; и др.]. На материале русского языка [Анисимов и др., 2010] исследовано чтение сложноподчиненных предложений с относительным придаточным (*Юноша тихо попрощался с дочерью хозяйки, которая зашла в гости*) и выявлено, что неоднозначные предложения читаются дольше, чем однозначные, и их чтение сопровождается большим количеством регрессий.

Помимо конструкций с относительным придаточным, интерес представляют и конструкции с адъюнктами других типов ввиду их грамматического своеобразия. Так, особенности словоизменения русских причастий, а именно их согласование по роду, числу и падежу с определяемым словом, позволяют сопоставить процессы обработки неоднозначных предложений (*Я упомянул о служанке графини, периодически бывавшей в доме напротив*) и предложений с разрешенной неоднозначностью (*Я упомянул служанку графини, периодически бывавшую / бывавшей в доме напротив*). Таким образом,

на материале русского языка, отличающегося развитым словоизменением, могут быть получены новые экспериментальные данные о том, как идет синтаксический анализ, в том числе синтаксический анализ неоднозначных предложений, при восприятии речи.

* * *

В нашем исследовании⁹ предпринята попытка более детального анализа характеристик движения глаз при чтении предложений со снятой и неснятой неоднозначностью с целью выявить основные этапы обработки таких предложений.

Материал. При составлении стимульного материала для эксперимента контролировались такие факторы, как род, число и одушевленность существительных в сложной именной группе, а также длина причастного оборота и степень вероятности каждой из потенциальных интерпретаций. Одним из важных факторов, влияющих на интерпретацию рассматриваемой конструкции, является одушевленность входящих в конструкцию имен [Асуїна–Fariña et al., 2009; Драгой, 2007], соответственно, включены были все четыре комбинации: см. примеры (1a)–(1г). Длина причастных оборотов контролировалась и во всех стимульных предложениях составляла 12–13 слогов.

(1a) *Дорогая машина предназначалась для племянника директора, несправедливо получившего свою должность.*

(1б) *В ЖЭК поступили жалобы от хозяек квартир, давно требовавших серьезного ремонта.*

(1в) *Критики восхищались картиной художницы, часто выставлявшейся в местных галереях.*

(1г) *Эксперт разбирался в фотографиях находок, много лет хранившихся в городском музее.*

Для того чтобы описать процесс обработки действительно неоднозначных конструкций, необходимо подтвердить одинаковую вероятность каждой интерпретации. С этой целью был проведен вспомогательный эксперимент, в котором использовалась методика шкалирования. В нем приняло участие 32 носителя русского языка в возрасте от 20 до 35 лет, не участвовавших в основном эксперименте. Испытуемым предлагалось оценить по четы-

⁹ Подробнее см. в [Чернова, 2015].

рехбальной шкале Ликерта естественность предложений типа (2а) и (2б), отражающих две интерпретации примера типа (1г), РЗ и ПЗ соответственно:

(2а) *В музее хранились фотографии.*

(2б) *В музее хранились находки.*

Каждую из интерпретаций оценили 16 человек. Существенных различий в вероятности каждой из интерпретаций не было обнаружено ни для одной пары.

Каждое предложение предъявлялось в одном из трех условий (3а)–(3в): РЗ, ПЗ или неоднозначном (разнесены по трем экспериментальным листам по методу латинского квадрата).

(3а) *Эксперт изучал фотографии находок, много лет хранившихся в городском музее.*

(3б) *Эксперт изучал фотографии находок, много лет хранившихся в городском музее.*

(3в) *Эксперт разбирался в фотографиях находок, много лет хранившихся в городском музее.*

Стимулы для эксперимента более подробно представлены в Приложении 5 к настоящему изданию.

Участники. В эксперименте на добровольной основе приняли участие 36 человек: все — носители русского языка, возраст — от 20 до 30 лет.

Оборудование. Для проведения эксперимента использовался аппарат для регистрации движений глаз *SR Research Eyelink 1000 Plus*. Запись шла в монокулярном режиме, со свободным положением головы (частота регистрации 500 Гц).

Процедура. Перед началом эксперимента производилась калибровка, далее испытуемым предъявлялась инструкция: «Читайте (про себя) предложения, появляющиеся на экране. После прочтения нажмите центральную кнопку на пульте. Текст исчезнет, а на экране появится начало предложения. Пожалуйста, устно закончите его, опираясь на прочитанное». На экране появлялось предложение типа (3а), (3б) или (3в) без ограничения времени предъявления; после нажатия испытуемым на кнопку на экране появлялось незаконченное предложение типа (4):

(4) *В музее хранились...*

После каждого из филлеров следовало такое же задание — продолжить фразу на основе предыдущей прочитанной.

Устный ответ испытуемого фиксировался экспериментатором.

Первые четыре предложения, предъявленные в эксперименте, были тренировочными (филлерами).

После каждого предложения производилась проверка калибровки (*drift correction*), в ходе которой испытуемый 1–2 секунды смотрел на точку на экране, после чего предъявлялось следующее предложение. В половине протоколов порядок следования стимулов был изменен, чтобы исключить эффект усталости испытуемых при чтении стимулов в конце экспериментальной сессии. Длительность эксперимента составляла около 20 минут.

Результаты. В стимульных предложениях выделялись следующие «зоны интереса»: первое и второе существительное в сложной именной группе, второе существительное, причастие, последующее слово.

Нас интересовали такие параметры, как время первого прочтения (сумма всех фиксаций на сегменте до перехода в другой сегмент), общее время чтения (сумма всех фиксаций на сегменте), количество регрессий в данный сегмент и из данного сегмента.

Такой параметр движений глаз, как время первого прочтения, отражает первичные этапы обработки информации сразу после ее поступления. После удаления 33 фиксаций менее 120 мс и выбросов, порог определения которых определялся по формуле $M \pm 2,5SD$ (где M — среднее, SD — стандартное отклонение, выбросы составили около 6% данных), был произведен однофакторный дисперсионный анализ, в ходе которого проверялось влияние фактора «условие» на время первого прочтения ключевого сегмента. Время первого прочтения в условии РЗ больше, чем в условии ПЗ ($F_1(1,35)=4,03$, $p=0,05$, $F_2(1,23)=4,56$, $p=0,04$). Иначе говоря, в контекстах, когда падежная форма причастия может быть соотнесена со словом, находящимся линейно ближе к форме причастия, время первого прочтения на ключевом фрагменте меньше. Время первого прочтения в неоднозначном условии не имеет достоверных отличий ни от времени первого прочтения в условии РЗ ($F_1(1,35)=3,47$, $p=0,07$, $F_2(1,23)=1,4$, $p=0,25$), ни от времени первого прочтения в условии ПЗ ($F_1(1,35)=0,47$, $p=0,53$, $F_2(1,23)=0,01$, $p=0,9$). В неоднозначном контексте форма причастия может относиться как к первому, так и ко второму имени, поэтому ее обработка протекает без значимого ускорения или замедления по сравнению с условием ПЗ.

Для анализа более поздних этапов обработки предложения рассмотрены такие параметры, как общее время чтения сегмента (то есть сумма всех фиксаций на сегменте) и количество регрессивных саккад. Анализ регрессий к форме причастия показывает, что в условии РЗ количество возвратов

значимо меньше, чем в условии ПЗ ($\chi^2=4,29, p=0,04$) и условии неоднозначности ($\chi^2=12,95, p<0,01$). В условии ПЗ возвратов больше, чем в неоднозначном условии, однако эта разница не достигает статистической значимости ПЗ ($\chi^2=2,38, p=0,13$). Аналогичные данные получены и при оценке числа регрессивных саккад, совершенных от причастия к предыдущим фрагментам предложения. В условии РЗ таких регрессий совершалось меньше, чем в условии неоднозначности или условии ПЗ ($\chi^2=3,94, p=0,05$). Регрессии отражают поздние этапы анализа, соответствующие интеграции слова в контекст. Контекст РЗ проще для дискурсивной интеграции, так как в этом условии причастный оборот относится к более дискурсивно выделенному имени — вершине именной группы. Контекст ПЗ, соответственно, менее предпочтителен и вызывает возвраты, связанные с реанализом. При анализе общего времени чтения причастия не выявлено разницы во всех трех условиях, то есть замедление обработки причастия в условии РЗ на ранних этапах впоследствии нивелировано за счет более частого перечитывания причастия в условии ПЗ и условии неоднозначности (рис. 2.6 и 2.7).

Анализ ответов испытуемых свидетельствует о том, что предложения интерпретируются следующим образом. Неоднозначное предложение значимо чаще интерпретируется как предложение с ранним закрытием (*Ограбление видел напарник* — 181 ответ из 280, то есть 64,6%), чем как предложение с поздним закрытием (*Ограбление видел водитель* — 80 ответов из 280, то есть 28,6%). Это подтверждает предположение о предпочтительности РЗ для русского языка. Всего в восьми ответах (то есть в 2,9% случаев) упоминалось, что однозначной интерпретации дать нельзя. Предложения со снятой неоднозначностью часто интерпретировались ошибочно, что свидетельствует о чрезвычайной трудности обработки конструкций такого типа. Однако распределение количества ошибок существенно отличается в зависимости от условия: на предложения в условии РЗ дано 75,6% правильных ответов, а в условии ПЗ только в 38,6%. Таким образом, предпочтительность РЗ при интерпретации мы наблюдаем не только в неоднозначном условии, но и в условии снятой неоднозначности.

Обсуждение и выводы. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что синтаксический анализ идет в несколько этапов: морфологическая информация учитывается на более ранних этапах анализа, когда ключевую роль играет линейная близость определения к определяемому слову. Ранее в экспериментах с применением методики саморегулировки скорости чтения [Чернова, 2015], в рамках которых регистрируется только первая реакция на каждое из слов в предложении, было выявлено, что предложения с РЗ



Рис. 2.6. Пример карты распределения фиксаций в неоднозначном предложении

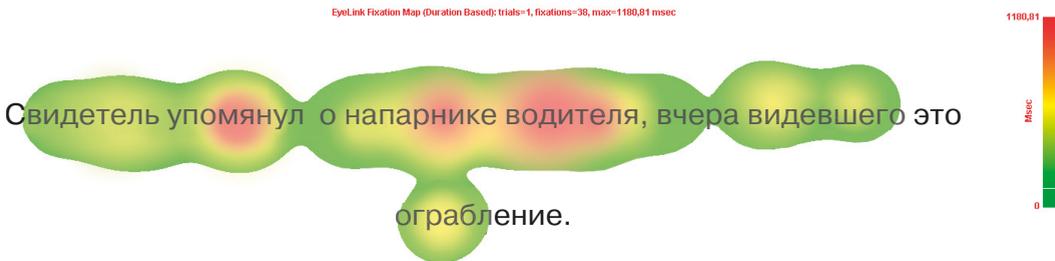


Рис. 2.7. Примеры карт распределения фиксаций в однозначном предложении

(а также и неоднозначные предложения, морфологический показатель в которых был проинтерпретирован как соотносящийся с РЗ) требуют больше времени для обработки, чем предложения с ПЗ, и это может быть объяснено тем, что линейное расстояние между определением и определяемым словом в этих контекстах больше. Эти данные подтверждаются и в эксперименте

с применением методики регистрации движения глаз: в соответствующих предложениях время первого прочтения причастия было наименьшим. На последующих этапах обработки предпочтительность прочтения обусловлена уже не линейной близостью согласуемых форм, а дискурсивной приемлемостью фразы в целом, — соответственно, предпочтение может измениться: в случае конструкции с адьюнктом при сложной именной группе оно меняется с ПЗ на РЗ. Предпочтение РЗ, сформированное дискурсивным и просодическим факторами [Чернова и др., 2016], проявляется в меньшем числе возвратных движений глаз при чтении такого предложения. Именно это предпочтение и проявляется потом в интерпретации предложений (аналогичная закономерность выявлена и для предложений с относительным придаточным (см.: [Sekerina, 2003; Федорова, Янович, 2004; Юдина и др., 2007]). Как отмечает М. Д. Воейкова, «языковая система обладает вторичными, альтернативными средствами маркирования <...> на которые носители языка могут ориентироваться в тех случаях, когда основные средства не обеспечивают однозначного механизма опознания форм», своеобразными «вспомогательными механизмами» [Воейкова, 2011, с. 148]. Обсуждаемое предпочтение при анализе синтаксически неоднозначных предложений, по-видимому, относится к таким средствам.

Наличие у синтаксического процесса нескольких этапов описано для ситуации порождения речи, в частности, Т. В. Ахутиной [Ахутина, 1989]: она выделяет смысловой, семантический и формально-лингвистический блоки процесса синтаксирования и отмечает, что построение формально-грамматической структуры идет при некотором запаздывании относительно создания семантической структуры. Можно предположить, что при восприятии речи эти блоки действуют в обратном порядке: на первом этапе идет морфологический анализ, распознаются грамматические характеристики и для согласуемой формы определяется контроллер согласования; на втором этапе происходит построение семантической структуры предложения и прочтение, соответствующее контекстному ожиданию, обрабатывается быстрее и почти безошибочно, а несоответствующее — с затруднениями и сбоями.

Неоднозначные конструкции обрабатываются в соответствии с предсказаниями последовательной модели синтаксического анализа. Согласно полученным данным, синтаксическая обработка неоднозначной конструкции идет так же, как идет обработка одного из прочтений со снятой неоднозначностью. Причем анализ однозначной конструкции, поддерживающей непродолжительное прочтение, требует привлечения дополнительных ресурсов (например, повторного перечитывания фразы). При этом нельзя

говорить о постоянстве предпочтений, так как от более ранних (низкоуровневых) к более поздним (высокоуровневым) этапам анализа предпочтение меняется.

2.7. КТО ЕСТЬ КТО, ИЛИ РАЗРЕШЕНИЕ РЕФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ

В предыдущей главе нами были рассмотрены примеры того, как человек справляется с языковой неоднозначностью, осуществляя выбор релевантного значения среди нескольких альтернатив, что позволяет описать ключевые механизмы ментальной грамматики носителя языка. Данный параграф посвящен еще одному виду языковой неоднозначности — референциальной.

Референция как соотнесение языковых выражений с объектами или явлениями действительности (в широком смысле) и как соотнесение одних языковых выражений с другими (в узком смысле) является одним из ключевых свойств любого естественного языка [Kibrik, 2011]. В процессе развертывания дискурса одни и те же объекты и явления могут быть упомянуты многократно с использованием разных языковых выражений (существительных, местоимений), и тогда слушателю или читателю необходимо соотнести одно выражение с другим, упомянутым ранее, то есть установить референциальные отношения между ними.

Успешность установления референциальных отношений между единицами языка (например, между местоимениями и именными группами) обеспечивает успешность коммуникации в целом. Если языковое выражение (например, местоимение), может быть отнесено сразу к нескольким ранее упомянутым, возникает референциальная неоднозначность.

Рассмотрим пример. *Профессор Мориарти напал на Шерлока Холмса на краю Рейхенбахского водопада. В конечном итоге, он оступился и сорвался в пропасть.*

Здесь местоимение «он» может относиться как к Мориарти, так и к Холмсу. В большинстве случаев эта неоднозначность снимается благодаря семантике или более широкому контексту (в том числе и внеязыковому). Однако нередки ситуации, когда адресат сообщения ошибочно относит местоимение не к тому референту, который имел в виду говорящий, что приводит к коммуникативной неудаче.

Экспериментальные исследования выявили целый ряд факторов, влияющих на интерпретацию местоимений в неоднозначных контекстах (обзор см. в [Garnham, 2001]). При этом большинство лингвистов особо

выделяют фактор грамматической роли референта. Было обнаружено, что носители языка относят местоимения чаще к референтам, занимающим в предложении позицию подлежащего, чем к референтам, занимающим любую другую синтаксическую позицию [Frederiksen, 1981; Crawley et al., 1990]. Даже в многофакторных моделях, таких, например, как теория центрирования (*Centering Theory*) [Grosz et al., 1995; Poesio et al., 2004] или вероятностная модель Э. Келера [Kehler et al., 2008; Rohde, Kehler, 2014], референты в позиции подлежащего получают наиболее высокие коэффициенты, что делает их более желанными кандидатами на роль антецедента¹⁰ местоимения (так и в примере, который приведен выше, читатель скорее отнесет местоимение «он» к «Мориарти», и не только потому, что хочется надеяться, что в этом жестоком противостоянии выжил великий детектив, но и потому, что «Мориарти» занимает позицию подлежащего в первом предложении).

Существует, однако, и альтернативный подход, который предполагает, что выбор антецедента местоимения осуществляется не на основании чисто лингвистических структурных факторов, но на основании общих принципов организации когнитивной системы человека. В основе этого подхода лежит модель построения ментальных структур [Gernsbacher, 1985; Gernsbacher et al., 1989]. Основная цель понимания заключается в построении связной ментальной репрезентации (или структуры) воспринимаемой информации. Для этого адресату сообщения необходимо сначала заложить своего рода фундамент, базовую информацию, на основе чего затем будет выстраиваться вся структура. При этом единая ментальная структура выстраивается до тех пор, пока вся поступающая информация связана с предыдущей. Таким образом, предполагается, что анафорическое местоимение будет скорее отнесено к референту, упомянутому первым и являющемуся основанием выстраиваемой ментальной репрезентации. Данный эффект называется приоритетом первого упоминания.

Модель построения ментальных структур была подтверждена экспериментально [Gernsbacher, Hargreaves, 1988], однако ни в одном из экспериментов не изучалась местоименная референция, и в состав стимулов входили только имена собственные. Кроме того, большинство экспериментов проводилось на материале английского языка, в котором, как правило, первым упоминается референт в роли грамматического подлежащего. Из-за фиксированного порядка слов в английском языке практически невозможно разграничить влияние факторов грамматической роли и порядка упоминания

¹⁰ Антецедент — выражение, к которому отсылает местоимение.

нения. Чтобы изучить независимое влияние фактора первого упоминания и приоритета подлежащего, необходимо обратиться к языкам, имеющим богатую морфологию (то есть падежное маркирование синтаксических ролей) и свободный порядок слов, в которых подлежащее может находиться как в начале, так и в конце предложения.

Первое такое исследование было проведено на материале финского языка [Järvikivi et al., 2005]. В качестве стимульного материала были использованы короткие отрывки дискурса, состоящие из двух предложений: в первом упоминались два одушевленных референта (1), а второе содержало личное местоимение, которое могло относиться к любому из них (2). При этом порядок слов в первом предложении варьировался с прямого (1a) на обратный (1b), благодаря чему первым упомянутым референтом могло быть как подлежащее, так и дополнение.

(1a) *Tony Blair kätteli George Bushia valkoisessa talossa.*

Тони Блэр пожал руку Джорджу Бушу в Белом доме.

(1b) *George Bushia kätteli Tony Blair valkoisessa talossa.*

Джорджу Бушу пожал руку Тони Блэр в Белом доме.

(2) *Hän halusi keskustella Irakin tilanteesta.*

Он хотел обсудить ситуацию в Ираке.

Исследование проводилось с помощью метода регистрации движений глаз: испытуемые слушали мини-истории и должны были глазами следить за изображениями персонажей, предъявленными на экране компьютера. При обработке результатов анализировались два параметра: место первой фиксации взора после услышанного местоимения и общее количество фиксаций на каждом из двух изображений. Было обнаружено, что испытуемые, услышав местоимение, чаще фиксируют взгляд на изображении персонажа, упомянутого первым (на Тони Блэре в предложении (1a), и на Джордже Буше в предложении (1b), но при этом количество первых фиксаций на референте в роли подлежащего больше, чем на референте в роле дополнения (то есть в обоих предложениях (1) первых фиксаций больше на изображении Тони Блэра). Какой-либо взаимосвязи двух факторов выявлено не было. Из полученных результатов исследователи делают вывод, что и порядок упоминания, и синтаксическая роль референта имеют большое значение при установлении анафорических отношений. Однако необходимо учитывать, что испытуемых не просили ответить на вопрос, требующий интерпрета-

ции местоимения, перед ними стояла лишь общая задача — понять предложение. Между тем недавние исследования показали, что инструкция во многом влияет на обработку неоднозначных предложений [Swets et al., 2008].

Таким образом, хотя говорить об интерпретации местоимений лишь по анализу движений глаз крайне затруднительно, все же полученные на материале финского языка данные демонстрируют, каким образом происходит процесс обработки местоимения и его интеграция в контекст. В результате анализа общего количества фиксаций на каждом изображении было обнаружено, что в промежутке 480–690 мс после предъявления местоимения в звучащем фрагменте взгляд больше фиксируется на изображении референта в роли подлежащего, в то время как в интервале 690–900 мс больше фиксаций на первом упомянутом референте. Эти данные свидетельствуют о последовательности обработки поступающей вербальной информации: сначала происходит интеграция элемента (в данном случае местоимения) в синтаксическую структуру, а затем — в более широкий дискурсивный контекст.

Другое исследование влияния синтаксической роли референта на интерпретацию местоимений было проведено Е. Деликишкиной и О. Федоровой на материале русского языка [Деликишкина, Федорова, 2012; Федорова, 2014]. Испытуемым предлагалось прочитать небольшой фрагмент дискурса, содержащий упоминание о двух одушевленных референтах и личное местоимение третьего лица единственного числа (1а), (1б), и ответить на вопрос, напрямую связанный с интерпретацией местоимения (2). Подобно эксперименту на материале финского языка в стимулах варьировались грамматические роли референтов, с той лишь разницей, что порядок упоминания референтов оставался неизменным.

(1а) *Моя младшая сестра очень полюбила свою новую учительницу. Она всегда приходила в класс за десять минут до звонка.*

(1б) *Моей младшей сестре очень понравилась ее новая учительница. Она всегда приходила в класс за десять минут до звонка.*

(2) *Кто приходил в класс за десять минут до звонка?*

Анализ ответов испытуемых выявил небольшое предпочтение грамматического подлежащего в качестве антецедента местоимения — 58 % vs 42 %, — из чего был сделан вывод, что синтаксическая роль референта является важным фактором при определении антецедента местоимения. И все же очевидно, что при таком незначительном перевесе в пользу референта-под-

лежащего, принцип приоритета подлежащего не может быть единственным фактором, влияющим на интерпретацию местоимения. Кроме того, в работе не указано, каким именно образом изменение условия (варьирование порядка слов: *SVO* — прямой порядок слов, *OVS* — обратный порядок слов) влияет на реализацию принципа приоритета подлежащего. К тому же, поскольку изучались только ответы испытуемых, никаких выводов о процессе обработки предложений с референциальной неоднозначностью сделать на основании полученных данных невозможно.

* * *

Целями нашего исследования¹¹ стали вопросы определения роли синтаксической позиции референта при установлении анафорических отношений и выявления того, каким образом происходит обработка предложений с референциальной неоднозначностью по сравнению с однозначными предложениями.

Эксперимент был направлен на решение следующих задач: выявление особенностей процесса обработки референциально неоднозначных предложений при чтении; выявление факторов, влияющих на интерпретацию неоднозначных местоимений.

Участники. В эксперименте приняли участие 36 взрослых носителей русского языка в возрасте 20–30 лет, с высшим или неоконченным высшим образованием.

Материал исследования, процедура проведения эксперимента. В качестве стимульного материала были использованы короткие отрывки дискурса, состоящие из двух предложений, в первом из которых были упомянуты два референта, а второе содержало личное местоимение третьего лица единственного числа (он, она). Каждый стимул выступал в трех условиях: (1а) — однозначное с прямым порядком слов (подлежащее — глагол — дополнение — *SVO*); (1б) — неоднозначное с обратным порядком слов (дополнение — глагол — подлежащее — *OVS*); (1в) — однозначное с прямым порядком слов. Неоднозначность создавалась благодаря семантической сбалансированности стимулов и совпадению грамматического рода референтов. Так, и в (1а) и в (1б) местоимение «он» может относиться как к существительному «писатель», так и к существительному «сын». В контрольном условии (1в) референты имеют разный грамматический род, следовательно, местоимение допускает только одну интерпретацию — «писатель».

¹¹ Подробнее см. в [Прокопья, 2016].

- (1a) *Известный писатель все чаще радовался за единственного сына. Наконец он почувствовал уверенность в завтрашнем дне.*
- (1б) *Известного писателя все чаще радовал единственный сын. Наконец он почувствовал уверенность в завтрашнем дне.*
- (1в) *Известный писатель все чаще радовался за единственную дочь. Наконец он почувствовал уверенность в завтрашнем дне.*

Мы варьировали синтаксическую роль референта при сохранении порядка упоминания в (1a) и (1б), что позволяет разделить два фактора, потенциально влияющих на интерпретацию местоимения, — предпочтение подлежащего и фактор первого упоминания.

Всего было составлено 18 отрывков, каждый в трех вариантах (см. Приложение б к настоящему изданию), на основании которых были составлены три экспериментальных листа, содержащих равное количество стимулов в каждом условии, причем в рамках одного листа стимул встречался только в одном условии. Для того чтобы скрыть истинную цель эксперимента и исключить эффект прайминга, в каждый экспериментальный лист было добавлено по 56 филлеров — аналогичных по длине отрывков дискурса, состоящих из двух предложений, но не содержащих ни конкурирующих референтов, ни личных местоимений. Таким образом, каждый экспериментальный лист состоял из 74 отрывков.

После прохождения процедуры настройки аппаратуры испытуемому предлагалось читать про себя появляющиеся на экране предложения. Стимулы предъявлялись по одному, переход от стимула к стимулу осуществлялся путем нажатия испытуемым кнопки на пульте. После нажатия на кнопку текст исчезал, а на экране появлялось задание на понимание прочитанного, в рамках которого нужно было устно закончить предложение. Так, после стимула (1a) на экране появлялось задание (2). Все ответы испытуемых фиксировались экспериментатором в протоколе.

- (2) *Уверенность в завтрашнем дне почувствовал...*

Филлеры также сопровождалась заданиями на понимание, по ответам на которые определялся уровень внимательности испытуемых при прохождении эксперимента. В случае более 10% ошибочных ответов на задания-филлеры данные испытуемого исключались из общего анализа. Время прохождения эксперимента составляло в среднем 20–30 минут.

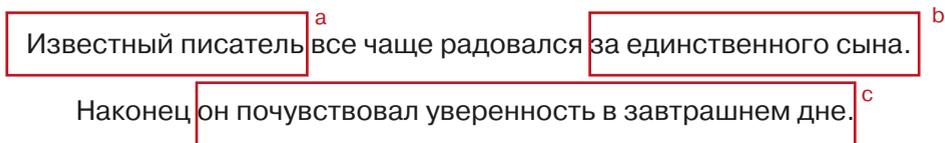


Рис. 2.8. Области интересов для последующего анализа движений глаз

Статистический анализ результатов производился с помощью программного пакета *IBM SPSS Statistics*. В качестве метода был использован дисперсионный анализ (*ANOVA*).

Обсуждение результатов. В качестве материала для анализа движений глаз были выбраны следующие области интересов в отрывках-стимулах (рис. 2.8): (а) именная группа, называющая первый упомянутый референт, (b) именная группа, называющая второй упомянутый референт, (с) фрагмент, содержащий местоимение.

Первой задачей эксперимента было сравнение процесса обработки предложения с личным местоимением (фрагмент (с) на рис. 2.8) в неоднозначном (1а) и однозначном (1b) контекстах. Результаты представлены в табл. 2.2.

При первом прочтении фрагмента, содержащего местоимение, разницы между условиями обнаружено не было ($F < 1$), то есть первый этап обработки, в рамках которого осуществляется лексико-семантический, морфологический, а также первичный синтаксический анализ, протекает одинаково, независимо от наличия или отсутствия неоднозначности. Тем не менее время повторного прочтения того же фрагмента в однозначном контексте значимо больше, чем в неоднозначном контексте ($F(1,34) = 6,260, p = 0,017$).

Как было неоднократно показано (см., напр., [Clifton et al., 2007]), интеграция предложения в дискурсивный контекст происходит на более поздних этапах обработки. В условиях естественного чтения этот процесс далеко не всегда сопровождается повторным прочтением предложения.

Однако нужно принимать во внимание экспериментальные условия и поставленную задачу (подробнее о влиянии задания на процесс чтения см. в [Swets et al., 2008]). В нашем эксперименте испытуемые должны были читать предъявленные отрывки текста и после каждого отвечать на вопросы по содержанию. Ответственно относясь к заданию, они не переходили к вопросу, пока не были уверены в том, что поняли смысл предложения, то есть пока полная обработка на всех уровнях языка не была завершена.

Таблица 2.2. Среднее время (мс) первого и второго прочтения предложения, содержащего местоимение, в неоднозначном и однозначном контексте

Период интереса	Условие	
	Неоднозначность	Однозначность
Время первого прочтения	1212	1209
Время второго прочтения	550*	704*

* величины, значительно отличающиеся друг от друга.

Это и послужило причиной большого количества возвратов и повторных прочтений.

Благодаря возможностям методики регистрации движений глаз было выявлено, что именно при повторном прочтении обнаруживается разница во времени обработки фрагмента с местоимением в неоднозначном и однозначном контекстах, причем неоднозначные фрагменты обрабатываются быстрее однозначных (см. табл. 2.2). Подобный эффект обнаружен в целом ряде экспериментальных исследований [Traxler et al., 1998; Van Gompel et al., 2001, 2005]. Возникает он вследствие того, что еще на первом этапе обработки, то есть в процессе первого прочтения, у читателя возникает предположение о каком из референтов будет продолжение. В случае однозначных предложений (когда местоимение может быть отнесено только к одному из референтов) ожидания читателя не всегда совпадают с реальным положением дел, и тогда приходится заново анализировать прочитанный текст. В случаях референциальной неоднозначности любое ожидание читателя будет оправданно, так как местоимение может быть отнесено к любому из референтов, а значит повторный анализ не требуется. В результате поздние этапы обработки, на которых происходит интеграция в контекст, занимают меньше времени при чтении неоднозначных предложений по сравнению с однозначными.

Для выявления факторов, влияющих на интерпретацию местоимения в неоднозначном контексте, мы предъявляли стимулы в двух условиях (1а) и (1б), варьируя синтаксические роли референтов при сохранении порядка их упоминания. Прежде чем обратиться к ответам испытуемых, проанализируем характеристики движений глаз. Как уже было сказано выше, наличие вопросов на понимание после каждого стимула способствовало большому количеству возвратов и повторных прочтений. Считается, что если перед читателем не стоит задача запоминания текста, возвраты возникают

Таблица 2.3. Среднее количество возвратов к референту в зависимости от его синтаксической позиции и порядка упоминания

Порядок упоминания референтов	Синтаксическая позиция референта		Итого
	Подлежащее	Дополнение	
Первый упомянутый референт	2,3311	2,2374	2,2842*
Второй упомянутый референт	0,7704	0,6142	0,6923*
Итого	1,5507	1,4258	

* величины, значимо отличающиеся друг от друга.

Таблица 2.4. Среднее количество прочтений областей интересов, содержащих упоминания о референте, в зависимости от синтаксической роли референта и порядка его упоминания

Порядок упоминания референтов	Синтаксическая позиция референта		Итого
	Подлежащее	Дополнение	
Первый упомянутый референт	2,2236	2,3711	2,2962*
Второй упомянутый референт	1,8852	1,7912	1,8389*
Итого	2,0544	2,0811	

* величины, значимо отличающиеся друг от друга.

в случаях, когда есть затруднения в обработке того или иного фрагмента, связанные с его интеграцией в общий контекст [Staub, Rayner, 2007]. Именно поэтому информация о том, в какой момент происходит возврат к предыдущему тексту и в какую именно область текста он осуществляется, может пролить свет на механизмы обработки информации при интерпретации неоднозначных местоимений.

Анализ двух неоднозначных условий (1а) и (1б) показал (табл. 2.3), что существенно большее количество возвратов осуществлялось к первому упомянутому референту по сравнению со вторым упомянутым референтом: 2,28 vs 0,69 ($F_1(1,34)=202,085, p<0,001$; $F_2(1,17)=46,494, p<0,001$). При этом влияния синтаксической позиции на количество возвратов обнаружено не было: в среднем к референтам в позиции подлежащего и к референтам в позиции дополнения испытываемые возвращались одинаково часто ($F < 1$).

Существует несколько стратегий возвратов. Так, например, возможен возврат к началу фрагмента (фразы) для того, чтобы целиком его перечитать и повторно проанализировать. В то же время возврат может быть адрес-



Рис. 2.9. Карта распределения фиксаций при чтении отрывков, содержащих референциальную неоднозначность

ным, то есть именно к тому фрагменту, который вызвал затруднение, или к фрагменту, в котором содержится информация, помогающая это затруднение преодолеть. Чтобы проверить, с каким типом возвратов мы столкнулись в ходе эксперимента, было проанализировано общее количество прочтений каждой области интересов. Если большее количество возвратов осуществлялось к первому упомянутому референту с целью повторного прочтения всей фразы, то общее количество прочтений не должно различаться между первым и вторым упомянутыми референтами (во всяком случае, не должно различаться в пользу первого). В результате было обнаружено, что в целом первый референт, независимо от синтаксической роли, перечитывался чаще, чем второй ($F1(1,34)=29,876, p<0,001$; $F2(1,17)=12,120, p=0,003$), то есть повторного прочтения всей фразы целиком не происходило, а испытуемые перечитывали исключительно область первого референта (табл. 2.4).

Представленная на рис. 2.9 карта распределения фиксаций (усредненная по всем испытуемым) наглядно демонстрирует полученный эффект: взгляд значимо дольше фиксируется на области первого упомянутого референта по сравнению со вторым.

Таким образом, независимо от условия (от синтаксической роли референта) большее число возвратов и повторных прочтений приходится на первый упомянутый референт. На первый взгляд эти результаты свидетельствуют в пользу гипотезы приоритета первого упоминания [Gernsbacher, Hargreaves, 1988] и опровергают гипотезу приоритета подлежащего. Но в таком случае мы должны были бы наблюдать значительное предпочтение первого референта и в ответах испытуемых, чего выявлено не было.

В целом ответы испытуемых значимо отличались в зависимости от условия ($\chi^2=5,076$, $p=0,032$): в предложениях с прямым порядком слов (1a) испытуемые с равной долей вероятности относили местоимения как к первому упомянутому референту, выступающему в роли подлежащего, так и ко второму упомянутому референту в роли дополнения, в то время как в предложениях с обратным порядком слов (1б) выбор предпочтительно падал на упомянутый вторым референт, занимающий позицию подлежащего.

Иными словами, в условии с прямым порядком слов (SVO) ответы распределились между референтами практически в равном соотношении, в то время как в условии с обратным порядком слов (OVS) испытуемые значимо чаще предпочитали относить местоимение к упомянутому вторым референту в позиции подлежащего. Такое распределение ответов заставляет нас отвергнуть как гипотезу предпочтения первого упоминания, так и гипотезу приоритета подлежащего. По крайней мере, мы вынуждены признать, что синтаксическая позиция референта не является единственным и решающим фактором при определении antecedента местоимения, иначе предпочтение подлежащего наблюдалось бы в обоих условиях, а не только в OVS.

В 2008 году была предложена модель [Kehler et al., 2008], согласно которой интерпретация местоимений зависит от двух параметров: от ожидания адресата услышать или прочитать продолжение о том или ином референте и от вероятности употребления местоимения при упоминании об этом референте. Предполагается, что фактор синтаксической роли оказывает влияние только на второй параметр [Rohde, Kehler, 2014]. На ожидание того, о ком будет продолжено повествование, оказывают влияние факторы более высоких уровней, в частности информационная структура предложения, которую в самом общем виде можно представить как совокупность данной информации (тема или топик) и новой информации (рема или фокус). Эти два типа информации присущи всем высказываниям, однако отчетливо обнаруживаются только в заданном контексте с опорой на фразовое ударение, то есть в устной речи (обзор см. в [Слюсарь, 2012]).

Так как в нашем эксперименте стимулы предъявлялись письменно и вне контекста, при выделении темы и ремы мы исходили из следующих фактов: в языках, где есть ударение, главное фразовое ударение всегда падает на рему; русский язык — конечноударный, то есть главное ударение падает на последнее слово высказывания; при чтении про себя на предложение накладывается базовый просодический контур [Fodor, 2002]. Следовательно, информационная структура стимульных предложений будет выглядеть таким образом: в предложениях SVO подлежащее будет выступать в качестве темы,

а дополнение — в качестве ремы (или элемента ремы); в предложениях OVS дополнение будет темой, а подлежащее — ремой высказывания.

Наши предыдущие исследования [Черниговская, Прокопеня, 2015], выполненные по методике продолжения истории, позволяют предположить, что в русском языке вне контекста наиболее распространенной схемой развертывания дискурса является линейная тематическая прогрессия, при которой рема предыдущего высказывания становится темой следующего (обзор см.: [Касевич, 2006]).

Как уже было сказано выше, согласно вероятностной модели Э. Келера [Kehler et al., 2008; Rohde, Kehler, 2014], на интерпретацию местоимения будут влиять два параметра: вероятность (ожидание) продолжения о конкретном референте и вероятность употребления местоимения при упоминании этого референта. Обе вероятности рассчитываются для каждого из доступных референтов, и выигрывает тот, у которого окажется выше суммарный коэффициент. В условии с прямым порядком слов (SVO) ответы распределились 50/50, так как каждый из референтов имеет примерно одинаковый общий коэффициент: референт-дополнение в позиции ремы имеет высокий коэффициент ожидания при низкой вероятности прономинализации, в то время как референт-подлежащее в позиции темы имеет низкий коэффициент ожидания при высокой вероятности прономинализации. В условии с обратным порядком слов (OVS) предпочтение было отдано занимающему позицию ремы референту-подлежащему, поскольку именно этот референт обладает как более высоким коэффициентом ожидания (занимая позицию темы), так и более высоким коэффициентом прономинализации (выступая в роли грамматического подлежащего).

* * *

В результате анализа процесса обработки предложений с референциальной неоднозначностью был выявлен эффект преимущества неоднозначности, выраженный в меньшем времени, которое требуется на интеграцию данных предложений в контекст, по сравнению с аналогичными предложениями в однозначном условии. Кроме того, результаты эксперимента показали, что синтаксическая роль референта оказывает влияние на интерпретацию местоимения, однако действует не как самостоятельный фактор, но как элемент более сложного многофакторного анализа. Что касается роли порядка упоминания, то здесь мы наблюдаем сложную картину: с одной сто-

роны, анализ движений глаз демонстрирует значимо большее количество возвратов именно к первому упомянутому референту, с другой стороны, в ответах испытуемых не выявлено предпочтения первого упоминания. Это приводит нас к выводу о том, что, хотя фактор первого упоминания и не оказывает влияния на интерпретацию местоимений, он играет важную роль в процессе обработки предложения, являясь необходимой основой построения ментальной репрезентации. Повторное обращение к первому упомянутому элементу, то есть к фундаменту ментальной структуры, способствует общему пониманию всего высказывания.

При изучении обработки связного дискурса более «экологичным» материалом, чем сверхфразовые единства, являются связные тексты. Исследования методом регистрации движений глаз позволяют как эмпирически проверить ряд теоретических построений лингвистики текста, так и сформулировать практические рекомендации, касающиеся повышения читаемости текста, то есть его удобства для восприятия.

2.8. В ГЛАЗАХ СМОТРЯЩЕГО, ИЛИ ОБРАБОТКА СВЯЗНОГО ТЕКСТА: ЧИТАЕЛЬНОСТЬ И СФОРМИРОВАННОСТЬ НАВЫКА ЧТЕНИЯ¹²

Верхний лингвистический уровень — чтение и понимание текста — это комплексный процесс, который зависит не только от знания значений написанных слов, навыков анализа синтаксических и семантических структур, но и от предшествующего читательского опыта, от уровня владения темой текста, от работы логического мышления и когнитивных способностей читателя [Nation, 2001].

На этапе формирования и становления навыка чтения ребенку необходимо преодолеть несколько ступеней, прежде чем он полноценно овладеет этим навыком. На первых ступенях ребенок воспринимает информацию линейно: от буквы к букве, от слога к слогу. Второй этап линейного чтения возникает тогда, когда ребенок уже научился соединять слоги в слова и осознавать прочитанное. На этом этапе большую роль играет смысловая догадка. Ребенок, ориентируясь на предшествующий контекст и на свои знания о мире, пытается угадать (часто ошибочно) последующее слово или его часть. На последнем этапе возникает интерактивное чтение, во время которого смысловые догадки читателя уже перестают быть ошибочными (догадка контролируется целостным восприятием), а переход от слова к слову

¹² Подробнее см. в [Петрова, Кротова, 2015].

становится быстрым и выборочным (некоторые слова не читаются, а угадываются из контекста). Техническая сторона чтения теперь уже не вызывает трудности у читателя. Главная задача — осмысление и понимание прочитанного [Ахутина, 2003; Корнеев, Ахутина, Матвеева, 2017].

А. Н. Корнев предлагает шесть градаций способов чтения, которые могут быть у детей 1–6 классов: (1) преимущественно побуквенное чтение: более половины прочитанных слов явно или скрыто (сначала шепотом по буквам, потом вслух целым словом) читаются побуквенно; (2) переход от побуквенного к слоговому: больше половины слов читаются по слогам (без двойного чтения, сначала буквы — потом слог), короткие частотные слова могут прочитываться целиком; (3) преимущественно слоговое чтение: слогослияние автоматизировано, короткие частотные слова читаются целиком; (4) переход от слогового чтения к чтению целыми словами: больше половины двух- и трехсложных слов читаются слитно, более длинные, со стечением согласных или малознакомые слова — по слогам; (5) чтение целыми словами; (6) чтение группами слов, беглое.

Способ чтения показывает, какое число знаков ребенок опознает одномоментно (буква, слог, слово, сочетание слов). Данное количество знаков является его оперативной единицей чтения. Чем крупнее оперативная единица чтения, тем выше и совершеннее способ чтения, тем быстрее его темп [Корнев, Ишимова, 2010].

В последние годы активно изучаются модели и стратегии чтения, которыми пользуются читатели на разных этапах освоения навыка чтения [Ахутина, 2003; Безруких, Иванов, 2013; Корнев, 2017; Корнеев и др., 2017; Коршунов, 2011; Эльконин, 1991].

М. М. Безруких выделяет четыре уровня сформированности навыка чтения: (1) уровень элементарного чтения: безошибочная дифференцировка буквенных знаков, понимание смысла слов и смысла предложения; (2) уровень грамотного чтения вслух: понимание общего содержания текста, умение выделить главную мысль; (3) уровень грамотного чтения про себя; (4) уровень грамотного чтения: осмысление и анализ текста, рефлексия по поводу содержания и формы текста [Безруких, Иванов, 2013].

Из всех моделей чтения выделяются три, две из которых используются при линейном чтении, а одна — при двунаправленном [Nelson, 2010].

Первая модель — чтение снизу вверх (*bottom-up view*) подразумевает линейное чтение, которое начинается на нижнем уровне (уровне букв). На первом этапе такого чтения происходит декодирование букв, затем буквы складываются в слово, и только потом происходит понимание этого слова.

Чем более автоматизированным становится процесс декодирования, тем больше когнитивных ресурсов освобождается для понимания. Внимание читателя при использовании такой модели чтения может быть направлено на что-то одно: декодирование и понимание не могут происходить одновременно.

Вторая линейная модель чтения — чтение сверху вниз (*top-down view*). Акцент в такой модели делается на базовые знания читателя (например, его общие знания о мире) и на то, как они помогают читателю справиться с задачей чтения и понимания. Читатель не делает акцент на распознавании букв или слов, вместо этого он автоматически начинает искать смысл прочтенного. Процессы высшего порядка, такие как применение фоновых знаний, позволяющих читателю понять смысл прочитанных слов и фраз.

Третья модель — интерактивное чтение (*Interactive view*). В отличие от двух предыдущих моделей она является нелинейной и двунаправленной. Опытные читатели используют сенсорную, синтаксическую, семантическую и прагматическую информацию для чтения, и от взаимодействия всех этих источников зависит процесс понимания прочитанного. Процесс чтения становится одновременным и совместным применением всех источников знания. Модели снизу вверх и сверху вниз работают одновременно. Гипотезы читателя могут строиться на любом уровне: они могут начинаться как с распознавания знака или буквы, так и с лексического или синтаксического уровня. Эта модель коррелирует со степенью синтетического чтения, на которой используются уже целостные приемы чтения, и верхним уровнем грамотного чтения, выделяемого М. М. Безруких.

Методика регистрации движения глаз — это тот инструмент, который позволяет узнать, как читает человек, на каком этапе формирования навыка чтения он находится.

Понимание зависит не только от читателя, но и от характеристик самого текста. Интерес к *readability* — читабельности текста возник и развился еще в середине 1920-х годов. Джордж Клар определяет *readability* как легкость понимания или осознания, зависящую от стиля написания [Klare, 1963; DuBay, 2004].

Начиная с 30-х годов XX века предпринимаются попытки формализовать понятие читабельности и вывести алгоритм ее расчета. Сегодня существует более двухсот различных формул читабельности [Laane, 2012], которые сводятся к учету таких факторов, как средняя длина предложения, соотношение простых и сложных слов, количество местоимений, средняя длина предложения в слогах, количество предложений в абзаце и количество простых

предложений. На структуру текста также влияют логическая согласованность и плотность пропозиций¹³. Нарушение логической согласованности возникает в случае, когда сбивается лексическая последовательность, связность текста. Оценить степень связности можно с помощью коэффициента лексического разнообразия, то есть отношения количества разных лексем к общему количеству словоупотреблений, и коэффициента прономинализации — отношения местоимений к общему количеству знаменательных лексем. Что касается влияния количества пропозиций на скорость обработки текста [Kintsch, Keenan, 1973], то чем плотнее пропозиции в тексте — чем ближе друг к другу расположены идеи, тем большая нагрузка ложится на читателя; кратковременная память не может хранить большое количество идей, поэтому читателю приходится постоянно либо перечитывать предложение, либо искать связь между идеями в долгосрочной памяти и заниматься так называемым восстановительным поиском [Newbold et al., 2010].

* * *

Цель описываемого ниже эксперимента — сравнение влияния сложности и типа текста на чтение и понимание у детей, имеющих разную степень сформированности навыка чтения. В частности, было решено проверить гипотезу о том, что при совершенствовании навыка чтения увеличивается амплитуда саккад, уменьшается процент регрессивных саккад и количество всех саккад [Blythe, Joseph, 2011].

Материал исследования. Из учебников по предмету «Окружающий мир» для 3–4 классов средней школы были отобраны два текста, одинаковые по длине и формальным характеристикам: средняя длина предложений в словах, средняя длина слов в слогах, средняя длина предложений. Тексты различались по плотности пропозиций и лексической связности текста (отраженной в коэффициенте лексического разнообразия и коэффициенте прономинализации) (табл. 2.5).

Участники. В исследовании участвовали 22 ученика 3-го класса одной из средних школ Санкт-Петербурга¹⁴. Для каждого ребенка с помощью мето-

¹³ В. Б. Касевич определяет пропозицию как ситуацию, взятую в аспекте ее внутренней логической структуры, в языке она воплощается как семантическая конструкция, которая образована предикатом с заполненными валентностями [Касевич, 1988].

¹⁴ Все исследования проводились после ознакомления ребенка и его родителя или законного представителя с информированным согласием следующего содержания: «Подпи-

Таблица 2.5. Результаты анализа количественных показателей экспериментальных текстов

Показатели	Текст «Почва»	Текст «Минералы»
Количество слов в тексте	157	163
Индекс по формуле читабельности <i>Dale-Chale</i>	8,7	8,09
Суммарная оценка сложности текста по методике А. Н. Корнева	15	15
Количество разных лексем в тексте	81	96
Количество значимых слов	127	128
Коэффициент лексического разнообразия (индекс Хорвата)	0,63	0,75
Коэффициент прономинализации (количество местоимений к общему количеству знаменательных лексем)	0,185	0,104
Плотность пропозиций (среднее количество пропозиций на 100 слов)	0,52	0,64

дики А. Н. Корнева и О. А. Ишимовой [Корнев, Ишимова, 2010] и экспертной оценки учителей был определен его способ чтения и уровень понимания.

В результате анализа полученных данных дети были условно поделены на две группы: дети с высоким уровнем сформированности навыка чтения (13 человек) и дети с низким уровнем сформированности навыка чтения (9 человек).

Оборудование. Для проведения эксперимента использовался аппарат для регистрации движений глаз *SR Research Eyelink 1000 Plus*. Запись шла в монокулярном режиме, со свободным положением головы (частота регистрации 500 Гц).

Процедура. После прохождения процедуры калибровки детям предлагалось прочитать два текста (см. Приложение 7 к настоящему изданию) и ответить на вопросы по содержанию текста с вариантами ответов для контро-

сывая данную форму информированного согласия, я подтверждаю, что прочитал(а) и понял(а) цели, процедуру, методы и возможные неудобства участия в исследовании. У меня была возможность задать все интересующие меня вопросы. Я получил(а) удовлетворительные ответы и уточнения по всем вопросам, интересовавшим меня в связи с данным исследованием. Я даю свое согласие на участие моего несовершеннолетнего ребенка в исследовании». Участникам предоставлялась информация о том, что их участие является добровольным и может быть в любой момент прервано по их инициативе без каких-либо последствий для них.

ля понимания прочитанного. Каждый текст предъявлялся испытуемым на отдельном слайде. Шрифт текста *Georgia 18*, интервал 2,5. Во время чтения вопросов и ответов на них движения глаз не регистрировались.

Результаты. В ходе обработки результатов эксперимента учитывались следующие параметры прочтения каждого текста: средняя длительность фиксации, количество фиксаций, средняя амплитуда саккад, амплитуда текущей и последующей саккады, амплитуда текущей и последующей регрессии, процент регрессий. Кроме того, учитывались данные по количеству правильных ответов и по уровню (способу) чтения каждого ребенка.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием статистического пакета *SPSS 22.0*, осуществлена с помощью непараметрического критерия Манна — Уитни, позволяющего проводить попарное сравнение независимых выборок [Наследов, 2011].

Анализ результатов показал, что уровень сформированности навыка чтения влияет на среднюю длительность фиксации ($p=0,00$) и амплитуду саккад ($p=0,001$), а также на количество правильных ответов на вопросы по содержанию прочитанного текста ($p=0,02$). При хорошо сформированном навыке чтения амплитуда саккады выше; это обусловлено большим диапазоном восприятия парафовеальной информации.

При плохо сформированном навыке чтения нет возможности распознавать некоторые слова целиком, чтение часто переходит на слоговое, поэтому фиксации расположены близко друг к другу («слабые» читатели фиксируются несколько раз на одном слове, а также фиксируются на служебных частях речи, чего не происходит у опытных читателей).

При хорошо сформированном навыке чтения больше внимания уделяется содержанию прочитанного — соответственно, больше верных ответов на вопросы.

Это свидетельствует о взаимосвязи навыка чтения и уровня понимания текста. Чем меньше энергии и сил ребенок тратит на процесс чтения (распознавание букв, слогов, слов и их соединение), тем больше внимания он уделяет содержанию прочитанного. Когда навык чтения становится автоматизированным, читатель может сосредоточиться только на информации, извлекаемой из текста.

Статистически значимых различий в количестве саккад и проценте регрессивных саккад выявлено не было. Процент регрессий был примерно одинаковый у всех детей, так как в инструкции их просили читать текст внимательно, чтобы потом они могли ответить на вопросы. Для того чтобы

лучше усвоить информацию, все дети перечитывали какие-то фрагменты текста по несколько раз.

В группе испытуемых с хорошо сформированным навыком чтения сложность текста влияет на количество фиксаций ($p=0,033$) и количество правильных ответов на вопросы по содержанию прочитанного текста ($p=0,024$).

В группе испытуемых с плохо сформированным навыком чтения сложность текста не влияет ни на изменения окулоmotorных характеристик, ни на количество правильных ответов.

Обсуждение и выводы. В ходе проведенного исследования удалось продемонстрировать, как изменяются особенности движений глаз при чтении в зависимости от сформированности читательских навыков и как эти показатели коррелируют с пониманием текста. Экспериментально выявлено, что такие параметры текста, как лексическая связность и плотность пропозиций, определяют степень его сложности (или читабельности) и влияют на окулоmotorные характеристики его восприятия. Было выявлено, что разница между простыми и сложными текстами видна только у детей с хорошо сформированным читательским навыком; на более ранних этапах его развития чтение, судя по всему, является в принципе настолько сложной задачей, что различия между текстами разного уровня оказываются стертыми. Полученные при анализе результаты влияния сложности текста на количество верных ответов и изменения глазодвигательных характеристик согласуются с данными исследований в области детского чтения [Иванов и др., 2010; Корнев, 2015; 2017; Blythe, Joseph, 2011; Chace et. al., 2005].

Таким образом, результаты проведенного анализа позволяют заключить, что тип текста (в данном случае — его сложность) имеет значение только для читателей с высоким уровнем сформированности навыка чтения и понимания текста — для тех, кто умеет бегло читать целыми группами слов. Индивидуальные стратегии понимания текста существенно различаются в зависимости от уровня сформированности навыков чтения.

2.9. ТКАНЬ ПОВЕСТВОВАНИЯ И НИТЬ РАССУЖДЕНИЙ, ИЛИ ЧТЕНИЕ СВЯЗНОГО ТЕКСТА: ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИЛЯ И ПРЕОБЛАДАЮЩЕГО ТИПА ПРЕДИКАТА

В лингвистических исследованиях различных направлений одной из наиболее дискуссионных остается проблема классификации текстов, то есть проблема определения параметров, по которым тексты могут быть объединены в те или иные группы. Так, Г. Я. Солганик [Солганик, 1997] выделя-

ет два типа классификаций: тематические и лингвистические. Лингвистические классификации могут иметь в основе характер построения (от первого, второго или третьего лица), количество говорящих (монолог, диалог, полилог), функционально-смысловое назначение текста (описание, повествование, рассуждение), тип связи между предложениями (тексты с цепными связями, с параллельными, с присоединительными и т. д.). Что касается тематических классификаций, то в рамках стилистики традиционно выделяются типы текстов, называемые функциональными стилями [Филиппов, 2003]: научный, официально-деловой, публицистический, художественный.

Тип предиката в тексте¹⁵. Согласно теории повествования (нарратологии), делающей акцент на времени, отличительный феномен текста — это семантические характеристики, составляющие его временной характер [Шмид, 2003]. Выделяются три текстовых типа: повествовательный (определяется свойством перемены состояния конкретных объектов), описательный (определяется свойством неизменности состояния объектов) и текст-рассуждение (характеризуется логико-семантическими отношениями между абстрактными объектами).

Для каждого типа текста характерен определенный тип предиката. В соответствии с этим параметром в современной лингвистике (наряду с традиционным делением текстов на повествовательные и описательные) существует также деление текстов на динамические и статические. Основным критерием для такого деления является определение доминирующего для конкретного текста типа предикации.

Одной из важнейших категорий текста, организующих его структуру и смысловое содержание, является категория события, которая описывает разного рода действия субъекта и объекта, протекающие в пространстве и времени.

Способом оформления категории событий является предикат, выраженный личным или безличным глаголом, простым, именным или глагольным составным сказуемым, кроме того, — причастием и деепричастием, которые в составе оборота также вводят предикативность. В тексте, в сложном синтаксическом целом предикаты составляют цепочку последовательно или одновременно совершающихся событий, которые представляют собой коннекторный ряд (термин А.Ф.Папиной [Папина, 2002]). Предикаторы в коннекторном ряду могут сопровождаться интенсификаторами-наречиями (или наречной группой), которые оценивают, измеряют, распределяют

¹⁵ Подробнее см. [Petrova, Dobrego, 2016].

действие на шкале времени (это слова типа *сначала, потом, снова, долго, всю ночь, слегка* и т. д.). Категория события вводится автором в реальный или вымышленный, возможный или виртуальный мир, что позволяет ему создавать в тексте несколько разновидностей времени и пространства.

Событийные предикаты отвечают за динамику действия, фиксирование определенных фаз, установление временных границ, указание на некратность события, результат действия и оформляются личными и безличными глаголами прошедшего совершенного, простого будущего, настоящего исторического времен, а также глагольными и именными составными формами сказуемого, причастия и деепричастия (одиночные или в составе оборота). Семантико-грамматические возможности событийных предикатов продуктивно используются в художественном тексте для изображения связанной цепи последовательных или одновременных актов. Такая цепочка (коннекторный ряд) описывает единую событийную динамическую ситуацию прошлого или будущего.

Процессные же предикаты отвечают за статику или длящуюся динамику, описание нескольких фаз действия, состояния или его непрерывной протяженности в течение длительного времени [Папина, 2002].

Процессуальность действия связана с его протяженностью во времени. А. В. Бондарко так описывает эту характеристику: «Для содержания процессности характерно <...> представление действия (уже начатого, но еще не законченного) в динамике его протекания во времени — от прошлого к будущему» [Бондарко, 1983, с. 118].

Способом оформления процессности предикатов являются личные и безличные глаголы настоящего, прошедшего, будущего сложного времени несовершенного вида, глагольные и именные составные сказуемые (с пропуском связки или со связкой прошедшего несовершенного: *был, была, было*); причастия и деепричастия (одиночные или в составе оборота).

* * *

Классификация текстов на статические и динамические является очень важной для лингвистического анализа текстов, поэтому экспериментальное сравнение этих двух типов с использованием прибора для регистрации движений глаз представляет особый интерес.

Материал исследования. Были отобраны шесть текстов (три динамических и три статических) из романа Харуки Мураками «Норвежский лес» (в переводе Анатолия Ляна) (см. Приложение 8 к настоящему изданию). Тип

текста определялся согласно преобладающему типу предикатов в выбранном тексте. Сами предикаты были отнесены к зонам интереса, глазодвигательные параметры при их прочтении анализировались отдельно.

Все тексты были подобраны таким образом, чтобы они соответствовали определенным параметрам, определяющим его читабельность: количество слов в тексте (70–76), количество знаков в тексте (9377–390 знаков без пробелов), средняя длина предложения (12–18 слов) [Laane, 2012]. Проверка читабельности текстов выполнялась с помощью ресурса *readability.io*.

Для определения истинного набора ключевых слов к каждому из шести экспериментальных текстов был проведен предварительный эксперимент. В нем участвовали 27 взрослых носителей русского языка, в возрасте от 18 до 45 лет. Испытуемым предлагалось прочитать тексты и подчеркнуть в них слова, которые, по их мнению, являются ключевыми в каждом тексте. Слова, выделенные 33 % испытуемых, были отнесены к истинному набору ключевых слов [Мурзин, Штерн, 1991].

Участники. В эксперименте приняли участи 32 человека, все носители русского языка, в возрасте 18–25 лет, с нормальным или скорректированным зрением.

Оборудование. Для проведения эксперимента использовался аппарат для регистрации движений глаз *SR Research Eyelink 1000 Plus*. Запись шла в монокулярном режиме, со свободным положением головы (частота регистрации 500 Гц).

Процедура. После процедуры калибровки и валидации испытуемому предъявлялась инструкция: прочитать текст и пересказать его. Шесть стимульных текстов предъявлялись в случайном порядке (шрифт *Courier New*, кегль 18, выравнивание по ширине). Время на чтение текста не ограничивалось. После прочтения каждого текста испытуемый нажимал на кнопку джойстика, и появлялась надпись: «Пожалуйста, перескажите текст». Во время пересказа текста движения глаз не регистрировались, пересказ записывался на диктофон. После пересказа испытуемый нажимал на кнопку джойстика, и появлялся следующий текст. Длительность эксперимента для каждого испытуемого составляла не более 15 минут.

Анализ результатов. Для проверки гипотезы о различиях в механизмах обработки статического и динамического текстов учитывались следующие глазодвигательные параметры: общее количество фиксаций, общее время прочтения текста, общее время прочтения текста зон интереса (предикатов), время первого прочтения зон интереса (предикатов), общее количество фиксаций на зонах интереса (предикатах).

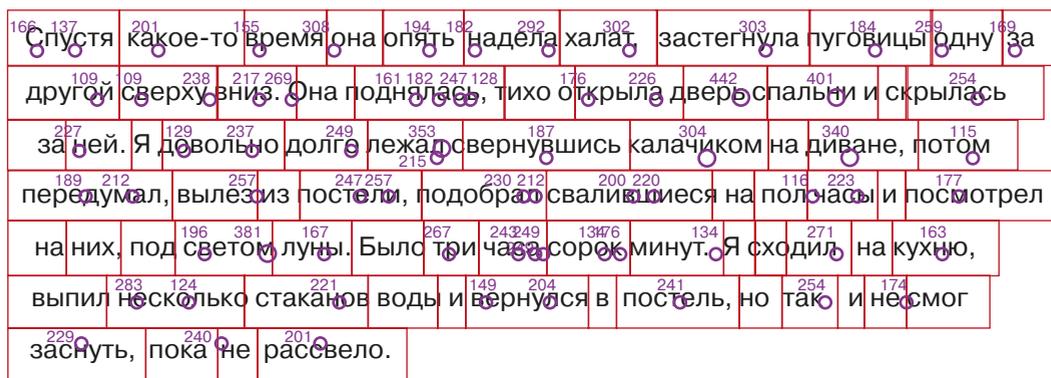


Рис. 2.10. Пример карты распределения фиксаций для динамического текста

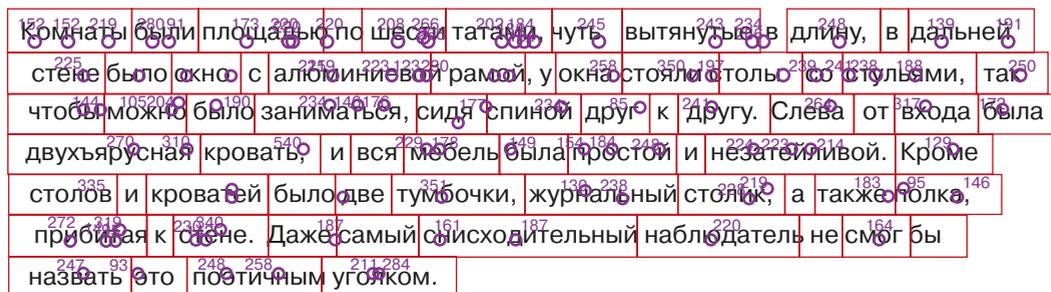


Рис. 2.11. Пример карты распределения фиксаций для статического текста

Примеры карт распределения фиксаций представлены на рис. 2.10 (динамический текст) и 2.11 (статический текст).

Результаты эксперимента представлены в табл. 2.6.

Согласно расчетам с использованием t -критерия Стьюдента обнаружилась статистически значимая разница между прочтением статических и динамических текстов по следующим параметрам: общее время чтения зон интереса — в текстах с преобладающим количеством процессных предикатов время задержки взгляда на этих предикатах было больше, чем в динамических текстах ($F=56,3, p<0,001$), а также общее количество фиксаций в одной зоне интереса в статическом тексте больше, чем в динамическом ($F=72,7, p<0,001$).

Время первого прочтения каждой зоны интереса статического текста также значимо больше, чем динамического ($F=82,9, p<0,001$). Это важный

Таблица 2.6. Средние значения параметров окуломоторной активности

Показатели	Динамические тексты	Статические тексты
Среднее количество фиксаций	122,17	138,44
Общее время прочтения текста (секунды)	27,99	58,19
Среднее время прочтения текста в зоне интереса (мс)	375	453
Среднее время первого прочтения текста в зоне интереса (мс)	249	274
Общее количество фиксаций в зоне интереса	4,21	4,7

фактор, так как именно первое прочтение можно считать «естественным» чтением отрывка (многократные повторные перечитывания связаны с стоящей перед испытуемым задачей впоследствии пересказать текст).

Таким образом, гипотеза о том, что характеристики движений глаз при чтении статических и динамических текстов будут различаться, подтверждается. Статические тексты сложнее в обработке, о чем свидетельствует анализ пересказов: качество последующего воспроизведения отличается по таким параметрам, как длина и связность (пересказ динамического текста более подробный, в нем выше коэффициент прономинализации и большее количество сложных предложений).

Кроме того, представлял интерес вопрос о том, отражается ли статус ключевого слова на характере его обработки. Статистический анализ с использованием t -критерия Стьюдента показал, что среднее количество фиксаций на ключевых словах в обоих типах текстов больше, чем на неключевых словах ($F=74,4, p<0,001$).

Таким образом, можно говорить об экспериментальной валидации поведенческой методики описания текста: взгляд читающего большее число раз фиксируется на выделенных по методике А. С. Штерн ключевых словах.

* * *

Функциональный стиль¹⁶. В основе классификации текстов в соответствии с функциональным стилем лежат экстралингвистические факторы: сфера применения языка, обусловленная ею тематика и цели общения

¹⁶ Подробнее см. в [Petrova, 2016; Петрова, Мусихина, 2015].

[Плещенко и др., 2001]. Типология текстов В. Г. Адмони [Адмони, 1994] также основывается на функциональном назначении текста: сакральный текст, утилитарный текст (научный, производственный, административно-правовой, публицистический, рекламный), художественный текст, а также тексты в средствах звуковой массовой информации. Основные функции текста, сформулированные немецким лингвистом К. Бринкером (цит. по: [Филиппов, 2003]), сводятся к следующим: информативная (текст информирует, сообщает, уведомляет), апеллятивная (текст побуждает, приказывает, рекомендует, советует), контактная (выражение отношения к предметам, людям и ситуациям), функция возложения обязанностей, декларативная (создание новой реальности). Принадлежность к тому или иному стилю определяется функцией текста: информативную функцию выполняют тексты научного и публицистического стиля, апеллятивная функция характерна для публицистических текстов, тексты официально-делового стиля выполняют функцию возложения обязанностей, а разговорно-обиходного стиля — информативную и контактную функции.

В. Х. Дюбэй [DuBay, 2004] отмечает, что ход процесса чтения зависит от двух факторов: навыков читающего (что было подтверждено и нашими исследованиями, см. параграф 2.8), читабельности текста (которая, в свою очередь, зависит от того, какие мысли представлены в тексте и каково их количество), от лексики и стиля изложения. Среди индикаторов читабельности — такие показатели, как средняя длина предложений (в словах), процент простых слов, количество различных сложных слов, количество местоимений (первого, второго и третьего лица), минимальная длина предложения (в слогах), максимальная длина предложения (в слогах), средняя длина предложения (в слогах), процент односложных и многосложных слов.

* * *

Сопоставляя оculoмоторные характеристики обработки текстов различной степени сложности, С. Рэйнер [Rayner, 1998] отмечает, что чтение более сложного текста характеризуется большей длительностью фиксации и меньшей длиной саккад, а также количеством регрессий (в среднем 10–15% саккад имеют регрессивный характер).

Задачей нашего исследования мы определили описание глагодвигательных паттернов, характерных для обработки текстов разных функциональных стилей.

Материал исследования. Для экспериментального исследования были выбраны три функциональных стиля: научный, публицистический и обиходно-разговорный (см. Приложение 9 к настоящему изданию). Каждый из них был представлен тремя текстами на темы, связанные с ежедневной жизнью человека (гроза, отношения детей и родителей, автомобили); тексты являлись отрывками из энциклопедического и научно-технического словаря, учебного пособия, статей в онлайн-изданиях и сообщений на тематических форумах. Выбор темы был обусловлен наличием текстов данной тематики во всех рассматриваемых функциональных стилях. Тексты были выравнены по длине (около 1000 символов) и количеству слов (около 150 слов).

Стилевая принадлежность текстов была проверена экспертами. Семи респондентам, которыми являлись преподаватели русского языка и литературы (в связи с различной тематикой текстов учтен гендерный критерий среди экспертов — четыре женщины и трое мужчин), была предложена анкета со всеми отобранными текстами и инструкцией, в соответствии с ней эксперты должны были определить функциональный стиль (научный / публицистический / обиходно-разговорный), к которому принадлежит тот или иной текст. Согласие экспертных оценок в определении стилей текстов было очень высоким. Лишь один из девяти текстов, представленный в научном стиле, вызвал затруднения (двое из семи экспертов отнесли его не к научному, а публицистическому стилю речи).

Для дальнейшего анализа текстов был использован интернет-проект «Оценка читабельности текста»¹⁷, позволивший вычислить ряд индексов читабельности, согласно которым научные тексты по каждой из тематик существенно отличаются от публицистических и обиходно-разговорных: содержат большее число сложных слов, требующих большего количества времени для обработки, и меньшее число предложений при равном количестве слов, что говорит о сложности синтаксиса.

Участники. В эксперименте приняли участие 30 человек (5 мужчин и 25 женщин), носители русского языка, в возрасте от 17 до 30 лет, с нормальным или скорректированным зрением. Все испытуемые имели высшее или неоконченное высшее образование.

Оборудование. Для проведения эксперимента использовался аппарат для регистрации движений глаз *SR Research Eyelink 1000 Plus*.

Процедура. После прохождения процедуры калибровки испытуемый получал инструкцию: внимательно прочесть текст и в дальнейшем переска-

¹⁷ URL: <http://ru.readability.io> (дата обращения: 16.10.2018).

зять его. Участники эксперимента не были ограничены во времени чтения. После прочтения текста им предлагалось пересказать его, а также ответить на вопросы по содержанию прочитанного. Среднее время участия в эксперименте составило 20 минут.

Анализ результатов. Анализировались такие глазодвигательные показатели обработки текста, как средняя длительность фиксаций, средняя длина саккад, количество фиксаций, количество саккад, общее время прочтения текста и количество регрессий. Все тексты были сопоставлены между собой с помощью *U*-критерия Манна — Уитни: общее время прочтения, количество саккад и фиксаций, а также процент регрессий выше в текстах научного стиля, чем в текстах разговорного и публицистического стилей ($p < 0,05$). Разницы в длине саккад и длительности фиксаций обнаружено не было. Глазодвигательные параметры обработки публицистического и обиходно-разговорного стиля значимо не отличаются.

Обсуждение. Регистрация окуломоторного поведения читающего позволила проанализировать индивидуальные паттерны когнитивной обработки текста и выявить различия между процессами чтения текстов разных типов. Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о том, что тип текста влияет на индивидуальные паттерны глазодвигательного поведения при чтении текста. Анализ результатов выявил различия при чтении текстов разных функциональных стилей, статического и динамического текстов.

Представленные результаты могут использоваться в отборе текстов для изучения русского языка в школах и в университетах, а также в составлении текстов для учебников русского языка как иностранного. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости формировать разнообразные стратегии чтения разных типов текста при решении разных когнитивных задач как в период школьного обучения, так и при обучении чтению на неродном языке.

Среди перспектив дальнейших исследований можно выделить целый ряд аспектов: как иностранцы на разных уровнях владения русским языком будут читать те же тексты, сохранятся ли те же тенденции, или они будут отличны; как инструкция влияет на способ прочтения и восприятия текста; насколько сильно различие в прочтении текста без предтекстовой работы и с предтекстовой; существует ли национальная обусловленность определенных стратегий чтения текстов разных типов.

* * *

Письменный текст — это один из вариантов коммуникативной ситуации, сигнал, в котором с помощью языка закодирована информация, — материальное «тело» в акте коммуникации, которое связывает поведение пишущего и читающего в этом акте [Сахарный, 1989].

К. А. Долинин предлагает рассматривать сообщение (в том числе письменное) как зависимость от ряда экстралингвистических факторов: $C=f(A_n, A_m, H, PC, DC, KСв, ВМО)$, где C — сообщение; f — знак функции; A_n — адресант, рассматриваемый как носитель некоего статуса (социального, возрастного, полового и т. п.), конвенциональной роли, определенной картины мира, постоянных личностных свойств, а также сиюминутного психического состояния, включающего субъективное отношение к референтной ситуации и адресату; A_m — адресат, характеризуемый в первую очередь количественно (личность / группа / неопределенное множество людей) и выступающий в тех же ипостасях, что и A_n (в той мере, в какой они могут быть определены и известны адресату); H — наблюдатель, характеризуемый количественно, а также как носитель статуса и конвенциональной роли; PC — референтная ситуация или тема сообщения; DC — деятельностная ситуация, то есть общий контекст деятельности, вербальной и невербальной, в который включено сообщение; $KСв$ — канал связи (устная / письменная, наличие / отсутствие визуального контакта между A_n и A_m , одновременность / разновременность порождения и восприятия и т. п.); $ВМО$ — время, место и окружающая обстановка, непосредственно не связанная с DC [Долинин, 2003, с. 43].

Изучая сложный многоуровневый процесс чтения с помощью методики регистрации движений глаз, мы пытались учесть некоторые из этих факторов и проследить, как они влияют на процесс восприятия и обработки письменного текста.

Подводя итог анализу, мы можем выделить три главных взаимообусловленных и взаимодополняющих фактора, влияющих на процесс чтения: фактор автора текста (кто он, что он хочет передать, какими способностями для создания письменного текста обладает); тип читателя (его уровень и навыки чтения); тип текста (простой или сложный, функциональный стиль, тип предикации в тексте и т. д.).



ГЛАВА 3

Куда мы смотрим, что видим и о чем говорим

**Наши методики покажут,
что коту лучше —
увидеть картинку
или прочесть текст —
и как об этом рассказать...**

3.1. ИЛИ МЫШЬ?

ВОСПРИЯТИЕ ТЕКСТА: РОЛЬ ФОРМАТА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

В настоящее время наблюдается возрастающая тенденция к использованию визуальной информации в различных сферах жизни (психологии, образовании, маркетинге). Креолизованный, или поликодовый, текст, состоящий «из двух негомогенных частей: вербальной (языковой / речевой) и невербальной (принадлежащей к другим знаковым системам, нежели естественный язык)» [Сорокин, Тарасов, 1990, с.180–181], в XXI столетии стал неотъемлемой частью коммуникации. Особую актуальность получают исследования инфографики (то есть сопровождающихся краткими подписями рисунков, графиков, диаграмм и т.п.), скетчноутинга (визуальных заметок, состоящих из рукописного текста и изобразительных элементов), рекламных текстов, мультимедийных курсов, интегрирующих в себе вербальные и невербальные средства и позволяющих максимально четко представить сложную информацию.

Слово и изображение (рисунок, картинка) в поликодовом сообщении не являются суммой семиотических знаков, их значения интегрируются и образуют сложно построенное значение. Предполагается, что в процессе обработки и понимания креолизованного текста происходит двойное декодирование заложенной в нем информации: концепт изображения «накладывается» на концепт вербального текста, взаимодействие двух концептов приводит к созданию общего концепта (смысла) текста [Тельминов, 2009]. У реципиента формируется единый концепт текста, в создании которого участвуют как концепт вербального текста, так и концепт изображения (информация, извлеченная из невербальной части текста), а также знания и представления, составляющие индивидуальное когнитивное пространство адресата [Алексеев, 2002; Бойко 2006].

Сопоставление восприятия информации, представленной в вербальном и невербальном виде, — это актуальное направление современных психолингвистических исследований (см., напр., [Черниговская, Шелепин, Защирина (ред.), 2016]), в ряде работ [Rayner et al., 2001; Lee, Wu, 2017] затрагивается вопрос о том, каким образом распределяется внимание в тех случаях, когда человеку предъявляется текст, сопровождающийся рисунка-

ми, как обрабатывается инфографика, то есть графический способ представления сложной информации, позволяющий сделать ее максимально ясной, и какую роль при обработке креолизованного текста играют паралингвистические, невербальные средства.

Предпринимаются попытки создать интегрированную модель понимания текста и изображения, которая сможет, по крайней мере частично, ответить на вопрос, когда изображение и письменный текст, представленные вместе, могут способствовать лучшему пониманию информации, чем если бы они были представлены отдельно [Schnotz, 2005]. Руководства, которые модель предлагает использовать в учебном процессе, включают среди прочего условие согласованности (изображение и текст должны иметь семантические ассоциации) и условие смежности (они должны быть расположены близко друг к другу).

В исследованиях, выполненных с помощью методики регистрации глаз, было показано, что механизмы обработки вербальной и невербальной информации различаются. Этому были посвящены исследования Леви и Лентца, которые сделали вывод о том, что лучше воспринимается информация, подкрепленная и текстом, и картинкой [Levie, Lentz, 1982]. Пайвио в своих работах указывает на то, что в памяти лучше сохраняется информация, представленная текстом и соответствующей иллюстрацией, чем просто текстом [Paivio, 2006]. В исследовании К. Райнера и др. было показано, что правильность ответов на вопросы по содержанию текста не связана с типом изображений, с которыми этот текст был представлен, то есть большее внимание человек уделяет текстовой части [Rayner et al., 2001]. К аналогичным выводам пришли исследователи из Китая, показавшие, что при изучении текстов учебника по геометрии картинка (в их случае — геометрическая фигура) привлекает внимание меньше, чем текст [Lee, Wu, 2017]. Было установлено, что чем больше переключений между текстом и изображением совершает ученик в процессе изучения материала, тем лучше этот материал усваивается [Mason et al., 2015].

На материале русского языка подобных экспериментальных исследований крайне мало. Как правило, исследователи ограничиваются сопоставлением сложного и простого вербального текстов и изучением низкоуровневых механизмов чтения текста [Безруких, 2016; Безруких и др., 2017; Корнев, 2015; 2018, Барабанщиков и др., 2015], анализом длительности фиксаций, количества саккад, количества регрессий при прочтении того или иного текста. Верхний уровень обработки поликодового текста (уровень понимания) экспериментально пока еще мало изучен, вероятно, из-за сложности механизмов, его обеспечивающих.

* * *

Наше исследование¹ было направлено на описание механизмов обработки креолизованных текстов на русском языке.

Цель исследования: установить, влияет ли тип текста (инфографика или вербальный формат) на качество его понимания и в связи с этим может ли тип текста рассматриваться как одна из категорий читаемости. В задачу исследования входило также формулирование рекомендаций по созданию инфографики, способствующих наиболее эффективной обработке информации.

Материал. В качестве материала исследования были использованы тексты в формате инфографики из научно-популярного журнала «Кот Шрёдингера»² и их «переводы» в текстовый формат. Предварительный этап исследования заключался в отборе из имевшихся в нашем распоряжении текстов тех, для которых наблюдалось максимальное совпадение содержания, переданного в формате инфографики, и в обычном текстовом формате. Для этого была использована методика ключевых слов [Мурзин, Штерн 1991]: каждый участник предварительного эксперимента читал два текста в обычном формате и два других текста в формате инфографики и должен был выписать ключевые слова для каждого из этих текстов. Всего таким образом были обследованы шесть пар текстов; в предварительном эксперименте приняли участие 77 человек в возрасте от 14 до 27 лет (участники образовательной программы «Большие вызовы — 2017» Образовательного центра «Сириус» и их кураторы — сотрудники центра); каждый текст читали не менее 25 человек, в результате чего был выявлен истинный набор ключевых слов: в него вошли те слова, которые встретились в ответах не менее 33% испытуемых; затем наборы ключевых слов для текста одного и того же содержания в формате инфографики и в обычном текстовом формате были сопоставлены между собой (см. подробно: [Петрова и др., 2017]). Для дальнейшего исследования были выбраны 4 текста, для которых совпадение истинных наборов ключевых слов, выделенных из инфографики и из обычного текстового формата, было максимальным.

Участники исследования. В основном эксперименте участвовали 22 человека (11 девушек и 11 юношей), все носители русского языка, в возрасте 14–17 лет.

¹ Подробнее см. в [Petrova, Riekhakainen, 2019].

² URL: <http://kot.sh> (дата обращения: 16.10.2018).

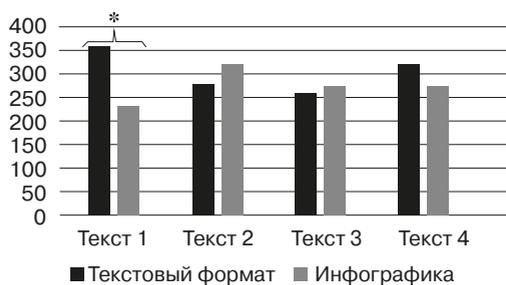


Рис. 3.1. Общее время чтения текста

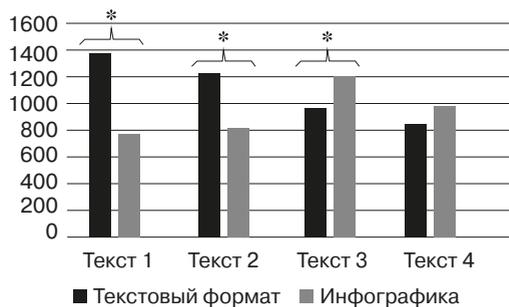


Рис. 3.2. Общее количество фиксации

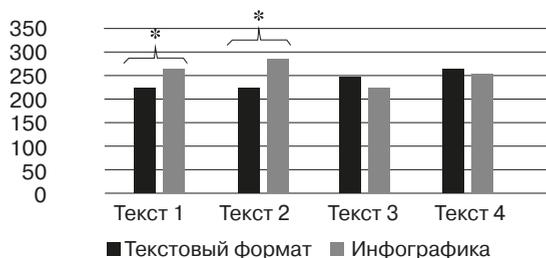


Рис. 3.3. Средняя продолжительность фиксации для каждого из текстов

Процедура. В ходе эксперимента участники должны были прочитать последовательно предъявляемые на экране компьютера тексты, два из которых были в формате инфографики, а другие два в обычном текстовом формате; после каждого текста участникам было предложено ответить на шесть вопросов. Пять вопросов касались содержания текста; в качестве ответа на шестой вопрос участникам эксперимента предлагалось оценить сложность текста по шкале от -2 (простой) до $+2$ (сложный).

Последовательность предъявления текстов была случайной. Продолжительность эксперимента составляла около 40 минут.

Результаты. При анализе данных были рассмотрены следующие параметры: субъективная трудность текстов в вербальном формате и в формате инфографики; количество правильных ответов на вопросы, касающиеся понимания текстов и инфографики; общее время чтения (рис. 3.1), общее количество фиксации (рис. 3.2), средняя продолжительность фиксации для

Таблица 3.1. Процент правильных ответов на вопросы по содержанию

	«ВВП»	«Работа»	«Перевод»	«Половник»	Всего
Текст	45,5	34,5	52,7	80,0	42,5
Инфографика	58,2	65,5	60,0	65,5	49,8

Таблица 3.2. Количество правильных ответов на вопрос, связанный с общим анализом содержания текста

	«ВВП»	«Работа»	«Перевод»	«Половник»	Всего
Текст	2	10	9	11	32
Инфографика	5	7	6	8	26

каждого из текстов (рис. 3.3); параметры чтения различных зон интереса по каждому из текстов.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью методов описательной статистики, анализ достоверности отличий — с использованием U -критерия Манна — Уитни.

Поскольку креолизованные тексты состоят из двух частей, были выделены области интересов (текстовые зоны и зоны изображения) согласно тематическим блокам и проанализированы глазодвигательные параметры в соответствующих зонах: общее время прочтения, время первого прочтения, количество фиксаций в зоне интереса. Сводные карты распределения фиксаций см. на рис. 3.4–3.7.

Из четырех вошедших в стимульный материал текстов три были субъективно оценены участниками как более простые для восприятия в инфографике, чем в словесном формате (медианное значение $Me=0$ и $Me=1$ соответственно).

Также получено значительно большее количество правильных ответов на вопросы для этих трех текстов в случае, когда текст был представлен в формате инфографики (табл. 3.1).

Эти данные свидетельствуют в пользу гипотезы о преимуществе использования инфографики по сравнению текстовым форматом.

Однако на вопросы, касающиеся общего понимания всего текста, больше правильных ответов было получено в условии предъявлении информации в текстовом формате (табл. 3.2).

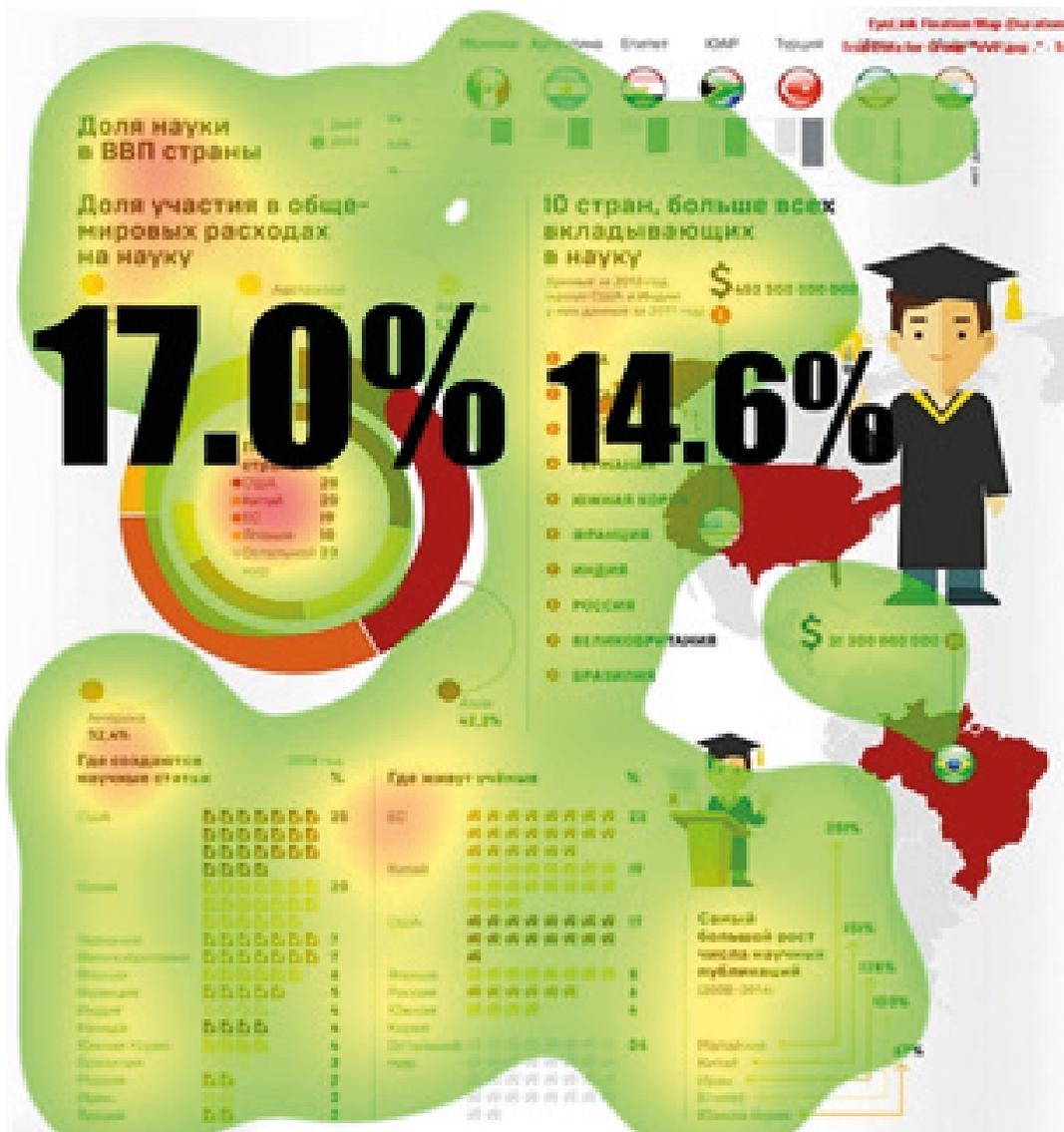
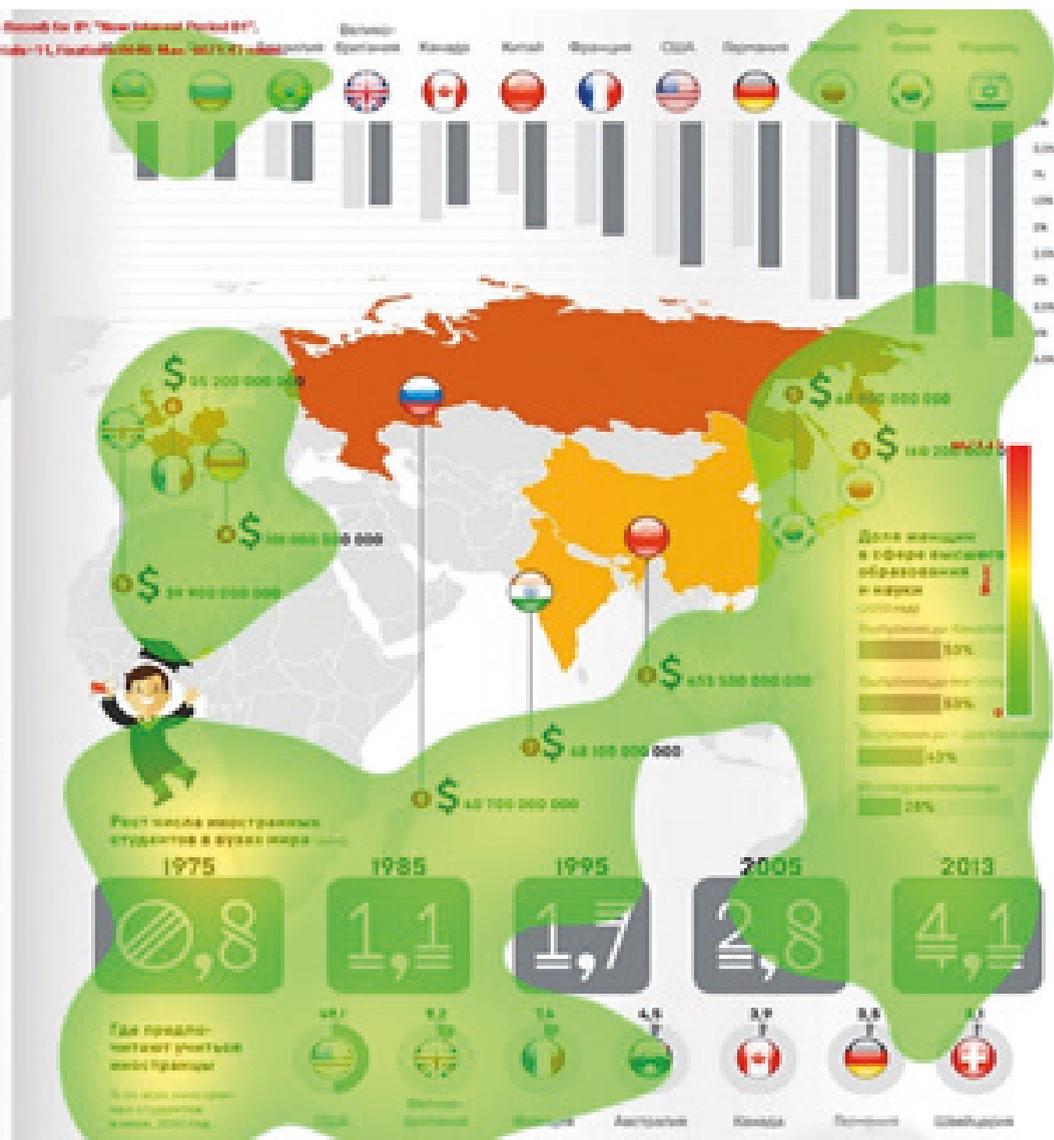


Рис. 3.4. Карта распределения фиксаций к тексту «ВВП»



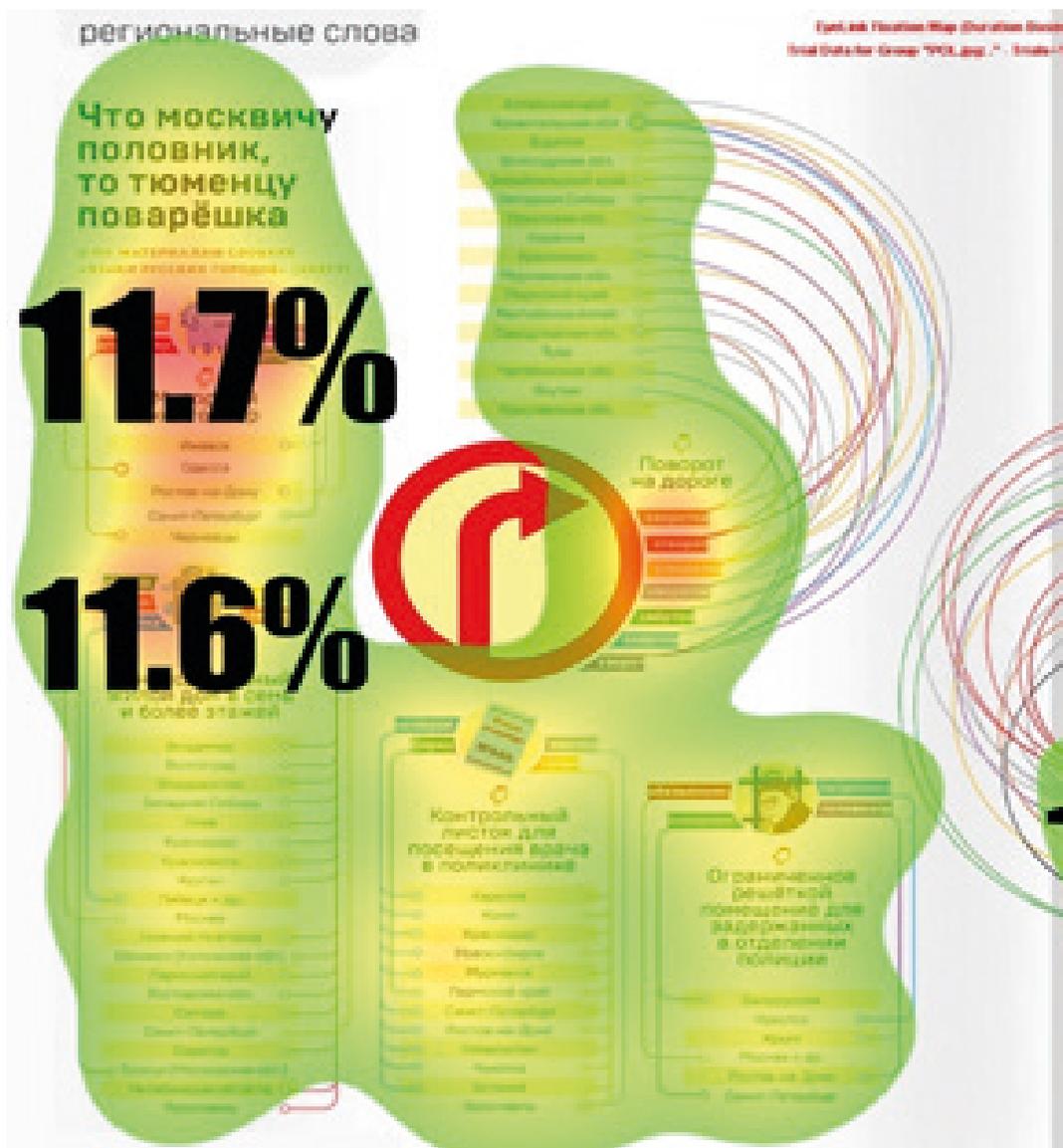


Рис. 3.5. Карта распределения фиксации к тексту «Половник»

© 2011 by IP, "New Internet Period 017",
 IP, Location: 0168, Max: 025681 слов.



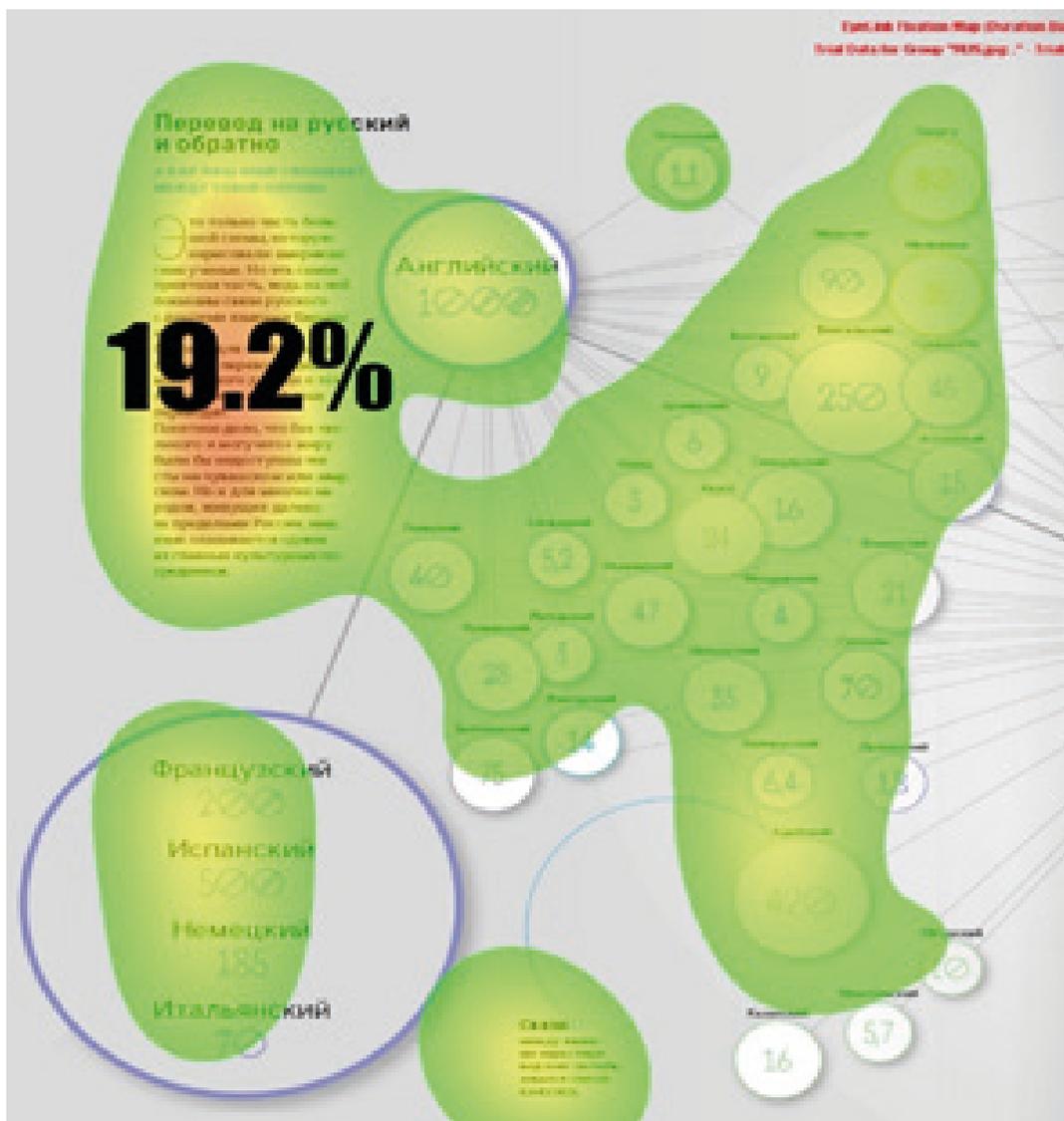


Рис. 3.6. Карта распределения фиксаций к тексту «Перевод»

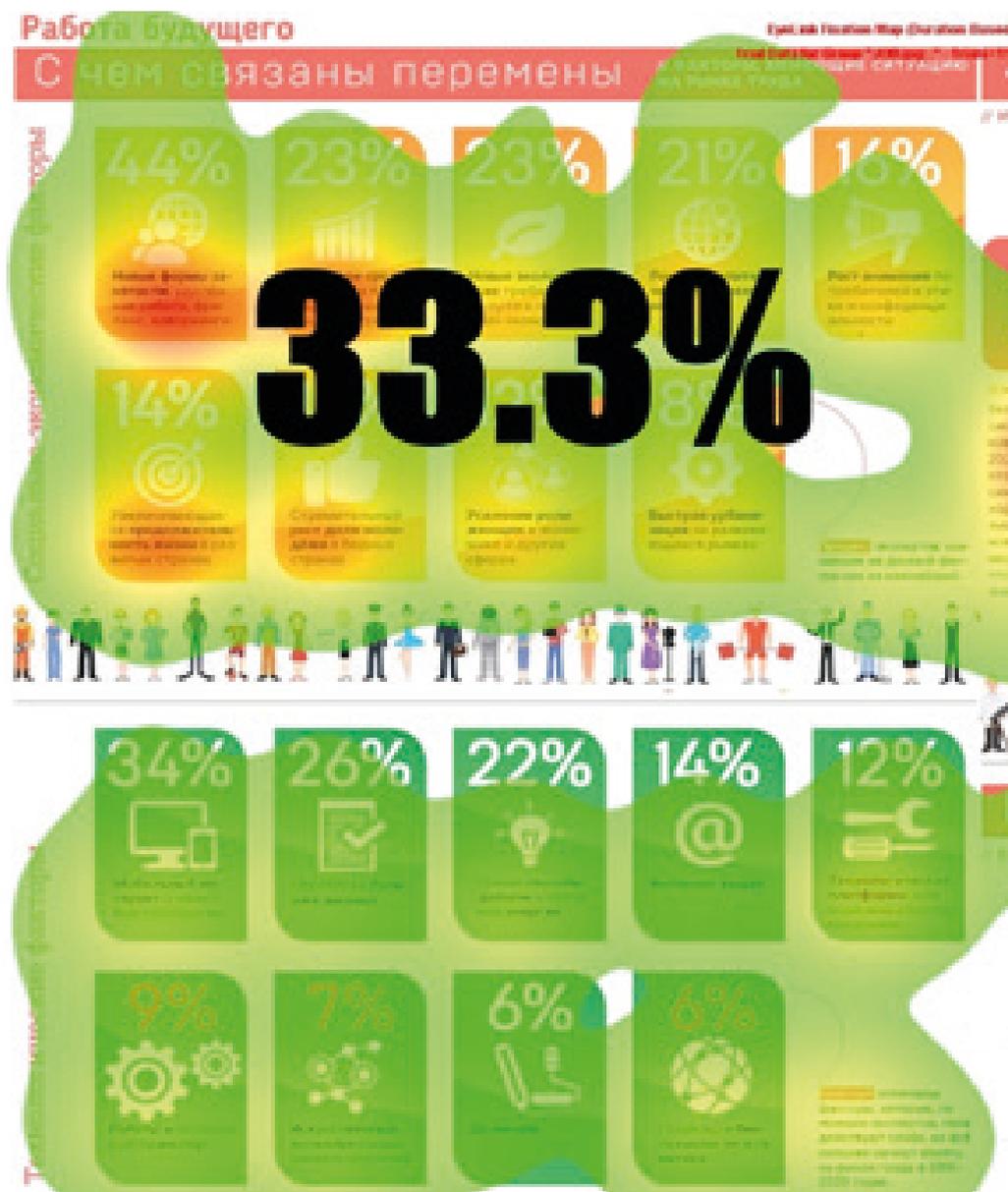
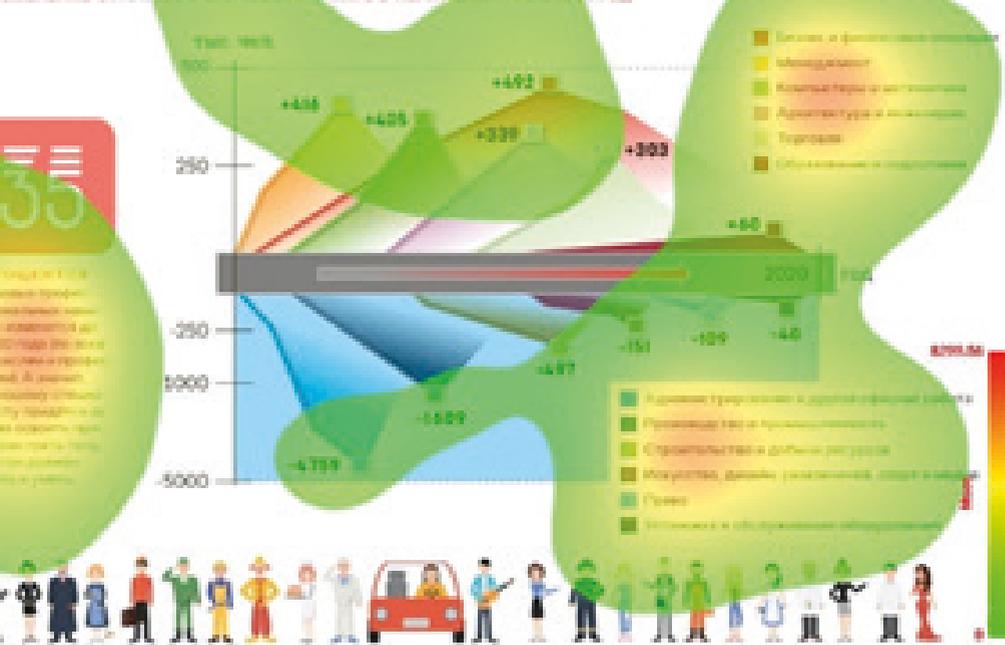


Рис. 3.7. Карта распределения фиксаций к тексту «Работа»

© For IP: "New Market Point 877".

«Офисный планктон» будет вымирать

Изменение структуры спроса на рынке в период с 2015 по 2020 год



Таким образом, мы можем заключить, что одним из основных факторов, влияющих на обработку письменного текста, является инструкция; если нужно запомнить конкретные детали, то более легким для восприятия оказывается формат инфографики, тогда как если нужно сделать вывод о тексте в целом, то преимуществом обладает текстовый формат.

Обсуждение и выводы. Анализ параметров движений глаз при чтении использованных в нашем эксперименте текстов не позволяет на данный момент сделать вывод о том, что процесс чтения текстов в формате инфографики принципиально отличается от обработки информации в обычном текстовом формате. Общее время чтения инфографики и обычного текста статистически значимо различается только для одного текста — для того, текстовый вариант которого был самым длинным (по сравнению с другими текстами в эксперименте). По количеству фиксации и по средней длительности фиксации проанализированные тексты распадаются на две группы по два текста в каждой, для одной из которых наблюдается тенденция к большему количеству фиксации и меньшей средней длительности фиксации при обработке инфографики, а для другой — при обработке текста в обычном формате. Можно предположить, что процесс чтения текста зависит не только (а может быть, и не столько) от его формата, сколько от специфики самого текста (тематики, особенностей оформления и т. п.).

Дальнейший анализ наших данных позволил сделать несколько выводов, принимая во внимание которые можно было бы делать инфографику более удобной для восприятия: (1) верхний левый угол был среди областей, которые участники читали и изучали значительно дольше, поэтому можно порекомендовать размещать самую важную информацию в верхнем левом углу; (2) схемы и цифры, содержащие важную информацию, были проигнорированы многими участниками, если они были помещены в правом верхнем углу; таким образом, лучше не размещать значимую информацию в этой части страницы; (3) наименее удачным элементом при обработке инфографики были многочисленные пересекающиеся или близко расположенные стрелки (участники сделали больше ошибок, отвечая на вопросы, касающиеся этих локальных зон).

Анализ параметров чтения различных зон текста в формате инфографики показал, что в целом время чтения каждой из зон коррелирует с размером зоны, однако на большинстве рисунков и графиков участники эксперимента фиксировались значительно меньше, чем на тексте (на некоторых рисунках практически отсутствуют фиксации). Это наблюдение соотносится с данными о том, что если изображение не отличается по смыслу от тек-

ста, то основное внимание уделяется тексту [Rayner et al., 2001]. Полученные результаты подтверждают данные других исследований, показывающих, что информация, представленная в текстовом формате, является более важной, чем цифры, для понимания научных текстов.

* * *

Методика регистрации движений глаз позволяет описывать принципы обработки креолизованных текстов, которые состоят из двух неоднородных частей: словесных и невербальных, что дает возможность показать, как сделать инфографику наиболее информативной и удобной для восприятия.

Перспективным для дальнейших исследований является вопрос о том, какой тип соотношения вербальной и невербальной информации в поликодовом тексте является наиболее удачным для восприятия и какой тип инфографики в качестве учебного материала целесообразнее подавать в той или иной аудитории.

3.2. ЛУЧШЕ ОДИН РАЗ УВИДЕТЬ, ИЛИ СВОБОДНОЕ РАЗГЛЯДЫВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВЕРБАЛИЗАЦИЯ УВИДЕННОГО

Одной из основных функций человеческого языка является описание окружающей действительности. По сути, язык выступает инструментом, преобразующим результат восприятия неупорядоченной реальности в упорядоченный текст, то есть инструментом концептуализации [Гальперин, 2006]. Этот параграф посвящен выявлению взаимосвязи вербального описания изображения и особенностей его зрительного восприятия.

Связь между движениями глаз при разглядывании изображений и вербализацией была обнаружена в целом ряде исследований [Cooper, 1974; Lansing, McConkie, 1994; Eberhard et al., 1995; Tanenhaus et al., 1996; Meyer et al., 1998; Vatikiotis-Bateson et al., 1998; Griffin, Bock, 2000; и др.]. Так, например, было показано, что в момент, когда человек слышит название того или иного объекта, он непроизвольно переводит взгляд на этот объект, если последний находится в поле его зрения [Cooper, 1974; Tanenhaus, 2000]. При этом в ситуации восприятия не отдельных слов, а предложений был зафиксирован эффект антиципации, то есть перевода взгляда на объект еще до того, как испытуемый услышал его название, в ситуации, когда упоминание этого объекта ожидаемо (см. [Altmann, Kamide 2007]). В исследованиях порожде-

ния речи было показано, что человек начинает говорить о том или другом объекте в среднем через одну секунду после того, как он начал разглядывать этот объект [Griffin, Bock, 2000]. Иными словами, направление взгляда синхронизировано с процессом вербализации увиденного (см. также: [Griffin, 2001; 2004a; 2004b]).

Определенная связь между параметрами движений глаз и вербализацией наблюдается также при выполнении задач, связанных со зрительным поиском [Meyer, Belke, 2007; Salverda, Altmann, 2011; Gorges et al., 2013] и с распознаванием слов [Tanenhaus et al., 1995; Allopenna et al., 1998]. Более того, было обнаружено, что при восприятии описания динамической сцены, состоящей из набора определенных движений, глаза испытуемых совершали движения в соответствующем направлении, даже если самого изображения перед ними не было [Sprivey, 2000]. Интересные результаты были получены при изучении движений глаз двух участников коммуникации, когда один выступал в роли рассказчика, а другой — в роли слушателя. Так, было выявлено, что траектория взгляда слушателя повторяет траекторию взгляда рассказчика с задержкой в две секунды, при этом наибольшее совпадение коррелировало с более высокими результатами в задании на понимание услышанного [Richardson, Dale, 2005].

В целом было показано, что вербальная информация, связанная с невербальным визуальным стимулом, может улучшать его припоминание, но только в том случае, если она является релевантной для припоминания [Darley, Glass, 1975; Maki, Shuler, 1980; Bartlett et al., 1980]. На основании результатов экспериментальных исследований был сделан вывод о том, что кодирование вербальной и невербальной информации происходит независимо, а на этапе припоминания два этих кода дополняют друг друга, что и приводит к улучшению результатов (см. также: [Paivio, 1990] о двойном кодировании информации).

Однако в ряде исследований был обнаружен обратный эффект — вербализация визуального стимула ухудшала его последующее припоминание (см.: [Schooler, Engstler-Schooler, 1990]). Полученный эффект оказался очень устойчивым и получил название эффекта вербального затенения (*verbal overshadowing*). Его устойчивость была подтверждена в результате массовой репликации исходного эксперимента, проведенной в 2014 году более чем в тридцати лабораториях на материале различных языков и с участием разных групп испытуемых [Alogna et al., 2014]. При этом в ряде исследований было показано, что результаты распознавания ухудшаются, даже если вербализация не была непосредственно связана с объектом распознавания [Westerman, Larsen, 1997; Dodson et al., 1997].

Возможной причиной эффекта вербального затенения была названа интерференция между вербальным и визуальным кодом на этапе распознавания стимула. Природа данного феномена до сих пор до конца не выяснена, и в настоящее время существуют три основных подхода к объяснению причины эффекта: 1) интерференция возникает в связи с разницей содержания вербальной и невербальной репрезентации; 2) интерференция возникает из-за несовпадения типов обработки, используемой при визуальном и вербальном кодировании (глобальная / холистическая *vs* локальная / аналитическая); 3) вербализация приводит к сдвигу критерия принятия решения в пользу более консервативного, что может негативно сказываться на результатах выполнения задания (см. обзор в [Chin, Schooler, 2008]).

Стоит отметить, что аналогичный эффект влияния вербализации на результат выполнения последующего задания был обнаружен не только при распознавании и припоминании стимулов, но и, например, в задаче мысленного вращения геометрической фигуры: называние увиденной фигуры на стадии вербализации ухудшало результаты выполнения задания [Brown et al., 2014].

* * *

Параметры движений глаз при свободном разглядывании изображений. В центре нашего внимания будет восприятие сложной сцены. Вся окружающая нас и воспринимаемая нами действительность в целом представляет собой набор сложных сцен. Особенностью сложной сцены является обязательное наличие точки зрения, с которой наблюдатель воспринимает эту сцену. В самом общем виде сложную сцену можно разделить на элементы фона: неподвижные, крупномасштабные предметы и поверхности, задающие границы сцены, и дискретные объекты внутри сцены, отличающиеся обычно более мелким масштабом. Важное отличие объектов внутри сцены от элементов фона заключается в возможности их вращения вокруг своей оси без изменения точки зрения наблюдателя. В естественных условиях общий масштаб визуальной сцены может изменяться и один и тот же предмет может выступать объектом внутри одной сцены и фоном для другой сцены. Например, ноутбук на столе будет объектом внутри пространства рабочего кабинета (и он может быть легко перемещен в рамках этой сложной сцены), и тот же ноутбук может быть фоном, то есть задавать границы сцены, изображенной на его экране (в этом случае он не может быть ни повернут, ни перемещен без изменения ракурса, с которого наблюдатель обозревает сложную сцену).

Структура естественной сложной сцены подчиняется правилам, которые по аналогии с лингвистическими могут быть определены как синтаксические и семантические [Biederman et al., 1982]. Под синтаксическими правилами подразумеваются законы физики, которые определяют положение объектов в пространстве (например, вследствие действия закона всемирного тяготения никакие предметы не могут висеть в воздухе), под семантическими правилами — значение и функция объектов (например, письменный стол является типичным объектом в сцене кабинета и маловероятным в сцене лесного пейзажа).

При экспериментальном изучении зрительного восприятия в качестве аналогов сложных сцен обычно используются иллюстрации (рисунки, фотографии, репродукции и т. п.). Это обусловлено необходимостью контролировать различные факторы, которые невозможно контролировать при разглядывании сложных сцен реального мира. В качестве материала нашего исследования были выбраны произведения классической живописи, восприятие которых, как неоднократно отмечалось (см., напр., [Fischer et al., 2013]), во многом сопоставимо с восприятием сцен реальной жизни.

Изучение характеристик движений глаз позволяет ответить на множество вопросов относительно того, каким образом мы воспринимаем и понимаем окружающий нас мир. Как уже упоминалось нами в гл. 1, еще в XVIII веке Уильям Портфилд заметил, что при взгляде на объект лишь малая его часть может быть отчетливо видна — та часть, которая находится близ зрительной оси (фовеальная область), — и что остальное изображение представляется размытым [Porterfield, 1737]. При этом чем дальше от центральной области, тем более нечетким будет изображение. Таким образом, для полноценного и четкого восприятия сложной сцены (в реальном мире или в репродукции) человеку необходимо перемещать взгляд, чтобы каждый участок этой сцены оказался в поле центрального — фовеального — зрения.

Для успешного восприятия любого зрительного стимула (реальной сцены или изображения) глаза должны совершить целый ряд саккад, перемежающихся фиксациями. Исследования показали, что в среднем человек совершает около трех перемещений взгляда в секунду, то есть длительность средней фиксации составляет 300 мс. Таким образом, восприятие зрительной информации представляет собой динамический процесс. Этот процесс обусловлен тремя особенностями зрительной системы: (1) собственно зрительными ограничениями области четкого фовеального зрения; (2) ограничениями внимания, лимитирующими количество информации, которая может быть воспринята за одну фиксацию; (3) ограничениями рабочей па-

мяти, связанными с объемом информации, которая может быть воспринята за единицу времени.

Первые исследования движений глаз при восприятии сложного изображения показали, что фиксации не распределяются по поверхности равномерно: на пустых, неинформативных участках, как правило, нет фиксаций, в то время как наиболее информативные области содержат максимальное число фиксаций [Buswell, 1935]. Основываясь на этих наблюдениях, Г. Т. Бузвелл сделал вывод о том, что существует тесная связь между движениями глаз и вниманием. Возникает вопрос: что именно управляет вниманием — характеристики самого изображения или намерения и знания смотрящего субъекта? С одной стороны, одной фиксации на изображении достаточно, чтобы понять его суть (*gist*), то есть произвести первичную категоризацию того, что мы видим [Biederman, 1972; Intraub, 1979; 1980; 1981; Potter, 1975; 1976; 1999; Schyns, Oliva, 1994; Thorpe et al., 1996; Van Rullen, Thorpe, 2001]. С другой стороны, исследования показали, что первые фиксации всегда приходятся на наиболее выделенные (с точки зрения контрастности, освещенности, цвета и пр.) фрагменты изображения [Baddeley, Tatler, 2006; Henderson et al., 2009]. Более того, в экспериментах [Mannan et al. 1995; 1996] было показано, что если подвергнуть изображения низкочастотной фильтрации, то есть сделать невозможной их идентификацию, первые фиксации взгляда испытуемых будут приходиться на те же места, что и при разглядывании оригинальных, не подвергшихся фильтрации, изображений. Иными словами, место первой фиксации будет определяться физическими параметрами изображения, но не когнитивной интенцией зрителя. Однако это вовсе не означает, что движениями глаз управляют исключительно характеристики изображения и что взгляд человека перемещается исключительно от одной выделенной точки к другой.

Ранее нами уже отмечалось, что характеристики движений глаз зависят не только от изображения, но и от задачи, которая стоит перед наблюдателем [Ярбус, 1965]. Задача определяет, какие части изображения являются наиболее релевантными и информативными [Castelhana, 2009; Borji, 2014; Haji-Abolhassani, 2014]. Кроме того, был обнаружен эффект взгляда в никуда (*lookingatnothing*), выражающийся в скоплении фиксаций на пустых участках изображения, если эти участки становились релевантными поставленной перед испытуемыми задачей [Parker, 1978; Ryan et al., 2000; Ferreira et al., 2008].

Таким образом, параметры движений глаз при разглядывании изображения зависят от множества факторов: от физических характеристик са-

мого изображения до задачи, стоящей перед наблюдателем. При этом процесс визуальной обработки информации имеет многоуровневую структуру (подробнее о теории многоуровневой обработки информации см. в [Craik, Lockhart, 1972; Tulving, 1986]).

В ходе обработки статических изображений выделяют две стадии — амбьентную и фокальную [Threvarthen, 1968; Величковский, 1999; Velichkovsky, 2005]. Первый тип соответствует направлению обработки «снизу вверх», контролируемой низкоуровневыми параметрами стимула [Itti, Koch, 2001; Ohman et al., 2001; Egeth, Yantis, 1997; Peters et al., 2005], а второй — направлению обработки «сверху вниз», эндогенной по своей природе и определяющейся целями и мотивами смотрящего [Egeth, Yantis, 1997].

Коррелятами двух типов обработки визуальной информации могут выступать параметры движений глаз, а именно длительность фиксаций и амплитуда саккад: короткие фиксации, сопровождающиеся длинными саккадами, соответствуют амбьентной обработке, в то время как длительные фиксации, перемежающиеся короткими саккадами, соответствуют фокальной обработке [Velichkovsky, 2002; 2005]. На начальном этапе просмотра происходит амбьентная обработка, ведомая физическими параметрами стимула, и лишь через некоторое время осуществляется переход к фокальной — семантической обработке. Подобный переход от одного типа обработки к другому был зафиксирован в целом ряде экспериментальных исследований восприятия как статических изображений [Irwin, Zelinsky, 2002; Unema, 2005; Pannasch et al., 2008; Fischer et al., 2013], так и динамических сцен [Eisenberg, Zacks, 2016].

Для нас особый интерес представляет работа Т. Фишера и коллег [Fisher et al., 2013], в которой изучались параметры движений глаз при свободном разглядывании произведений живописи (всего испытуемым предъявлялось 60 репродукций классических картин, на 40 секунд каждая). В ходе анализа параметров движений глаз время просмотра было поделено на периоды по 10 секунд. Результаты показали, что первый период (0–10 секунд) отличается от последующих большей амплитудой саккад и меньшей длительностью фиксаций. После десятой секунды средняя амплитуда саккад снижается, в то время как средняя длительность фиксаций увеличивается, и эти параметры остаются практически неизменными на протяжении всего последующего времени разглядывания (рис. 3.8).

Таким образом, в результате экспериментальных исследований было зафиксировано, что в первые секунды свободного разглядывания сложного визуального стимула (картины, фотографии, видео и т. п.) происходит его

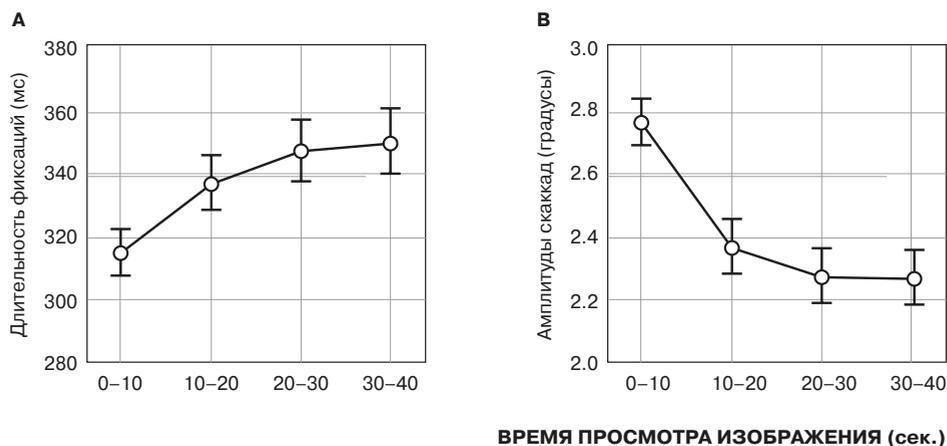


Рис. 3.8. Изменение длительности фиксаций (а) и амплитуды скаккад (б) с течением времени просмотра изображения (цит. по: [Fischer T. et al., 2013, p. 4])

амбьентная обработка, выражающаяся в сканирующем паттерне движений глаз, для которого характерны короткие фиксации и длинные скаккады, и лишь спустя некоторое время происходит переход к фокальной детальной обработке, сопровождающейся длительными фиксациями и короткими скаккадами.

Возникают два вопроса.

1. Каким образом воспринимаемая информация концептуализируется и в дальнейшем извлекается из памяти, например, при вербальном описании увиденного ранее изображения?

2. Каким образом составление связного вербального описания увиденного ранее изображения отразится на параметрах движений глаз при повторном предъявлении этого изображения?

* * *

Взаимосвязь параметров движений глаз и вербального описания изображения. Задача нашего исследования заключалась в том, чтобы выяснить, существует ли связь между временем, уделенным тому или иному объекту при свободном разглядывании сложной сцены, и количеством вербальной информации, описывающей данный объект в рамках последующего вер-

бального представления (пересказа), а также между последовательностью разглядывания отдельных элементов и последовательностью упоминания этих элементов в ходе пересказа.

Нами были сформулированы две гипотезы: чем больше суммарное время разглядывания объекта, тем больше знаменательных слов будет посвящено данному объекту при последующей вербальной представлении (пересказе) сложной сцены; последовательность разглядывания отдельных элементов сложной сцены коррелирует с последовательностью упоминания этих элементов при последующем вербальном представлении.

Материал исследования, процедура, участники. Как уже было сказано выше, вся окружающая нас действительность, поддающаяся зрительно-му восприятию, представляет собой набор сложных сцен. Однако с целью большего контроля над экспериментальными условиями, для обеспечения валидности полученных результатов, в исследованиях в качестве аналога сложных сцен принято использовать сложные изображения. При выборе материала для нашего исследования мы руководствовались целым рядом факторов. Во-первых, мы стремились создать условия разглядывания изображения максимально приближенные к реальности. Для этого было решено предложить вниманию испытуемых репродукцию картины. При этом, во избежание возможного влияния предыдущего опыта, необходимо было подобрать картину, неизвестную участникам эксперимента (факт знакомства с картиной дополнительно уточнялся в ходе постэкспериментального интервью). Во-вторых, для возможности проверки выдвинутых нами гипотез картина должна была иметь четкую композицию и содержать большое количество легко идентифицируемых персонажей и деталей. В-третьих, при ясности изображения деталей и четкости композиции картина не должна была иметь явного протагониста и динамичной сюжетной линии, которые могли бы, с одной стороны, обусловить последовательность разглядывания объектов на картине, а с другой стороны, задать строгую логику последующего пересказа. В частности, мы стремились избежать ситуации, при которой испытуемые в рамках пересказа вместо непосредственного описания изображения пытались бы интерпретировать сюжет, выстраивая причинно-следственные связи и хронологическую последовательность событий.

Исходя из условий, изложенных выше, в качестве материала для исследования была выбрана репродукция картины голландского живописца Яна Стена (1626–1679) «Свадьба Тобиаса и Сары» с изображением жанровой сцены (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Ян Стен. Свадьба Тобиаса и Сары. 1660. Музей герцога Антона Ульриха, Брауншвейг
Источник: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jan_Steen_-_The_Marriage_-_WGA21718.jpg

Это типичная картина эпохи барокко XVII века с изображением жанровой сцены [Slive, Rosenberg, 1995], которая представляет собой момент подписания брачного договора родителями невесты. По мнению историка и теоретика искусства Генриха Вельфлина, композиционный строй барочной картины характеризуется пятью особенностями: живописность, глубина, преобладание открытой формы, наличие целостного единства и неясность / относительная ясность предметного выражения [Вельфлин, 2013]. Под живописностью понимается отход от линейности, от концентрации внимания на контурах объектов, благодаря чему соседствующие персонажи сливаются в единый живописный образ. Глубина подразумевает наличие в изображении глубокой перспективы и умножение планов, уходящих

внутри пространства. На картине Яна Стена глубина выражена двумя перспективными планами. Композиция картины выстроена ассиметрично, с ярко выраженными диагоналями. При этом создается целостный образ, в котором все элементы и объекты подчинены связующей их единой композиционной схеме.

Итак, выбранная нами картина удовлетворяет всем перечисленным выше требованиям. Во-первых, как показал постэкспериментальный опрос, все испытуемые видели картину впервые. Во-вторых, при четко выстроенной композиции изображение содержит большое количество персонажей и деталей: четырнадцать человеческих фигур, собака, покрытый ковром стол, стул, табурет, бочка, кувшин, картины, два окна и множество других мелких предметов. В-третьих, сюжет данной картины выражен неявно. Если не знать названия (стоит отметить, что испытуемым название не сообщалось), то без специальной подготовки довольно сложно понять, какое именно событие изображено. Кроме того, в картине нет одного ярко выраженного протагониста, — сразу несколько персонажей первого плана в равной степени могут претендовать на роль главного героя.

Помимо регистрации движений глаз, в данном исследовании была использована методика пересказа. Работа с каждым испытуемым проводилась индивидуально. В письменной инструкции испытуемому сообщалось о том, что его вниманию будет представлена картина, которую предлагалось разглядывать свободно, как если бы это происходило в музее. Испытуемые могли самостоятельно управлять процессом перехода к разглядыванию картины путем нажатия кнопки на пульте. Изображение появлялось на одну минуту, однако испытуемые не были осведомлены об ограничении времени разглядывания. Мы ставили перед собой цель сохранить естественную стратегию разглядывания, максимально совпадающую со стратегией разглядывания картины в реальных условиях, например в музее. Информация о том, что на ознакомление с картиной отводится всего одна минута, могла отразиться на характеристиках движений глаз. Аналогичным образом на параметры разглядывания могло повлиять и знание о необходимости в дальнейшем написать пересказ содержания картины, поэтому испытуемые не были осведомлены о том, какое задание им предстоит выполнить после завершения просмотра картины.

По истечении минуты картина исчезала с экрана и испытуемым предлагалась следующая инструкция: описать картину в виде связного текста-пересказа. После этого испытуемый получал ручку и бумагу для выполнения задания. Время написания пересказа не ограничивалось, но в среднем этот

этап занимал 10–15 минут. Общее время прохождения эксперимента одним испытуемым составляло в среднем 20 минут (с учетом этапа настройки оборудования).

Выбор методики пересказа при работе с изображением обусловлен представлением о сложном изображении как о визуальном тексте, который обрабатывается во многом схожим образом с текстом вербальным [Кухта, 2004]. Разумеется, визуальный текст имеет ряд своих уникальных особенностей, которые необходимо принимать в расчет. Так, если вербальный текст состоит из знаков, то есть дискретных единиц, соединяющихся в синтагмы, в визуальном тексте дискретные единицы отсутствуют, а его значение определяется всей целостной формой [Лотман, 1973; Якобсон, 1985]. Восприятие визуальной информации связано в большей степени с пространственной характеристикой, в то время как восприятие вербального текста — с временной. Вербальный текст, в отличие от визуального, является линейным. Однако, несмотря на целостность визуального образа, он не может быть воспринят одновременно, и в процессе его восприятия также возникает линейная последовательность, связанная с последовательностью перемещения взгляда при разглядывании. Представление о сложном изображении как о визуальном тексте позволяет применять к нему те же методики, что и к исследованию вербального текста. Широко используемая в психолингвистике методика пересказа позволяет продемонстрировать результат восприятия, концептуализации, запоминания и воспроизведения полученной информации. Кроме того, именно методика пересказа позволяет отразить две основные характеристики текста — цельность и связность. Применительно к визуальному тексту под цельностью мы понимаем сюжетное единство, а под связностью — построение композиции.

В эксперименте приняли участие 30 студентов СПбГУ в возрасте от 18 до 25 лет (22 девушки и 7 молодых людей), носители русского языка.

Обсуждение результатов. Для возможности сопоставления параметров движений глаз с последующим вербальным описанием изображение было поделено на области интересов, то есть некие элементы, из которых состоит композиция картины. Разделение на области интересов производилось на основании искусствоведческого анализа, проведенного экспертами в области истории искусств (преподаватели СПбГУ), а также с помощью предварительного эксперимента, проведенного по методике ключевых слов с участием двадцати добровольцев (студентов СПбГУ от 18 до 22 лет), не принимавших участие в основном эксперименте. Так же как и в основном эксперименте, испытуемым предлагалось в течение одной минуты свобод-

но разглядывать картину, после чего они должны были перечислить десять запомнившихся им объектов (персонажей или предметов). На основании полученных индивидуальных наборов ключевых слов был определен истинный набор, общий для всех испытуемых. Для этого была подсчитана частота встречаемости: количество упоминаний того или иного слова было поделено на общее количество участников эксперимента [Мурзин, Штерн, 1991]. Слова с наибольшей частотой встречаемости вошли в истинный набор ключевых слов, который отражает ядерную цельность визуального текста.

Объединив результаты искусствоведческого анализа и данные набора ключевых слов, мы выделили следующие области интересов (*interest areas*):

- (1) группа за столом;
- (2) центральная пара;
- (3) мужчина и бочка;
- (4) собака;
- (5) элементы фона.

В рамках каждой из выделенных областей интересов анализировались следующие параметры движений глаз:

- общее время рассматривания той или иной области интересов, то есть сумма длительности всех фиксации в данной области;
- общее количество фиксации в области интересов;
- общее количество просмотров области интересов, то есть количество раз, которое взгляд возвращался в данную область после того, как покинул ее;
- последовательность переходов от одной области интересов к другой в процессе разглядывания (вычисляется по порядковым номерам фиксации).

Для сопоставления параметров движений глаз с текстами пересказа анализ последних проводился в соответствии в теми же областями интересов. Была произведена разметка полученных текстов-пересказов по знаменательным словам, посвященным той или иной области интересов. Все слова, описывающие картину в целом, ее жанр, стиль, эпоху, догадки об авторстве, а также вводные и оценочные слова при разметке были отнесены к отдельной категории общих слов и в дальнейшем анализе не учитывались. Приведем пример разметки отрывка одного из пересказов.

[Затем взгляд привлекает] молодой (II) человек (II), стоящий (II), справа (II) от стола (II) (I), за которым (I) сидит (I) первая (I) группа (I).

В квадратные скобки заключены общие слова, римскими цифрами обозначены области интересов, к которым отнесены слова: (I) — «группа за столом»; (II) — «центральная пара». Из примера видно, что некоторые слова относятся одновременно к двум областям интересов. Как правило, это слова, определяющие отношения в пространстве между соседствующими объектами. При дальнейшем анализе производился подсчет знаменательных слов, уделенных той или иной области интересов каждым испытуемым.

Кроме того, важным параметром для нашего исследования была последовательность упоминания областей интересов в пересказе. По аналогии с соответствующим параметром движений глаз мы учитывали только первые упоминания каждой области.

Была обнаружена значительная положительная корреляция между следующими параметрами³: количеством фиксаций в области интересов при разглядывании и количеством знаменательных слов, посвященных данной области при пересказе ($r=0,733$, $p<0,001$); общим временем разглядывания области интересов и количеством знаменательных слов, посвященных данной области при пересказе ($r=0,679$, $p<0,001$); количеством возвратов (повторных фиксаций) в область интересов и количеством знаменательных слов, посвященных данной области при пересказе ($r=0,596$, $p<0,001$).

Более слабая, но значимая корреляция была обнаружена между последовательностью первых фиксаций в каждой области интересов и последовательностью первых упоминаний об этих областях при пересказе ($r=0,338$, $p<0,001$).

* * *

Итак, в рамках данного исследования мы ставили перед собой задачу проверить, существует ли связь между характеристиками движений глаз при свободном разглядывании сложной сцены и ее последующим вербальным представлением в виде связного текста-пересказа.

В задачах, связанных с визуальным восприятием (свободное разглядывание, чтение, визуальный поиск и т.п.), направление взгляда индивидуума соответствует тому, какая зрительная информация в данный момент обра-

³ Статистический анализ результатов производился с помощью программного пакета *IBM SPSS Statistics*. В качестве метода применялся подсчет коэффициента корреляции Пирсона, являющейся мерой прямолинейной вероятностной связи между двумя переменными [Наследов, 2004].

батывается когнитивной системой [Барабанщиков, 2010]. При этом во время каждой фиксации формируется целостное зрительное представление, которое затем объединяется с аналогичным представлением, полученным в ходе последующей фиксации, для создания неделимого образа сцены [Jonidesetal, 1982; McConkie, Rayner, 1975]. В целом регистрация движений глаз является надежным средством определения направления зрительного внимания смотрящего субъекта. Тем не менее фиксация направления внимания сама по себе не позволяет ответить на вопрос, каким именно образом обрабатывается информация, попавшая в поле зрения в конкретный момент времени. Если в условиях предъявления единичных объектов параметры фиксации напрямую отражают процесс обработки визуальной информации, то в условиях разглядывания сложного изображения, допускающего холистическое восприятие, связь между параметрами отдельных фиксаций и распределением внимания становится более сложной. Так, например, было показано, что шахматные эксперты быстрее и точнее замечают изменения на шахматной доске, чем новички, и при этом совершают меньше движений глаз, а их фиксации чаще приходится на центр некой области, нежели на отдельно взятую клетку доски [Reingoldetal. 2001]. Иными словами, количество и место фиксаций в этом случае напрямую не отражают ни распределение фокуса внимания, ни работу механизмов памяти. Тем не менее наличие связи между характеристиками фиксаций и механизмами памяти было показано в ряде исследований. Эксперименты Г.Р. Лофтуса показали, что чем больше фиксаций, на объекте, тем лучше он припоминается в дальнейшем [Loftus, 1972]. В другом исследовании было обнаружено наличие связи между местом фиксации и запоминанием информации: объекты, находящиеся в поле двух градусов от центра фиксации, лучше распознавались в ходе последующего теста на припоминание [Nelson, Loftus, 1980]. Интересно, что данный эффект не связан с поставленной перед испытуемым задачей, то есть касается не только так называемых целевых стимулов, но любых разглядываемых объектов. В ходе одного из экспериментов [Williams et al., 2005] было проверено, насколько хорошо припоминаются дистракторы — объекты, не имеющие отношения к поставленной перед испытуемыми задачей и призванные отвлекать их внимание; обнаружено, что чем больше фиксаций делается на дистракторе и чем дольше суммарное время его разглядывания, тем лучше он запоминается.

В нашем исследовании изучался процесс свободного разглядывания изображения, перед испытуемыми не ставилось никакой конкретной задачи, поэтому элементы сложного изображения имели одинаковый статус с точки зрения релевантности для выполнения задания. Наш вопрос заклю-

чался в том, будет ли при анализе описаний изображения обнаружена та же взаимосвязь параметров разглядывания и эффективности припоминания, что и в заданиях на зрительный поиск и тестах на память, описанных выше.

Мы обнаружили, что чем больше фиксации приходится на конкретную область изображения и чем больше время разглядывания этой области, тем больше знаменательных слов посвящено этой области в тексте, составляемом испытуемым после просмотра. Сам по себе пересказ является упорядоченным результатом восприятия, переосмысления и воспроизведения информации. Используя методику пересказа, мы стремились обнаружить, какая именно информация и каким образом будет концептуализироваться испытуемыми в результате свободного разглядывания изображения, каким образом эта информация будет извлекаться из памяти и воплощаться в вербальном представлении.

Очевидно, что воспроизведена может быть только та информация, которая была ранее воспринята. Иными словами, в описаниях испытуемых могли присутствовать только те детали изображения, которые попали в их поле зрения, прежде всего центрального, то есть те детали, на которых испытуемые фиксировали свой взгляд. Как показали наши результаты, действительно, чем больше времени было уделено разглядыванию того или иного элемента изображения, тем больше информации об этом элементе было представлено в последующем вербальном описании. Однако интересно, что наиболее сильная положительная корреляция была обнаружена не между временем разглядывания отдельных элементов и количеством знаменательных слов, посвященных этим элементам в пересказе, а между количеством фиксаций на отдельных элементах и количеством слов в пересказе. Мы полагаем, что количество фиксаций является принципиально важным компонентом восприятия и запоминания и что именно этот параметр движений глаз непосредственно определяет, насколько эффективным будет припоминание увиденного в дальнейшем.

Недавние исследования распознавания лиц подтверждают наше предположение. Так, было показано, что в процессе припоминания лиц ключевую роль играет не время разглядывания лица, но количество сделанных фиксаций: опознание лиц происходит значимо лучше, если у испытуемого была возможность совершить две короткие фиксации (в двух разных точках изображения), нежели одну длительную фиксацию [Hsiao, Cottrell, 2008].

Еще один из интересующих нас вопросов заключался в том, чтобы проверить, насколько порядок извлечения информации из памяти (порядок упоминания отдельных элементов изображения в пересказе) соответству-

ет последовательности зрительного восприятия этих элементов — последовательности перевода взгляда с одного элемента на другой. Определенную сложность при подобном сопоставлении представляют уникальные особенности организации сложного изображения как визуального текста и вербального текста-пересказа. Как уже было сказано выше, вербальный текст разворачивается линейно. Текс-описание (картины) является своего рода упорядочиванием в виде линейной последовательности воспринятой ранее визуальной, организованной нелинейно информации. Само по себе восприятие сложного изображения может проходить по-разному, огромное значение имеют индивидуальные стратегии испытуемых. Однозначную линейную последовательность в данном случае выстроить невозможно, взгляд испытуемых может переходить из одной области к другой и возвращаться обратно неограниченное количество раз в пределах отведенного на ознакомление с изображением временного периода (в нашем эксперименте изображение предъявлялось на одну минуту). И все же существуют экспериментальные данные, подтверждающие наличие некоторых закономерностей при свободном разглядывании сложных изображений, и в частности произведений искусства. Так, было выявлено [Fischer et al., 2013], что в первые секунды свободного разглядывания произведения живописи происходит своего рода сканирование изображения, и лишь затем испытуемые переходят к детальному разглядыванию отдельных элементов. Поскольку общий образ изображения и его структура закладываются на первоначальном этапе сканирования, то именно первые фиксации на каждом элементе отражают то, каким образом изображение было воспринято.

Принимая во внимание все вышесказанное при сопоставлении характеристик движений глаз и последовательности вербального представления, в качестве объекта для анализа мы выбрали именно первые фиксации в каждой области интересов и сопоставляли их с первыми упоминаниями соответствующих областей в текстах пересказов. Была обнаружена значимая положительная корреляция этих двух параметров. В то же время слабая сила связи не позволяет однозначно утверждать, что последовательность упоминания целиком соответствует последовательности разглядывания. Более детальный анализ показал, что в большинстве случаев наблюдаются некоторые расхождения между последовательностью разглядывания и последовательностью упоминания, причем эти расхождения заключаются в изменении порядка упоминания соседних областей интересов при условии, что каждая из них композиционно связана с предыдущей рассматриваемой и упоминаемой областью. Например, при описании последователь-

ности разглядывания (I) «группа за столом» — (II) «центральная пара» — (III) «мужчина с бочкой» — (IV) «собака» в пересказе могли быть поменяны местами области (III) и (IV), но не (II) и (III). Это обусловлено тем, что обе области (III) и (IV) композиционно соседствуют с областью (II), поэтому переход к любой из них оправдан с точки зрения композиции картины. В то же время область (III) не соседствует с областью (I), поэтому маловероятно, что (II) и (III) будут поменяны местами при упоминании. Таким образом, последовательность изложения воспринятой зрительной информации обусловлена как последовательностью разглядывания элементов изображения, так и особенностями композиции изображения.

Итак, результаты нашего исследования показали, что характеристики движений глаз при свободном разглядывании сложного изображения обуславливают его последующее вербальное представление в виде текста-пересказа. При этом наиболее сильная связь проявляется между количеством фиксации на деталях изображения при разглядывании и количеством вербальной информации, используемой при последующем описании этих деталей. Линейная структура вербального описания изображения выстраивается на основании последовательности перемещения взгляда при первом ознакомлении с изображением — при так называемом первом проходе (*first pass*). Полученные результаты открывают перспективы для дальнейших исследований взаимосвязи визуального восприятия и вербализации, а также могут быть использованы при построении моделей компьютерного зрения, и в частности модели «Визуальный переводчик» (*VIsualTRAnslator — VITRA*), преобразующей визуальную информацию в вербальное описание [Herzog, Wazinski, 1994], широко применяющейся в медицине, системах контроля дорожного движения, системах онлайн-трансляций спортивных мероприятий и т. п.

* * *

Влияние вербализации на параметры движений глаз при повторном разглядывании изображения⁴. Цель второй части нашего исследования — выяснить, каким образом вербализация увиденного может повлиять на характер последующего разглядывания того же изображения.

Для того чтобы ответить на этот вопрос, необходимо сначала понять, как в принципе меняется паттерн движений глаз при повторном предъяв-

⁴ Подробнее см. в [Прокопья, 2018].

лении того же самого изображения. В большинстве работ, посвященных изучению многократного предъявления визуальных стимулов, были описаны изменения условий первого и второго просмотров (изменяются либо сами стимулы, либо задачи испытуемого). Так, например, было показано, что при переходе от свободного разглядывания картин к задаче на запоминание изображения и его деталей обычные наблюдатели демонстрировали уменьшение количества фиксаций при увеличении их средней длительности, в то время как профессиональные художники демонстрировали обратное, то есть увеличение количества фиксаций при уменьшении их длительности [Vogt, Magnussen, 2007]. В исследовании М. А. Шуруповой и ее коллег [Шурупова и др., 2016] было показано, что при наличии определенной когнитивной задачи (например, посчитать количество изображенных растений или определить, в каком городе происходит действие) зрительная система постоянно переключается в режим амбьентной обработки, что выражается как в сокращении длительности фиксаций, так и в увеличении амплитуды саккад.

В ходе изучения изменения паттернов движений глаз при многократном предъявлении изображения в условии свободного разглядывания было выявлено, что при повторном разглядывании увеличивается длительность фиксаций, уменьшается амплитуда саккад и в целом сужается фокус визуального внимания, то есть уменьшается количество разглядываемых участков изображения [Kaspar, Koenig, 2011]. Кроме того, результаты показали значительное увеличение индивидуальных вариаций распределения фиксаций между испытуемыми с течением времени просмотра изображения. Эти данные свидетельствуют о том, что при повторном просмотре изображения осуществляется фокальная обработка.

Вернемся к рассмотрению вопроса о взаимосвязи вербализации изображения и параметров движений глаз при его разглядывании. Первое исследование того, как вербализация во время разглядывания произведения живописи влияет на параметры движений глаз, было проведено в 2014 году [Klein et al., 2014]: испытуемым предлагалось в течение 10 минут свободно разглядывать картину в галерее, после чего, не прерывая просмотр, их просили отвечать на вопросы об изображении. В результате было обнаружено, что во время вербального описания картины значительно сократилась средняя длительность фиксаций и уменьшилось количество рассматриваемых участков изображения (по сравнению с контрольной группой испытуемых, продолжавших разглядывать изображение в тишине), но при этом выросло количество фиксаций внутри каждого участка, а также количество переходов

между отдельными участками. Иными словами, порождение связного вербального текста способствовало структурированию движений глаз, сделав их более быстрыми, избирательными и связанными.

В рамках нашего исследования мы провели два эксперимента с целью проверить, каким образом составление связного вербального описания увиденного ранее изображения отразится на параметрах движений глаз при повторном предъявлении этого изображения.

Материал исследования, процедура, участники. В качестве стимула испытуемым предъявлялась та же репродукция, что была использована в предыдущем эксперименте (Ян Стен. Свадьба Тобиаса и Сары).

Работа проводилась индивидуально с каждым участником эксперимента в тихом изолированном помещении. Испытуемым на экране компьютера предъявлялась репродукция картины, которую предлагалось свободно разглядывать, как если бы они находились в музее. Во время всего периода просмотра регистрировались движения глаз испытуемых. Через минуту картина исчезала, после чего половине испытуемых предлагалось составить письменное связное описание изображения, а другой половине давалось невербальное задание-дистрактор: опираясь на устные инструкции экспериментатора, своими руками сделать крафтовую открытку с помощью набора для творчества «Бумажная фабрика». Время на выполнение заданий не было ограничено, однако в среднем как на пересказ, так и на изготовление открытки уходило 10–15 минут. После выполнения задания испытуемым обеих групп предлагалось вернуться к экрану компьютера, вновь пройти процедуру калибровки оборудования для регистрации движений глаз и снова посмотреть на картину, как если бы они вернулись к ней в музее. Время повторного предъявления изображения тоже составляло одну минуту. Общее время эксперимента составляло 20–25 минут.

В эксперименте приняли участие 60 человек в возрасте от 18 до 25 лет. Все испытуемые были носителями русского языка и обладали нормальным или скорректированным до нормального (с помощью очков или линз) зрением.

Обсуждение результатов. Поскольку все испытуемые подтвердили, что впервые видели выбранную в качестве стимула картину, данные всех 60 испытуемых были использованы при дальнейшей обработке.

След за работой Т. Фишера и коллег [Fischer et al., 2013] мы выбрали для анализа следующие параметры движений глаз: длительность фиксаций и амплитуда саккад. В рамках предварительной обработки данных из анализа были удалены все фиксации и саккады, предшествующие морганиям, либо следующие за ними. Также, по аналогии с вышеупомянутой работой, были

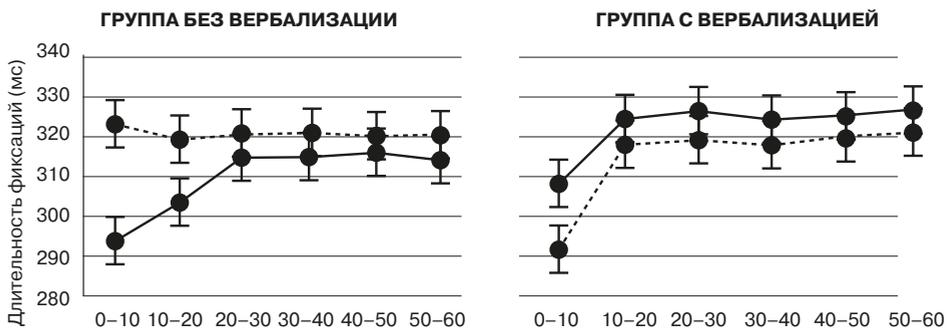


Рис. 3.10. Средняя длительность фиксаций (мс) в течение шести временных периодов во время первого (сплошная линия) и второго (прерывистая линия) просмотров для группы испытуемых без вербализации (слева) и с вербализацией (справа)

удалены все фиксации длительностью менее 120 мс и более 900 мс, а также саккады амплитудой менее 0,3 градуса и более 9 градусов. Объем исключенных из анализа данных составил около 5 % от общего числа значений.

Общее время просмотра изображения (одна минута) было разделено на шесть временных периодов по 10 секунд каждый, после чего для каждого испытуемого были посчитаны средние значения длительности фиксаций и амплитуды саккад в рамках каждого временного периода.

Статистический анализ результатов производился с помощью программного пакета *IBM SPSS Statistics*. В качестве метода был использован дисперсионный анализ с повторными измерениями (*RM ANOVA*) с двумя внутригрупповыми факторами и одним межгрупповым, примененный к двум исследуемым параметрам — средней длительности фиксаций и средней амплитуде саккад. В качестве внутригрупповых факторов рассматривались: просмотр, имеющий две градации (первый *vs.* второй), и временной период, имеющий шесть градаций (0–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50 и 51–60 секунд). В качестве межгруппового фактора учитывалось задание, которое получал испытуемый между просмотрами (группа с вербализацией *vs.* группа без вербализации).

Полученные результаты представлены на рис. 3.10 и 3.11.

Прежде чем перейти к обсуждению влияния вербализации на параметры движений глаз при повторном просмотре изображения, обратим внимание на параметры движений глаз в режиме свободного разглядывания при первом предъявлении. Вслед за предыдущими исследованиями мы зафикс-

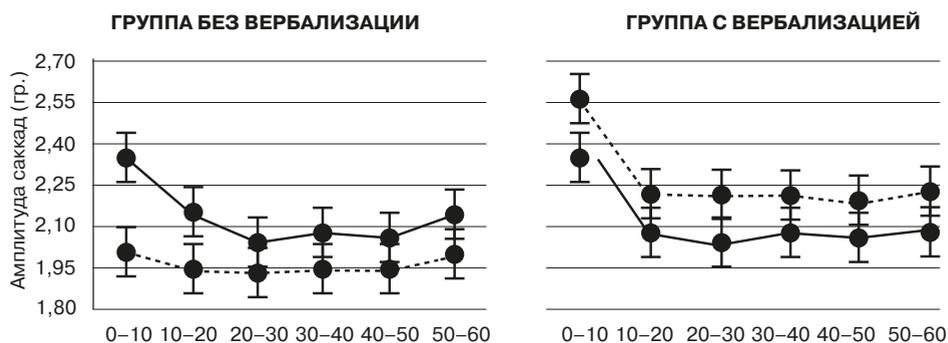


Рис. 3.11. Средняя амплитуда саккад (градусы) в течение шести временных периодов во время первого (сплошная линия) и второго (прерывистая линия) просмотров для группы испытуемых без вербализации (слева) и с вербализацией (справа)

сировали два этапа визуальной обработки: начальный этап амбьентной обработки, для которого характерен сканирующий паттерн движений глаз — относительно короткие фиксации и относительно длинные саккады; и последующий этап фокальной, детальной обработки, для которого характерны более длительные фиксации и более короткие саккады [Velichkovsky, 2002, 2005; Pannasch et al., 2008; Fischer et al., 2013]. Оба этапа были зафиксированы при анализе параметров движений глаз всех испытуемых, независимо от экспериментальной группы (анализ длительности фиксаций: $F(5,54)=5,842$, $p<0,001$; анализ амплитуды саккад: $F(5,54)=11,494$, $p<0,001$).

Важно отметить, что момент перехода от амбьентной обработки к фокальной может варьироваться в зависимости от характеристик стимула, экспериментальных условий и индивидуальных различий испытуемых. Так, в ситуации предъявления набора отдельных объектов, равномерно размещенных на экране без выраженной композиции, переход от амбьентной обработки к фокальной происходит уже спустя две секунды с момента начала рассматривания [Unema, 2005]. Полученные нами результаты сопоставимы с результатами Т. Фишера и коллег [Fischer et al., 2013], в работе которых также был зафиксирован переход от амбьентной обработки к фокальной после десятой секунды свободного разглядывания произведений живописи. Данные нашего исследования показывают, что конкретный момент перехода от одного типа обработки к другому зависит от индивидуальных особенностей испытуемых и может варьироваться во времени. Так, у испытуемых из группы без вербализации в среднем переход к фокальной обработке происходил в интервале

от десятой до двадцатой секунды с начала просмотра, вследствие чего мы наблюдали постепенное увеличение длительности фиксации и сокращение амплитуды саккад вплоть до третьего временного периода (20–30 секунд). Однако для целей нашего исследования принципиальным является не временной момент перехода от амбьентной обработки к фокальной, а сам факт наличия двух этапов обработки во время первого просмотра изображения в режиме свободного разглядывания у обеих групп испытуемых.

Паттерны движений глаз при повторном просмотре изображения значительно различались между группами (для средней длительности фиксации: $F(1,58)=18,290$, $p<0,001$; для средней амплитуды саккад: $F(1,58)=29,906$, $p<0,001$). Группа испытуемых, выполнявшая в перерыве отвлеченное невербальное задание, сразу перешла к фокальной обработке, как если бы испытуемые этой группы продолжали рассматривать картину, не прерываясь. В то же время испытуемые, которых в перерыве просили составить связное вербальное описание картины, в начале второго просмотра продемонстрировали ярко выраженный паттерн повторной амбьентной обработки. При этом в группе с вербализацией при первом и втором просмотре совпадает момент перехода от амбьентной обработки к фокальной.

Для того чтобы понять, почему следствием вербального описания изображения становится повторение сканирующего паттерна и какова функция у этого повторного паттерна, необходимо проанализировать сами тексты описаний. Подробный анализ параметров вербализации был представлен ранее [Прокопеня, 2016], сейчас же остановимся на рассмотрении одного из примеров вербальных описаний.

«В центре стоит мужчина (брюнет) в черно-красной одежде, с красными сапогами, в берете. Рядом стоит женщина в белом платье. Женщина смотрит прямо, мужчина направо (от себя). Рядом (справа) стол, за ним сидят трое мужчин, что-то обсуждают. Перед столом стоит красный стул, словно обитый бархатом.

Стол стоит у стены. Дальше, в этой стене, за столом есть окно, которое ведет в сад. Там стоят двое людей. Рядом с этими людьми есть затемнение, словно вход в другую комнату. Там тоже что-то стоит, но не понятно кто (может быть, старик).

Если смотреть от мужчины в красном направо, то можно увидеть толстого мужчину, рядом с ним бочка (для вина, наверное). Рядом с бочкой черно-белая собака. Пол, на котором она (и все остальные) стоят, — клетчатый, черно-белый. Собака смотрит в «центр» картины»

Как видно из приведенного примера, в рамках задания на вербализацию испытуемые составляли подробные детализированные описания изображения с упоминанием конкретных персонажей и объектов, их расположения и взаимоотношений. Мы предполагаем, что в результате вербализации возникает интерференция между двумя кодами — вербальным и визуальным, — подобно той, что вызывает описанный выше эффект вербального затенения.

Поскольку в нашем исследовании перед испытуемыми не ставилось никакой задачи на этапе повторного предъявления изображения, наблюдаемый эффект может быть вызван двумя причинами: 1) смещением модальностей, то есть самим фактом переключения с визуальной обработки к вербальной и затем обратно к визуальной; 2) смещением типов обработки информации, то есть необходимостью переключения с локальной / аналитической обработки при составлении вербального описания на глобальную / холистическую при повторном зрительном восприятии. Для выявления причины обнаруженного эффекта был проведен следующий эксперимент.

* * *

Цель данного эксперимента заключалась в том, чтобы выяснить причину появления паттерна амьентной обработки в начале повторного просмотра изображения после вербализации. Результаты предыдущего эксперимента показали, что само по себе повторное предъявление изображения, даже с временным интервалом, во время которого испытуемые выполняли невербальное задание-дистрактор, не приводит к повторению амьентной обработки стимула: испытуемые начинают второй просмотр сразу с фокальной обработки, как если бы они продолжали рассматривать картину без перерыва. Таким образом, повторение амьентной обработки ранее увиденного изображения вызвано либо самим фактом вербализации увиденного, либо особенностями вербального описания.

В первом случае причина эффекта заключается в необходимости переключения кодов, то есть вербальная репрезентация «затеняет» визуальную, поэтому при повторном предъявлении изображения визуальная обработка начинается заново. В этом случае любая вербализация, связанная с изображением, должна привести к появлению паттерна амьентной обработки в начале повторного просмотра.

При этом причиной повторной амьентной обработки может быть не вербализация как таковая, а необходимость переключаться с одного типа обработки на другой — с аналитической обработки, необходимой для созда-

ния вербального описания, на холистическую обработку, необходимую для восприятия картины как целостного образа (ср. работу [Chin, Schooler, 2008] о природе эффекта вербального затенения). В этом случае паттерн амьбентной обработки должен появиться только после вербализации, подразумевающей переключение на локальную / аналитическую стратегию обработки информации (описание отдельных деталей изображения), в то время как после вербализации, опирающейся на глобальную / холистическую обработку (называние общих характеристик картины), никакого переключения между типами обработки не потребуется, поэтому повторения фазы амьбентной обработки быть не должно.

Для проверки выдвинутых гипотез мы провели эксперимент, в котором манипулировали разными типами вербальных заданий между просмотрами изображений.

Материал исследования, процедура, участники. В качестве стимулов были выбраны 46 репродукций картин голландских художников XVII века. Общий принцип отбора стимульного материала был тот же, что и в предыдущем эксперименте. Основными критериями отбора были следующие: картины не должны быть знакомы испытуемым (дополнительно проверялось в рамках постэкспериментального интервью); изображения должны быть эмоционально нейтральными — не вызывать ярких позитивных или негативных эмоций — и в то же время быть достаточно реалистичными (см. [Rappasch et al., 2008]); изображения должны содержать достаточно большое количество деталей, чтобы удерживать внимание испытуемого не только во время первого, но и во время повторного просмотра. Для того чтобы параметры стимулов не повлияли на результаты эксперимента, дополнительным критерием отбора стало максимальное сходство стимулов по сюжету (жанровые сцены или пейзажи с изображением фигур людей и животных), общему количеству изображенных объектов, цветовой гамме, яркости и контрастности.

Участникам эксперимента сообщалось, что исследование направлено на изучение восприятия живописи, поэтому в рамках эксперимента будет имитироваться пребывание в картинной галерее. Изображения предъявлялись по одному. Каждая картина демонстрировалась на 30 секунд для свободного разглядывания, после чего изображение исчезало, и на экране появлялось одно из четырех заданий: (а) назвать пять объектов, изображенных на картине; (б) назвать пять эпитетов или ассоциаций к картине; (в) назвать пять каких-либо объектов (например, пять марок автомобилей, пять названий рек) — всего было девять неповторяющихся вопросов; (г) послушать музыку. Задания предъявлялись в случайном порядке. Кроме того, были составлены

четыре экспериментальных протокола, в каждом из которых одному и тому же изображению соответствовали разные задания. Это позволило исключить возможный эффект взаимодействия факторов изображения и задания. Время предъявления каждой картины было сокращено по сравнению с первым экспериментом с 1 минуты до 30 секунд ввиду большого количества предъявляемых изображений. К тому же, как показали исследования, проведенные в музее Метрополитен (Нью-Йорк), среднее время, затрачиваемое на просмотр одной картины, составляет 27,2 секунды [Smith, Smith, 2001].

На все вербальные задания (а)–(в) испытуемый должен был дать устный ответ, который экспериментатор записывал в протокол. В условии (г) в течение 30 секунд звучала спокойная музыка. После этого испытуемый должен был нажать на кнопку, и на экране предъявлялась та же картина еще на 30 секунд для свободного разглядывания. Для того чтобы мотивировать испытуемых внимательно рассматривать изображения во время повторного просмотра, им сообщалось, что после завершения эксперимента последует тест на припоминание. Всего в основной части эксперимента было предъявлено 36 изображений (по девять на каждый тип задания). После завершения основного эксперимента испытуемым предлагалось задание на припоминание: на экране по одному предъявлялись изображения, и нажатием на кнопки джойстика (да / нет) испытуемый должен был ответить на вопрос, видел ли он эту картину в первой части эксперимента или нет. Всего в случайном порядке предъявлялись десять изображений из предъявленных ранее и десять новых изображений.

В завершение было проведено небольшое постэкспериментальное интервью, в рамках которого испытуемых спрашивали, видели ли они какие-то из представленных изображений раньше, и испытывали ли они трудности с выполнением заданий.

Общая продолжительность эксперимента, включая подготовительный этап настройки оборудования, составляла около 1 часа 15 минут.

В исследовании приняли участие 24 человека в возрасте от 18 до 40 лет.

Обсуждение результатов. Первичная обработка результатов была произведена по аналогии с предыдущим экспериментом, в результате чего было отсеяно около 5 % от общего числа значений. Так как никто из испытуемых ранее не видел ни одну из предъявленных картин, все данные были использованы для последующего анализа. Как и при анализе результатов предыдущего эксперимента, время каждого просмотра было разделено на временные периоды по 10 секунд каждый. Всего получилось три временных периода в каждом просмотре.

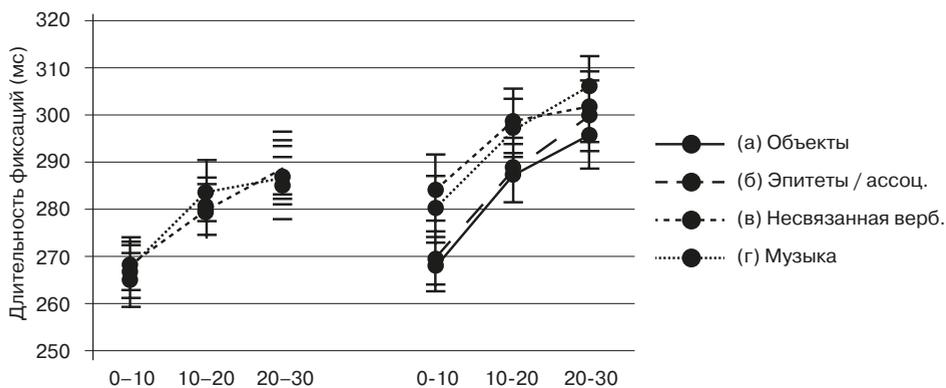


Рис. 3.12. Средняя длительность фиксации (мс) в течение трех временных периодов первого просмотра (слева) и второго просмотра (справа)

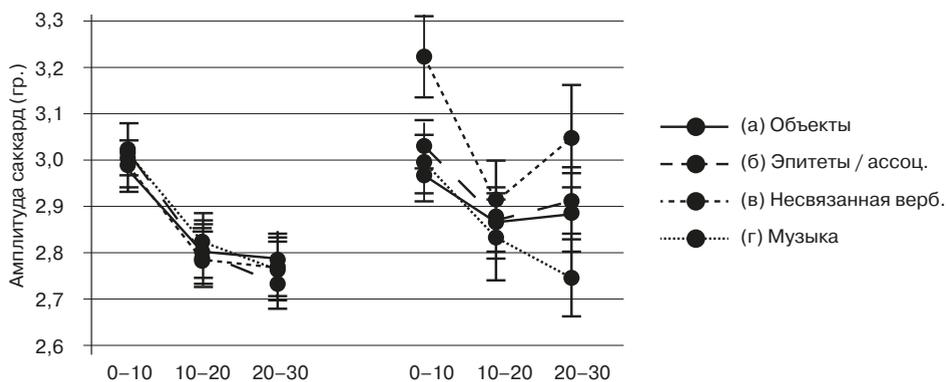


Рис. 3.13. Средняя амплитуда саккад (градусы) в течение трех временных периодов первого просмотра (слева) и второго просмотра (справа)

Статистический анализ результатов производился с помощью программного пакета *IBM SPSS Statistics 23*. В качестве метода был использован дисперсионный анализ с повторными измерениями (*RV ANOVA*) с тремя факторами: просмотр (первый *vs* второй), временной период (0–10, 10–20, 20–30) и задание ((а)–(г)).

Общие результаты представлены на рис. 3.12 и 3.13.

Результаты анализа средней длительности фиксации и средней амплитуды саккад выявили наличие значимого эффекта просмотра (для фиксации $F(1,23)=31,536$; $p<0,001$; для саккад $F(1,23)=26,468$; $p<0,001$), за-

дания (для фиксации $F(3,21)=7,992$; $p=0,001$; для саккад $F(3,21)=3,554$; $p=0,032$), временного периода (для фиксации $F(2,22)=36,364$; $p<0,001$; для саккад $F(2,22)=21,894$; $p<0,001$), а также взаимодействие факторов просмотра и задания (для фиксации $F(3,21)=7,146$; $p=0,002$; для саккад $F(3,21)=3,840$; $p=0,025$).

В обоих экспериментах были зафиксированы две стадии зрительной обработки (амбьентная и фокальная) во время первого просмотра изображений. На рис. 3.12 и 3.13 (графики слева) видно, что с течением времени просмотра увеличивается средняя длительность фиксации и уменьшается средняя амплитуда саккад.

Параметры движений глаз во время повторного просмотра изображения различаются в зависимости от задания. После выполнения заданий (а) и (б), в которых вербализация была связана с изображением, в начале второго просмотра (первый временной период — 0–10 секунд) вновь наблюдается паттерн амбьентной обработки, выраженный в сокращении длительности фиксации и увеличении амплитуды саккад, который затем сменяется на фокальную обработку, что выражено в увеличении длительности фиксации и уменьшении амплитуды саккад. В целом, как видно на рис. 3.12 и 3.13, паттерн повторного просмотра в условиях (а) и (б) идентичен паттерну первого просмотра. После вербализации изображения был зафиксирован повтор амбьентной обработки. При этом характер вербализации не имеет значения: различий между вербализацией, требующей декомпозиции изображения (а), и вербализацией, активирующей холистический образ изображения (б), выявлено не было. Это свидетельствует в пользу предположения, что причиной повторной амбьентной обработки является сам факт переключения с визуальной обработки к вербальной и затем обратно к визуальной, независимо от того, какой характер носила вербализация (аналитический или холистический).

Что касается двух контрольных условий ((в) — название различных объектов, не связанных с изображением, (г) — прослушивание музыки), то здесь мы получили несколько неожиданные результаты. Так, параметры длительности фиксации, как и предполагалось, соответствовали фокальной стадии визуальной обработки. На рис. 3.11 видно, что в условиях (в) и (г) средняя длительность фиксации возрастает с течением времени, независимо от прерывания просмотра. Однако, вопреки ожиданиям, в обоих условиях (в) и (г) наблюдается значимое увеличение амплитуды саккад во время второго просмотра (см. рис. 3.13). Особенно ярко этот эффект проявился в условии (в), в котором испытуемым требовалось называть различные объекты, не связанные с картиной. При этом тем не менее наблюдается ха-



Рис. 3.14. Карта распределения фиксаций одного испытуемого в течение первого временного периода (0–10 секунд) во время первого (слева) и второго (справа) просмотра изображения в условии с вербализацией, не связанной с изображением (в)

рактерное для повторного просмотра без вербализации сужение фокуса визуального внимания [Kaspar, Koenig, 2011], то есть уменьшение количества разглядываемых участков изображения (рис. 3.14).

Мы полагаем, что значительное увеличение средней амплитуды саккад на фоне возрастающей средней длительности фиксаций в условии (в) вызвано не переключением к амьбентой обработке, а спецификой экспериментального задания. Как отмечали испытуемые в постэкспериментальном интервью, в течение некоторого времени после начала повторного просмотра они продолжали думать о задании, то есть подбирать подходящие названия объектов. Именно отвлечение внимания непосредственно от процесса рассматривания картины могло отразиться на параметрах движений глаз, в частности снизить уровень когнитивного контроля при планировании саккад. В пользу того, что обнаруженный паттерн движения глаз в условии (в) не является коррелятом переключения на амьбентный тип обработки, свидетельствуют и карты распределения фиксаций (см. рис. 3.14), демонстрирующие нехарактерное для амьбентой обработки сужение фокуса внимания.

Стоит отметить, что на параметры движений глаз при втором просмотре во всех условиях могло оказать влияние общее задание (тест на припоминание) после завершения эксперимента, о котором испытуемые были осведомлены заранее. Как уже было сказано выше, включение данного задания продиктовано необходимостью удерживать внимание испытуемых на изображениях во время повторного предъявления.

Несмотря на некоторые ограничения, связанные с дизайном, в рамках данного эксперимента нам удалось подтвердить общую гипотезу о влиянии вербализации на параметры движения глаз при повторном просмотре изображения, а также выявить, что повторную амбьентную обработку вызывает любая вербализация, связанная с изображением, независимо от того, провоцирует ли она сдвиг от глобальной / холистичной обработки к локальной / аналитичной или нет.

Итак, целью данного исследования было выявление связи между вербальным описанием изображения и особенностями его зрительного восприятия. Мы провели три экспериментальных исследования, чтобы выяснить, во-первых, существует ли связь между характеристиками движений глаз при разглядывании изображения и ее последующим вербальным описанием, а во-вторых, каким образом вербализация может повлиять на параметры движений глаз при повторном просмотре этого же изображения. В качестве материала были использованы репродукции произведений классической живописи. В результате было показано: при первом предъявлении репродукции картины в ситуации свободного разглядывания (когда перед испытуемым не ставится никакой задачи) визуальная обработка делится на два этапа — этап амбьентной обработки, то есть общего ознакомления с изображением, для которого характерны высокоамплитудные саккады и короткие фиксации, и этап фокальной, детальной обработки, для которого характерны короткие саккады и длительные фиксации. При этом переключение с одного типа обработки к другому происходит примерно через 10 секунд после начала просмотра.

Далее было показано, что характеристики движений глаз при свободном разглядывании изображения обуславливают его последующее вербальное описание, а именно: чем больше фиксаций на том или ином фрагменте изображения, тем больше слов будет посвящено этому фрагменту в тексте-описании. Также было обнаружено, что вербальное описание изображения приводит к появлению паттерна повторной амбьентной обработки в начале второго просмотра, чего не происходит в ситуации прерывания просмотра без вовлечения вербализации (в таком случае при повторном предъявлении изображения испытуемые сразу переходят к фокальной обработке). Манипуляция различными типами вербальных заданий позволила установить, что повторный паттерн амбьентной обработки возникает после любой вербализации, связанной с изображением, независимо от того, какой тип обработки информации — холистический или аналитический — задействуется в процессе вербализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, кот Шрёдингера остается верен себе, находясь одновременно в двух состояниях, — экспериментатора и участника эксперимента. Он, внимательный наблюдатель и создатель смыслов, пройдясь по лингвистическим уровням, понял, что остается еще много удивительного, например, в предстоящем путешествии по странным и неоднозначным, зависящим от контекста, языковым моделям времени.

Вместе мы рассмотрели, как развивался интерес к изучению движений глаз как способу исследования процессов обработки информации человеком (кот благороден — и не забыл о людях), ведь техническая возможность получать максимально точные и экологически валидные данные появилась совсем недавно, и теперь на их основе можно строить теоретические модели. Накоплены знания о базовых параметрах окуломоторной активности при чтении текстов на языках мира с различными системами письменности, а также при разглядывании изображений и сложных сцен; на этой основе базируется планирование дальнейшей экспериментальной работы (кот не дремлет!). Но все же многочисленные попытки смоделировать систему управления движениями глаз в настоящий момент не дают однозначного ответа на вопрос о том, как именно соотносятся моторные и когнитивные механизмы при обработке зрительной информации, и в частности — письменной речи.

Поскольку подавляющее большинство современных исследований проводится на материале небольшого числа европейских языков, включение в круг изучения данных русского языка в силу таких его типологических черт, как кириллический алфавит с промежуточным типом орфографии, развитое словоизменение, свободный порядок слов, представляется крайне перспективным. Мы рассмотрели некоторые возможности, которые метод регистрации движения глаз открывает не только для исследования процесса чтения как такового, но и для проверки положений теоретической лингвистики. Так, благодаря окуломоторным данным появляется возможность описать процесс зрительной обработки на перцептивном уровне (распознавание отдельных графем), процессы активации и конкуренции при распознавании слова, про-

цесс интеграции слова контекстом, приписывание цепочке слов синтаксической структуры, установление анафорических связей между предложениями в связанном тексте, влияние структуры текста на процесс его обработки.

Особенный интерес в изучении восприятия речи в целом и письменной речи в частности представляет языковая неоднозначность. Одно из ключевых свойств человеческого языка — произвольность, то есть возможность разной трактовки сказанного в зависимости от контекста — узкого или широкого [Черниговская, 2015, с. 341]. Неоднозначность присутствует на всех языковых уровнях и на протяжении многих десятилетий является предметом изучения лингвистов: обсуждаются причины возникновения неоднозначности в языке, особенности употребления неоднозначных единиц в речи, факторы, влияющие на разрешение неоднозначности и др. Однако неоднозначность может выступать не только как предмет, но и как инструмент лингвистического исследования. Особенности обработки неоднозначных лексем позволяют описать структуру связей в ментальном лексиконе носителя языка. Особенности интерпретации синтаксически неоднозначных предложений демонстрируют, как при синтаксическом анализе учитываются морфологические, лексико-грамматические, просодические характеристики. Данные о закономерностях разрешения референциальной неоднозначности проливают свет на организацию уровней языковой системы и на алгоритмы обращения к ним в процессе речевой деятельности. Наконец, на материале неоднозначности буквальных и небуквальных языковых выражений появляется возможность сделать вывод о том, как в реальном времени осуществляется переход от текста к смыслу при речевой деятельности — от распознавания слова до интеграции его в дискурсивный контекст.

Рассмотрение особого типа текста, инфографики, позволило сравнить и сопоставить механизмы обработки информации, представленной в вербальной и невербальной формах. Еще одна серия экспериментальных исследований была направлена на изучение взаимосвязи вербального описания изображения и особенностей его зрительного восприятия. Было показано, что, с одной стороны, характеристики движений глаз при свободном разглядывании изображения обуславливают его последующее вербальное описание, а с другой стороны, само вербальное описание изображения оказывает влияние на параметры движений глаз при последующем просмотре этого изображения.

Таким образом, в данной монографии обобщены некоторые результаты, полученные научным коллективом лаборатории когнитивных исследований СПбГУ и открывающие ряд перспектив как в теоретическом, так

и прикладном направлениях. Прикладные аспекты связаны с формулировкой рекомендаций по повышению разборчивости и читаемости текста. Так, выявленный механизм распознавания графем кириллического алфавита в составе последовательности предполагает, что разборчивость отдельных букв, а значит и текста в целом, может быть улучшена, если при дизайне шрифта будут видоизменены те или иные черты букв и усилены различия в визуальном облике тех графем, которые при парафовеальном распознавании вызывают наибольшее количество ошибок. Описание процесса обработки текстов разных типов (впрочем, однозначного ответа на вопрос о преимуществе текстового формата представления информации по сравнению с инфографическим дать нельзя) позволяет сформулировать рекомендации по визуальной организации текста, влияющей на качество его понимания и запоминания. Теоретические аспекты проведенных исследований заключаются в экспериментальной проверке гипотез о функционировании таких ключевых для речевой деятельности механизмов, как лексический доступ, синтаксический анализ, установление анафорических зависимостей и распознавание вербальных и невербальных паттернов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адлер М. 2011. Как читать книги. Руководство по чтению великих произведений. М.: Манн, Иванов и Фербер.
- Адмони В. Г. 1994. Система форм речевого высказывания. СПб.: Наука.
- Александров Ю. И., Александрова Н. Л. 2009. Субъективный опыт, культура и социальные представления. М.: Институт психологии РАН.
- Александров Ю. И., Александрова Н. Л. 2010. Комплементарность культуроспецифичных типов познания. Вестник Московского университета. Серия 14. Психология (1): 22–35; (3): 18–34.
- Алексеев Ю. Г. 2002. Вербальные и иконические компоненты креолизованного текста в интракультурной и интеркультурной коммуникации (экспериментальное исследование). Автореф. дисс. ... канд. филол. наук. Ульяновск.
- Алексеева С. В., Доброго А. С., Кониная А. А., Чернова Д. А. 2018. К вопросу о механизмах распознавания кириллических букв при чтении: роль типа шрифта. Вестник Томского государственного университета. Филология. [в печати]
- Алексеева С. В., Слюсарь Н. А. 2017. Эффект длины при парафовеальной обработке слов во время чтения. Вестник Томского государственного университета. Филология 45: 5–29.
- Анисимов В. Н., Федорова О. В., Латанов А. В. 2010. Синхронная регистрация движений глаз и ЭЭГ: применение в психолингвистике. Экспериментальная психология в России: традиции и перспективы. Ред. В. А. Барabanщикова. М.: Институт психологии РАН: 349–354.
- Анисимов В. А., Федорова О. В., Латанов А. В. 2014. Параметры движений глаз при чтении предложений с синтаксической неоднозначностью в русском языке. Физиология человека 40 (5): 57–68.
- Анисимова Е. Е. 2003. Лингвистика текста и межкультурная коммуникация (на материале креолизованных текстов). М.: Издательский центр «Академия».
- Ахутина Т. В. 1989. Порождение речи. Нейролингвистический анализ синтаксиса. М.: Изд-во МГУ.
- Ахутина Т. В., Пылаева Н. М. 2003. Диагностика развития зрительно-вербальных функций. Учебное пособие. М.: Издательский центр «Академия».
- Барabanщиков В. А., Жегалло А. В. 2010. Методы регистрации движений глаз: теория и практика. Психологическая наука и образование (5): 240–254.
- Барabanщиков В. А., Жегалло А. В. 2014. Айттрекинг: методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике. М.: Когито-Центр.
- Барabanщиков В. А., Ананьева К. И. 2015. Айттрекинг в психологической науке и практике. М.: Когито-Центр.

- Безруких М. М., Иванов В. В. 2013. Движения глаз в процессе чтения как показатель сформированности навыка. Физиология человека 39 (1): 83–93.
- Безруких М. М., Иванов В. В. 2014. Окуломоторная активность при чтении у детей с разной степенью сформированности навыка. Сообщение 1. Особенности окуломоторной активности у хорошо и плохо читающих детей 6–7 лет. Новые исследования 4 (41): 67–76.
- Безруких М. М., Иванов В. В. 2015. Окуломоторная активность при чтении у детей с разной степенью сформированностью навыка. Сообщение 2. Особенности окуломоторной активности у хорошо и плохо читающих детей 9–10 лет. Новые исследования 2 (43): 4–12.
- Безруких М. М., Адамовская О. Н., Иванов В. В. 2017. Особенности зрительного восприятия и окуломоторной активности у первоклассников при чтении текстов различной сложности. Физиология человека 43 (2): 56–65.
- Бирих А. К., Мокиенко В. М., Степанова Л. И. 1998. Словарь русской фразеологии. Историко-этимологический справочник. СПб.: Фолио-Пресс.
- Бойко М. А. 2006. Функциональный анализ средств создания образа страны (на материале немецких политических креолизованных текстов). Автореф. дисс. ... канд. филол. наук. Воронеж.
- Бондарко А. В. 1971. Грамматическая категория и контекст. Л.: Наука.
- Бондарко А. В. 1983. Принципы функциональной грамматики и вопросы аспектологии. Отв. ред. В. Н. Ярцева. Л.: Наука.
- Величковский Б. М. 1999. От уровней обработки к стратификации познания. Вопросы психологии (4): 58–74.
- Величковский Б. М. 2006. Когнитивная наука. Основы психологии познания в 2 т. М.: Смысл — Издательский центр «Академия» 2.
- Вельфлин Г. 2013. Основные понятия истории искусств: проблема эволюции стиля в новом искусстве. М.: Изд-во В. Шевчук.
- Воейкова М. Д. 2011. Ранние этапы усвоения детьми именной морфологии русского языка. М.: Знак.
- Ворошилова М. Б. 2006. Креолизованный текст: аспекты изучения. Политическая лингвистика 20: 180–189.
- Гальперин И. Р. 2006. Текст как объект лингвистического исследования. 4-е изд., М.: КомКнига.
- Деликишкина Е. А., Федорова О. В. 2012. Влияние фактора синтаксической роли антецедента на разрешение референциальной неоднозначности в русском языке. Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: материалы ежегодной конференции «Диалог» 11. М.: РГГУ: 9 129–137.
- Долинин К. А. 2003. У изголовья лингвистической стилистики. Проблемы современного теоретического и синхронно-описательного языкознания. Лингвистика. История лингвистики. Социоллингвистика 5. Сб ст. Ред. К. А. Долинин. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та: 40–55.
- Драгой О. В. 2007. Влияние категории одушевленности на разрешение синтаксической неоднозначности. Вестник Московского университета. Серия 9: Филология (1): 35–48.

- Дубасова А. В., Раева О. В., Риехакайнен Е. И., Фролова А. М. 2012. Роль частотности в процессе распознавания лексически неоднозначных фрагментов речевого сигнала (на материале русского языка). Вестник Санкт-Петербургского университета. Язык и литература (2): 132–140.
- Иванов В. В., Демидов А. А., Безруких М. М. 2010. Особенности движений глаз у детей младшего школьного возраста в процессе чтения текстов разной сложности. Экспериментальная психология в России: традиции и перспективы. Ред. В. А. Барабанщиков. М.: Институт психологии РАН: 611–616.
- Касевич В. Б. 2006. Труды по языкознанию в 2 т. СПб.: Филологический факультет СПбГУ. Т. 1.
- Корнев А. Н. 2015. Стратегии обработки письменного текста при чтении описательных текстов: анализ движений взора у студентов 2–4 курсов с разным уровнем читательских навыков. Когнитивная психология: методология и практика. СПб.: Изд-во ВВМ: 204–211.
- Корнев А. Н., Ишимова О. А. 2010. Методика диагностики дислексии у детей: Методическое пособие. СПб.: Изд-во Политехнического университета.
- Корнев А. Н., Оганов С. Р. 2015. Стратегии обработки письменного текста при чтении описательных текстов: анализ движений взора у студентов 2–4 курсов с разным уровнем читательских навыков. Когнитивная психология: методология и практика. СПб.: Изд-во ВВМ: 204–211.
- Корнев А. Н., Оганов С. Р., Балчюниене И. 2017. Стратегии анализа текста при чтении: влияние жанровых и функционально-грамматических характеристик текста на окуломоторное поведение молодых взрослых с разным уровнем функциональной грамотности. Acta linguistica petropolitana 13.
- Корнеев А. А., Ахутина Т. В., Матвеева Е. Ю. 2017. Анализ глазодвигательной активности при чтении у младших школьников. Когнитивная наука в Москве: новые исследования: материалы конференции. Ред. Е. В. Печенкова, М. В. Фаликман. М.: «Буки Веди» — ИППиП Москва: 158–162.
- Коршунов Д. С. 2011. Модели чтения и единицы чтения: поиск универсального. Вестник Военного университета 4 (27): 60–67.
- Коршунов Д. С. 2012. Психолингвистические модели чтения в буквенных и иероглифических языках. Автореф. дисс. ... канд. филол. наук. М.
- Куравский Л. С., Мармалюк П. А., Барабанщиков В. А., Безруких М. М., Демидов А. А., Иванов В. В., Юрьев Г. А. 2013. Оценка степени сформированности навыков и компетенций на основе вероятностных распределений глазодвигательной активности. Вопросы психологии (5): 64–80.
- Кухта М. С. 2004. Модели восприятия информации в вербальных и визуальных текстах. Вестник Томского государственного педагогического университета. Гуманитарные науки. Филология 3 (40): 116–119.
- Лотман Ю. М. 1973. Семиотика кино и проблемы киноэстетики. Таллин: Ээсти Раамат.
- Ляшевская О. Н., Шаров С. А. 2009. Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка). М.: Азбуковник.

- Митренина О. В. 2005. Проблемы неоднозначности синтаксического анализа. Автореф. дисс. ... канд. филол. наук. СПб.
- Мурзин Л. Н., Штерн Ф. С. 1991. Текст и его восприятие. Свердловск: Изд-во Уральского гос. ун-та.
- Наследов А. Д. 2004. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие. СПб.: Речь.
- Оганов С. Р. 2015. Саккады как показатель индивидуальной вариативности стратегий анализа текста: чтение научного текста студентами 2–4 курсов. Когнитивная психология: методология и практика. СПб.: Изд-во ВВМ: 212–220.
- Оганов С. Р., Корнев А. Н. 2017. Окуломоторные характеристики как показатель сформированности навыка анализа письменного текста у детей 9–11 и 12–14 лет. Специальное образование 3 (47): 112–121.
- Падучева Е. В. 2011. Семантические исследования. Семантика времени и вида в русском языке. Семантика нарратива. М.: Языки русской культуры.
- Папина А. Ф. 2002. Текст: его единицы и глобальные категории. М.: Издательская группа URSS.
- Петрова Т. Е., Михайловская Е. В. 2014. Восприятие идиом: экспериментальное исследование с использованием методики регистрации движений глаз на материале русского языка. Глобальный научный потенциал 10 (43): 163–166.
- Петрова Т. Е., Кротова К. Е. 2015. Тип текста и стратегии его обработки детьми. Глобальный научный потенциал 10 (55): 205–207.
- Петрова Т. Е., Мусихина М. С. 2015. Особенности восприятия и обработки текстов разных функциональных стилей. Когнитивная психология: методология и практика: Коллективная монография. СПб.: Изд-во ВВМ: 221–229.
- Петрова Т. Е., Риехакайнен Е. И., Кузнецова А. С., Мараев А. В., Шаталов М. А. 2017. Выделение ключевых слов в вербальных и невербальных паттернах. Социо- и психолингвистические исследования 5: 149–156.
- Плещенко Т. П., Федотова Н. В., Чечет Р. Г. 2001. Стилистика и культура речи. Минск: ТетраСистемс.
- Прокопья В. К. 2016а. Особенности обработки и интерпретации предложений с референциальной неоднозначностью. Вестник Пермского университета. Российская и зарубежная филология 1 (33): 21–30.
- Прокопья В. К. 2016б. Процессы восприятия и описания живописных сюжетов: психофизиологическое и психолингвистическое исследование. Черниговская Т. В. и др. Психофизиологические и нейролингвистические аспекты процесса распознавания вербальных и невербальных паттернов коммуникации. СПб.: Изд-во ВВМ.
- Прокопья В. К. 2018. Влияние вербализации на параметры движений глаз при повторном разглядывании изображения. Петербургский психологический журнал (24): 65–68.
- Русская грамматика. 1980. М.: Наука.
- Сахарный Л. В. 1989. Введение в психолингвистику. Курс лекций. Л.: Изд-во ЛГУ.
- Секерина И. А. 2002. Психолингвистика. Современная американская лингвистика: фундаментальные направления. М.: УРСС: 231–260.

- Слюсарь Н. А. 2012. На стыке теорий: грамматика и информационная структура в русском и других языках. 2-е изд. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ».
- Слюсарь Н. А., Петрова Т. Е., Михайловская Е. В., Череповская Н. В., Прокопья В. К., Чернова Д. А., Черниговская Т. В. 2017. Экспериментальные исследования ментального лексикона: словосочетания с буквальным и небуквальным значением. Вопросы языкознания (3): 83–98.
- Солганик Г. Я. 1997. Стилистика текста. Учеб. пособие. М.: Наука.
- Сонин А. Г. 2006. Моделирование механизмов понимания поликодовых текстов. Автореф. дисс. ... д-ра филол. наук. М.
- Сорокин Ю. А., Тарасов Е. Ф. 1990. Креолизованные тексты и их коммуникативная функция. Оптимизация речевого воздействия. М.: Высшая школа: 180–186.
- Тестелец Я. Г. 2001. Введение в общий синтаксис. М.: РГГУ.
- Тельминов Г. Н. 2009. Интернет-реклама как вид креолизованного текста. Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского (5): 300–304.
- Федорова О. В. 2008. Методика регистрации движений глаз «Визуальный мир»: шанс для сближения психолингвистических традиций. Вопросы языкознания (3): 98–120.
- Федорова О. В. 2014. Экспериментальный анализ дискурса. М.: Языки славянской культуры.
- Федорова О. В., Янович И. С. 2004. Об одном типе синтаксической многозначности, или Кто стоял на балконе. Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: тр. междунар. конф. «Диалог-2004». М.: Наука: 644–649.
- Филиппов К. А. 2003. Лингвистика текста: курс лекций. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та.
- Фрумкина Р. М. 1971. Вероятность элементов текста и речевое поведение. М.: Наука.
- Чеботок А. С., Зинченко Е. М. 2018. Особенности окулomotorной активности у студентов при решении задач. Известия Саратовского университета. Серия: Химия. Биология. Экология 18 (3): 341–344.
- Черниговская Т. В. 2010а. Мозг и язык: врожденные модули или обучающаяся сеть? Вестник РАН 80 (5–6): 461–465.
- Черниговская Т. В. 2010б. Чтение в контексте когнитивного знания. Сб. материалов Первой Всероссийской науч.-практ. конф. «Открытое образование. Педагогика текста». СПб.: 99–103.
- Черниговская Т. В. 2010в. Если зеркало будет смотреться в зеркало, что оно там увидит? (к вопросу об эволюции языка и сознания). Когнитивные исследования. М.: ИП РАН: 67–89.
- Черниговская Т. В. 2012. Картезианство и бэконианство в лингвистике. От значения к форме, от формы к значению. Сб. ст. в честь 80-летия члена-корреспондента РАН А. В. Бондарко. М.: ЯСК: 591–597.
- Черниговская Т. В. 2013. Чеширская улыбка кота Шрёдингера: язык и сознание. М.: ЯСК.
- Черниговская Т. В. 2014. «До опыта приобрели черты...» Мозг человека и породивший его язык. Логос 1 (97): 79–96.
- Черниговская Т. В. 2015а. Фуэте, фонема, формула, фотон: языки мозга и культуры. Тр. отд. историко-филологических наук РАН. М.: Наука: 177–187.

- Черниговская Т. В. 2015б. Экспериментальное исследование языка и мышления в XXI веке: традиции и возможности. Перспективные направления развития науки в Петербурге. Отв. ред. Ж. И. Алферов и др. СПб.: СПбНЦ РАН: 489–494.
- Черниговская Т. В. 2015в. Творчество как предназначение мозга. Философия творчества: материалы Всероссийской науч. конф. Институт философии РАН, Москва. Ред. Н. М. Смирнова, А. Ю. Алексеев. М.: ИИНТЕЛЛ: 57–67.
- Черниговская Т. В. 2015г. Конь и трепетная лань: ученый на стыке наук. Актуальные вопросы нейрофилософии: материалы международного междисциплинарного семинара «Нейрофилософия». Ред. А. Ю. Алексеев, Д. И. Дубровский, В. Г. Кузнецов. М.: ИИНТЕЛЛ: 31–41.
- Черниговская Т. В., Дубасова А. В., Риехакайнен Е. И. 2012. Лексическая неоднозначность и организация ментального лексикона. Тезисы докладов Пятой междунар. конф. по когнитивной науке. Калининград: 694–696.
- Черниговская Т. В., Прокопеня В. К. 2015. Интерпретация контекста как характеристика нелинейности структуры ментальной грамматики: экспериментальное исследование референции. Труды Четвертой всероссийской конф. «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях». Нижний Новгород: ИПФ РАН: 266–269.
- Черниговская Т. В., Шелепин Ю. Е., Заширинская О. В. (ред.). 2016. Психофизиологические и нейролингвистические аспекты процесса распознавания вербальных и невербальных паттернов коммуникации. СПб.: Изд-во ВВМ.
- Чернова Д. А. 2015. Экспериментальное исследование процесса разрешения синтаксической неоднозначности в русском языке с использованием методики регистрации движения глаз. Вопросы психолингвистики 4 (26): 256–268.
- Чернова Д. А., Слюсарь Н. А., Прокопеня В. К., Петрова Т. Е., Черниговская Т. В. 2016. Экспериментальные исследования грамматики: синтаксический анализ неоднозначных предложений. Вопросы языкознания (6): 36–50.
- Шелепин Ю. Е. 2017. Введение в нейроикономику. СПб.: Троицкий мост.
- Шмид В. 2003. Нарратология. М.: Языки славянской культуры.
- Шурупова М. А., Анисимов В. Н., Терещенко Л. В., Латанов А. В. 2016. Влияние когнитивной задачи на параметры движений глаз при просмотре статических и динамических сцен. Сенсорные системы 30 (1): 53–62.
- Эльконин Д. Б. 1991. Как научить детей читать. М.: Знание.
- Юдина М. В., Федорова О. В., Янович И. С. 2007. Синтаксическая неоднозначность в эксперименте и в жизни. Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: сб. тр. междунар. конф. «Диалог-2007». М.: Изд-во РГГУ: 605–610.
- Якобсон Р. 1985. Избранные работы. М.: Прогресс.
- Ярбус А. Л. 1965. Роль движений глаз в процессе зрения. М.: Наука.
- Acha J., Carreiras M. 2014. Exploring the mental lexicon: A methodological approach to understanding how printed words are represented in our minds. *The Mental Lexicon* 9 (2): 196–231. <https://doi.org/10.1075/ml.9.2.03ach> (accessed 16.10.2018).

- Acuña-Fariña C., Fraga I., García-Orza J., Piñeiro A. 2009. Animacy in the adjunction of Spanish RCs to complex NPs. *European Journal of Cognitive Psychology* 21 (8): 1137–1165.
- Alexeeva S., Slioussar N., Chernova D. 2017. StimulStat: a lexical database for Russian. *Behavior Research Methods*. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0994-3>.
- Allopenna P. D., Magnuson J. S., Tanenhaus M. K. 1998. Tracking the time course of spoken word recognition using eye movements: Evidence for continuous mapping models. *Journal of Memory and Language* 38 (4): 419–439.
- Alogna V. K., Aucoin P., Attaya M. K., Simons D. J. 2014. Registered replication report: Schooler and engstler-schooler (1990). *Perspectives on Psychological Science* 9 (5): 556–578.
- Altmann G. T. M., Garnham A., Dennis Y. I. L. 1992. Avoiding the garden path: Eye movements in context. *Journal of Memory and Language* 31: 685–712.
- Altmann G., Steedman M. 1988. Interaction with context during human sentence processing. *Cognition* 30 (3): 191–238.
- Altmann G. T. M., Kamide Y. 2007. The real-time mediation of visual attention by language and world knowledge: Linking anticipatory (and other) eye movements to linguistic processing. *Journal of Memory and Language* 57 (4): 502–518.
- Andrá C., Lindström P., Arzarello F., Holmqvist K., Robutti O., Sabena C. 2015. Reading mathematics representations: an eye-tracking study. *International Journal of Science and Mathematics Education* 13 (2): 237–259.
- Apanovich V. V., Bezdenzhnykh B. N., Sams M., Jaaskelainen I. P., Alexandrov Y. I. 2018. Event-related potentials during individual, cooperative, and competitive task performance differ in subjects with analytic vs holistic thinking. *International Journal of Psychophysiology* 123: 136–142.
- Ashby J., Rayner K., Clifton C. 2005. Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 58A: 1065–1086.
- Atkinson R. C., Juola J. F. 1973. Factors influencing speed and accuracy of word recognition. Ed. S. Kornblum *Attention and performance*. New York: Academic Press.
- Atkinson R. C., Juola J. F. 1974. Search and decision processes in recognition memory. Eds D. H. Krantz, R. C. Atkinson, R. D. Luce, P. Suppes. *Contemporary developments in mathematical psychology. Learning, memory, and thinking*. San Francisco: Freeman.
- Bacha-Trams M., Alexandrov Y. I., Broman E., Kauppila M., Kauttonen J., Ryyppö E., Sams M., Jääskeläinen I. 2018. A drama movie activates brains of holistic and analytical thinkers differentially. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* [accepted 16.11.2018].
- Baddeley R. J., Tatler B. W. 2006. High frequency edges (but not contrast) predict where we fixate: A Bayesian system identification analysis. *Vision Research* 46: 2824–2833.
- Balota D. A., Pollatsek A., Rayner K. 1985. The interaction of contextual constraints and parafoveal visual information in reading. *Cognitive Psychology* 17 (3): 364–390.
- Banerjee J., Majumdar D., Pal M. S., Majumdar D. 2010. An eye movement study for identification of suitable font characters for presentation on a computer screen. *Journal of Human Ergology* 39: 15–21. <https://doi.org/10.11183/jhe.40.47>.

- Bartlett J. C., Till R. E., Levy J. C. 1980. Retrieval characteristics of complex pictures: Effects of verbal encoding. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 19 (4): 430–449.
- Becker W., Jürgens R. 1979. An analysis of the saccadic system by means of double step stimuli. *Vision Research* 19: 967–983.
- Beymer D., Orton P. Z., Russel D. M. 2007. An eye tracking study of how pictures influence on-line reading. Eds C. Baranauskas, Ph. Palanque, J. Abascal, S. D. J. Barbosa. 11th IFIP TC 13 international conference human-computer interaction—INTERACT 2007. Rio de Janeiro, Brazil, 10–14 September 2007, Proceedings, Part II. Heidelberg: Springer: 456–460.
- Biederman I. 1972. Perceiving real-world scenes. *Science* 177: 77–80.
- Biederman I., Mezzanotte R. J., Rabinowitz J. C. 1982. Scene perception: Detecting and judging objects undergoing relational violations. *Cognitive Psychology* 14: 143–177.
- Binder S. K., Rayner K. 1998. Contextual strength does not modulate the subordinate bias effect: Evidence from eye fixations and self-paced reading. *Psychonomic Bulletin and Review* 5: 271–276.
- Blythe H. I., Joseph H. S. S. L. 2011. Children's Eye Movements during Reading. *The Oxford Handbook of Eye Movements* (1): 643–662.
- Bobrow S. A., Bell S. M. 1973. On catching on to idiomatic expressions. *Memory and Cognition* 1 (3): 343–346.
- Borji A., Itti L. 2014. Defending Yarbus: Eye movements reveal observers' task. *Journal of Vision* 14 (29): 1–22.
- Bouma H. 1971. Visual recognition of isolated lower-case letters. *Vision Research* 11 (5): 459–474. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(71\)90087-3](https://doi.org/10.1016/0042-6989(71)90087-3).
- Bouma H. 1973. Visual interference in the parafoveal recognition of initial and final letters of words. *Vision Research* 13 (4): 767–782.
- Bowdle B. F., Gentner D. 2005. The career of metaphor. *Psychological Review* 112: 193–216.
- Braze D., Shankweiler D., Ni W., Palumbo L. C. 2002. Reader's eye movements distinguish anomalies of form and content. *Journal of Psycholinguistic Research* 31: 25–44.
- Brisard F., Frisson S., Sandra D. 2001. Processing Unfamiliar Metaphors in a Self-Paced Reading Task. *Metaphor and Symbol* 16: 87–108.
- Brown C., Brandimonte M. A., Wickham L. H. V., Bosco A., Schooler J. W. 2014. When do words hurt? A multiprocess view of the effects of verbalization on visual memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 40 (5): 1244.
- Buswell G. T. 1935. *How People Look at Pictures*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Cacciari C. 2014. Processing multiword idiomatic strings: Many words in one? *Mental Lexicon* 9: 267–293.
- Cacciari C., Tabossi P. 1988. The comprehension of idioms. *Journal of Memory and Language* 27 (6): 668–683.
- Cacciari C., Glucksberg S. 1994. Understanding figurative language. *Handbook of psycholinguistics*. San Diego, CA: Academic Press: 447–477.
- Carpenter R. H. 2000. The neural control of looking. *Current Biology* 10: 291–293.
- Castelhano M. S., Mack M., Henderson J. M. 2009. Viewing task influences eye movement control during active scene perception. *Journal of Vision* 9 (3): 1–15.

- Chace K. H., Rayner K., Well A. D. 2005. Eye movements and phonological parafoveal preview: effects of reading skill. *Canadian Journal of Experimental Psychology* 59 (3): 209–217.
- Chen C. Y., Wu C. J. 2012. Eye movements during geometry proof reading: text contrasting with figure and the colored effects. *Education Research and Practice* 25 (2): 35–66.
- Chennamma H. R., Yuan X. 2013. A survey on eye-gaze tracking techniques. *Indian Journal of Computer Science and Engineering* 4 (5): 388–393.
- Chernigovskaya T. V. 1994. Cerebral lateralization for cognitive and linguistic abilities: Neuropsychological and cultural aspects. *Studies in language origins* 3. Eds J. Wind, A. Jonker. Amsterdam: John Benjamins: 56–76.
- Chernigovskaya T. V. 1999. Evolutionary perspective for cognitive function: Cerebral basis of heterogeneous consciousness. *Semiotica* 127: 227–237.
- Chin J. M., Schooler J. W. 2008. Why do words hurt? Content, process, and criterion shift accounts of verbal overshadowing. *European Journal of Cognitive Psychology* 20 (3): 396–413.
- Clark V. P., Fan S., Hillard S. A. 1995. Identification of early visual evoked potential generators by retinotopic and topographic analyses. *Human Brain Mapping* 2: 170–187.
- Clifton C., Staub A., Rayner K. 2007. Eye movements in reading words and sentences. Eds van R. G. Gompel, M. H. Fischer, W. S. Murray, R. L. Hill. *Eye movements: A window on mind and brain*. Amsterdam: Elsevier: 342–371.
- Clifton C., Staub A. 2011. Syntactic influences on eye movements during reading. *The Oxford Handbook of Eye Movements*: 895–909.
- Coltheart M. 1981. Disorders of reading and their implications for models of normal reading. *Visible language* 15 (3): 245.
- Coltheart M., Freeman R. 1974. Case alternation impairs word identification. *Bulletin of the Psychonomic Society* 3 (2): 102–104.
- Coltheart M., Rastle K., Perry C., Langdon R., Ziegler J. 2001. DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review* 108 (1): 204–256.
- Connine C. M., Blasko D., Wang J. 1994. Vertical similarity in spoken word recognition: Multiple lexical activation, individual differences, and the role of sentence context. *Perception and Psychophysics* 56: 624–636.
- Cooper R. 1974. The control of eye fixation by the meaning of spoken language: A new methodology for the real-time investigation of speech perception, memory, and language processing. *Cognitive Psychology* 6 (1): 84–107.
- Cop U., Dirix N., Drieghe D., Duyck W. 2017. Presenting GECO: An eyetracking corpus of monolingual and bilingual sentence reading. *Behavior Research Methods* 3 (2): 602–615.
- Craik F. I. M., Lockhart R. S. 1972. Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal learning and Verbal behavior* 11 (6): 671–684.
- Crawley R. A., Stevenson R. J., Kleinman D. 1990. The use of heuristic strategies in the interpretation of pronouns. *Journal of Psycholinguistic Research* 19 (4): 245–264.
- Cutting J. C., Bock K. 1997. That's the way the cookie bounces: Syntactic and semantic components of experimentally elicited idiom blends. *Memory and Cognition* 25 (1): 57–71.

- Dabrowska E. 2004. *Language, Mind and Brain: Some Psychological and Neurological Constraints on Theories of Grammar*. Edinburgh University Press.
- Darley C. F., Glass A. L. 1975. Effects of rehearsal and serial list position on recall. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 104 (4): 453–458.
- Delabarre E. B. 1898. A method of recording eye-movements. *Psychological Review* 8: 572–74.
- Desmet T., De Baecke C., Drieghe D., Brysbaert M., Vonk W. 2005. Relative clause attachment in Dutch: On-line comprehension corresponds to corpus frequencies when lexical variables are taken into account. *Language and Cognitive Processes* 21 (4): 453–485.
- Dickey M. 2001. *The Processing of Tense. Psycholinguistic Studies on the Interpretation of Tense and Temporal Relations*. Kluwer Academic Publishers.
- Dodge R. 1900. Visual perception during eye movement. *Psychological Review* 7: 454–465.
- Dodson C. S., Johnson M. K., Schooler J. W. 1997. The verbal overshadowing effect: Why descriptions impair face recognition. *Memory and Cognition* 25 (2): 129–139.
- Dopkins S., Morris R. K., Rayner K. 1992. Lexical ambiguity and eye fixations in reading: A test of competing models of lexical ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language* 31: 461–476.
- Dragoy O. V., Stowe L. A., Bos L. S., Bastiaanse Y. R. M. 2012. From time to time: processing time reference violations in Dutch. *Journal of Memory and Language* 66: 307–325.
- DuBay W. H. 2004. *The Principles of Readability*. Impact Information, Costa Mesa, CA.
- Duffy S. A., Morris R. K., Rayner K. 1988. Lexical ambiguity and fixation times in reading. *Journal of Memory and Language* 27: 429–446.
- Duffy S. A., Kambe G., Rayner K. 2001. The effect of prior disambiguating context on the comprehension of ambiguous words: Evidence from eye movements. Ed. D. S. Gorfein. *On the consequences of meaning selection: Perspectives on resolving lexical ambiguity* Washington, DC: American Psychological Association: 27–43.
- Eberhard K. M., Spivey-Knowlton M. J., Sedivy J. C., Tanenhaus M. K. 1995. Eye movements as a window into real-time spoken language comprehension in natural contexts. *Journal of Psycholinguistic Research* 24: 409–436.
- Egeth H. E., Yantis S. 1997. Visual attention: control, representation, and time course. *Annual Review of Psychology* 48: 269–297.
- Eisenberg M. L., Zacks J. M. 2016. Ambient and focal visual processing of naturalistic activity. *Journal of Vision* 16 (2): 1–12.
- Engbert R., Longtin A., Kliegl R. 2002. A dynamical model of saccade generation in reading based on spatially distributed lexical processing. *Vision Research* 42: 621–636.
- Engbert R., Longtin A., Kliegl R. 2004. Complexity of eye movements in reading. *International Journal of Bifurcation and Chaos* 14: 493–503.
- Erlhagen W., Schöner G. 2002. Dynamic field theory of movements preparation. *Psychological Review* 109: 545–572.
- Feng G. 2006. Eye movements as time-series random variables: A stochastic model of eye movement control in reading. *Cognitive Systems Research* 7: 70–95.
- Ferreira F., Apel J., Henderson J. M. 2008. Taking a new look at looking at nothing. *Trends in Cognitive Sciences* 12: 405–410.

- Fillmore C. J., Kay P., O'Connor M. C. 1988. Regularity and idiomacity in grammatical constructions: The case of let alone. *Language* 64 (3): 501–538.
- Findlay J. M., Walker R. 1999. A model of saccade generation based on parallel processing and competitive inhibition. *Behavioral and Brain Sciences* 22: 661–721.
- Finkbeiner M., Coltheart M. 2009. Letter recognition: From perception to representation. *Cognitive Neuropsychology* 26 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1080/02643290902905294>.
- Fischer T., Graupner S.-T., Velichkovsky B. M., Pannasch S. 2013. Attentional dynamics during free picture viewing: evidence from oculomotor behavior and electrocortical activity. *Frontiers in Systems Neuroscience* 7 (17): 1–9.
- Fodor J. A. 1983. *The modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fodor J. D. 2002. Prosodic disambiguation in silent reading. *Proceedings of the North East Linguistic Society* 32. GSLA. Amherst: University of Massachusetts: 112–132.
- Foxe J. J., Simpson G. V. 2002. Flow of activation from V1 to frontal cortex in humans: A framework for defining “early” visual processing. *Experimental Brain Research* 142: 139–150.
- Frazier L. 1987. Sentence processing: A tutorial review. Ed. M. Coltheart. *Attention and Performance XII: The Psychology of Reading*. Hillsdale, NJ: Erlbaum: 559–585.
- Frazier L. 1990. Parsing modifiers. Special purpose routines in the human sentence processing mechanism? Eds D. A. Balota, G. B. d'Arcais Flores, K. Rayner. *Comprehension Processes in Reading*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum: 303–330.
- Frazier L., Fodor J. D. 1978. The sausage machine: A new two-stage parsing model. *Cognition* 6: 291–325.
- Frazier L., Rayner K. 1982. Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology* 14: 178–210.
- Frazier L., Rayner K. 1987. Resolution of syntactic category ambiguities: Eye movements in parsing lexically ambiguous sentences. *Journal of Memory and Language* 26: 505–526.
- Frazier L., Rayner K. 1990. Taking on semantic commitments: Processing multiple meanings vs. multiple senses. *Journal of Memory and Language* 29: 181–200.
- Frederiksen J. 1981. Understanding anaphora: Rules used by readers in assigning. *Discourse Processes* 4: 323–347.
- Friedl F., Ott N., Stein B. 1998. *Typography: when, who, how*. Cologne: Konemann.
- Frisson S., Pickering M. 1999. The processing of Metonymy: Evidence from Eye Movements. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 25 (6): 1366–1383.
- Frisson S., Pickering M. J. 2001. Obtaining a Figurative Interpretation of a Word: Support for Underspecification. *Metaphor and Symbol* 16 (3–4): 149–171.
- Frisson S., Rayner K., Pickering M. 2005. Effects of Contextual Predictability and Transitional Probability on Eye Movements During Reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 31 (5): 862–877.
- Garnham A. 2001. *Mental Models and the Interpretation of Anaphora*. Hove: Psychology Press.

- Gernsbacher M. A. 1985. Surface information loss in comprehension. *Cognitive Psychology* 17: 324–363.
- Gernsbacher M. A., Hargreaves D. J. 1988. Accessing sentence participants: The advantage of first mention. *Journal of Memory and Language* 27: 699–717.
- Gernsbacher M. A., Hargreaves D. J., Beeman M. 1989. Building and accessing clausal representations: The advantage of first mention versus the advantage of clause recency. *Journal of Memory and Language* 28: 735–755.
- Ghodrati, M., Morris, A. P., Price, N. S. C. 2015. The (un)suitability of modern liquid crystal displays (LCDs) for vision research. *Frontiers in Psychology* 6: 303.
- Gibbs R. W. 1980. Spilling the beans on understanding and memory for idioms and conversation. *Memory and Cognition* 8 (2): 149–156.
- Gibbs R. W. 1990. Comprehending figurative referential descriptions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 16: 56–66.
- Gibbs R., Nayak N. 1989. Psycholinguistic studies on the syntactic behavior of idioms. *Cognitive Psychology* 21: 100–138.
- Giora R. 1999. On the priority of salient meanings: Studies of literal and figurative language. *Journal of Pragmatics* 31: 919–929.
- Giora R. 2003. *On our mind: Salience, context, and figurative language*. New York: Oxford Univ. Press.
- Glass A. L. 1983. The comprehension of idioms. *Journal of Psycholinguistic Research* 12 (4): 429–442.
- Glucksberg S. 1991. Beyond literal meanings: The psychology of allusion. *Psychological Science* 2: 146–152.
- Glucksberg S. 2003. The psycholinguistics of metaphor. *Trends in cognitive sciences* 7: 92–96.
- Gorges F. et al. 2013. Activation of phonological competitors in visual search. *Acta Psychologica* 143: 168–175.
- Grainger J. 2016. Orthographic Processing and Reading. *Visible Language* 50 (2).
- Grainger J., Rey A., Dufau S. 2008. Letter perception: from pixels to pandemonium. *Trends in Cognitive Sciences* 12 (10): 381–387.
- Griffin Z. M. 2001. Gaze durations during speech reflect word selection and phonological encoding. *Cognition* 82 (1): B1–B14.
- Griffin Z. M. 2004a. Why look? Reasons for speech-related eye movements. Eds J. M. Henderson, F. Ferreira. *The interface of language, vision, and action: Eye movements and the visual world*. New York: Psychology Press: 213–249.
- Griffin Z. M. 2004b. The eyes are right when the mouth is wrong. *Psychological Science* 15 (12): 814–821.
- Griffin Z. M., Bock J. K. 2000. What the eyes say about speaking. *Psychological Science* 11 (4): 274–279.
- Grosz B. J., Joshi A., Weinstein S. 1995. Centering: A Framework for Modeling the Local Coherence of Discourse. *Computational Linguistics* 21: 203–226.
- Haber L. R., Haber R. N., Furlin K. R. 1983. Word length and word shape as sources of information in reading. *Reading Research Quarterly* 18 (2): 165–189.

- Haji-Abolhassani A., Clark J.J. 2014. An inverse Yarbus process: Predicting observers' task from eye movement patterns. *Vision Research* 103: 127–142.
- Hamblin J.L., Gibbs R.W. 1999. Why you can't kick the bucket as you slowly die: Verbs in idiom comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research* 28 (1): 25–39.
- Hannus M., Hyona J. 1999. Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low and high-ability children. *Contemporary Educational Psychology* 24: 95–123.
- Hautala J., Hyönä J., Aro M. 2011. Dissociating spatial and letter-based word length effects observed in readers' eye movement patterns. *Vision Research* 51 (15): 1719–1727. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.05.015>.
- Helmholtz H. 1856–1866. *Handbuch der Physiologischen Optik*. Leipzig: Leopold Voss.
- Hegarty M., Just M.A. 1993. Constructing mental models of machines from text and diagrams. *Journal of Memory and Language* 32: 717–742.
- Henderson J.M., Ferreira F. 1990. Effects of foveal processing difficulty on the perceptual span in reading: Implications for attention and eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 16: 417–429.
- Henderson J.M., Chanceaux M., Smith T.J. 2009. The influence of clutter on real-world scene search: Evidence from search efficiency and eye movements. *Journal of Vision* 9 (1): 1–8.
- Henderson J.M., Smith T.J. 2009. How are eye fixation durations controlled during scene viewing? Further evidence from a scene onset delay paradigm. *Visual Cognition* 17: 1055–1082.
- Hering E. 1979. Über Muskelgeräusche des Auges. *Sitzberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse* 79: 137–154.
- Herzog G., Wazinski P. 1994. VISualTRANslator: Linking Perceptions and Natural Language Descriptions. *Artificial Intelligence Review* 8: 175–187.
- Hoeks J.C., Stowe L.A., Doedens G. 2004. Seeing words in context: the interaction of lexical and sentence level information during reading. *Cognitive Brain Research* 19: 59–73.
- Hsiao J.H., Cottrell G. 2008. Two fixations suffice in face recognition. *Psychological Science* 19: 998–1006.
- Husain S., Vasishth S., Srinivasan N. 2015. Integration and prediction difficulty in Hindi sentence comprehension: evidence from an eye-tracking corpus. *Journal of Eye Movement Research* 8 (2): 1–12.
- Inhoff A.W., Pollatsek A., Posner M.I., Rayner K. 1989. Covert attention and eye movements during reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 41A: 63–89.
- Inhoff A.W., Radach R., Eiter B., Juhasz B. 2003. Distinct subsystems for the parafoveal processing of spatial and linguistic information during eye fixations in reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 56A: 803–827.
- Intraub H. 1979. Presentation rate and the representation of briefly glimpsed pictures in memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 5: 78–87.
- Intraub H. 1980. The role of implicit naming in pictorial encoding. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 6: 1–12.

- Intraub H. 1981. Rapid conceptual identification of sequentially presented pictures. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 7: 604–610.
- Irwin D. E., Zelinsky G. J. 2002. Eye movements and scene perception: Memory for things observed. *Attention, Perception, and Psychophysics* 64 (6): 882–895.
- Itti L., Koch C. 2001. Computational modelling of visual attention. *Nature Reviews Neuroscience* 2: 194–203.
- Jacobs A. M., Grainger J. 1994. Models of visual word recognition: Sampling the state of the art. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 20 (6): 1311–1334.
- Javal L. E. 1879. Essai sur la physiologie de la lecture. *Annales d'Oculistique*: 82: 242–253.
- Järvikivi J., van Gompel R., Hyönä J., Bertram R. 2005. Ambiguous pronoun resolution: contrasting the first mention and subject preference accounts. *Psychological Science* 16: 260–264.
- Jones L., Estes Z. 2006. Roosters, robins, and alarm clocks: Aptness and conventionality in metaphor comprehension. *Journal of Memory and Language* 55: 18–32.
- Jonides J., Irwin D. E., Yantis S. 1982. Integrating visual information from successive fixations. *Science* 215: 192–194.
- Joos M., Rötting M., Velichkovsky B. M. 2003. *Bewegungen des menschlichen Auges: Fakten, Methoden und innovative Anwendungen*. Herrmann T., Deutsch S., Rickheit G. (Hrsg.). *Handbuch der Psycholinguistik 1*. Berlin: De Greyter.
- Josephson S. 2008. Keeping Your Readers' Eyes on the Screen: An Eye-Tracking Study Comparing Sans Serif and Serif Typefaces. *Visual Communication Quarterly* 15 (1–2): 67–79.
- Juhász B. J., White S. J., Liversedge S. P., Rayner K. 2008. Eye movements and the use of parafoveal word length information in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 34 (6): 1560–1579.
- Just M. A., Carpenter P. A. 1980. A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension. *Psychological Review* 87: 329–354.
- Kambe G., Rayner K., Duffy S. A. 2001. Global context effects on processing lexically ambiguous words. *Memory and Cognition* 29: 363–372.
- Kaspar K., Koenig P. 2011. Viewing behavior and the impact of low-level image properties across repeated presentations of complex scenes. *Journal of Vision* 11 (13): 1–29.
- Kehler A., Kertz H., Rohde H., Elman J. 2008. Coherence and Coreference Revisited. *Journal of Semantics* 25: 1–44.
- Kennedy A., Pynthe J. 2005. Parafoveal-on-foveal effects in normal reading. *Vision Research* 45: 153–168.
- Kennison S. M., Clifton C. 1995. Determinants of parafoveal preview benefit in high and low working memory capacity readers: Implications for eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 21: 68–81.
- Kibrik A. A. 2011. *Reference in Discourse*. Oxford: Oxford University Press.
- Kimball J. 1973. Seven Principles of Surface Structure Parsing. *Cognition* 2 (1): 15–47.
- Kintsch W., Keenan J. M. 1973. Reading rate and retention as a function of the number of propositions in the base structure of sentences. *Cognitive Psychology* (5): 257–274.

- Klare G. R. 1963. *The Measurement of Readability*. Iowa: Iowa State University Press.
- Klein C., Betz J., Hirschbuehl M., Fuchs C., Schmiedtová B., Engelbrecht M., Mueller-Paul J., Rosenberg R. 2014. Describing art — an interdisciplinary approach to the effects of speaking on gaze movements during the beholding of paintings. *PLOS ONE* 9 (12): 1–18.
- Kliegl R., Grabner E., Rolfs M., Engbert R. 2004. Length, frequency, and predictability effects of words on eye movements in reading. *European Journal of Cognitive Psychology* 16: 262–284.
- Konieczny L., Hemfort B. 2000. Modifier attachment in German. Relative clauses and prepositional phrases. Eds A. Kennedy, R. Radach, D. Heller, J. Pynte. *Reading as a Perceptual Process*. Oxford, UK: Elsevier: 517–526.
- Kuno S., Kaburaki E. 1977. Empathy and syntax. *Linguistic Inquiry* 8: 625–672.
- Laane M.-A. 2012. Readability of Research Writing and Text Variables in Readability Formulas. Ed. J. Zakis. 11th International Symposium “Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering”. Doctoral School of Energy and Geotechnology II. Pärnu, Estonia, January 16–21, 2012. Kuressaare: Elektriajam: 7–10.
- Lai V. T., Curran T., Menn L. 2009. Comprehending conventional and novel metaphors: An ERP study. *Brain Research* 1284: 145–155.
- Lamare M. 1892. Des mouvements des yeux dans la lecture. *Bulletins et Mémoires de la Société Française d’Ophthalmologie* 10: 354–364.
- Langlotz A. 2006. *Idiomatic Creativity: A Cognitive-Linguistic Model of Idiom Representation and Idiom Variation in English*. Amsterdam: Benjamins.
- Lansing C. R., McConkie G. W. 1994. A new method for speech reading research: Tracking observers’ eye movements. *Journal of the Academy of Rehabilitation Audiology* 27: 25–43.
- Lanthier S. N., Risko E. F., Stolz J. A., Besner D. 2009. Not all visual features are created equal: Early processing in letter and word recognition. *Psychonomic Bulletin and Review* 16 (1): 67–73.
- Laurinavichyute A. K., Sekerina I. A., Alexeeva S., Bagdasaryan K., Kliegl R. 2018. Russian Sentence Corpus: Benchmark measures of eye movements in reading in Russian. *Behavior Research Methods*. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1051-6>.
- Lee H.-W., Legge G. E., Ortiz A. 2003. Is word recognition different in central and peripheral vision? *Vision Research* 43: 2837–2846.
- Lee W. K., Wu Ch. J. 2017. Eye movements in text and integrating geometric figure: scanpaths and given-new effects. *International Journal of Science and Mathematics Education* 16: 1–16.
- Leff A. P., Scott S. K., Rothwell J. C., Wise R. J. 2001. The planning and guiding of reading saccades: A repetitive transcranial magnetic stimulation study. *Cerebral Cortex* 11: 918–923.
- Legge G. E., Hooven T. A., Klitz T. S., Mansfield J. S., Tjan B. S. 2002. Mr. Chips 2002: new insights from an ideal-observer model of reading. *Vision Research* 42: 2219–2234.
- Levie W. H., Lentz R. 1982. Effects of Text Illustrations: A Review of Research. *Educational Communication and Technology: A Journal of Theory, Research, and Development* 30 (4): 195–232
- Libben M. R., Titone D. A. 2008. The multidetermined nature of idiom processing. *Memory and Cognition* 36: 1103–1121.

- Lidwell W., Holden K., Butler J. 2010. *Universal Principles of Design, Revised and Updated: 125 Ways to Enhance Usability, Influence Perception, Increase Appeal, Make Better Design Decisions, and Teach through Design*. Rockport Publishers.
- Liversedge S. P., Gilchrist I. D., Everling S. (eds) 2011. *The Oxford handbook of eye movements*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Loftus G. R. 1972. Eye fixations and recognition memory for pictures. *Cognitive Psychology* 3: 525–551.
- Logačev P., Vasisht S. 2016. Multiple-Channel Model of Task-Dependent Ambiguity Resolution in Sentence Comprehension. *Cognitive Science* 40 (2): 266–298.
- Maki R. H., Schuler J. 1980. Effects of rehearsal duration and level of processing on memory for words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 19 (1): 36–45.
- Mannan S., Ruddock K. H., Wooding D. S. 1995. Automatic control of saccadic eye movements made in visual inspection of briefly presented 2-D images. *Spatial Vision* 9: 363–386.
- Mannan S. K., Ruddock K. H., Wooding D. S. 1996. The relationship between the locations of spatial features and those of fixations made during visual examination of briefly presented images. *Spatial Vision* 10: 165–188.
- Martin C., Vu H., Kellas G., Metcalfe K. 1999. Strength of discourse context as a determinant of the subordinate bias effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 52A: 813–840.
- Mason R. A., Just M. A., Keller T. A., Carpenter P. A. 2003. Ambiguity in the brain: What brain imaging reveals about the processing of syntactically ambiguous sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 29: 1319–1338.
- Mason L., Tornatora M. C., Pluchino P. 2015. Integrative processing of verbal and graphical information during re-reading predicts learning from illustrated text: an eye-movement study. *Reading and Writing* 28: 851–872.
- McElree B., Nordline J. 1999. Literal and figurative interpretations are competed in equal time. *Psychonomic Bulletin and Review* 6: 486–494.
- McClelland J. L., Rumelhart D. E. 1981. An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review* 88 (5): 375–407.
- McConkie G. W., Rayner K. 1975. The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception and Psychophysics* 17: 578–586.
- McConkie G. W., Rayner K. 1976. Asymmetry of the perceptual span in reading. *Bulletin of the Psychonomic Society* 8 (5): 365–368.
- McConkie G. W., Kerr P. W., Reddix M. D., Zola D. 1988. Eye movement control during reading: I. The location of initial eye fixations on words. *Vision Research* 28: 1107–1118.
- McConkie G. W., Zola D., Kerr P. W., Bryant N. R., Wolff P. M. 1991. Children's eye movements during reading. Ed. J. F. Stein. *Vision and visual dyslexia*. London: MacMillan: 251–262.
- McDonald S. A. 2006. Effects of number-of-letters on eye movements during reading are independent from effects of spatial word length. *Visual Cognition* 13 (1): 89–98.
- McDonald S. A., Carpenter R. H. S., Shillcock R. C. 2005. An anatomically constrained, stochastic model of eye movement control in reading. *Psychological Review* 112 (4): 814–840.
- McGlone M. S., Manfredi D. A. 2001. Topic-vehicle interaction in metaphor comprehension. *Memory and Cognition* 29: 1209–1219.

- McPeck R. M., Skavenski A. A., Nakayama K. 2000. Concurrent processing of saccades in visual search. *Vision Research* 40: 2499–2516.
- Meyer A. S., Sleiderink A., Levelt W. J. M. 1998. Viewing and naming objects: Eye movements during noun phrase production. *Cognition* 66: 25–33.
- Meyer A. S., Belke E. 2007. Early activation of object names in visual search. *Psychonomic Bulletin and Review* 14 (4): 710–716.
- Molker A., Fisher B. 1999. The recognition and correction of involuntary prosaccades in an antisaccade task. *Experimental Brain Research* 125: 511–516.
- Morton J. 1980. The logogen model and orthographic structure. *Cognitive processes in spelling*. London: Academic Press: 117–133.
- Mycroft R., Hanley J. R., Kay J. 2002. Preserved access to abstract letter identities despite abolished letter naming in a case of pure alexia. *Journal of Neurolinguistics* 15 (2): 99–108.
- Nation I. S. 2001. *Learning Vocabulary in Another Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nelson W. W., Loftus G. R. 1980. The functional visual field during picture viewing. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 6: 391–399.
- Newbold N., McLaughlin H., Gillam L. 2010. Rank by Readability: Document Weighting for Information Retrieval. Eds H. Cunningham, A. Hanbury, S. Rieger. *Information Retrieval Facility Conference (IRFC 2010)*. LNCS 6107. Heidelberg: Springer-Verlag: 20–31.
- Ni W., Fodor J. D., Crain S., Shankweiler D. 1998. Anomaly Detection: Eye movement Patterns. *Journal of Psycholinguistic Research* 27 (5): 515–539.
- Nunberg G., Sag I. A., Wasow T. 1994. Idioms. *Language* 70 (3): 491–538.
- Ohman A., Flykt A., Esteves F. 2001. Emotion drives attention: detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General* 130: 466–478.
- Onifer W., Swinney D. A. 1981. Accessing lexical ambiguities during sentence comprehension: Effects of frequency of meaning and contextual bias. *Memory and Cognition* 9: 225–236.
- O'Regan J. K. 1990. Eye movements and reading. *Eye movements and their role in visual and cognitive processes*. Amsterdam: Elsevier: 395–453.
- O'Regan J. K. 1992. Optimal viewing position in words and the strategy-tactics theory of eye movements in reading. Ed. K. Rayner. *Eye movements and visual cognition: Scene perception and reading*. Springer: 333–354.
- O'Regan J. K., Lévy-Schoen A. 1987. Eye movement strategy and tactics in word recognition and reading. Ed. M. Coltheart. *Attention and performance XII: The psychology of reading*. Erlbaum: 363–383.
- Ortony A., Schallert D. L., Reynolds R. E., Antos S. J. 1978. Interpreting metaphors and idioms: Some effects of context on comprehension. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 17: 465–477.
- Pacht J. M., Rayner K. 1993. The processing of homophonic homographs during reading: Evidence from eye movement studies. *Journal of Psycholinguistic Research* 22: 251–271.
- Paivio A. 1990. *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford: Oxford University Press.

- Paivio A. 2006. Dual coding theory and education. Ed. S. Neuman. Pathways to Literacy Achievement for High Poverty Children. The University of Michigan School of Education: 1–19.
- Pannasch S., Helmert J. R., Roth K., Herbold A.-K., Walter H. 2008. Visual fixation durations and saccadic amplitudes: shifting relationship in a variety of conditions. *Journal of Eye Movement Research* 2: 1–19.
- Parker R. E. 1978. Picture processing during recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 4: 284–293.
- Partee B. 1984. Nominal and Temporal Anaphora. *Linguistics and Philosophy* 7: 243–286.
- Paterson K. B., Almabruk A. A., McGowan V. A., White S. J., Jordan T. R. 2015. Effects of word length on eye movement control: The evidence from Arabic. *Psychonomic Bulletin and Review* 22: 1443–1450.
- Pearlmutter N. J., MacDonald M. C. 1995. Individual Differences and Probabilistic Constraints in Syntactic Ambiguity Resolution. *Journal of Memory and Language* 34 (4): 521–542.
- Peleg O., Giora R., Fein O. 2001. Saliency and context effects: Two are better than one. *Metaphor and Symbol* 16: 173–192.
- Petrova T. 2016. Eye movements in reading the texts of different functional styles: evidence from Russian. Eds I. Czarnowski, A. Caballero, R. Howlett, L. Jain. *Intelligent decision technologies 2016. Smart innovation, systems and technologies* 57. Cham: Springer: 285–298.
- Petrova T., Mikhailovskaya E. 2014. Processing of idioms: Eye-tracking study on Russian language material. *Global Scientific Potential* 10 (43): 160–162.
- Petrova T., Dobrego A. 2016. Processing of static and dynamic texts: an eye-tracking study of Russian. *SGEM International Multidisciplinary Scientific Conferences on Social Sciences and Arts. STEF92 Technology Ltd*: 991–997.
- Petrova T. E., Riekhakaynen E. I. 2019. Processing of Verbal and Non-verbal Patterns: An Eye-Tracking Study of Russian. Eds X. S. Yang, S. Sherratt, N. Dey, A. Joshi. *Third International Congress on Information and Communication Technology. Advances in Intelligent Systems and Computing* 797. Singapore: Springer: 269–276
- Pickering M. J., Frisson S., McElree B., Traxler M. 2004. Eye movements and semantic composition. Eds M. Carreiras, C. Jr. Clifton. *The on-line study of sentence comprehension: Eyetracking, ERPs, and beyond*. Hove: Psychology Press.
- Poesio M., Stevenson R., Eugenio B. D., Hitzeman J. 2004. Centering: A parametric theory and its instantiations. *Computational Linguistics* 30: 309–363.
- Polk T. A., Farah M. J. 1997. A simple common contexts explanation for the development of abstract letter identities. *Neural Computation* 9 (6): 1277–1289.
- Pollatsek A., Digman L. 1977. Dependent spatial channels in visual processing. *Cognitive Psychology* 9: 326–352.
- Pollatsek A., Reichle E. D., Rayner K. 2006. Tests of the E-Z Reader model: Exploring the interface between cognition and eye-movement control. *Cognitive Psychology* 52: 1–56.
- Pomplun M., Ritter H., Velichkovsky B. M. 1996. Disambiguating complex visual information: Towards communication of personal views of a scene. *Perception* 25 (8): 931–948.

- Porterfield W. 1737. An essay concerning the motions of our eyes. Of their external motions. *Edinburgh Medical Essays and Observations* 3: 160–263.
- Porterfield W. 1759. A treatise on the eye, the manner and phenomena of vision. Edinburgh: Hamilton and Balfour.
- Potter M. C. 1975. Meaning in visual search. *Science* 187: 965–966.
- Potter M. C. 1976. Short-term conceptual memory for pictures. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory* 2: 509–522.
- Potter M. C. 1999. Understanding sentences and scenes: The role of conceptual short-term memory. Ed. V. Coltheart. *Fleeting memories*. Cambridge, MA: MIT Press: 13–46.
- Rayner K. 1975. The perceptual span and peripheral cues in reading. *Cognitive Psychology* 7 (1): 65–81. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0010-0285(75)90005-5).
- Rayner K. 1979. Eye guidance in reading: Fixation locations within words. *Perception* 8: 21–30.
- Rayner K. 1986. Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology* 41: 211–236.
- Rayner K. 1998. Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin* 124 (3): 372–422.
- Rayner K. 2009. Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 62 (8): 1457–1506.
- Rayner K., McConkie G. W. 1976. What guides a reader's eye movements. *Vision Research* 16: 829–837.
- Rayner K., Bertera J. H. 1979. Reading without a fovea. *Science* 206 (4417): 468–469.
- Rayner K., Morrison R. M. 1981. Eye movements and identifying words in parafoveal vision. *Bulletin of the Psychonomic Society* 17: 135–138.
- Rayner K., Slowiaczek M. L., Clifton C., Bertera J. H. 1983. Latency of sequential eye movements: Implications for reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 9: 912–922.
- Rayner K., Duffy S. A. 1986. Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory and Cognition* 14: 191–201.
- Rayner K., Frazier L. 1989. Selection mechanisms in reading lexically ambiguous words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 15: 779–790.
- Rayner K., Pacht J. M., Duffy S. A. 1994. Effects of prior encounter and global discourse bias on the processing of lexically ambiguous words: Evidence from eye movements. *Journal of Memory and Language* 33: 527–544.
- Rayner K., Sereno S. C., Raney G. E. 1996. Eye movement control in reading: A comparison of two types of models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 22: 1188–1200.
- Rayner K., Binder K. S., Duffy S. A. 1999. Contextual strength and the subordinate bias effect: Comment on Martin, Vu, Kellas, and Metcalfe. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 52A: 841–852.
- Rayner K., Rotello C. M., Stewart A. J., Keir J., Duffy S. A. 2001. Integrating text and pictorial information: eye movements when looking at print advertisements. *Journal of Experimental Psychology: Applied* 7 (3): 219–226.

- Rayner K., Pollatsek A., Reichle E. D. 2003. Eye movements in reading: Models and data. *Brain and Behavioral Sciences* 26: 507–526.
- Rayner K., Ashby J., Pollatsek A., Reichle E. D. 2004. The effects of frequency and predictability on eye fixations in reading: implications for the E-Z Reader model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 30: 720–732.
- Rayner K., Warren T., Juhasz B. J., Liversedge S. 2004. The effect of plausibility on eye movements in reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 30: 1290–1301.
- Rayner K., Cook A. E., Juhasz B. J., Frazier L. 2006. Immediate disambiguation of lexically ambiguous words during reading: Evidence from eye movements. *British Journal of Psychology* 97: 467–482.
- Rayner K., Slattery T. J., Bélanger N. N. 2010. Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic Bulletin and Review* 17 (6): 834–839.
- Recanati F. 1995. The alleged priority of literal interpretation. *Cognitive Science* 19: 207–232.
- Reichle E. D. 2011. Serial attention models of reading. Eds S. Liversedge, I. D. Gilchrist, S. Everling. *Oxford Handbook on Eye Movements*. Oxford, England: Oxford University Press: 767–786.
- Reichle E. D., Pollatsek A., Fisher D. L., Rayner K. 1998. Toward a model of eye movement control in reading. *Psychological Review* 105: 125–157.
- Reichle E. D., Rayner K., Pollatsek A. 1999. Eye movement control in reading: Accounting for initial fixation locations and refixations within the E-Z reader model. *Vision Research* 39: 4403–4411.
- Reichle E. D., Rayner K., Pollatsek A. 2003. The E-Z Reader model of eye movement control in reading: Comparison to other models. *Behavioral and Brain Sciences* 26: 445–476.
- Reichle E. D., Pollatsek A., Rayner K. 2006a. E-Z Reader: A cognitive-control, serial-attention model of eye-movement control during reading. *Cognitive Systems Research* 7: 4–22.
- Reichle E. D., Pollatsek A., Rayner K. 2006b. Modeling the effects of lexical ambiguity on eye movements during reading. Eds B. R. Van Gompel, M. F. Fischer, W. S. Murray, R. L. Hill. *Eye movements: A window on mind and brain*. Oxford, England: Elsevier: 271–292.
- Reichle E. D., Warren T., McConnell K. 2009. Using E-Z Reader to model the effects of higher level language processing on eye movements during reading. *Psychonomic Bulletin and Review* 16 (1): 1–21.
- Reichle E. D., Sheridan H. 2015. EZ Reader: An overview of the model and two recent applications. Eds A. Pollatsek, R. Treiman. *The Oxford Handbook of Reading*. New York: Oxford University Press: 277–290.
- Reilly R., Radach R. 2006. Some empirical tests of an interactive activation model of eye movement control in reading. *Cognitive Systems Research* 7: 34–55.
- Reingold E. M., Charness N., Pomplun M., Stampe D. M. 2001. Visual span in expert chess players: Evidence from eye movements. *Psychological Science* 12 (1): 48–55.
- Rello L., Baeza-Yates R. 2013. Good fonts for dyslexia. *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '13)*, Bellevue,

- WA, USA, October 21–23, 2013. ACM, New York. <http://0-doi.acm.org.wncln.wncln.org/10.1145/2513383.2513447>.
- Richardson D. C., Dale R. 2005. Looking to understand: The coupling between speakers' and listeners' eye movements and its relationship to discourse comprehension. *Cognitive Science* 29 (6): 1045–1060.
- Richter E. M., Engbert R., Kliegl R. 2006. Current advances in SWIFT. *Cognitive Systems Research* 7: 23–33.
- Rizzolatti G. 1983. Mechanisms of selective attention in mammals. Eds J. Ewert, R. Capranica, D. J. Ingle. *Advances in vertebrate neuroethology*. New York: Plenum Press: 261–297.
- Rohde H., Kehler A. 2014. Grammatical and Information-Structural Influences on Pronoun Production. *Language, Cognition and Neuroscience* 29 (8): 912–927.
- Ryan J. D., Althoff R. R., Whitlow S., Cohen N. J. 2000. Amnesia is a deficit in relational memory. *Psychological Science* 11: 454–461.
- Salverda A. P., Altmann G. 2011. Attentional capture of objects referred to by spoken language. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 37 (4): 1122–1133.
- Sajjacholapunt P., Ball L. J. 2014. The influence of banner advertisements on attention and memory: human faces with averted gaze can enhance advertising effectiveness. *Frontiers in Psychology* 5: 1–16.
- Salvucci D. D. 2001. An integrated model of eye movements and visual encoding. *Cognitive Systems Research* 1: 201–220.
- Schilling H. E. H., Rayner K., Chumbley J. I. 1998. Comparing naming, lexical decision, and eye fixation times: Word frequency effects and individual differences. *Memory and Cognition* 26: 1270–1281.
- Schnotz W. 2005. An integrated model of text and picture comprehension. Ed. R. E. Mayer. *Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press, New York: 49–69.
- Schooler J. W., Engstler-Schooler T. Y. 1990. Verbal overshadowing of visual memories: Some things are better left unsaid. *Cognitive psychology* 22 (1): 36–71.
- Schott E. 1922. Über die Registrierung des Nystagmus und anderer Augenbewegungen vermittels des Saitengalvanometers. *Deutsches Archiv für klinisches Medizin* 140: 79–90.
- Schotter E. R., Angele B., Rayner K. 2011. Parafoveal processing in reading. *Attention, Perception, and Psychophysics* 74 (1): 5–35. <https://doi.org/10.3758/s13414-011-0219-2>.
- Schrammel F., Pannasch S., Graupner S.-T., Mojzisch A., Velichkovsky B. M. 2009. Virtual friend or threat? The effects of facial expression and gaze interaction on physiological responses and emotional experience. *Psychophysiology* 46 (5): 922–931.
- Schyns P., Oliva A. 1994. From blobs to boundary edges: Evidence for time- and spatial-scale-dependent scene recognition. *Psychological Science* 5: 195–200.
- Searle J. 1979. *Metaphor*. Ortony A. (ed.). *Metaphor and thought*. Cambridge, England: Cambridge University Press: 92–123.
- Seidenberg M. S., McClelland J. L. 1989. A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review* 96 (4): 523–568.

- Sekerina I. 2003. The Late Closure Principle in Processing of Ambiguous Russian Sentences. The Proceedings of the Second European Conference on Formal Description of Slavic Languages. Universität Potsdam, Germany: 1–17.
- Selfridge O. G. 1959. Pandemonium: a paradigm for learning. Eds D. V. Blake, A. M. Uttley. Proceedings of the Symposium on Mechanisation of Thought Processes, H. M. Stationary Office: 511–529.
- Sereno S. C., O'Donnell P. J., Rayner K. 2006. Eye movements and lexical ambiguity resolution: investigating the subordinate bias effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 32: 335–350.
- Sheridan H., Reingold E. M., Daneman M. 2009. Using puns to study contextual influences on lexical ambiguity resolution: Evidence from eye movements. *Psychonomic Bulletin and Review* 16 (5): 875–881.
- Slive S., Rosenberg J. 1995. Dutch Painting 1600–1800. New Haven: Yale University Press.
- Smith J. K., Smith L. A. 2001. Spending Time on Art. *Empirical Studies of the Arts* 19: 229–236.
- Spivey M. J., Tyler M. J., Richardson D. C., Young E. E. 2000. Eye movements during comprehension of spoken scene descriptions. Proceedings of the 22nd annual conference of the Cognitive Science Society: 487–492.
- Sprenger S. A., Levelt W. J. M., Kempen G. 2006. Lexical access during the production of idiomatic phrases. *Journal of Memory and Language* 54 (2): 161–184.
- Staub A. 2010. Eye movements and processing difficulty in object relative clauses. *Cognition* 116: 71–86.
- Staub A., Rayner K. 2007. Eye movements and on-line comprehension processes. Ed. M. G. Gaskell. *The Oxford Handbook of Psycholinguistics*. New York: Oxford University Press: 327–341.
- Swets B., Desmet T., Clifton Ch., Ferreira F. 2008. Underspecification of syntactic ambiguities: Evidence from self-paced reading. *Memory and Cognition* 36 (1): 201–216.
- Swinney D. A. 1979. Lexical access during sentence comprehension: (Re)consideration of context effects. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 18: 645–659.
- Swinney D. A., Cutler A. 1979. The access and processing of idiomatic expressions. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 18 (2): 523–534.
- Tabossi P., Zardon F. 1993. The activation of idiomatic meaning in spoken language. *Idioms: Processing, structure and interpretation*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum: 145–162.
- Tabossi P., Zardon F. 1995. The activation of idiomatic meaning. *Idioms: Structural and psychological perspectives*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum: 273–282.
- Tabossi P., Fanari R., Wolf K. 2005. Spoken idiom recognition: Meaning retrieval and word expectancy. *Journal of Psycholinguistic Research* 34: 465–495.
- Tabossi P., Fanari R., Wolf K. 2009. Why are idioms recognized fast? *Memory and Cognition* 37: 529–540.
- Tanenhaus M. K., Spivey-Knowlton M. J., Eberhard K. M., Sedivy J. C. 1995. Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension. *Science* 268 (5217): 1632.
- Tanenhaus M. K., Spivey-Knowlton M. J., Eberhard K. M., Sedivy J. C. 1996. Using eye movements to study spoken language comprehension. Eds T. Inui, J. L. McClelland. *Attention*

- and performance 16: Information integration in perception and communication. Cambridge, MA, US: The MIT Press: 457–478.
- Tanenhaus M. K. et al. 2000. Eye movements and lexical access in spoken language comprehension: Evaluating a linking hypothesis between fixations and linguistic processing. *Journal of Psycholinguistic Research* 29 (6): 557–580.
- Thorpe S. J., Fize D., Marlot C. 1996. Speed of processing in the human visual system. *Nature* 381: 520–522.
- Till R. E., Mross E. F., Kintsch W. 1988. Time course of priming for associate and inference words in a discourse context. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 16: 283–298.
- Titone D., Libben M. 2014. Time-dependent effects of decomposability, familiarity and literal plausibility on idiom priming: A cross-modal priming investigation. *Mental Lexicon* 9 (3): 473–496.
- Titone D. A., Connine C. M. 1999. On the compositional and noncompositional nature of idiomatic expressions. *Journal of Pragmatics* 31 (12): 1655–1674.
- Tkachenko E., Gor K., Chernigovskaya T. 2016. What are little girls and boys made of? Acquisition of Russian verb morphology in monolingual and bilingual children. Eds H.-O. Enger, M. I. Norvik Knoph, K. E. Kristoffersen, M. Lind. *Festschrift in Honor of Hanne Simonsen*. Oslo: University of Oslo: 255–274.
- Tomasello M. 2003. *Constructing a Language. A Usage Based Theory of Language Acquisition*. Harvard University Press, London, UK.
- Traxler M. J., Pickering M. J., Clifton C. Jr. 1998. Adjunct attachment is not a form of lexical ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language* 39: 558–592.
- Traxler M. J., McElree B., Williams R. S., Pickering M. J. 2005. Context effects in coercion: Evidence from eye movements. *Journal of Memory and Language* 53: 1–25.
- Treisman A., Gelade G. 1980. A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology* 12: 97–136.
- Treisman A., Souther J. 1986. Illusory words: The roles of attention and of top-down constraints in conjoining letters to form words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 12: 3–17.
- Trevarthen C. 1968. Two visual systems in primates. *Psychologische Forschung* 31: 321–337.
- Trueswell J. C., Tanenhaus M. K. 1991. Tense, temporal context and syntactic ambiguity resolution. *Language and Cognitive Processes* 6: 303–338.
- Tulving E. 1986. Episodic and semantic memory: Where should we go from here? *Behavioral and Brain Sciences* 9 (3): 573–577.
- Turner M. 1998. *The literary mind: The origins of thought and language*. Oxford: Oxford University Press.
- Unema P. J. A., Pannasch S., Joos M., Velichkovsky B. M. 2005. Time course of information processing during scene perception: The relationship between saccade amplitude and fixation duration. *Visual Cognition* 12 (3): 473–494.
- Uttal W. R., Smith P. 1968. Recognition of alphabetic characters during voluntary eye movements. *Perception and Psychophysics* 3: 257–264.

- Van Gog T., Scheiter K. 2010. Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction* 20: 95–99.
- Van Gompel R.P., Pickering M.J., Traxler M.J. 2000. Unrestricted race: A new model of syntactic ambiguity resolution. Eds A. Kennedy, R. Radach, D. Heller, J. Pynte. *Reading as a perceptual process*. Oxford: Elsevier: 621–648.
- Van Gompel R.P., Pickering M.J., Pearson J., Liversedge S. 2005. Evidence against competition during syntactic ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language* 52 (2): 284–307.
- Vainio S., Nenonen M. 2007. Reading idioms in Finnish: An eye-tracking study. Collocations and idioms. 1: Papers from the First Nordic Conference on Syntactic Freezes. Eds M. Nenonen, S. Niemi. *Studies in languages* 41. Joensuu: University of Joensuu: 363–377.
- Vainio S., Hyönä J., Pajunen A. 2003. Facilitatory and inhibitory effects of grammatical agreement: Evidence from reader's eye fixation patterns. *Brain and Language* 85 (5): 197–202.
- Van Rullen R., Thorpe S. 2001a. The time course of visual processing: From early perception to decision-making. *Journal of Cognitive Neuroscience* 13: 454–461.
- Van Rullen R., Thorpe S.J. 2001b. Is it a bird? Is it a plane? Ultra-rapid visual categorisation of natural and artificial objects. *Perception* 30: 655–668.
- Vatikiotis-Bateson E., Eigsti I.M., Yano S., Munhall K.G. 1998. Eye movement of perceivers during audiovisual speech perception. *Perception and Psychophysics* 60: 926–940.
- Veldre A., Andrews S. 2015. Parafoveal preview benefit is modulated by the precision of skilled reader's lexical representations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 41 (1): 219–232.
- Velichkovsky B.M. 1995. Communicating attention: Gaze position transfer in cooperative problem solving. *Pragmatics and Cognition* 3 (2): 199–222.
- Velichkovsky B.M. 2002. Heterarchy of cognition: the depths and the highs of a framework for memory research. *Memory* 10: 405–419.
- Velichkovsky B.M., Joos M., Helmert J.R., Pannasch S. 2005. Two visual systems and their eye movements: Evidence from static and dynamic scene perception. Eds B.G. Bara, L. Barsalou, M. Bucciarelli. *Proceedings of the XXVII Conference of the Cognitive Science Society*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum: 2283–2288.
- Velichkovsky B.M., Hansen J. 1996. New technological windows into mind: There is more in eyes and brains for human-computer interaction. *Proceedings of ACM CHI-96: Human factors in computing systems*. New York: ACM Press: 496–503.
- Velichkovsky B.M., Pomplun M., Rieser H. 1996. Attention and communication: Eye-movement-based research paradigms. Eds W.H. Zangemeister, S. Stiel, C. Freksa. *Visual attention and cognition*. Amsterdam: New York: Elsevier Science Publisher: 125–254.
- Vergilino D., Beauvillain C. 2000. The planning of refixation saccades in reading. *Vision Research* 40: 3527–3538.
- Vogt S., Magnussen S. 2007. Expertise in Pictorial Perception: Eye-Movement Patterns and Visual Memory in Artist and Laymen. *Perception* 36: 91–100.
- Vosse T., Kempen G. 2009. In Defense of Competition During Syntactic Ambiguity Resolution. *Journal of Psycholinguistic Research* 38 (1): 1–9.

- Vu H., Kellas G., Paul S. T. 1998. Sources of sentence constraint on the resolution of lexical ambiguity. *Memory and Cognition* 26: 979–1001.
- Vu H., Kellas G. 1999. Contextual strength modulates the subordinate bias effect: Reply to Rayner, Binder, and Duffy. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 52A: 853–856.
- Vu H., Kellas G., Metcalf K., Herman R. 2000. The influence of global discourse on lexical ambiguity resolution. *Memory and Cognition* 28: 236–252.
- Wade N. J. 2007. The vision of William Porterfield. Whitaker H., Smith C. U. M., Finger S. (eds). *Brain, mind, and medicine: Essays in 18th century neuroscience*. New York: Springer: 163–176.
- Wade N. J. 2010. Pioneers of Eye Movement Research. I-Perception 1 (1): 33–68. <https://doi.org/10.1068/i0389>.
- Westerman D. L., Larsen J. D. 1997. Verbal-overshadowing effect: Evidence for a general shift in processing. *American Journal of Psychology* 110 (3): 417.
- Wheeler M. E., Treisman A. M. 2002. Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General* 131: 48–64.
- White S. J., Rayner K., Liversedge S. 2005. Eye movements and the modulation of parafoveal processing by foveal processing difficulty: A re-examination. *Psychonomic Bulletin and Review* 12: 891–896.
- Wiley J., Rayner K. 2000. Effects of titles on the processing of text and lexically ambiguous words: Evidence from eye movements. *Memory and Cognition* 28: 1011–1021.
- Williams C. C., Henderson J. M., Zacks R. T. 2005. Incidental visual memory for targets and distractors in visual search. *Perception and Psychophysics* 67 (5): 816–827.
- Williams C. C., Perea M., Pollatsek A., Rayner K. 2006. Previewing the neighborhood: The role of orthographic neighbors as parafoveal previews in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 32 (4): 1072–1082.
- Wolfe J. M. 1994. Guided Search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin and Review* 1: 202–238.
- Wolfe J. M., Bennett S. C. 1996. Preattentive object files: Shapeless bundles of basic features. *Vision Research* 37: 25–43.
- Wurtz R. H. 1996. Vision for the control of movements. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 37: 2131–2145.
- Yan M., Richter E. M., Shu H., Kliegl R. 2009. Readers of Chinese extract semantic information from parafoveal words. *Psychonomic Bulletin and Review* 16: 561–566.
- Yang S. 2006. A oculomotor-based model of eye movements in reading: The competition/activation model. *Cognitive Systems Research* 7: 56–69.
- Yang, S., McConkie G. 2001. Eye movements during reading: A theory of saccade initiation times. *Vision Research* 41: 3567–3585.
- Yonelinas A. 2002. The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language* 46: 441–517.
- Zagar D., Pynte J., Rativeau S. 1997. Evidence for early-closure attachment on first-pass reading times in French. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1997 50A (2): 421–438.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Стимулы для эксперимента,
направленного на изучение парафовеальной обработки слова

№	Предложение в трех условиях (идентичное / совпадающее по длине / не совпадающее по длине)	$Ч_{и}$ (<i>ipm</i>)	$Ч_{с}$ (<i>ipm</i>)	$Ч_{н}$ (<i>ipm</i>)
Группа высокочастотных ключевых слов				
1	Новый управляющий <i>банка</i> (банка / барса / бампера) ввел штрафы за опоздание на работу.	178,1	3,9	3,7
2	Плакучие ивы росли у самого <i>берега</i> (берега / бекона / бело-руса) тихой лесной реки.	164,7	1,1	3,8
3	В соревнованиях по греко-римской <i>борьбе</i> (борьбе / богине / богатыре) победил спортсмен из Ирана.	190,5	8,1	10,3
4	Братья выскочили из <i>вагона</i> (вагона / валета / вареника) поезда и помчались на вокзал за мороженым.	70,9	2,3	3,2
5	Покрытые снегом горные <i>вершины</i> (вершины / векторы / вездеходы) засверкали в лучах восходящего солнца.	62,6	12,8	3,9
6	После доставки <i>груза</i> (груза / грача / граната) судно задержится в порту на несколько дней.	45,7	2,3	2,5
7	На стене в спальне висела <i>картина</i> (картина / камбала / календула) в стиле постимпрессионизма.	183,9	1,1	0,7
8	После окончания седьмого <i>класса</i> (класса / клерка / кларнета) Андрей перешел в математическую школу.	185,8	4,1	1,5
9	Авианосец возглавлял <i>колонну</i> (колонну / кочергу / кофеварку) из четырнадцати судов.	41,6	2,8	1,9
10	Лена сшила из <i>куска</i> (куска / купца / курорта) пестрой ткани платье для своей дочери.	76,8	12,5	12,8
11	Аня принесла из <i>кухни</i> (кухни / купли / кушетки) чайник с чаем и огромный шоколадный торт.	120,1	0,8	5,7

№	Предложение в трех условиях (идентичное / совпадающее по длине / не совпадающее по длине)	$Ч_u$ (ipm)	$Ч_c$ (ipm)	$Ч_n$ (ipm)
12	Марине нужно было купить литр <i>молока</i> (молока / мопеда / морехода) и десяток яиц.	57,4	0,8	1,0
13	Михаил уехал на две <i>недели</i> (недели / невежи / незадачи) в командировку в Москву.	242,2	0,5	1,3
14	Директор ждет от <i>отдела</i> (отдела / отлова / отворота) продаж детального отчета о проделанной работе.	48,6	1,2	2,2
15	Тетя собирается в <i>отпуск</i> (отпуск / отклик / отросток) в Испанию на Канарские острова.	44,8	11,8	8,0
16	Максим помог соседке донести <i>пакеты</i> (пакеты / паромы / панорамы) с продуктами до квартиры.	65,8	4,4	6,5
17	Ирина пообещала <i>подруге</i> (подруге / повторе / покрывале) вернуть книгу через неделю.	79,4	3,7	7,1
18	Алина купила на распродаже зимние <i>сапоги</i> (сапоги / сажени / саботажи) с большой скидкой.	62,0	4,3	2,4
19	Галя покормила <i>собаку</i> (собаку / сонату / солонину) и пошла делать уроки по русскому языку.	132,2	3,8	0,4
20	В среду во Дворце <i>спорта</i> (спорта / спазма / спецназа) открывается турнир по настольному теннису.	58,5	3,9	10,2
21	Саша получил диплом первой <i>степени</i> (степени / статики / сторожихи) на конкурсе молодых музыкантов.	155,0	0,9	0,6
22	Кирилл проплыл 400 метров вольным <i>стилем</i> (стилем / стыком / стимулом) за 3 минуты 50 секунд.	91,4	6,3	10,8
23	На стеклянном журнальном <i>столике</i> (столике / стажере / старовере) стояла изящная статуэтка.	60,0	1,9	1,0
24	Из-за погодных условий рейс из немецкой <i>столицы</i> (столицы / старины / стремнины) задержали на два часа.	100,2	13,6	0,6
Группа назкокочастотных ключевых слов				
1	Рядом с речкой Егор нашел хатку <i>бобра</i> (бобра / бойца / ботинка) и гнездо тетерева.	2,6	41,5	39,1
2	После нескольких дней <i>затишья</i> (затишья / занятия / заседания) вновь пошел сильный снег.	3,9	92,1	96,7
3	Кольцо с бриллиантом в три <i>карата</i> (карата / канала / капитала) относится к высокой ценовой категории.	1,9	71,5	65,6

№	Предложение в трех условиях (идентичное / совпадающее по длине / не совпадающее по длине)	Ч _и (ipm)	Ч _с (ipm)	Ч _н (ipm)
4	Стас играет в хоккей на <i>катке</i> (катке / камне / кармане) у торгового центра.	7,8	131,9	120,5
5	Созревшие плоды <i>кокоса</i> (кокоса / колена / коридора) весят в среднем 600 граммов.	1,0	102,8	110,8
6	У окна стояла девушка в белой <i>косынке</i> (косынке / корабле / командире) с крупными красными цветами.	4,9	112,5	110,9
7	Таня была в синей шерстяной <i>кофте</i> (кофте / корне / корпусе) и клетчатых брюках.	7,7	63,7	62,1
8	Пилот вывел самолет из <i>крена</i> (крена / крыла / кризиса) и благополучно приземлился.	3,1	67,6	53,2
9	Нина положила в грибной суп перловую <i>крупу</i> (крупу / крышу / красоту) и лавровый лист.	6,8	85,0	94,7
10	После стирки с отбеливателем пятно на <i>майке</i> (майке / марте / мастере) наконец-то исчезло.	15,0	88,1	100,8
11	Результат матча полностью зависит от <i>настроя</i> (настроя / наличия / нарушения) соревнующихся команд.	6,4	93,9	96,8
12	Лиза купила хлеб из <i>отрубей</i> (отрубей / отличий / отделений) вместо обыкновенного ржаного хлеба.	1,1	95,8	90,2
13	Бабушка хранит в <i>погребе</i> (погребе / потолке / помощнике) домашнее вино и банки с соленьями.	8,0	57,9	57,7
14	Летом кипарис нуждается в обильном <i>поливе</i> (поливе / поводе / половине) и ярком освещении.	1,9	151,2	158,8
15	Денис обнаружил на дне <i>пролива</i> (пролива / привета / препарата) затонувший корабль.	6,3	45,8	52,9
16	На бескрайней заснеженной <i>равнине</i> (равнине / расчете / работнике) не было никаких признаков людских поселений.	9,3	108,9	119
17	Все необходимое оборудование помещалось в <i>ранце</i> (ранце / рамке / расходе) за спиной инструктора.	1,9	110,6	90,2
18	Оригинальный механизм застежки <i>ремешка</i> (ремешка / ресурса / режиссера) скрыт под корпусом часов.	4,3	98,7	103,5
19	В заключительной пятиминутной <i>репризе</i> (репризе / рекламе / ресторане) клоун достал из цилиндра игрушечного крокодила.	1,1	73,7	79,3
20	Мамин голос постепенно затерялся в <i>рокоте</i> (рокоте / романе / родителе) рыночной толпы	2,7	157,7	160,0

№	Предложение в трех условиях (идентичное / совпадающее по длине / не совпадающее по длине)	$Ч_u$ (ipm)	$Ч_c$ (ipm)	$Ч_n$ (ipm)
21	Молодожены заказали два <i>стейка</i> (стейка / стекла / студента) с овощами и красное сухое вино.	0,7	102,8	105,4
22	Над окном был самодельный желоб для <i>стока</i> (стока / стиха / стакана) дождевой воды.	5,2	157,0	72,8
23	Баба-Яга пролетела в <i>ступе</i> (ступе / стиле / старике) над избушкой на курьих ножках.	4,2	91,4	151
24	Перед отъездом Надя отвезла свою любимую <i>таксу</i> (таксу / тайну / таблицу) на дачу к родителям.	3,6	88,9	81,0

Обозначения: $Ч_u$ – частотность ключевого слова / идентичного прайма, $Ч_c$ — частотность совпадающего по длине прайма, $Ч_n$ — частотность не совпадающего по длине прайма

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Стимулы для эксперимента, направленного на изучение лексического доступа к многозначному слову

1. Предшествующий контекст, прямое значение

- 1) Он почти не мог шевелиться в зыбком, заросшем тиной месиве, они долго пытались вытащить его из этого *болота*.
- 2) Его корабль сбился с намеченного пути, и он оказался в самом центре кипучего *водоворота*.
- 3) Этот драгоценный камень был дорог ему, старик очень за него боялся, и поэтому прятал свою *жемчужину* в укромное место.
- 4) Совсем внезапно небо покрылось черными тучами, и начался ливень, в результате мощный *град* обрушился на него.
- 5) Молодому человеку было не обойтись без помощи пожарников, он не мог потушить этот *пожар*, так сильно разгорающийся с каждой минутой.
- 6) Хозяйка начала переживать, понравится ли это блюдо ее гостям, после того как получился такой *винегрет*.
- 7) Кроме пары вещей и нескольких книжек, в *багаже*, который Петя взял с собой, ничего не было.
- 8) Огромный чемодан и десятикилограммовая сумка сестры были самым тяжелым *грузом*, который нес ее старший брат.
- 9) Тонкие шерстяные нитки постоянно спутывались между собой, поэтому она не могла размотать этот запутавшийся *клубок*.

- 10) Дети выбежали из дома, чтобы полюбоваться тем, как солнце перед сном осветило все золотисто-багровыми лучами, так как близилось время *заката*.
- 11) Молодой человек долго копил на этот дорогой костюм и очень расстраивался, что это темное *пятно* никак не смыть.
- 12) Так как его альпинистское снаряжение не было для этого приспособлено, он не смог преодолеть эту *стену*.

2. Последующий контекст, прямое значение

- 1) Они долго пытались вытащить его из этого *болота*, он почти не мог шевелиться в зыбком, заросшем тиной месиве.
- 2) Он оказался в самом центре кипучего *водоворота*, так как его корабль сбился с намеченного пути.
- 3) Старик спрятал свою *жемчужину* в укромное место, этот драгоценный камень был дорог ему, поэтому он очень за него боялся.
- 4) Мощный *град* обрушился на него неожиданно, так как совсем внезапно небо покрылось черными тучами и начался ливень.
- 5) Молодой человек не мог потушить этот *пожар*, так сильно разгорающийся с каждой минутой, ему было не обойтись без помощи пожарников.
- 6) Получился такой *винегрет*, что хозяйка начала переживать, понравится ли это блюдо ее гостям.
- 7) Петя взял с собой *багаж*, в котором ничего не было кроме пары вещей и нескольких книжек.
- 8) Самым тяжелым *грузом*, который нес ее старший брат, был огромный чемодан и десятикилограммовая сумка сестры.
- 9) Она не могла размотать этот запутавшийся *клубок*, потому что тонкие шерстяные нитки постоянно спутывались между собой.
- 10) Близилось время *заката*, дети выбежали из дома, чтобы полюбоваться тем, как солнце перед сном осветило все золотисто-багровыми лучами.
- 11) Молодой человек расстраивался, что это темное *пятно* никак не смыть, а ведь он очень долго копил на этот дорогой костюм.
- 12) Он не смог преодолеть эту *стену*, потому что его альпинистское снаряжение не было для этого приспособлено.

3. Предшествующий контекст, метафорическое значение

- 1) Он не мог отказаться от своего старого образа жизни, хотя они долго пытались вытащить его из этого *болота*.
- 2) В ту зиму в центре его родного городка происходило много важных событий, и он оказался в самом центре кипучего *водоворота*.

- 3) Старик очень боялся за самый редкий экземпляр рукописи из своей коллекции, и поэтому спрятал свою *жемчужину* в укромное место.
- 4) Со всех сторон на мальчика летели упреки, обвинения и жесткая критика, мощный *град* обрушился на него неожиданно.
- 5) Молодой человек влюбился, первый раз в жизни, и теперь он не мог затушить этот *пожар*, так сильно разгорающийся с каждой минутой.
- 6) Речь девочки была сбивчивой, непонятной, она очень нервничала и говорила нечетко, поэтому получился какой-то *винегрет*.
- 7) Кроме воспоминаний, новых идей и полученных знаний, в *багаже*, который Петя взял с собой, ничего не было.
- 8) Осознание большой ответственности за сестру было самым тяжелым *грузом*, который нес ее старший брат.
- 9) При даче показаний все события смешались у нее в голове, и поэтому она не могла размотать этот запутавшийся *клубок*.
- 10) Он уже не был молод и понимал, что никто никогда не вспомнит его творчества, что близится время *заката*.
- 11) Весь город уже знал о его позоре, и молодой человек очень расстраивался, что это темное *пятно* никак не смыть.
- 12) Такого непонимания и равнодушия он еще не встречал никогда в жизни, он так и не смог преодолеть эту *стену*.

4. Последующий контекст, метафорическое значение

- 1) Они долго пытались вытащить его из этого *болота*, но он не мог отказаться от своего старого образа жизни.
- 2) Он оказался в самом центре кипучего *водоворота*, так как в ту зиму в центре его родного городка происходило очень много важных событий.
- 3) Старик спрятал свою *жемчужину* в укромное место, ею был самый редкий экземпляр рукописи из его коллекции, за который он очень боялся.
- 4) Мощный *град* обрушился на него неожиданно, со всех сторон на мальчика летели упреки, обвинения и жесткая критика.
- 5) Молодой человек не мог затушить этот *пожар*, так сильно разгорающийся с каждой минутой, потому что он влюбился, первый раз в жизни.
- 6) Получился какой-то *винегрет*, потому что речь девочки была сбивчивой, непонятной, она очень нервничала и говорила нечетко.
- 7) Петя взял с собой *багаж*, в котором ничего не было кроме воспоминаний, новых идей и полученных знаний.
- 8) Самым тяжелым *грузом*, который нес ее старший брат, было осознание большой ответственности за сестру.

- 9) Она не могла размотать этот запутавшийся *клубок*, потому что при даче показаний все события смешались у нее в голове.
- 10) Близилось время *заката*, так как он понимал, что уже немолод и что никто никогда не вспомнит его творчества.
- 11) Молодой человек расстраивался, что это темное пятно никак не смыть, так как весь город уже знал о его позоре.
- 12) Он не смог преодолеть эту *стену*, такого непонимания и равнодушия он еще не встречал никогда в жизни.

Филлеры

1. Бессмысленные

- 1) Продавец нарочно старался сверкнуть из этого *болота*, хотя кот не мог подумать о сиреневых иллюзиях.
- 2) В ту пору в парламенте неустанно пели канделябры, а в самом центре шел ботинок за руку с *водоворотом*.
- 3) Мельник закипел *жемчужину* в сад, так как неведомые напевы, казалось, очень радовались этому событию.
- 4) В одном государстве летели карандаши, салфетки и торт, в результате чего плюшевый *град* заплясал в нем.
- 5) Эти нитки не обошлись без вмешательства стадиона, так как не хотелось дурманить этот *пожар* из-за расцветающего снега каждую неделю.
- 6) Получается какой-то вертолет, однако отражение винегрета, веревки которого уходят вдаль, не может ничем им помешать.
- 7) Землекоп улетел в *багаж*, где его ждали тысячи маленьких иллюзий, не похожих на яблоко.
- 8) Зеленые напоминания лежали шершавым *грузом* на деревянном потолке, и он не мог прыгнуть выше жирафа.
- 9) Попутные книги глупо выдергивать из двери, так как этот кричащий *клубок* отверстий не нуждается в несправедливых нарядах.
- 10) Они долго шептались, что муравьи взлетели над горизонтом, и постоянные вопросы скрипели на секретной трубе *заката*.
- 11) Маяк пил скобки и понимал, что *пятно* общительного сада навсегда останется у откоса.
- 12) Он не крикнул, что ожидает сахар *стены*, потому что ему было не угнаться за молчаливым дроздом.

2. Осмысленные

- 1) Летом вокруг домика цвели маргаритки, а зимой по сугробам прыгали красные снегири.
- 2) Когда они вышли на вокзальную площадь, горели фонари, шумел город, а снег уже успели убрать.
- 3) Собака — друг человека.
- 4) Озеро Байкал по посещаемости туристами ненамного уступает Черному морю.
- 5) Звучала музыка, молодежь танцевала.
- 6) На крутом склоне горы в конце улицы с незапамятных времен высился огромный круглый камень.
- 7) Он помогал сторожу топить печь, убирал комнаты и очень усердно учился.
- 8) Алеша обычно гулял по набережной до моста через реку, любуясь темной синевой быстрого бугристого течения.
- 9) Большая часть документов была утеряна, а чемодан с остальными вещами, к счастью для меня, остался цел.
- 10) Дождавшись тихой погоды, он снова вышел в лес, в это время лыжи глубоко погрузались в мягкий снег.
- 11) Он любил прятаться на чердаке, там почти всегда было светло от многочисленных отверстий и щелей в крыше.
- 12) Иногда в свободные вечера он начинал рассказывать интересные случаи из своей жизни, такие вечера были настоящим праздником.
- 13) Все билеты в театр были уже распроданы, поэтому он очень боялся сказать жене, что забыл их купить.
- 14) Уезжать не хотелось, так как их дом располагался в самом центре маленького городка среди пышной зелени деревьев и благоухания южных цветов.
- 15) Над его головой, на страшной высоте, проносились одинокие яркие искры, надо было срочно бежать на помощь.
- 16) Молодой парень скоро появился с большой белой кружкой, наполненной квасом, и с огромным ломтем хлеба.
- 17) Они собирались уехать из шумного города и поселиться в деревне.
- 18) Ребята сумели разбить палатку в лесу, хоть это и было для них непростым заданием.
- 19) Море было еще холодное, толстые чайки, нахохлившись, сидели на берегу.
- 20) Музей разместился в частично сохранившемся средневековом замке.
- 21) Он опаздывает в аэропорт, потому что утром, как обычно, не услышал будильника и проспал.
- 22) Он знал, что сосед его не любит и здоровается только из вежливости.

- 23) Девочка принесла домой котенка, потому что не могла оставить маленький пушистый комочек на улице.
- 24) Можно пойти обходной дорогой, где он давно не бывал и по которой когда-то бегал в университет.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Стимулы для эксперимента, направленного на изучение особенностей обработки словосочетаний с буквальным и небуквальным значением

Курсивом выделены существительные в ключевых словосочетаниях.

Тянуть резину

Хозяйке не хотелось тянуть *резину*, и она попросила меня срочно освободить квартиру.

Хозяйке не хотелось тянуть *шланг*, и она попросила меня полить весь огород из лейки.

Прижать к ногтю

Полицейский прижал к *ногтю* бандита и заставил его сдать властям.

Полицейский прижал к *сосне* бандита и приставил дуло пистолета к его виску.

Открыть варешку

Я просто открыл *варешку* и даже не смог ничего ответить на это.

Я просто открыл *теплицу* и даже не смог войти туда от духоты.

Купить кота в мешке

В интернете можно купить *кота* в мешке, поэтому я ему не доверяю и хожу по магазинам.

В интернете можно купить *сахар* в мешке на 100 рублей дешевле, чем в магазине.

Тряхнуть стариной

Голливудская звезда тряхнула *стариной* и угодила в клинику для наркозависимых.

Голливудская звезда тряхнула *букетом* и угодила им прямо в лицо своему спутнику.

Портить кровь

Этот спортсмен постоянно портит *кровь* всей команде.

Этот спортсмен постоянно портит *игру* всей команде.

Промывать мозги

Мы расскажем, как нужно промывать *мозги*, чтобы сделать из человека послушного робота.

Мы расскажем, как нужно промывать *овоци*, чтобы сделать не только вкусный, но и полезный салат.

Лезть в бутылку

Он часто лезет в *бутылку* и старается разозлить собеседника — ужас, а не человек!

Он часто лезет в *кровать* и старается забраться мне на голову — ужас, а не котенок!

Подложить свинью

Он подложил *свинью* командиру, рассказав генералу о случившемся.

Он подложил *валенки* командиру под голову, чтобы ему удобнее спалось на жестком полу.

Отбросить коньки

Старик отбросил *коньки* в самый неподходящий момент.

Старик отбросил *железки* в самый дальний угол комнаты.

Плевать в потолок

Покормив кроликов, мальчишки сидели на лавке и плевали в *потолок* от скуки.

Покормив кроликов, мальчишки сидели на лавке и плевали в *клетку* от скуки.

Отдать концы

Его армия чуть не отдала *концы* во Франции из-за эпидемии бубонной чумы.

Его армия чуть не отдала *города* во Франции на поругание врагу.

Съесть собаку на чем-либо

Туземцы съели *собаку* на этом деле — было видно, что они отличные рыболовы.

Туземцы съели *девочку* на этом острове — с тех пор здесь больше не высаживают туристов.

Строить глазки

Люди жалуются, что власти им строят *глазки* вместо того, чтобы принять необходимые меры.

Люди жалуются, что власти им строят *лачуги* вместо того, чтобы обеспечить достойным жильем.

Перемывать косточки

Думаю, не стоит ему еще раз перемывать *косточки* в такой ужасной ситуации.

Думаю, не стоит ему еще раз перемывать *помидоры* в такой ужасной воде.

Висеть на волоске

Он висел *на волоске*, и я чуть его не потеряла тогда, но он сумел побороть болезнь.

Он висел *на запястье*, и я чуть его не потеряла тогда, а это ведь такой дорогой фотоаппарат!

Делать погоду

В школе не учат, как делать *погоду* в коллективе.

В школе не учат, как делать *задание* в коллективе.

Пудрить мозги

Ассистентка не пудрила *мозги* актрисе, чтобы не нажать себе неприятностей.

Ассистентка не пудрила *веки* актрисе, чтобы не подчеркивать ее мелкие морщинки.

Тянуть ляжку

Сам постановщик фильма тянул *ляжку* вместе со всеми.

Сам постановщик фильма тянул *жеребий* вместе со всеми.

Поставить на вид

Павел весь день был в плохом настроении, поэтому и поставил *на вид* этот ужасный инцидент своей секретарше.

Павел весь день был в плохом настроении, поэтому и поставил *на ночь* этот ужасный фильм.

Достать из-под земли

Она из тех, кто достанет *из-под земли* своего мужа, если тот от нее сбежит, не выдержав бесконечных скандалов.

Она из тех, кто достанет *из-под стола* своего мужа, валяющегося там в доску пьяным, уложит его спать, а потом еще и пожалеет.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Стимулы для эксперимента,
направленного на изучение контекстной интеграции

Я мог этого выучить напроочь: сегодня выучил, *завтра забыл*, ничего у меня не получилось. / Я не смогу этого выучить: сегодня выучу, *завтра забуду*, ничего у меня не получится.

Я прекращаю пить эти таблетки: сегодня пью в последний раз, а *завтра перестану*, главное — проконсультироваться с врачом. / Я всегда резко прекращала пить таблетки — сегодня пила, а *завтра перестала*, главное — проконсультироваться с врачом

Это выгодное предприятие: сегодня купил по дешевке, *завтра продал* втридорога, ведь земля постоянно дорожает. / Это выгодное предприятие: сегодня куплю по дешевке, *завтра продам* втридорога, ведь земля дорожает.

Тебе нечего бояться: сегодня он здесь, а *завтра уедет*, ну где он тебя возьмет? / Тебе нечего бояться — сегодня он здесь, а *завтра уехал*, ну где он тебя возьмет?

Сегодня он богатый, а *завтра разорится*, и чему вы тогда будете завидовать? / Сегодня он богатый, а *завтра разорился*, и чему тогда вы будете завидовать?

Профессия актера неустойчива: сегодня ты востребован, а *завтра оказался* за бортом, поэтому стоит получить второе образование. / Профессия актера неустойчива — сегодня ты востребован, а *завтра окажешься* за бортом, поэтому стоит получить второе образование.

Сегодня он подписал контракт, а *завтра передумает*, как же так можно? / Он непрофессионал: сегодня подписал контракт, *завтра передумал*, как же так можно?

На одно платье уходит пара дней: сегодня начала, *завтра закончила*, можно и быстрее осилить. / На это платье уйдет два дня — сегодня начну, а *завтра закончу*, можно и быстрее осилить.

Сегодня вы друзья, но уже *завтра поругаетесь* это навредит группе. / Сегодня вы друзья, а *завтра поругались* — это навредит группе.

Представьте себе: сегодня она написала завещание, а *завтра передумала* и отозвала — лучше оформить дарственную. / Сегодня она напишет завещание, а вдруг *завтра передумает* и отзовет — лучше оформить дарственную.

Завтра начинается мой отпуск, и я мечтаю пройти обследование у хорошего частного доктора. / *Завтра начинался* мой отпуск, и я мечтал пройти обследование у хорошего частного доктора.

Завтра приехали родители, и встреча не состоялась. / *Вчера приехали* родители, и встреча не состоялась.

И вот *вчера пришла* санитарная машина, и тетю Мари увезли в больницу. / И вот *завтра пришла* санитарная машина, и тетю Мари увезли в больницу.

По моим представлениям, поезд на Рим *отправляется завтра* утром. / По моим представлениям, поезд на Рим *отправляется завтра* утром.

Отец *завтра улетал* в свою первую заграникомандировку, к тому же в Америку. / Отец *завтра улетает* в свою первую заграникомандировку, к тому же в Америку.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Стимулы для эксперимента, направленного на изучение синтаксической неоднозначности

Свидетель упомянул о *напарнике водителя*, вчера *видевшего это ограбление*. / Свидетель упомянул о *напарнике водителя*, вчера *видевшем* это ограбление. / Свидетель упомянул *напарника водителя*, вчера *видевшего* это ограбление.

Гости узнали об этом у *подруг выпускниц*, весело *плясавших* под громкую музыку. / Гости задали этот вопрос *подругам выпускниц*, весело *плясавших* под громкую музыку. / Гости задали этот вопрос *подругам выпускниц*, весело *плясавшим* под громкую музыку.

Следователь спрашивал нас про *секретаршу начальницы*, давно *имевшую* плохую репутацию. / Следователь спрашивал нас о *секретарше начальницы*, давно *имевшей* плохую репутацию. / Следователь спрашивал нас про *секретаршу начальницы*, давно *имевшей* плохую репутацию.

На улице я встретил *служанку графини*, много лет *жившей* в доме неподалеку. / На улице я встретил *служанку графини*, много лет *жившую* в доме неподалеку. / На улице я столкнулся со *служанкой графини*, много лет *жившей* в доме неподалеку.

Дорогая машина предназначалась для *племянника директора*, несправедливо *получившего* свою должность. / Дорогая машина принадлежала *племяннику директора*, несправедливо *получившего* свою должность. / Дорогая машина принадлежала *племяннику директора*, несправедливо *получившему* свою должность.

Охранник пригрозил *поклонникам артистов*, задумчиво *стоявшим* в пустом фойе. / Охранник накричал на *поклонников артистов*, задумчиво *стоявших* в пустом фойе. / Охранник пригрозил *поклонникам артистов*, задумчиво *стоявших* в пустом фойе.

Старушки обсуждали *исполнительницу песни*, когда-то *имевшей* большой успех в России. / Старушки обсуждали *исполнительницу песни*, когда-то *имевшую* большой успех в России. / Старушки говорили об *исполнительнице песни*, когда-то *имевшей* большой успех в России.

На конкурс выдвинули *сотрудников институтов*, недавно *получивших* значительный грант. / Конкурс был выигран *сотрудниками институтов*, недавно *получивших* значительный грант. / Конкурс был выигран *сотрудниками институтов*, недавно *получившими* значительный грант.

Партнеры предъявили претензии *владельцу холдинга*, давно *имевшему* огромные долги. / Партнеры подали в суд на *владельца холдинга*, давно *имевшего* огромные долги. / Партнеры предъявили претензии *владельцу холдинга*, давно *имевшего* огромные долги.

Проверяющий был направлен к *руководителю проекта*, давно *вызывавшего* большие подозрения. / Проверяющий был направлен к *руководителю проекта*, давно *вызывавшему* большие подозрения. / Велась проверка в отношении *руководителя проекта*, давно *вызывавшего* большие подозрения.

В ЖЭК поступили жалобы от *хозяек квартир*, давно *требовавших* серьезного ремонта. / Представитель ЖЭКа общался с *хозяйками квартир*, давно *требовавших* серьезного ремонта. / Представитель ЖЭКа общался с *хозяйками квартир*, давно *требовавшими* серьезного ремонта.

Журналисты окружили *представительницу партии*, снова *организовавшую* митинг протеста. / Журналисты кинулись к *представительнице партии*, снова *организовавшей* митинг протеста. / Журналисты окружили *представительницу партии*, снова *организовавшей* митинг протеста.

Полицейский внимательно изучал *паспорт гражданина*, сразу *внушившего* ему недоверие. / Полицейский внимательно изучал *паспорт гражданина*, сразу *внушивший* ему недоверие. / Полицейский снял копию с *паспорта гражданина*, сразу *внушившего* ему недоверие.

Мы были напуганы *телеграммой соседки*, почему-то *казавшейся* нам очень странной. / Нам показали *телеграмму соседки*, почему-то *казавшейся* всем странной. / Нам показали *телеграмму соседки*, почему-то *казавшуюся* всем странной.

Профсоюз защищал *интересы работников*, серьезно *пострадавшие* в результате сделки. / Профсоюз заботился об *интересах работников*, серьезно *пострадавших* в результате сделки. / Профсоюз защищал *интересы работников*, серьезно *пострадавших* в результате сделки.

Критики хвалили *картину художницы*, часто *выставлявшейся* в местных галереях. / Критики хвалили *картину художницы*, часто *выставлявшуюся* в местных галереях. / Критики восхищались *картиной художницы*, часто *выставлявшейся* в местных галереях.

Все были в ужасе от *манифеста поэта*, яростно *клеившего* все человечество. / Все были шокированы *манифестом поэта*, яростно *клеившего* все человечество. / Все были шокированы *манифестом поэта*, яростно *клеившим* все человечество.

Церковь осудила *повести писательницы*, недавно *выдвинутые* на премию «Букер». / Церковь высказалась против *повестей писательницы*, недавно *выдвинутых* на премию «Букер». / Церковь осудила *повести писательницы*, недавно *выдвинутых* на премию «Букер».

Эксперт изучал *фотографии находок*, много лет *хранившихся* в городском музее. / Эксперт изучал *фотографии находок*, много лет *хранившиеся* в городском

музее. / Эксперт разбирался в *фотографиях находок*, много лет *хранившихся* в городском музее.

Конструктор переживал из-за *двигателя автомобиля*, внезапно *сломавшегося* после гонки. / Конструктор разочаровался в *двигателе автомобиля*, внезапно *сломавшегося* после гонки. / Конструктор разочаровался в *двигателе автомобиля*, внезапно *сломавшемся* после гонки.

Мария с ностальгией вспоминала *мансарду гостиницы*, полностью *сгоревшую* несколько лет назад. / Мария с ностальгией вспоминала о *мансарде гостиницы*, полностью *сгоревшей* несколько лет назад. / Мария с ностальгией вспоминала *мансарду гостиницы*, полностью *сгоревшей* несколько лет назад.

Спасатели с трудом попали в *архив монастыря*, сильно *пострадавшего* при пожаре. / Спасатели с трудом попали в *архив монастыря*, сильно *пострадавший* при пожаре. / Спасатели с трудом добрались до *архива монастыря*, сильно *пострадавшего* при пожаре.

Экскурсовод рассказывал о *моделях ракет*, живо *интересовавших* членов группы. / Экскурсовод показывал *модели ракет*, живо *интересовавших* членов группы. / Экскурсовод показывал *модели ракет*, живо *интересовавшие* членов группы.

Акционеры ругали *политику компании*, совсем *не учитывавшую* их интересы. / Акционеры были недовольны *политикой компании*, совсем *не учитывавшей* их интересы. / Акционеры ругали *политику компании*, совсем *не учитывавшей* их интересы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Стимулы для эксперимента, направленного на изучение особенностей обработки предложений с референциальной неоднозначностью

1. Окружной прокурор пристально смотрел на молодого адвоката / Окружному прокурору на глаза попался молодой адвокат / Окружной прокурор пристально смотрел на молодую защитницу. Судя по всему, он был настроен решительно.
2. В последние месяцы художница серьезно волновалась за младшую сестру / В последние месяцы художницу серьезно волновала младшая сестра / В последние месяцы художница серьезно волновалась за младшего брата. В скором времени она должна была выйти замуж и переехать жить в другой город.
3. Моя младшая сестра очень полюбила новую учительницу / Моей младшей сестре очень понравилась новая учительница / Моя младшая сестра очень полюбила нового учителя. Каждый день она проводила много времени в школе.

4. Мой брат серьезно обиделся на школьного друга / Моего брата серьезно обидел школьный друг / Мой брат серьезно обиделся на школьную подругу. Сначала он перестал отвечать на звонки, а потом и вовсе сменил телефонный номер.
5. Недавно наш президент вышел из себя из-за своего заместителя / Недавно нашего президента вывел из себя его заместитель / Недавно наш президент вышел из себя из-за своей заместительницы. На собрании он повел себя крайне нетактично.
6. Пожилая графиня очень расстраивалась из-за старшей дочери / Пожилую графиню очень расстраивала старшая дочь / Пожилая графиня очень расстраивалась из-за старшего сына. Последнее время она часто страдала сильными мигренями.
7. Молодая сотрудница сильно смутилась от похвалы строгой начальницы / Молодую сотрудницу сильно смутила похвалой строгая начальница / Молодая сотрудница сильно смутилась от похвалы строгого начальника. Вчера на собрании она выступала с отчетом о проделанной работе.
8. Известный писатель все чаще радовался за единственного сына / Известного писателя все чаще радовал единственный сын / Известный писатель все чаще радовался за единственную дочь. Наконец он почувствовал уверенность в завтрашнем дне.
9. На новой работе моя мама слегка раздражалась из-за бестолковой напарницы / На новой работе мою маму слегка раздражала бестолковая напарница / На новой работе моя мама слегка раздражалась из-за бестолкового напарника. Нервничая, она то и дело вставала и ходила по комнате.
10. В этом сезоне тренер сборной приятно удивлялся молодому помощнику / В этом сезоне тренера сборной приятно удивлял молодой помощник / В этом сезоне тренер сборной приятно удивлялся молодой помощнице. Теперь он пытался восстановить хорошие отношения.
11. Молодая девушка очень испугалась за больную тетю / Молодую девушку очень испугала больная тетья / Молодая девушка очень испугалась за больного дядю. Вчера ночью она два раза вызывала скорую помощь.
12. Одинокий пенсионер сильно огорчился из-за фронтового товарища / Одинокого пенсионера сильно огорчил фронтовой товарищ / Одинокий пенсионер сильно огорчился из-за фронтовой подруги. Сегодня он попал в больницу с сердечным приступом.
13. Пожилой врач скорой помощи страшно возмущался из-за нового санитаря / Пожилого врача скорой помощи страшно возмущал новый санитар / Пожилой врач скорой помощи страшно возмущался из-за новой санитарки. Вчера он весь день отпускал едкие комментарии.
14. Известная писательница искренне восхищалась своей молодой помощницей / Известную писательницу искренне восхищала ее молодая помощница / Из-

- вестная писательница искренне восхищалась своим молодым помощником. Кажется невероятным, но она могла говорить о творчестве часами.
15. Наш профессор полностью разочаровался в любимом аспиранте / Нашего профессора совсем разочаровал любимый аспирант / Наш профессор полностью разочаровался в любимой аспирантке. Последнее время он все реже обсуждал новый научный проект.
 16. В последнее время моя соседка ужасно злилась на старшую сестру / В последнее время мою соседку ужасно злила старшая сестра / В последнее время моя соседка ужасно злилась на старшего брата. Теперь она надолго уходила из дома и возвращалась затемно.
 17. На елочном базаре мой дядя случайно встретил друга детства / На елочном базаре моему дяде случайно повстречался друг детства / На елочном базаре мой дядя случайно встретил подругу детства. От неожиданности он сначала оторопел, а потом бросился обниматься.
 18. Наша новая математичка не на шутку рассердилась на нахальную ученицу / Нашу новую математичку не на шутку рассердила нахальная ученица / Наша новая математичка не на шутку рассердилась на нахального ученика. В один миг она резко встала и покинула класс.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Стимулы для эксперимента, направленного на изучение обработки детьми текстов разных типов

Текст 1 [Вахрушев А. А. и др. Окружающий мир: Учебник для 3 класса. Часть 1. М., 2010]

Если выкопать в земле глубокую яму и рассмотреть стенки ямы, то можно увидеть верхний темный рыхлый слой. Это почва. В ней находятся корни растений, живут черви, насекомые и их личинки.

В нижней части ямы почва постепенно становится светлее и переходит в слои горных пород: песок, глину, известняк и другие.

Даже самому неприхотливому растению нужен для развития рыхлый слой, в котором есть все необходимое для его жизни: вода, воздух, питательные вещества.

Твердые горные породы бесплодны. Со временем твердые горные породы разрушаются. На их месте постепенно образуется рыхлый слой, в который могут проникать вода и воздух. Здесь и поселяются некоторые неприхотливые растения. Отмирая, эти растения попадают в разрушенный слой горной породы и там перегнивают, образуя перегной.

При этом образуются вещества, от наличия которых зависит плодородие почвы — способность давать хороший урожай. Чем больше сгнивших остатков

в почве, тем больше в ней будет веществ, необходимых для развития растений, тем она плодороднее. Плодородие — существенный признак почвы, ее главное отличие от горной породы.

Уровень читабельности: 9,55

Число слов: 148

Число знаков: 1090

Текст 2 [Дмитриева Н. Я., Казаков А. Н. Окружающий мир: Учебник для 4 класса. Часть 1. М., 2012]

Минералы — это природные однородные тела, они состоят из мельчайших частиц — атомов и молекул. Минералы могут иметь кристаллическое строение (например, кварц, алмаз, соль). В них частицы располагаются в строгом порядке, образуя кристаллы. Есть минералы некристаллические (например, глина). Минералы могут быть твердые, жидкие и газообразные.

Горные породы образуются по-разному. Одни рождались в глубинах Земли и вместе с раскаленным внутренним веществом (магмой) выносились к поверхности, в земную кору. Остыв, они образовывали на глубине скопления гранита, базальта, разных руд (например, железной и медной руды, серебра, золота), алмазов и драгоценных камней.

Другие горные породы — осадочные. Некоторые из них появились в результате того, что в морях и океанах оседали на дно остатки разных живых организмов. За миллионы лет они образовали огромные скопления, постепенно превратившиеся в известняк или мел. Осадочные породы образовывались также и в результате разрушения гор. Солнце, вода и ветер превращали их в мелкие частицы — песок и глину. Попав в водоемы, они постепенно оседали и при определенных условиях превращались в твердые горные породы (песчаники, глинистые сланцы и другие).

Уровень читабельности: 8,89

Число слов: 149

Число знаков: 1191

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Стимулы для эксперимента, направленного на изучение обработки текстов, различающихся типом предиката

Тексты статические

1. Комнаты были площадью по шесть татами, чуть вытянутые в длину, в дальней стене было окно с алюминиевой рамой, у окна стояли столы со стульями, так чтобы можно было заниматься, сидя спиной друг к другу. Слева от входа была

двухъярусная кровать, и вся мебель была простой и незатейливой. Кроме столов и кроватей было две тумбочки, журнальный столик, а также полка, прибитая к стене. Даже самый снисходительный наблюдатель не смог бы назвать это поэтичным уголком.

2. Волосы ее были пострижены довольно небрежно, кое-где топорщились и на лбу лежали неровно, но в целом прическа очень ей шла. Одетая она была в синий верх от робы поверх белой майки и хлопчатобумажные брюки кремового цвета, а на ногах были тапочки для тенниса. Грудь на ее хрупком худом теле почти не было, рот постоянно был напряженно искривлен, морщинки в уголках глаз слегка шевелились. Она была похожа на доброго плотника, в чем-то недовольного окружающим миром.

3. Да, сейчас я даже лица ее вот так просто вспомнить не могу. Все, что осталось в моей памяти, — пейзаж, на котором и тени человека нет. Маленькие холодные руки, нежная круглая мочка уха, черная родинка прямо под ней, стильное пальто из верблюжьей шерсти, которое она часто надевала зимой. Привычка всегда смотреть в лицо собеседнику, иногда отчего-то дрожащий голос (порой казалось, будто она тараторит что-то, стоя в сильный ветер на вершине холма).

Тексты динамические

1. Я открыл крышку банки, вытащил оттуда светлячка и посадил его на край вышки. Светлячок, похоже, не понимал своего положения: он обошел вокруг болта, потоптался по ворсистым, как пластырь, пятнам краски. Некоторое время он полз вправо, потом вернулся налево, точно понял, что ему не туда. Потом какое-то время сидел неподвижно. Он совсем не шевелился, точно испустил дух. Я наблюдал за светлячком, стоя у перил: и я, и светлячок долго сидели на месте, не шевелясь.

2. Он обнял меня крепко. Сказал, чтобы я потерпела какое-то время, пока смогу терпеть. Хоть месяц пока чтобы потерпела. Что он за это время подсуетится и все уладит, и из компании рассчитается, и дом продаст, и с детским садом для ребенка все решит, и работу новую найдет, а если повезет, то, может быть, устроится работать в Австралии. Поэтому чтобы подождала один только месяц, сказал, что тогда, может быть, все хорошо уладится. Мне на это сказать было нечего.

3. Спустя какое-то время она опять надела халат, застегнула пуговицы одну за другой сверху вниз. Она поднялась, тихо открыла дверь спальни и скрылась за ней. Я довольно долго лежал, свернувшись калачиком на диване, потом передумал, вылез из постели, подобрал свалившиеся на пол часы и посмотрел на них под светом луны. Было три часа сорок минут. Я сходил на кухню, выпил несколько стаканов воды и вернулся в постель, но так и не смог заснуть, пока не рассвело.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Стимулы для эксперимента, направленного на изучение обработки текстов разных функциональных стилей

Текст 1 (научный стиль)

Гроза — атмосферное явление, при котором внутри облаков или между облаком и земной поверхностью возникают электрические разряды — молнии, сопровождаемые громом. Как правило, гроза образуется в мощных кучево-дождевых облаках и связана с ливневым дождем, градом и шквальным усилением ветра. По условиям развития грозы разделяются на внутримассовые и фронтальные. Внутримассовые грозы над материком возникают в результате местного прогрева воздуха от земной поверхности, что приводит к развитию в нем восходящих токов местной конвекции и к образованию мощных кучево-дождевых облаков. Поэтому внутримассовые грозы над сушей развиваются преимущественно в послеполуденные часы. Над морем грозы возникают вследствие развития конвекции в холодных воздушных массах, которые движутся в низкие широты над теплой водной поверхностью, поэтому в данном случае некоторый максимум в суточном ходе имеет место в ночные часы. При грозе состояние атмосферы неустойчиво, поэтому можно ожидать появления эффективных методов управления грозами, основанных на регулировании той или иной группы процессов, формирующих грозы.

Текст 2 (научный стиль)

Автомобиль — средство передвижения, которое впервые появилось в XIX веке. Первые автомобили приводились в движение паром, но эта конструкция не имела успеха. По сути, век автомобиля начался с введения в действие экипажей с бензиновыми двигателями Готлиба Даймлера и Карла Бенца (1885–1886). Двигатели внутреннего сгорания для этих экипажей были изобретены еще раньше несколькими инженерами, прежде всего Николаусом Отто (1876). До настоящего времени основные компоненты автомобиля остались неизменными. Имеется корпус (рама), к которому прикрепляются такие компоненты, как двигатель или источник энергии, система передач, приводящая в движение колеса, руль, тормоза, и система подвески, которые служат для управления автомобилем, остановок и поддержки корпуса. Первые автомобили собирались немногими знатоками-механиками, но современное массовое производство началось в начале 1900-х годов с деятельности Генри Форда и Р.Э.Олдса в США. На большинстве современных автомобильных заводов все части конструкции соединяются вместе на сборочных конвейерах. Перед отправкой на продажу готовый автомобиль подвергается испытанию.

Текст 3 (научный стиль)

В психологической литературе полемика вокруг проблемы «материнского инстинкта» (опять же без анализа самого понятия «инстинкт») разгорелась во

второй половине XX столетия. Одни исследователи утверждали примат социальных факторов в формировании материнского отношения, другие придерживались убеждения, что материнская привязанность подчиняется во многом тем же врожденным механизмам, которые роднят человеческий вид с животными. Роль биологических факторов в формировании материнского отношения обсуждается в этологических исследованиях. Импринтинг и привязанность первоначально рассматривались как приспособительный механизм вида, увеличивающий шансы выживания. Действительно, для ребенка установление и поддержание контакта с матерью является витальной задачей. Исследования показывают, что психосоматическое равновесие ребенка тесно связано с взаимодействием ребенка и матери. Хроническая нехватка привязанности приводит у ребенка к нервной анорексии, рвоте, бессоннице, частому срыгиванию, ослаблению иммунной системы. Напротив, тесный телесный контакт способствует чувству безопасности и приводит к уменьшению страха и тревоги. Дж. Боулби считал привязанность первично специфической системой, смысл которой в поддержании взаимодействия между матерью и младенцем.

Текст 4 (публицистический стиль)

Прежде чем отправиться на прогулку за город, узнайте прогноз погоды. Если, согласно этому прогнозу, ожидается гроза, возьмите с собой зонт или плащ из непромокаемого материала. Духота — это верный признак приближающейся грозы. Самое опасное в грозу — находиться рядом с металлическими оградами, на смотровых башнях и охотничьих вышках. Во время грозы ни в коем случае не прикасайтесь к любым металлическим предметам и не ложитесь на землю! При первых признаках начинающейся грозы постарайтесь спрятаться в машине или в любом укрытии: палатке, шалаше, избе, здании с молниеотводом. Если такой возможности у вас нет и вы вынуждены оставаться на открытой местности, спрячьтесь в канаве или ложбине, скрестив ноги. Избавьтесь от любых металлических предметов: переложите их в рюкзак и отодвиньте его в сторону. Если гроза застала вас в лесу, избегайте отдельно стоящих и очень высоких деревьев. Лучше всего прятаться в кустах или под невысокими березами и кленами. Сосна, тополь, ель и дуб — «любимые» деревья молний.

Текст 5 (публицистический стиль)

Автомобиль. Какое это приятное слово, так как оно означает средство передвижения, которое упростило человеческую жизнь. А ведь много лет назад такого чуда техники не было даже в помине. Люди спокойно себе ходили пешком и ездили на лошадях. Но вот в далеком 1885 году Готлиб Даймлер изобрел и запатентовал двигатель, а Карл Фридрих Бенц усовершенствовал его и запатентовал автомобиль. С тех пор жизнь людей изменилась. С каждым годом развивалось автомобилестроение, изобретались все лучшие и лучшие автомобили, они совершенствовались и дополнялись. Сегодня это уже не просто машины, а настоящие

шедевры, которые имеют каждая свою изюминку в дизайне, в начинке и так далее. Люди покупают себе авто, чтобы идти в ногу со временем, чтобы создать себе комфорт, чтобы ощутить себя «белым» человеком. Позволить себе купить автомобиль может каждый человек, главное — к этому нужно стремиться. Ведь не обязательно покупать новую, дорогую марку авто, можно купить среднюю, и не обязательно новую, но чтобы она была на ходу.

Текст 6 (публицистический стиль)

Детки растут очень быстро. И вот уже ласковая девочка-принцесса, обнимавшая маму по 20 раз в день, начинает хамить, кричать и становится скрытной. Не все мамы бывают готовы к такому резкому изменению в любимых детях. В отношениях между ними возникает хаос, негатив и непонимание. Возможно ли сохранить хорошие отношения с ребенком-подростком? Основное, что стоит понять и принять маме: подростковым периоде — это отрезок времени, когда ребенок начинает взрослеть, но взрослым еще не является. И, как любой другой промежуток времени, он закончится и пройдет безвозвратно. В подростковый период есть свои положительные моменты. Это время, когда можно научить своих детей быть взрослыми: в поведении, мышлении, восприятии окружающей действительности. Да, они сопротивляются нравуочениям, но зато хорошо берут пример со своих родителей. Как никогда, для взрослых становится актуальным совет: «Не воспитывайте детей, воспитывайте себя. Все равно они будут похожими на вас». Самоконтроль и самодисциплина — вот о чем в первую очередь должна позаботиться мама.

Текст 7 (обиходно-разговорный стиль)

Гроза дома — фигня, даже если это одноэтажный деревенский дом. Совершенно не страшно, просто красиво. А вот гроза на природе... Вот это реально страшновато: вроде как под бомбежкой, и в принципе известно, что, если долбанет в самое ближайшее дерево, может и убить. Но, по моим наблюдениям, всем абсолютно по фигу. Более того, когда купаюсь на даче, вижу, что люди при приближении грозы никуда особо не торопятся, и даже умудряются переждать сильную грозу прямо на лугу. Это уже просто поведение камикадзе, но... люди у нас храбрые... Лет десять назад была у бабули в деревне. Лето, были на сенокосе, тут тучи и гром. Быстренько собрались — и домой. По пути дождь нас застал. Короче, вбежали домой, только по комнатам разбрелись переодеться, тут бабуся орет: всем стоять, не двигайтесь и не дышите. Я замерла телом, а башкой кручу, любопытно все-таки. Смотрю — шаровая молния. Короче, покружилась она по залу и в пол. В общем, опасное это дело...

Текст 8 (обиходно-разговорный стиль)

Автомобиль — это член семьи. Его нужно кормить, поить, обувать, одевать, мыть, ухаживать, лечить, следить, охранять и т. д., и т. п. А он, как любимое до-

машнее животное, будет служить вам верой и правдой, пока вы его не продадите или не разобьете. Функционала у авто тоже масса: и тебе внедорожник, легковушка большая и маленькая, мощная и не очень, спортивные и даже ракета «земля-воздух». Я иногда ассоциирую разные автомобили с породами собак. Так вот, иногда машина и бывает скорее дворнягой, но она готова откликаться на любой твой импульс настолько, насколько можно от нее этого ожидать. А бывает, что самый дорогой и «породистый» четырехколесный друг сдыхает на первой яме. Я в силу возраста и темперамента выбрал «Опель Астра» ОПС, для города — вполне. Вижу ее и никак нарадоваться не могу, как ребенок на любимую игрушку. А для деревни — у отчима «Патриот», свою жалко по этим дорогам долбить.

Текст 9 (обиходно-разговорный стиль)

Я родила сына, когда мне было 24 года. Я считаю, что торопиться не стоит, можно пожить для себя, развлекаться, летом отдыхать на море, — если позволяют финансы. За несколько лет можно накопить определенную сумму на приличное приданое ребенку, возможно, платные роды и платное наблюдение ребенка до года — не надо бегать в поликлинику и стоять в очередях, врач сам приедет на дом: половину инфекций, в том числе и такую, что мы чуть не попали в больницу, получили в поликлинике. Что касается учебы, я бы вначале закончила институт, зачем создавать себе проблемы — а вдруг гестоз или еще какие-то проблемы, и как учиться? Да и когда родится ребенок, проблем меньше не будет. А так, закончите институт, устройтесь на работу, поработаете, а там можно и в декрет уходить. Важны еще и отношения с вашим другом, я вначале бы расписалась, а уже потом беременела, зачем потом нужны проблемы.

ГЛОССАРИЙ

Айтрекер — прибор для регистрации движений глаз.

Стабильность — воспроизводимость измерений айтрекера.

Точность регистрации — угол отклонения истинного положения взора от положения, рассчитанного айтрекером.

Частота регистрации — количество снимков в секунду.

Валидация — проверка качества калибровки айтрекера путем сверки результатов повторной калибровки с предсказаниями программы, сделанными на основе результатов исходной калибровки.

Зона интереса — интересующий исследователя фрагмент изображения или текста.

Зрительный угол (*angulus opticus*, синоним: угол зрения) — угол, вершиной которого является узловая точка оптической системы глаза, а сторонами — линии, проведенные из нее к противоположным крайним точкам рассматриваемого объекта.

Калибровка — процесс настройки айтрекера, при котором устанавливается соответствие между фиксируемым камерой положением глаза и точкой на экране (калибровочным маркером).

Обработка амбьентная — обработка визуальной информации, определяющаяся физическими параметрами изображения, сопровождается короткими фиксациями и длинными саккадами.

Обработка фокальная — обработка визуальной информации, определяющаяся целями и мотивами смотрящего, сопровождается длительными фиксациями и короткими саккадами.

Окулография — то же, что айтрекинг, регистрация движений глаз.

Парафовеальные эффекты — эффекты, связанные с предварительным просмотром: длительность последней фиксации на фрагменте, предшествовавшем ключевому; место, откуда началась первая саккада в ключевой фрагмент.

Поздние эффекты — глазодвигательные параметры повторной обработки фрагмента изображения.

Ранние эффекты — глазодвигательные параметры обработки фрагмента изображения до перемещения взора к следующему фрагменту.

Саккада — быстрое короткое скачкообразное движение глаз.

Амплитуда саккад — расстояние, на которое перемещается взор во время саккады.

Прогрессивная саккада — саккада по направлению чтения текста.

Регрессивная саккада (регрессия) — саккада в направлении, обратном направлению чтения. К ним не относятся саккады, связанные с переходом глаз на следующую строчку.

Саккадическое подавление — эффект, проявляющийся в том, что во время осуществления саккады зрительная информация человеком не воспринимается.

Фиксация — короткая остановка во время движения глаз, в момент которой осуществляется визуальная обработка.

Рефиксация — повторная фиксация.

Карта распределения фиксаций (тепловая карта) — гауссово распределение в соответствии с длительностью фиксаций, их числом и нормализации амплитуды по всем или по определенным фиксациям. Иллюстрирует зоны длительной или многократной фиксации взгляда. Градация цвета обозначает время фиксации взгляда на определенных участках визуального стимула. Красным цветом обозначены места, на которых взгляд останавливался наиболее долго или к которым он многократно возвращался.

Фовеа — центральная ямка сетчатки глаза.

Фовеальная область — область изображения размером до двух угловых градусов зрительного поля относительно точки фиксации, воспринимаемая максимально четко.

Парафовеальная область — область изображения размером от двух до пяти угловых градусов зрительного поля относительно точки фиксации.

Парафовеальная обработка — обработка изображения или текста, находящегося в парафовеальной области.

Целевое слово — слово, характеристики обработки которого интересуют исследователя.

Эффекты перелива — эффекты, связанные с увеличением времени чтения последующего фрагмента при затруднении обработки ключевого: длина саккады от ключевого фрагмента вперед (вправо); время первой фиксации на постключевом фрагменте.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Черниговская Татьяна Владимировна — доктор биологических наук, член-корреспондент РАО, Заслуженный работник высшей школы РФ и Заслуженный деятель науки РФ, член Академии наук Норвегии, профессор, заведующая лабораторией когнитивных исследований и кафедрой проблем конвергенции естественных и гуманитарных наук Санкт-Петербургского государственного университета.

Алексеева Светлана Владимировна — кандидат филологических наук, научный сотрудник лаборатории когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета.

Дубасова Анжелика Витальевна — кандидат филологических наук, доцент кафедры интенсивного обучения иностранным языкам № 2 Минского государственного лингвистического университета.

Петрова Татьяна Евгеньевна — кандидат филологических наук, доцент кафедры русского языка как иностранного и методики его преподавания Санкт-Петербургского государственного университета.

Прокопья Вероника Константиновна — кандидат филологических наук, старший преподаватель кафедры проблем конвергенции естественных и гуманитарных наук Санкт-Петербургского государственного университета.

Чернова Дарья Алексеевна — кандидат филологических наук, старший научный сотрудник лаборатории когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета.

Научное издание

**ВЗГЛЯД КОТА ШРЁДИНГЕРА:
РЕГИСТРАЦИЯ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ
В ПСИХОЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Редактор *О. В. Кувакина*
Корректор *Е. В. Величкина*
Компьютерная верстка *А. М. Вейшторг*
Обложка *Е. Р. Куныгина*

Подписано в печать 20.06.2019. Формат 70 × 90 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 17,1. Тираж 2000 экз. (1-й завод — 200 экз.). Заказ №

Издательство Санкт-Петербургского университета.
199004, Санкт-Петербург, В. О., 6-я линия, д. 11.
Тел./факс +7(812) 328-44-22
publishing@spbu.ru



publishing.spbu.ru

Типография Издательства СПбГУ. 199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 5.