МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

ФАКУЛЬТЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Допущен к защите

Заведующий кафедрой ПМИ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е. В. Разова

**АСПЕКТНЫЙ АНАЛИЗ ТОНАЛЬНОСТИ ОТЗЫВОВ О ФИЛЬМАХ**

Курсовой проект по дисциплине

«Теория алгоритмов»

Выполнил студент группы ФИб-3301-51-00 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М. С. Крупин

Руководитель,

канд. пед. наук, доцент кафедры ПМИ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е. В. Разова

Работа защищена с оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_2022 г.

Члены комиссии: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Киров 2022

Оглавление

[Введение 3](#_Toc99296423)

[1 Обзор сайтов с отзывами о фильмах 5](#_Toc99296424)

[1.1 Кинопоиск 5](#_Toc99296425)

[1.2 Ivi 6](#_Toc99296426)

[1.3 Отзовик 6](#_Toc99296427)

[1.4 СпасибоВсем.ру 7](#_Toc99296428)

[1.5 Irecommend.ru 8](#_Toc99296429)

[1.6 Выводы по разделу 9](#_Toc99296430)

[2 Обзор методов аспектного анализа тональности 9](#_Toc99296431)

[2.1 Частотный метод 9](#_Toc99296432)

[2.2 Синтаксический метод 10](#_Toc99296433)

[2.3 Машинное обучение с учителем 10](#_Toc99296434)

[2.4 Машинное обучение без учителя 11](#_Toc99296435)

[Библиографический список 12](#_Toc99296436)

[Приложения 14](#_Toc99296437)

[Приложение А 14](#_Toc99296438)

# Введение

Эпоха информационного общества характеризуется постоянно растущими объёмами данных, которыми делятся пользователи со всего мира. Пользователям Интернета постоянно предлагают поделиться своим мнением, оценкой по поводу какой-либо новости, качеству обслуживания, приобретённого товара. Желание людей узнать мнение о том товаре, который они собираются приобрести, у других людей, которые его уже приобрели, привело к росту количества отзывов практически ко всему. На веб-сайтах, предоставляющих какие-либо услуги или продающих товары, начали появляться специальные места, где пользователи могут оставить свой отзыв. Ведь мнение человека о чём-либо в большой части строится от мнений других людей. Также стали даже появляться сайты, предназначенные только для отзывов по продуктам какой-либо тематики, например: «Кинопоиск», «Отзовик», «IMDb».

С точки зрения производителя любой человек – потенциальный покупатель. Следовательно, знание их симпатий и антипатий может оказать большую помощь в разработке новых продуктов и улучшении существующих. Здесь и пригождается аспектных анализ тональности, который систематизирует отзывы, выделяет в каждом из них плюсы и минусы определённого аспекта товара.

Актуальность данной работы заключается в разработке программы, которая будет проводить аспектных анализ отзывов на русском языке, так как при изучении литературы и Интернета таковой найдено не было. Она может применяться на сайте любой организации, которая чем-либо торгует, и хочет иметь статистику об отзывах о своих продуктах. Она также может быть полезно и для самих пользователей в формировании общей оценки о товаре по всем отзывам, либо быстрому и ясному пониманию оценки товара в конкретном отзыве.

Исходя из актуальности, можно выделить цель данной работы: разработать программу для аспектного анализа тональности отзывов о фильмах.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Сделать обзор сайтов с отзывами о фильмах;
2. Написать парсер отзывов с выбранного сайта;
3. Сделать обзор методов аспектного анализа тональности;
4. Разработать программу аспектного анализа тональности фильмов;
5. Дать оценку качества разработанной программы.

Курсовой проект состоит из пяти разделов, заключения, библиографического списка и приложений. Содержания разделов соответствуют поставленным задачам.

1 Обзор сайтов с отзывами о фильмах

Для аспектного анализа отзывов о фильмах необходимо сформировать базу этих отзывов. Желательно, чтобы у каждого отзыва уже была его оценка по различным аспектам, так как так будет легче проверять правильность работы программы аспектного анализа. Также было бы плюсом, если бы отзыв делился на составляющие, по которым будет проще его анализировать. Например: достоинства, недостатки, пожелания.

1.1 Кинопоиск

На данном сайте отзывы бывают трёх видов:

1. Положительные, помечаются зелёным фоном;
2. Отрицательные, помечаются красным фоном;
3. Нейтральные, помечаются серым фоном;

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 1.1 – Пример отзыва с сайта «Кинопоиск»

Информации о содержании отзыва достаточно мало. Для аспектного анализа недостаточно знать эмоциональную окраску отзыва. Сам отзыв не делится на составляющие, только если сам автор этого не сделает.

Для Кинопоиска существует API, с помощью которого можно получать всю информацию об отзыве, не прибегая к парсингу.

1.2 Ivi

На данном сайте об отзыве не предоставляется никакой информации. Однако есть общий аспектный анализ отзывов о фильмах, состоящий из режиссуры, зрелищности, игры актёров и сюжета. Каждый из аспектов оценивается по стобалльной шкале.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 1.2 – Пример отзыва с сайта «Ivi»

1.3 Отзовик

Каждый отзыв сайта «Отзовик» делится на пункты: «Достоинства», «Недостатки» и основной раздел. В конце отзыва приводится аспектная оценка фильма, составленная пользователем, которая состоит из сюжета, зрелищности, игры актёров, оригинальности, музыки и звука. Также автор ставит оценку от 1 до 5 и рекомендует или не рекомендует этот фильм. По данным причинам этот сайт хорошо подходит для составления размеченного корпуса отзывов о фильмах.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 1.3 – Пример отзыва с сайта «Отзовик»

1.4 СпасибоВсем.ру

Структура отзыва похожа на структуру отзыва с сайта «Отзовик», однако в оценке отсутствует шкала «Оригинальность». Сам сайт менее популярен по сравнению с вышеупомянутом с сайтом, поэтому отзывов на нём меньше, и собрать их достаточное количество будет труднее.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 1.4 – Пример отзыва с сайта «СпасибоВсем.ру»

1.5 Irecommend.ru

На этом сайте пользователь ставит оценку фильму от 1 до 5, пишет отзыв и по желанию отмечает достоинства и недостатки. То, что достоинства и недостатки есть не в каждом отзыве, значительный минус.

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 1.5 – Пример отзыва с сайта «Irecommend.ru»

1.6 Выводы по разделу

В данном разделе был проведён обзор пяти сайтов с отзывами о фильмах. В каждом были выделены достоинства, которые бы лучше всего поспособствовали построению модели анализа аспектов фильма. В результате для дальнейшего использования и создания на его основе размеченного корпуса отзывов был выбран наилучший сайт – «Отзовик», на котором отзыв является структурированным (достоинства, недостатки, основной раздел), даётся оценка по пятибалльной шкале, общая рекомендация, а самое главное – оценка фильма по аспектам: «Сюжет», «Зрелищность», «Игра актёров», «Оригинальность», «Музыка и звук».

2 Формирование набора отзывов с выбранного сайта

2.1 Описание набора данных

В результате парсинга сайта otzovik.com был сформирован размеченный корпус отзывов о фильмах: 10000 отзывов для обучения модели аспектного анализа тональности и 10000 – для её тестирования. В каждом корпусе присутствует следующая информация:

1. Рейтинг фильма от 1 до 5.
2. Оценка игры актёров от 1 до 5.
3. Оценка музыки от 1 до 5.
4. Оценка оригинальности от 1 до 5.
5. Оценка зрелищности от 1 до 5
6. Оценка сюжета от 1 до 5.
7. Длина выделенных пользователем плюсов.
8. Длина выделенных пользователем минусов.
9. Длина отзыва

2.2 Описание тренировочного набора данных

## 2.2.1 Описание фильма по аспектным оценкам пользователей

Рисунок 2.1 – Оценка аспектов фильма по количеству звёзд

Рисунок 2.2 – Средняя оценка аспектов фильмов по количеству звёзд

Рисунок 2.3 – Медиана оценки аспектов фильма по количеству звёзд

Рисунок 2.4 – Мода оценки аспектов фильма по количеству звёзд

## 2.2.2 Описание общего рейтинга

Рисунок 2.5 – Рейтинг фильма по количеству звёзд

Средний рейтинг: 3,289.

Медиана рейтинга: 3.

Мода рейтинга: 3

## 2.2.3 Описание текста отзыва

Рисунок 2.6 – Длина отзыва плюсов и минусов

Рисунок 2.7 – Длина основной части отзыва

2.3 Описание тестового набора данных

## 2.3.1 Описание аспектных оценок пользователей

Рисунок 2.8 – Оценка аспектов фильма по количеству звёзд

Рисунок 2.9 – Средняя оценка аспектов фильмов по количеству звёзд

Рисунок 2.10 – Медиана оценки аспектов фильма по количеству звёзд

Рисунок 2.11 – Мода оценки аспектов фильма по количеству звёзд

## 2.3.2 Описание общего рейтинга

Рисунок 2.12 – Рейтинг фильма по количеству звёзд

Средний рейтинг: 3,238

Медиана рейтинга: 3.

Мода рейтинга: 3

## 2.3.3 Описание текста отзыва

Рисунок 2.13 – Длина отзыва плюсов и минусов

Рисунок 2.14 – Длина основной части отзыва

3 Обзор методов аспектного анализа тональности

Рисунок 3.1 – Методы аспектного анализа тональности

3.1 Извлечение аспектов

Извлечение аспектов из отзывов для получения мнений пользователей впервые было изучено Hu, Liu и Street [10]. Они ввели термины явные и неявные аспекты. Явные аспекты – это существительные и их сочетания, которые есть в тексте. Например, «У этого телефона мощный аккумулятор, но экран маленький». Аккумулятор и экран – явные аспект, так как они прямо упомянуты в тексте. С другой стороны, аспект может быть упомянут не так очевидно [11], и он будет называться неявным. Например, «Стул очень мягкий». Здесь неявно присутствует аспект «сиденье стула», так как мягкость именно этого аспекта стула имелась в виду. В первом примере оценка общей тональности отзыва приведёт к нейтральному отношению, так как там есть один положительный и один отрицательный аспект. А во втором примере сформируется только положительное мнение, хотя информация есть только о сиденье стула. Поэтому важно при оценке отзыва выделять в нём аспекты, по которым в результате можно сформировать корректный анализ отзыва.

## 3.1.1 Метод на основе правил

Методы, основанные на правилах их извлечения были впервые изучены Poria и др. [13]. Авторы решают проблему извлечения аспектов на основе набора отзывов о продуктах, предлагая новый подход, который полагается на синтаксические связи в предложениях, деревья зависимостей предложений, лексиконе аспектов, лексиконе прилагательный, оценивающих аспекты, извлекая как явные, так и неявные аспекты. С тех пор, как данный метод стал популярен, появилось много его улучшений [14][15].

## 3.1.2 Методы обучения с учителем

В данных методах потребуется размеченный набор данных с заранее известными аспектами и их тональностями, так как на каждом этапе обучения с учителем полученный ответ сравнивается с правильным.

Наиболее распространённые методы обучения с учителем – деревья решений, метод опорных векторов [16], метод k ближайших соседей [17], наивный байесовский классификатор [18] и некоторые нейронные сети []. Однако используются методы обучения и без учителя, чтобы не полагаться на размеченные данные [19], автоматически извлекать аспекты, используя синтаксические и контекстные шаблоны без необходимости использования размеченных отзывов [14][20].

## 3.1.3 Метод условных случайных полей

Это один из методов обучения с учителем, также использующийся в методах извлечения именованных сущностей. По этой причине множество исследователей используют метод условных случайных полей, поскольку он и метод извлечения именованных сущностей имеют аналогичные задачи. Shu и др. [21] использовали метод непрерывного обучения в сочетании с методом условных случайный полей для улучшения выделения аспектов за счёт сохранения информации, полученной из предыдущих стадий обучения, которые впоследствии использует метод условных полей.

## 3.1.4 Метод свёрточной нейронной сети

Методы, описанные выше, имеют свои ограничения. Условные случайные поля – линейная модель, поэтому ей нужно большое количество функций, чтобы хорошо работать, языковые шаблоны необходимо составлять вручную, которые, к тому же, сильно зависят от грамматической правильности предложения. В последнее время методы, основанные на модели глубокого обучения, дают многообещающие результаты в любой задаче анализа настроений, включая извлечение аспектов. Чтобы преодолеть вышеуказанные ограничения, Poria, Cambria и Gelbukh [12] предложили свёрточную нейронную сеть, нелинейный классификатор с учителем. Они также представили определённые языковые шаблоны и объединили подход на основе этих шаблонов с подходом глубокого обучения для задач извлечения аспектов.

Свёрточные нейронные сети широко используются в исследованиях в области обработки изображений. Поскольку данный метод не требует сложных вычислений, Y. Kim [22] предложил использовать его для классификации текстов, что могло дать хороший результат. Благодаря этому свёрточные нейронные сети стали более популярными в области получения аспектов из отзывов.

Используя метод встраиваемого слоя, Shu и др. [29] изменили стандартную модель свёрточной нейронной сети и назвали её управляемой, идея которой заключается в асинхронном обновлении управляющих модулей и слоёв свёрточной нейронной сети, что повысило производительность задачи извлечения аспектов.

3.2 Категоризация аспектов

Вторая задача аспектного анализа – это отнесение мелких аспектов к более крупным, называемым аспектными категориями [23]. Например, в предложении «Должен сказать, у них одна из самых быстрых доставок в городе и вежливые курьеры». Здесь выделяются аспекты «время доставки» и «курьеры», что относится к более крупному аспекту «обслуживание». Ganu, Elhadad и Marian [25] разработали классификацию отзывов для конкретных категорий в обзорах ресторанов. Также они установили, что сам текст обзора является намного более лучшим показателем, чем другая информация, такая как, например, звёздный рейтинг.

## 3.2.1 Модель тональностей с заданными аспектами

Mukherjee и Liu [23] решили проблему категоризации, когда пользователь предоставляет несколько ключевых слов для нескольких категорий аспектов, а модель одновременно извлекает и группирует аспекты в категории. Пользовательские параметры категоризации важны, поскольку это субъективная задача: для разных целей может понадобиться выделение разных категорий. Авторы предложили две статистические модели для решения этой задачи, направленные на то, чтобы выяснять, что именно хочет пользователь: модель тональностей с заданными аспектами (от англ. – seeded aspect sentiment model) и модель тональностей аспектов с максимальной энтропией (от англ. – maximum-entropy seeded aspect sentiment model).

## 3.2.2 Многозадачная нейронная сеть

Классификация аспектов и их извлечение из текста часто рассматриваются независимо, хотя они и тесно связаны. Полученные знания из одной задачи должны помогать в изучении другой. Xu и др. [24] предложили модель многозадачного обучения на основе нейронных сетей (MTNA) для решения обеих задач. Категоризация аспектов как контролируемая задача классификации, в которой предложение должно быть помечено в соответствии с множеством предопределённых меток аспектов, и выделение аспектов как задача последовательного помечания, в которых слова, относящиеся к одному и тому же аспекту, должны быть помечены в соответствии с предопределённой схемой маркировки. Авторы предложили объединять методы BiLSTM – для выделения аспектов и свёрточную нейронную сеть – для категоризации.

## 3.2.3 Объединение выделения и категоризации аспектов

Akhtar, Garg и Ekbal [26] предложили два подхода совместного изучения двух задач (извлечение аспектов и их классификация). Первый подход основан на структуре, в которой две задачи решаются последовательно. В ней используется нейронная сеть BiLSTM-CNN, которая отвечает за последовательное изучение слов в предложении, из которых впоследствии выделяются аспекты. Второй подход, напротив, объединяет две задачи в одну и решает как одну целостную задачу. В этом подходе аспекты делятся на классы: B-положительный, I-положительный, B-отрицательный, I-отрицательный, B-нейтральный, I-нейтральный, B-конфликтный, I-конфликтный и O.

3.3 Анализ тональности аспектов

Последняя подзадача – анализ тональности аспектов. После извлечения термина и его классификации теперь определяется его тональность.

## 3.3.1 Метод долгой краткосрочной памяти

Tang и др. [27] предложили классификацию тональности в зависимости от аспекта и его категории с использованием долгой краткосрочной памяти. Классификация тональности в зависимости от аспекта и его категории обычно рассматривается в литературе как проблема классификации текста. Таким образом, стандартный подход к классификации текста, такой как метод опорных векторов [28], может быть естественным образом использован для построения классификаторов тональности.

## 3.3.2 Синтаксический метод

Данный метод находит аспекты на основе синтаксических отношений, в которых они находятся [30]. Очень частым отношением является отношение существительного и прилагательного, например, словосочетание «вкусная еда». Здесь чаще всего поиск происходит по прилагательным, так как они почти всегда принадлежат к какому-то существительному.

Плюсы:

1. Находит малочастотные аспекты;
2. Эмоционально окрашенные слова известны или их легко найти.

Минусы:

1. Выделяется много неаспектов;
2. Необходимо ручное составление шаблонов, по которым находятся пары «аспект – отношение к нему».

## 3.3.3 Метод рекуррентной нейронной сети

Данный метод был использован Д. С. Тарасовым [5] для аспектного анализа тональности отзывов о ресторанах. Рекуррентная нейронная сеть (РНС) – тип нейронной сети, имеющей рекуррентные связи, образующих направленную последовательность. Здесь нейроны могут обмениваться информацией между собой. Например, помимо входных данных нейрон получает некоторую информацию о предыдущем состоянии сети.

В сети Элмана [31] (рис. 3.2) активации *h(t)* скрытого слоя на временном шаге t вычисляются путём преобразования текущего входного слоя *x(t)* и предыдущего скрытого слоя *h(t-1)*. Выходные данные *y(t)* вычисляются из скрытого слоя *h(t)*. То есть, учитывая последовательность векторов *{x(t)}*, где *t=1…T*, рекуррентная нейронная сеть Элмана вычисляет выходные последовательности:

(2.1)

(2.2)

где *f* – нелинейная функция, такая как сигмоида и или функция гиперболического тангенса, а g – функция выхода. *W* и *V* – матрицы весов между входным и скрытым слоями. *U* – матрица выходных весов, *b* и *c* – векторы смещения, связанные со скрытыми и выходными единицами. *h(0)* в уравнении 2.1 может быть константным значением, которое выбирается произвольно или обучается обратным распространением.

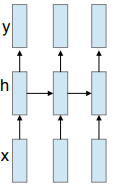


Рисунок 3.2

# Библиографический список

1. Андрианов И. А. Современные методы аспектно-ориентированного анализа эмоциональной окраски / И. А. Андрианов, В. Д. Майоров, Д. Ю. Турдаков // Труды Института системного программирования РАН. – 2015. – Том 27, вып. 5. – сс. 5-21.

2. IEEE 2018 Fourteenth International Conference on Information Processing, Dec. 21st – Dec. 23rd, 2018: Aspect Based Sentiment Analysis on Product Reviews / A. P. Rodrigues, N. N. Chiplunkar. – Nitte, 2018 – 6 p.

3. Международная конференция «Диалог», 27.05.2015 – 30.05.2015: Извлечение аспектов, тональности и категорий аспектов на основании отзывов пользователей о ресторанах и автомобилях / В. В. Иванов, Е. В. Тутубалина, Н. Р. Мингазов, И. С. Алимова. – КФУ, 2015 – сс. 46-57.

4. Международная конференция «Диалог», 27.05.2015 – 30.05.2015: Высокоточный метод извлечения аспектных терминов для русского языка / В. Майоров, В. Аванесов, И. Андрианов, Н. Астраханцев. – Москва, 2015 – сс. 58-67.

5. Международная конференция «Диалог», 27.05.2015 – 30.05.2015: Sentirueval: Глубокие рекуррентные нейронные сети для аспектно-ориентированного анализа тональности отзывов пользователей на различных языках / Д. С. Тарасов. – Москва, 2015 – сс. 77-88.

6. Международная конференция «Диалог», 27.05.2015 – 30.05.2015: Sentirueval: Анализ тональности твитов о телекоммуникациях и банках на основе метода машинного обучения в рамках Sentirueval / Е. В. Тутубалина, М. А. Загулова, В. В. Иванов, В. А. Малых. – Москва, 2015 – сс. 89-99.

6. Byrne. S. Aspect Identification and Sentiment Analysis in Text-Based Reviews / S. Byrne // Lehigh Preserve Institutional Repository. – 2017. – Lehigh University – 90 p.

7. Chakraborty S. Aspect-based Sentiment Analysis of Scientific Reviews / S. Chakraborty, P. Goyal, A. Mukherjee – Electronic article. – 2020. – Access mode: https://arxiv.org/pdf/2006.03257.pdf (accessed 27 March 2022).

8. 7th International Conference on Advances in Computing & Communications, Aug. 22nd – Aug. 24th, 2017: Aspect based Sentiment Oriented Summarization of Hotel Reviews / A. P. Rodrigues, N. N. Chiplunkar. – Cochin, 2017 – 9 p.

9. Schouten K. Survey on Aspect-Level Sentiment Analysis / K. Schouten, F. Frasincar // IEEE Transactions on Knowledge, and Data Engineering. – 2016. – Vol. 28, Issue 3. – pp. 813-830.

10. Tenth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Aug. 22nd – Aug. 25th, 2004: Mining and Summarizing Customer reviews / B. Lui, M. Hu. – Seattle, 2004 – pp. 168-177.

11. 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Aug. 7th – Aug. 12th, 2016: Implicit Polarity and Implicit Aspect Recognition in Opinion Mining / H. Y. Chen, H. H. Chen. – Berlin, 2016 – pp. 20-25.

12. Poria S. Aspect Extraction for Opinion Mining with a Deep Convolutional Neural Network / S. Poria, E. Cambria, A. Gelbukh // Knowledge-Based Systems, Elsevier. – 2016. – Vol. 108, Issue 15. – pp. 42-49.

13. Second Workshop on Natural Language Processing for Social Media, August, 2014: A Rule-Based Approach to Aspect Extraction from Product Reviews / S. Poria, E. Cambria, L. W. Ku, C. Gui, A. Delbukh. – Dublin, 2014 – pp. 28-37.

14. Liu Q. Automated Rule Selection for Opinion Target Extraction / Q. Liu, Z. Gao, B. Liu, Y, Zhang // Knowledge-Based Systems, Elsevier. – 2016. – Vol. 104, Issue 15. – pp. 74-88.

15. Rana T. A Two-Fold Rule-Based Model for Aspect Extraction / T. Rana, Y. Cheah // Expert Systems with Applications, Elsevier. – 2017. – Vol. 89, Issue 15. – pp. 273-285.

16. Manek A. Aspect Term Extraction for Sentiment Analysis in Large Movie Reviews Using Gini Index Feature Selection Method and SVM classifier / A. S. Manek, P. D. Shenoy, M. C. Mohan // World Wide Web. – 2017. – Vol. 20, Issue 2. – pp. 135-154.

17. Shah K. A Comparative Analysis of Logistic Regression, Random Forest and KNN Models for the Text Classifiaction / K. Shah, H. Patel, D. Sanghvi, M. Shah // Augmented Human Research. – 2020. – Vol. 5, Issue 1. – 16 p.

18. Kaur R. Naïve Bayes: A Text Classifier Based on Machine Learning / R. Kaur // International Journal of Research Publication and Reviews. – 2021. – Vol. 2, Issue 2. – pp. 260-266.

19. 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Jul. 30th – Aug. 4th, 2017: An Unsupervised Neural Attention Model for Aspect Extraction / R. He, W. S. Lee, H. T. Ng, D. Dahlmeier. – Vancouver, 2017 – pp. 388-397.

20. 24th International Joint Conference on Artificial Intelligence, Jul. 14th – Jul. 31st, 2015: Automated Rule Selection for Aspect Extraction in Opinion Mining / Q. Liu, Z. Gao, B. Liu, Y, Zhang. – Buenos Aires, 2016 – pp. 1291-1297.

21. Shu L. Lifelong Learning CRF for Supervised Aspect Extraction / L. Shu, H. Xu, B. Liu – Electronic article. – 2017. – Access mode: https://arxiv.org/pdf/1705.00251.pdf (accessed 04 April 2022).

22. Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Oct. 25th – Oct. 29th, 2014: Convolutional Neural Network for Sentence Classification / Y. Kim. – Doha, 2014 – pp. 1746-1751.

23. 50th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Jul. 8th – Jul. 14th, 2012: Aspect Extraction through Semi-Supervised Modeling / A. Mukherjee, B. Liu. – Jeju island, 2012 – pp. 339-348.

24. 8th International Joint Conference on Natural Language Processing, Nov. 27th – Dec. 1st, 2017: MTNA: A Neural Multi-Task Model for Aspect Category Classification and Aspect Term Extraction on Restaurant Reviews / W. Xue, W. Zhou, T. Li, Q. Wang. – Taipei, 2017 – pp. 151-156.

25. Ganu G. Beyond the Stars: Improving Rating Predictions using Review Text Content / G. Ganu, N. Elhadad – Electronic article. – 2009. – Access mode: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.150.140&rep=rep1&type=pdf (accessed 04 April 2022).

26. Akhtar M. Multi-Task Learning for Aspect Term Extraction and Aspect Sentiment Classification / M. Akhtar, R. Kaur // Neurocomputing, Elsevier. – 2020. – Vol. 398, Issue 20. – pp. 247-256.

27. Tang D. Effective LSTMs for Target-Dependent Sentiment Classification / D. Tang, B. Qin, X. Feng, T. Liu – Electronic article. – 2016. – Access mode: https://arxiv.org/pdf/1512.01100.pdf (accessed 04 April 2022).

28. 49th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Jun. 19th – Jun. 24th, 2011: Target-Dependent Twitter Sentiment Classification / L. Jiang, M. Yu, M. Zhou, X. Liu, T. Zhao. – Portland, 2011 – pp. 151-160.

29. Xu H. Double Embeddings and CNN-Based Sequence Labeling for Aspect Extraction / H. Xu, B. Liu, L. Shu, P. S. Yu – Electronic article. – 2018. – Access mode: https://arxiv.org/pdf/1805.04601.pdf (accessed 04 April 2022).

30. 15th ACM International Conference on Information and Knowledge Management, Nov. 6th – Nov. 11th, 2006: Movie Review Mining and Summarization / L. Zhuang, F. Jing, X.-Y. Zhu. – Arlington, 2006 – pp. 43-50.

31. Elman J. Finding Structure in Time / J. Elman // Cognitive Science. – 1990. – Vol. 14, Issue 2. – pp. 179-211.

# Приложения

Приложение А