

DOI 10.37386/2305-4077-2024-2-169-180

**А. Д. Егорова<sup>1</sup>***Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики» (Санкт-Петербург)***Н. В. Станкевич<sup>2</sup>***Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики» (Нижний Новгород)*

## **СЕНТИМЕНТНЫЕ ТРАЕКТОРИИ КАК ИНСТРУМЕНТ АНАЛИЗА ТЕКСТА**

В работе обсуждаются сентиментные траектории как эффективный способ анализа тональности в цифровом тексте, который также может использоваться как универсальный инструмент для анализа текстов при оценке качества переводов, выявления авторского стиля и пр. В работе рассматриваются базовые методы естественной обработки языка, определяющие полярность и субъективность слова, предложена обобщающая характеристика, на основе которой генерируется сентиментная траектория. В работе предложена модификация построения сентиментных траекторий, основанная на разделении частей речи при анализе в соответствии с их предрасположенностью к выражению эмоциональности. Предлагается использовать характеристики хаотичности сентиментных траекторий, построенных различным образом, в качестве инструмента для классификации стиля текста. В качестве материала для обработки используются отрывки из произведений Ф. М. Достоевского.

**Ключевые слова:** сентимент-анализ, субъективность, полярность, энтропия, хаос

**A. D. Egorova***HSE University (Saint-Petersburg)***N. V. Stankevich***HSE University (Nizhny Novgorod)*

## **SENTIMENT TRAJECTORIES LIKE A TOOL FOR TEXT ANALYSIS**

The article reflects the ideas of sentimental trajectories as a linguistic tool, which is a successful approach to analyzing tonality in a digital text, and can also be a tool for analyzing texts when evaluating the quality of translations, identifying the author's style, etc. The paper considers the basic methods of natural language processing tools that determine the polarity and subjectivity of a word, and offers a generalizing characteristic on the basis of which a sentimental trajectory is generated. The paper proposes a modification of the construction of sentimental trajectories based on the separation of parts of speech in the analysis in accordance with their

---

<sup>1</sup> Ангелина Денисовна Егорова – магистрант программы «Языковые технологии в бизнесе и образовании» направления «Фундаментальная и прикладная лингвистика» Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (Санкт-Петербург), p180378e@yandex.ru.

<sup>2</sup> Наталия Владимировна Станкевич – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры фундаментальной математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (Нижний Новгород), nstankevich@hse.ru.

predisposition to the expression of emotionality. It is proposed to use the characteristics of the randomness of sentimental trajectories constructed in various ways as a tool for classifying the style of the text.

**Key words:** Sentiment analysis, subjectivity, polarity, entropy, chaos

## Введение

Сентиментный анализ, также называемый интеллектуальным анализом мнений (opinion mining), представляет собой набор методов компьютерной лингвистики, направленных на извлечение информации о мнениях людей, эмоциональном состоянии и эмоциях по отношению к объектам и их атрибутам, выраженным в письменном тексте [Liu B, 2020, с. 7–8].

Данный метод стал широко применяться в области обработки естественного языка. Термин «анализ тональности» используется с 2003 года. Он был впервые введен авторами Т. Насукавой и Дж. Йи. [Nasukawa, 2003, с. 72–73] в статье, в которой представлены системы, способные автоматически суммировать мнения из ряда обзоров. Как правило, сентиментный анализ классифицирует эмоции в тексте [Колмогорова, 2018].

Методы и способы сентимент-анализа в последние годы интенсивно развивались, было разработано много различных приложений [Sentiment Analysis – Tools, Techniques and Examples. – URL: <https://researchmethod.net/sentiment-analysis/>]. В настоящее время анализ может использоваться для оценки различных эмоций в диалогах, статьях и т.д. Модели сентимент-анализа, развивавшиеся с помощью методов машинного обучения и примененные к шедеврам литературы, могут позволить создавать не только портреты и характеристики литературных героев, но и образ автора и идентифицировать его индивидуальный стиль изложения.

Одна из первых задач при компьютерном анализе текста заключается в преобразовании различных лингвистических единиц в объекты, доступные для обработки вычислительными алгоритмами. В области NLP технологий существует множество способов решения этой задачи, таких как Word Embedding (векторное представление слов), TF-IDF (оценка важности ключевых слов) и т.д. [Ghosh, 2019]. В недавней статье [Gromov, 2023] было предложено новое представление таких объектов, называемое семантическими и сентиментными траекториями, полученное на основе результатов семантического и сентиментного анализа. В своей работе В. А. Громов и К. Н. Данг рассчитали различные характеристические показатели сложности сентиментных и семантических траекторий. Они показали, что такие траектории хаотичны для различных языков, и индикаторы хаотичности и сложности, такие как энтропия или старший показатель Ляпунова, могут быть использованы для оценки качества перевода шедевров литературы. Мы разработали модифицированное представление сентиментных траекторий, сфокусированное на анализе разных частей речи, которое позволяет провести сентимент-анализ более корректно за счет наибольшей эмоциональной выраженности различных частей речи.

Целью данного исследования является разработка метода на основе анализа сентиментных траекторий для определения характеристик текста. Мы проводим полный анализ тональности и делаем соответствующие выводы на основе полученных данных. На текущем этапе получены наборы данных, включающие индексы слова, значения полярности и субъективности и его часть речи. В статье рассматривается использование энтропии Шеннона в рамках анализа тональности литературных текстов. Финальной целью нашей работы является расчет параметров энтропии-сложности сентиментных траекторий, полученных с помощью различных единиц анализа тональности, и сравнение этих параметров для текстов различных стилей.

### **Материал исследования**

В рамках нашего исследования рассмотрены переводы отрывков из книг Ф. М. Достоевского «Преступление и наказание» и «Бедные люди» на английский язык. Тексты были переведены выдающимися переводчиками русской литературы: первый роман – К. Гарнетт, а второй – С. Дж. Хогартом. Выбор текстов в переводной версии связан с тем, что это позволяет использовать базовые библиотеки для обработки текста, не требующие дополнительного моделирования. Количество символов в каждом тексте составляет примерно 5000 печатных знаков с пробелами. Для исследования были выбраны отрывки из первых глав произведений, поскольку эмоциональный контраст между двумя текстами наиболее выражен именно в них. Следует отметить, что сентимент-анализ применим к тексту любого жанра, в том числе и к художественному. Способ изложения текста у Ф. М. Достоевского достаточно хаотичен, ярок, сюжеты его романов полны неожиданных событий и переплетений. Его произведения на английском языке не утратили своей индивидуальности. Романы писателя возбуждают интерес, поскольку они наполнены признаниями персонажей, похожими на правду, но на самом деле являющимися ложью, поэтому увлекательно наблюдать за событиями в тексте с точки зрения временных рядов. Мы выбрали различные типы романов в качестве объектов для анализа эмоций: роман в письмах и социально-психологический роман. Это предоставит нам возможность глубокого сравнительного анализа. В перспективах исследования планируется рассмотреть научную статью, которая не содержит яркой эмоциональной окраски, и сравнить характеристики хаотичности.

### **Предварительная обработка текста**

Предварительная обработка текста, являющаяся необходимым этапом дальнейшей работы, включает очистку и преобразование неструктурированных текстовых данных для подготовки их к анализу [Lövhelm, 2012].

Анализ тональности является одной из наиболее широко известных задач обработки естественного языка (NLP). Он заключается в определении эмоционального значения выражения в естественном языке. Также данную задачу можно определить как многоклассовую классификацию текста, в которой исходный материал маркируется как положительный, нейтральный или отрицательный.

Число классов может варьироваться в зависимости от характера обучающих наборов данных. В рамках анализа тональности каждое слово преобразуется в число с плавающей точкой, диапазон которого составляет от  $-1$  до  $1$ , то есть от отрицательных эмоций к положительным. Таким образом, художественный текст (или любой другой текст) преобразуется в одномерный временной ряд, называемый сентиментной траекторией, который может быть использован в качестве объекта анализа.

Анализ тональности всегда был предметом компьютерной лингвистики. В. А. Громов и К. Н. Данг [Громов, 2023] предложили рассмотреть такую сентиментную траекторию (и семантическую траекторию) литературных шедевров с помощью математических методов, таких как энтропия Шеннона и старший показатель Ляпунова. Объектами их исследования являются выдающиеся произведения русской и английской литературы.

Существует множество программных пакетов, которые позволяют проводить анализ эмоций с использованием разных методов. В нашей работе мы использовали библиотеку Python TextBlob. Это базовая библиотека Python, которая предоставляет API-доступ к различным задачам NLP, таким как анализ тональности, проверка орфографии и т.д. Инструмент TextBlob в результате обработки лингвистической единицы количественно определяет два ее свойства: полярность и субъективность. Значения полярности представляют собой числа с плавающей точкой, диапазон которых составляет от  $-1$  до  $1$ . В работе значения классифицируются следующим образом:

- Отрицательное эмоциональное отношение применяется к результату, меньшему чем  $-0.5$ ;
- Положительная полярность относится к результату, большему чем  $0.5$ ;
- Нейтральное эмоциональное отношение варьируется в диапазоне от  $-0.5$  до  $0.5$ .

Значения субъективности представляют собой числа с плавающей точкой, диапазон которых составляет от  $0$  до  $1$ , где  $0$  указывает на очень объективный текст, а  $1$  указывает на очень субъективный текст. Субъективные предложения основаны на личных мнениях, отзывах, убеждениях, в то время как объективные предложения основаны на фактической информации. Для учета влияния обоих факторов для каждой лингвистической единицы мы предлагаем перемножить их и полученный временной ряд рассматривать как сентиментную траекторию.

В рамках нашей работы мы выполнили все этапы предварительной обработки с использованием связанных библиотек Python: токенизация, разметка частей речи, стемминг и лемматизация. Библиотеки программирования, которые мы использовали, включают NLTK, SpaCy, TextBlob, Pandas и Plotly. Анализ тональности был выполнен с помощью библиотеки TextBlob. Мы провели анализ тональности предложений текста после обработки и представили предложения в виде фреймов данных и графиков: ось абсцисс (X) обозначает порядковый номер предложения, ось ординат (Y) определяет полярность и субъективность фразы. Ри-

сунки 1а и 2а демонстрируют графики полярности и субъективности произведений «Преступление и наказание» и «Бедные люди» соответственно. Сентиментные траектории, рассчитанные в результате умножения полярности на субъективность, полученные также для каждого произведения, показаны на рисунках 1б и 2б.

### Результаты исследования

Результаты анализа представлены на рисунках 1 и 2 в виде графиков. На рисунках видна величина полярности и субъективности, отмеченных разными цветами, оранжевым и синим соответственно. Таким образом, наиболее выраженная положительная полярность в первом случае составляет примерно 0,25, во втором случае ее значение достигает 1,0. Значение полярности склоняется к субъективности, указывая на мнение и чувства. Можно наблюдать разницу в значениях полярности между двумя рассматриваемыми дата фреймами (рисунок 1, рисунок 2). Результаты указывают на наличие большего количества положительно окрашенных слов во втором тексте, чем в первом. Следовательно, отрывок второго произведения имеет более положительную окраску, особенно в письмах главного героя Макара Алексевича девушке Варваре, к которой он испытывает нежные чувства и использует соответствующую лексику в своих письмах к ней.

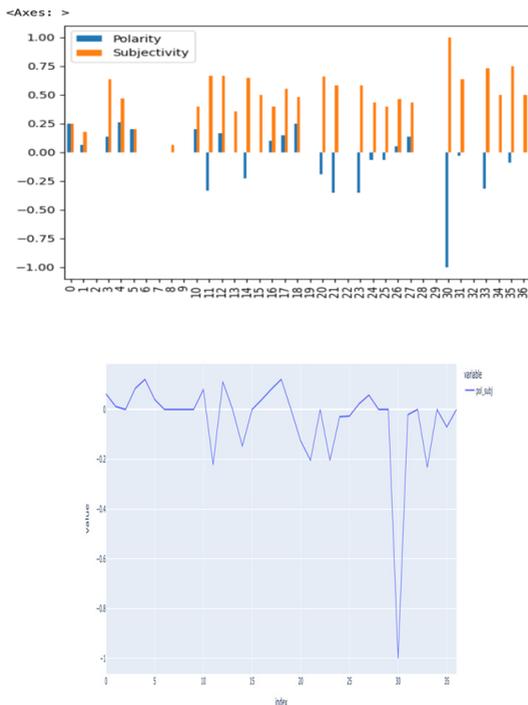


Рисунок 1 – Результаты сентимент-анализа «Преступление и наказание»;  
(а) Полярность и Субъективность; (б) Сентиментная траектория

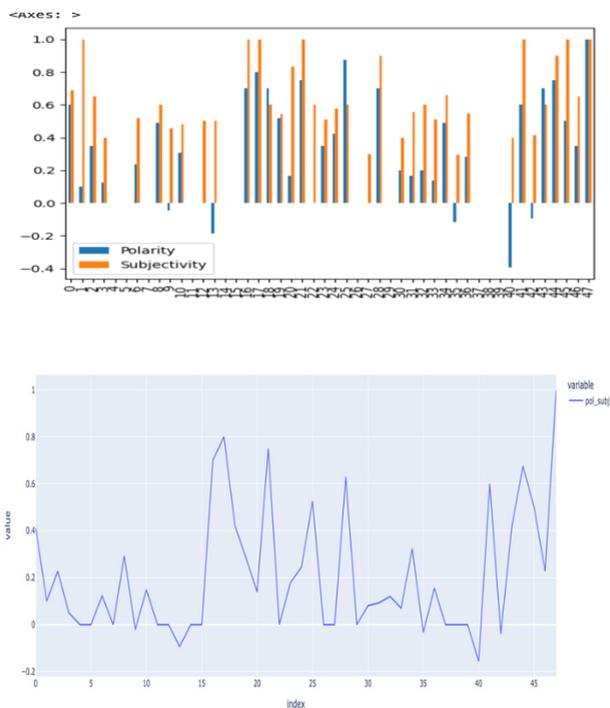


Рисунок 2 – Результаты sentiment-анализа «Бедные люди»;  
(a) Полярность и Субъективность; (b) Сентиментная траектория

Следующим шагом была проведена частеречевая разметка с использованием библиотек NLTK и TextBlob и представление индекса слова, его значения полярности и субъективности, а также его части речи. Можно предположить, что эмоциональная окраска слова составляет само их лексическое значение [Волкова, 2021]. Прилагательные чаще имеют более выраженную эмоциональную коннотацию, чем, например, глаголы и существительные. С их помощью можно более четко выразить свое отношение к конкретному явлению, человеку или объекту. Таким образом, они имеют более яркую эмоциональную окраску. Данное предположение также подтверждается рядом исследований, в которых отмечается улучшение работы моделей машинного обучения, ориентированных на различные задачи, связанные с sentiment-анализом, при учете в обработке частей речи [Khong, 2018; Senthil Kumar, 2020; Shuang, 2021]. Также стоит отметить, что данный подход имеет позитивные результаты в различных языках [Carmona-Sánchez, 2023]. На рисунках 3 и 4 представлены фреймы с данными, отражающими результат оценки полярности и субъективности разных частей речи. В дата фреймах хорошо видна положительная или отрицательная полярность для прилагательных, в отличие от глаголов и существительных.

	<b>Polarity</b>	<b>Subjectivity</b>	<b>POS</b>
<b>evening</b>	0.0	0.0	NN
<b>street</b>	0.0	0.0	NN
<b>fears</b>	0.0	0.0	NN
<b>thing</b>	0.0	0.0	NN
<b>trifles</b>	0.0	0.0	NN
...	...	...	...
<b>remember</b>	0.0	0.0	VB
<b>give</b>	0.0	0.0	VB
<b>be</b>	0.0	0.0	VB
<b>are</b>	0.0	0.0	VB
<b>ruin</b>	0.0	0.0	VB

348 rows × 3 columns

Рисунок 3 – Нейтральная полярность

	<b>Polarity</b>	<b>Subjectivity</b>	<b>POS</b>
<b>kind</b>	0.600000	0.900000	NN
<b>kind</b>	0.600000	0.900000	NN
<b>kind</b>	0.600000	0.900000	NN
<b>happy</b>	0.800000	1.000000	JJ
<b>happy</b>	0.800000	1.000000	JJ
<b>bright</b>	0.700000	0.800000	JJ
<b>happy</b>	0.800000	1.000000	JJ
<b>Good</b>	0.700000	0.600000	JJ
<b>good</b>	0.700000	0.600000	JJ
<b>own</b>	0.600000	1.000000	JJ
<b>delighted</b>	0.700000	0.700000	JJ
<b>apt</b>	0.600000	1.000000	JJ
<b>good</b>	0.700000	0.600000	JJ
<b>fair</b>	0.700000	0.900000	JJ
<b>pleasant</b>	0.733333	0.966667	JJ
<b>own</b>	0.600000	1.000000	JJ
<b>own</b>	0.600000	1.000000	JJ
<b>good</b>	0.700000	0.600000	JJ

Рисунок 4 – Позитивная полярность

### Перспективы исследования: эмоциональные траектории и энтропия

Сентиментные траектории, представленные на рисунках 1б и 2б, удобны для анализа данных в виде временного ряда. По таким траекториям возможен анализ динамического поведения модели, генерирующей временной ряд. В работе В. А. Громова, А. М. Мигриной было введено определение текста как самоорганизующегося сложного объекта [Gromov, 2017]. Для таких систем характерно сложное хаотическое динамическое поведение. Исследование и классификация различных типов поведения могут быть реализованы с помощью методов нелинейной динамики, как это было предложено в [Gromov, 2023] с помощью критериев оценки хаотичности, таких как энтропия или старший показатель Ляпунова.

Определение информационной энтропии было введено в 1948 году Клодом Шенноном. В теории информации это средняя скорость, с которой информация производится стохастическим источником данных. Энтропия оценивает количество информации в переменной. Этот термин был адаптирован для различных процессов и может быть использован для характеристики хаотичности или стохастичности процессов.

В работе [Rosso, 2007] предложен эффективный подход для отличия хаотического временного ряда, с одной стороны, от ряда, сгенерированного простой детерминированной системой, и, с другой стороны, от чисто стохастического ряда. Подход заключается в том, что для определения типа временного ряда рассчитываются две его характеристики – энтропия и сложность – и сравнивается положение точки, полученной для конкретной траектории, на плоскости параметров энтропия-сложность с нижними и верхними теоретическими границами. Преимущество этого алгоритма заключается в возможности работы с одномерным временным рядом. Использование энтропии в лингвистике позволяет проводить количественный анализ коэффициента хаотичности текстов, что открывает новые возможности для изучения языка и его структур [Gromov, 2023].

На основе полученных данных следующим шагом в нашем исследовании предполагается расчет энтропии и коэффициента сложности для временных рядов текстов. Планируются визуализация и анализ плоскости параметров энтропия-сложность для полученных данных, то есть индикаторов стохастичности или хаотичности эмоциональных траекторий. Будет проведен расчёт распределений характеристик хаотичности для временных рядов, состоящих только из различных частей речи. Ожидается, что эмоциональные траектории в этом случае будут более информативными и выразительными, и это позволит более точно отличить их от стохастических процессов. Также мы планируем проводить исследования текстов различных стилей. В качестве первого примера мы будем рассматривать научно-техническую статью. Если провести сравнение анализа эмоций литературного текста и научной статьи, ожидается, что результаты будут значительно отличаться, поскольку научный текст имеет более сухой и строгий стиль повествования, чем художественный текст. Ожидается, что будет обнаружена сильная дифференциация текстов различных стилей по параметрам хаотичности. Если это будет подтверждено, то этот критерий может быть использован для классификации текстов в зависимости от стиля.

### **Выводы**

Сентиментный анализ является одним из широко распространенных инструментов классификации текстов, который обрабатывает входящее сообщение и определяет, является ли определённая эмоция положительной, отрицательной или нейтральной. Количество исследований в области хаотичности временных рядов на основе текстовых данных увеличилось с ростом интереса к NLP. Инструмент, основанный на сентимент-анализе, позволяющий получать хаотичные временные ряды, находится на стыке этих двух направлений и активно развивается в настоящее время.

В результате проведенного исследования были построены сентиментные траектории для двух фрагментов произведений Ф. М. Достоевского. Анализ траекторий показал, что текст романа «Бедные люди» обладает большей положительной эмоциональностью. Таким образом, можно сделать вывод, что сентиментные траектории, полученные с помощью базовых инструментов NLP (без внедрения методов машинного обучения), позволяют различить эмоциональность произведений одного автора.

В работе проведен предварительный sentiment-анализ временных рядов после их разделения по частям речи. В результате показано, что ряды, полученные для глаголов и существительных имеют менее выраженную эмоциональность, в отличие от рядов, состоящих из прилагательных. Таким образом, классификация полярности и субъективности по отдельным частям речи позволяет сделать вывод о более ослабленной и выраженной эмоционально-оценочной лексике. Данное предположение будет использовано в дальнейшем при анализе, и оно должно позволить проводить sentiment-анализ более точно.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**1. Волкова, А. Е.** Эмоционально окрашенная лексика: понятие, виды и классификация / А. Е. Волков // Молодой ученый. – 2021. – №16 (358). – С. 125–127. – URL: <https://moluch.ru/archive/358/80073/> (05.04.2024).

**2. Колмогорова, А. В.** Вербальные маркеры эмоций в контексте решения задач sentiment-анализа / А. В. Колмогорова // Вопросы когнитивной лингвистики. – 2018. – №1 (54). – С. 83–93.

**3. Álvarez-Carmona, M. A.** Measuring the role of the verbs, nouns, and adjectives on the tourist opinions in spanish / M. A. Álvarez-Carmona, A. Díaz-Pacheco, R. Aranda, A. Y. Rodríguez-González, V. Muñoz-Sánchez, A. P López-Monroy, L. Bustio-Martínez // Overview of rest-mex at iberlef 2023: Research on sentiment analysis task for mexican tourist texts. – September 2023, Jaén, Spain, 2023. – Procesamiento del Lenguaje Natural. – № 71. – P. 425–436.

**4. Fuentes-Aguilar, RQ.** Chapter 2—Biosignals analysis (heart, phonatory system, and muscles) / RQ. Fuentes-Aguilar, H. Pérez-Espinosa, MA. Filigranade-la-Cruz // Biosignal processing and classification using computational learning and intelligence / A. A. Torres-García, CA. Reyes-García, L. Villaseñor-Pineda, O. Mendoza-Montoya (editors). – Cambridge, Massachusetts: Academic Press, 2022. – P. 7–26.

**5. Ghosh, S.** Natural language processing fundamentals: build intelligent applications that can interpret the human language to deliver impactful results / S. Ghosh, D. Gunning. – Packt Publishing Ltd., 2019. – 352 p.

**6. Gromov, V. A.** A Language as a Self-Organized Critical System / V. A. Gromov, A. M. Migrina // Complexity. 2017. – Vol. 2017. – P. 9212538.

**7. Gromov, V. A.** Semantic and sentiment trajectories of literary masterpieces / V.A. Gromov, Q. N. Dang // Chaos, Solitons & Fractals. – 2023. – Vol. 175. – P. 113934.

**8. Liu, B.** Introduction / B. Liu // Sentiment Analysis: Mining Opinions, Sentiments, and Emotions. Studies in Natural Language Processing. – Cambridge University Press, 2020. – P. 1–17.

**9. Lövheim, H.** A New Three-Dimensional Model for Emotions and Monoamine Neurotransmitters / H. Lövheim // Medical Hypotheses, 2012. – № 78. – P. 341–348.

**10. Nasukawa, T.** Sentiment Analysis: Capturing Favorability Using Natural Language Processing / T. Nasukawa, J. Yi // Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Capture. – Florida, 23–25 October 2003. – P. 70–77.

**11. Petrova, G. I.** Dostoevsky on the Metaphysical Mystery of the Unhappy Consciousness / G. I. Petrova, N. A. Tarabanov // The Dostoevsky Journal. – 2022. – Vol. 23. – №1. – P. 24–36.

**12. Ragan, AJ.** The emotional arcs of stories are dominated by six basic shapes / AJ Reagan, L. Mitchell, D. Kiley, CM. Danforth, PS. Dodds // EPJ Data Science. – 2016. – Vol. 5. – №1. – P. 1–12.

**13. Rosso, O. A.** Distinguishing noise from chaos / O. A. Rosso, H. A. Larrondo, M. T. Martin, A. Plastino, M. A. Fuentes // Physical review letters. – 2007. – Vol. 99. – P. 154102.

**14. Rogov, A. A.** Using a Decision Tree to Identify Non-uniform Fragments in a Text (short paper) / A. A. Rogov, K. A. Kulakov, N. D. Moskin, R. V. Abramov // Supplementary Proceedings of the XXIII International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID/RCDL 2021). CEUR Workshop Proceedings. – Moscow, 2021. – P. 402–410.

**15. Salton, G.** An introduction to text processing by Peter D. Smith / G. Salton // The MIT Press, – Cambridge, MA, 1990. The Knowledge Engineering Review. – 1991. – Vol. 6. – №2. – P. 137–141.

**16. Senthil Kumar, N. K.** Bi-directional LSTM–CNN combined method for sentiment analysis in part of speech tagging (PoS) / N. K. Senthil Kumar, N. Malarvizhi // International Journal of Speech Technology, 2020. – Vol. 23. – №2. – P. 373–380.

**17. Sentiment Analysis – Tools, Techniques and Examples.** – URL: [https://researchmethod.net/sentiment-analysis/\(05.04.2024\)](https://researchmethod.net/sentiment-analysis/(05.04.2024)).

**18. Shuang, K.** Interactive POS-aware network for aspect-level sentiment classification / K. Shuang, M. Gu, R. Li., J. Loo, S. Su // Interactive POS-aware network for aspect-level sentiment classification. Neurocomputing. – 2021. – Vol. 420. – P. 81–196.

**19. Woodcock, G.** Dostoevsky in Our Time / G. Woodcock // The Sewanee Review. – 1995. – Vol. 103. – №4. – P. 463–470. – URL: <http://www.jstor.org/stable/27547065> (05.04.2024).

## REFERENCES

**1. Kolmogorova, A. V.** Verbal'nye markery emocij v kontekste resheniya zadach sentiment-analiza / A. V. Kolmogorova // Voprosy kognitivnoj lingvistiki. – 2018. – №1 (54). – S. 83–93.

**2. Volkova, A. E.** Emocional'no okrashennaya leksika: ponyatie, vidy I klassifikaciya / A. E. Volkova // Molodoj uchenyj. – 2021. – №16 (358). – S. 125–127. – URL: <https://moluch.ru/archive/358/80073/> (05.04.2024).

**3. Álvarez-Carmona.** Measuring the role of the verbs, nouns, and adjectives on the tourist opinions in exican. /M. A. Álvarez-Carmona, A. Díaz-Pacheco, R. Aranda, A. Y. Rodríguez-González, V. Muñoz-Sánchez, A. P López-Monroy, L. Bustio-Martínez// Overview of rest-mex at iberlef 2023: Research on sentiment analysis task for exican tourist texts. – September 2023, Jaén, Spain, 2023. – Procesamiento del Lenguaje Natural. – № 71. – P. 425–436.

**4. Fuentes-Aguilar, RQ.** Chapter 2—Biosignals analysis (heart, phonatory system, and muscles) / RQ. Fuentes-Aguilar, H. Pérez-Espinosa, MA. Filigrana-de-la-Cruz // Biosignal processing and classification using computational learning and intelligence / AA. Torres-García, CA. Reyes-García, L. Villaseñor-Pineda, O. Mendoza-Montoya (editors). – Cambridge, Massachusetts: Academic Press, 2022. – P. 7–26.

**5. Ghosh, S.** Natural language processing fundamentals: build intelligent applications that can interpret the human language to deliver impactful results / S. Ghosh, D. Gunning. – Packt Publishing Ltd., 2019. – 352 p.

**6. Gromov, V.A.** A Language as a Self-Organized Critical System / V. A. Gromov, A.M. Migrina // Complexity. 2017. – Vol. 2017. – P. 9212538.

**7. Gromov, V. A.** Semantic and sentiment trajectories of literary masterpieces / V.A. Gromov, Q. N. Dang // Chaos, Solitons & Fractals. – 2023. – Vol. 175. – P. 113934.

**8. Liu, B.** Introduction / B. Liu // Sentiment Analysis: Mining Opinions, Sentiments, and Emotions. Studies in Natural Language Processing. – Cambridge University Press, 2020. – P. 1–17.

**9. Lövheim, H.** A New Three-Dimensional Model for Emotions and Monoamine Neurotransmitters / H. Lövheim // Medical Hypotheses, 2012. – №78. – P. 341–348.

**10. Nasukawa, T.** Sentiment Analysis: Capturing Favorability Using Natural Language Processing / T. Nasukawa, J. Yi // Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Capture. – Florida, 23–25 October 2003. – P. 70–77.

**11. Petrova, G. I.** Dostoevsky on the Metaphysical Mystery of the Unhappy Consciousness / G. I. Petrova, N. A. Tarabanov // The Dostoevsky Journal. – 2022. – Vol. 23. – №1. – P. 24–36.

**12. Reagan, AJ.** The emotional arcs of stories are dominated by six basic shapes / AJ Reagan, L. Mitchell, D. Kiley, CM. Danforth, PS. Dodds // EPJ Data Science. – 2016. – Vol. 5. – №1. – P. 1–12.

**13. Rosso, OA.** Distinguishing noise from chaos / O. A. Rosso, H. A. Larrondo, M. T. Martin, A. Plastino, M. A. Fuentes // Physical review letters. – 2007. – Vol. 99. – P. 154102

**14. Rogov, A. A.** Using a Decision Tree to Identify Non-uniform Fragments in a Text (short paper) [Electronic resource] / A. A. Rogov, K. A. Kulakov, N. D. Moskin, R. V. Abramov // Supplementary Proceedings of the XXIII

International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID/RCDL 2021). CEUR Workshop Proceedings. – Moscow, 2021. – P. 402–410.

**15. Salton, G.** An introduction to text processing by Peter D. Smith / G. Salton // The MIT Press, – Cambridge, MA, 1990. The Knowledge Engineering Review. – 1991. – Vol. 6. – № 2. – P. 137–141.

**16. Senthil Kumar, N. K.** Bi-directional LSTM–CNN combined method for sentiment analysis in part of speech tagging (PoS) / N. K. Senthil Kumar, N. Malarvizhi // International Journal of Speech Technology, 2020. – Vol. 23. – №2. – P. 373–380.

**17. Sentiment Analysis – Tools, Techniques and Examples.** – URL: <https://researchmethod.net/sentiment-analysis/> (05.04.2024).

**18. Shuang, K.** Interactive POS-aware network for aspect-level sentiment classification / K. Shuang, M. Gu, R. Li., J. Loo, S. Su // Interactive POS-aware network for aspect-level sentiment classification. Neurocomputing. – 2021. – Vol. 420. – P. 81–196.

**19. Woodcock, G.** Dostoevsky in Our Time / G. Woodcock // The Sewanee Review. – 1995. – Vol. 103. – №4. – P. 463–470. – URL: <http://www.jstor.org/stable/27547065> (05.04.2024).