

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической кибернетики и компьютерных наук

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОРПУСА
РУССКОГО ЯЗЫКА**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 451 группы
направления 09.03.04 — Программная инженерия
факультета КНиИТ
Крючковой Александры Андреевны

Научный руководитель
зав. каф. техн. прогр,
к. ф.-м. н., доцент

И. А. Батраева

Заведующий кафедрой
к. ф.-м. н., доцент

А. С. Иванов

Саратов 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Теоретическая часть	4
1.1 Обзор электронно-текстовых корпусов	4
1.1.1 Корпус немецкого языка	4
1.1.2 Корпус американского варианта английского языка	4
1.1.3 Корпуса славянских и германских языков	4
1.2 Технологический стек	6
2 Практическая часть.....	7
2.1 Главная страница	7
2.2 Поисковые механизмы	7
2.2.1 Поиск точных форм	7
2.2.2 Лексико-грамматический поиск	8
2.3 Словарь	9
2.4 Подкорпуса	11
2.5 Статистика	12
2.6 Работа с документами и аудиоматериалами	12
2.7 Теги	13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	14
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	15

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время весьма ограничено представлены мультимедийные лингвокультурологические корпуса русской диалектной речи, полно реprезентирующие частные диалектные системы и основные типы русской диалектной речи. Вследствие интенсивного развития технологий и методологий корпусных лингвистических исследований создание электронных исследовательских корпусов диалектной коммуникации, предоставляющих реprезентативный материал для многостороннего изучения специфики диалектных подсистем, является актуальной задачей.

Целью настоящей работы является создание электронно-исследовательского диалектологического корпуса русского языка. Решение должно предоставлять инструменты для ведения функциональных корпусных исследований диалектной речи, многокритериальной обработки и разностороннего исследования говоров, а также обеспечивать моделирование мультимедийных электронных диалектологических подкорпусов, сопровождаемых аудиовизуальными материалами.

Для решения поставленной задачи необходимо:

1. Разработать алгоритм мультикритериального поиска, состоящего из следующих модулей: поиск по точной форме; поиск по маске; поиск по расстоянию; лексико-грамматический поиск; тематический поиск; жанровый поиск.
2. Разработать алгоритм реprезентации пользовательских подкорпусов, организованных по следующим критериям: по говору; по характеристикам интервьюируемым; по теме; по жанру.
3. Разработать алгоритм для составления прямого и обратного словаря.
4. Разработать модули для работы с документами и аудиозаписями.
5. Разработать модули для работы со статистическими данными и грамматическими признаками.

В теоретической части работы описаны все используемые технологии и необходимые предварительные сведения для практической реализации.

В практической части работы описан разработанный программный продукт.

1 Теоретическая часть

1.1 Обзор электронно-текстовых корпусов

На текущий момент различные формы лингвистических корпусов, например, онлайн-словари, базы данных, электронно-исследовательские корпуса, активно развиваются благодаря стремительному научно-техническому прогрессу. Каждый из таких ресурсов выполняет свои задачи, но с точки зрения исследования языков, использование электронных корпус-менеджеров для текстовых коллекций является наиболее практичным подходом. Поскольку хранение языковых массивов в цифровом формате обеспечивает целостность материалов, а также обеспечивает их доступность для языковых исследований лексико-грамматического окружения словоформ [1].

Рассмотрим наиболее известные текстовые корпуса, их корпус-менеджеры и возможности программного обеспечения.

1.1.1 Корпус немецкого языка

Институт немецкого языка в Мангейме разрабатывает электронный корпус DeReKo. По состоянию на февраль 2020 года корпус содержит более 42 миллиардов слов. Корпус использует основанную на SGML морфосинтаксическую разметку аннотаций к текстам, использующей XML-формат. Для выполнения запросов к текстам используется корпусный менеджер, известный как KorAP [2].

1.1.2 Корпус американского варианта английского языка

Наиболее полной электронной коллекцией, представляющей современный вариант американского английского, является корпус COCA. В настоящее время корпус содержит порядка 560 миллионов слов. В COCA используется система тегов CLAWS-7 для маркировки текстов. Архитектура COCA основана на использовании реляционных баз данных. Одной из функциональных особенностями корпуса является способность сортировать, и сравнивать по частоте встречи слова в разных частях корпуса, и это является результатом реляционной архитектуры базы данных корпуса [3].

1.1.3 Корпуса славянских и германских языков

Большая база синтаксических корпусов CLARIN на разных языках представляет поисковую систему, позволяющую строить запросы к различным

корпусам, содержащих информацию о синтаксических зависимостях в языках. Все тексты размечены в формате Universal Dependencies. Разработка программного обеспечения ведется на C++, C#, Perl [4].

Корпус чешского языка KonText содержит разметку текстов, позволяющую осуществлять выборки не только по лексико-грамматическим и другим лингвистическим характеристикам, но и по дополнительной информации о текстах. Для организации запроса к базе используются PHP, java-скрипты, и формат представления JSON [5].

Национальный корпус русского языка (НКРЯ) является репрезентативным корпусом, включающим более 180 млн. словоупотреблений. Текстовая база корпуса разнообразна по жанровому составу: научная литература, публицистика, художественные тексты и т. д. Для морфологической и семантической разметки текстов используются программы Mystem (разработка компании Яндекс) и Dialing. Поисковые механизмы и выдача результатов базируются на поисковой системе Яндекс.Сервер [6].

По результатам анализа DeReKo, COCA, CLARIN, KonText и НКРЯ можно сделать вывод, что данные корпуса являются репрезентативными, поскольку их основной задачей является обеспечение доступа к большим объемам текстовой информации с точки зрения полнотекстового поиска, с возможностью поиска по аннотациям. Однако для проведения функциональных языковых исследований этого не достаточно.

Электронно-исследовательский корпус должен обладать многофункциональным поисковыми механизмами, включающими грамматические, синтаксические и семантические критерии. Такие возможности можно реализовать, используя специальную разметку текстов, разработанную в соответствии с требуемыми критериями. Таким образом, для исследований языкового массива необходимы: программный комплекс, обеспечивающий многокритериальную предподготовку текста, и корпус-менеджер. Диалектологические корпуса в свою очередь требуют специальный программный комплекс, предоставляющий пользователю поисковые системы, учитывающие диалектные особенности говоров, а так же возможность моделирования говоров как лингвокультурных идиом с аудиовизуальными материалами [7].

1.2 Технологический стек

Веб-приложение разработано с использованием возможностей фреймворка ASP.NET MVC 5. Данная платформа позволяет создавать клиент-серверное приложение на основе шаблона MVC. Главным преимуществом использования шаблона «Модель-Представление-Контроллер» является обеспечение уровня абстракции, при котором слои бизнес логики и доступ к данным не зависят от представления, что позволяет переиспользовать их в ходе разработки [8].

Для реализации представлений был выбран движок Razor 4.0.0, так как данный инструмент позволяет генерировать HTML-элементы посредством HTML-хеллеров, а также использовать управляющие конструкции на языке C# для вывода данных и элементов на страницу, что существенно ускоряет разработку приложения [9].

Для работы с данными в ASP.NET MVC использовался фреймворк Entity Framework [10]. В качестве СУБД было решено использовать MS SQL Server 2014 – систему управления реляционными базами данных компании Microsoft. Данная система обеспечивает интеграцию БД в проект ASP.NET MVC 5.0 с использованием ADO.NET. ADO.NET позволяет программировать на основе концептуальных моделей EDM [11]. Для работы с концептуальной моделью с гибким объектно-реляционным сопоставлением в Microsoft SQL Server использовался LINQ. LINQ позволяет формировать запросы на основе наборов в коде приложения без использования отдельного языка запросов.

Веб-интерфейс приложения разрабатывался на основе CSS-фреймворка Bootstrap 4.0 с целью обеспечения поддержки любого разрешения экрана пользователя и используемой версии браузера [12]. Для создания разнообразных диаграмм использовалась автономная библиотека CanvasJS для JavaScript [13]. В качестве системы управления версиями был выбран Git, так как данная система обладает высокой производительностью, удобным интерфейсом и возможностью публиковать код на GitLab [14].

2 Практическая часть

2.1 Главная страница

На главной странице Саратовского диалектологического корпуса русского языка пользователь может ознакомиться с информационной справкой о корпусе. Меню страницы включает шесть вкладок: «Главная», «О корпусе», «Использование корпуса», «Публикации», «Участники» и «Контакты». В данных разделах приводится вся необходимая теоретическая база для работы с материалами корпуса. В секции «Использование корпуса» пользователь может найти информацию о функциональных возможностях корпуса, а именно о работе с лексико-грамматическим поиском, морфологическим разбором, звуковыми модулями и модулем «Подкорпус».

2.2 Поисковые механизмы

2.2.1 Поиск точных форм

Поиск точных форм принимает на вход запрос, состоящий из одного слова и находит все контексты содержащие заданную словоформу. Результатом поиска является выдача статистической информации касательно корпуса: объем поиска документов, объем словоупотреблений, количество удовлетворяющих запросу документов и словоупотреблений. Помимо этого в секции «Статистика по запросу» приводятся частоты найденных лемм и словоформ относительно поискового запроса. Выдача формируется из найденных абзацев, подкрепленных соответствующими аудио материалами.

Алгоритм точного поиска состоит из следующих этапов. После ввода словоформы в поисковую строку, происходит поиск ее среди всех контекстных слов корпуса. Далее на основе полученного множества слов составляются словари лемм и словоформ для частотной характеристики запроса. Следующим этапом является составление списка всех фрагментов текстов коллекции заданного корпуса, в которых содержатся найденные слова. Далее статистика поиска и полученный список абзацев выводятся на экран.

Валидация формы осуществляется посредством JavaScript на стороне клиента, поскольку таким образом нерелевантные запросы будут отклонены еще до отправки на сервер, тем самым экономя вычислительные ресурсы сервера [15].

2.2.2 Лексико-грамматический поиск

В Саратовском диалектологическом корпусе лексико-грамматический поиск может вестись в двух вариантах: ЛГП для одного слова и ЛГП по расстоянию для двух словоформ. Сначала рассмотрим базовую версию ЛГП.

Задать параметры для лексико-грамматического поиска можно несколькими способами: ввести только начальную диалектную форму или паттерн маски; выбрать только грамматические характеристики; ввести данные для первого и второго случая одновременно и указать тему и/или жанр.

Если поиск был проведен успешно, то приложение выдаст статистические данные о результатах (количество найденных словоформ, объем словоупотреблений и т. д.), а также найденные лексико-грамматические окружения.

При проведении ЛГП только по начальной диалектной форме, сначала будут выбраны все словоформы, имеющие заданную начальную словоформу. После будет проведен отбор искомых абзацев, в которых содержатся подходящие контекстные словоформы. Далее на основе полученного множества слов составляются словари лемм и словоформ для частотной характеристики запроса. Результатом ЛГП будет составленная коллекция фрагментов текстов, подкрепленная соответствующими аудио.

В случае ввода только грамматических признаков для ЛГП поиск осуществляется следующим образом. Сначала формируется множество контекстных слов, удовлетворяющих выбранным пользователем грамматическим критериям. После для каждой словоформы ставится в соответствие ее частота употребления в результатах выдачи. Пользователю выдается список лексико-грамматических окружений запрашиваемой формы слова.

Если же поисковой запрос включает в себя словоформу и грамматические теги, то алгоритм анализирует в первую очередь лемму, соответствующую введенному слову. После формируется коллекция контекстных слов, имеющих аналогичную требуемому слову начальную форму. Среди полученного множества оставляются только те слова, которые обладают всеми требуемыми грамматическими характеристиками. Затем выбранные словоформы сопоставляются с их долями содержания в запросе. После пользователь получит коллекцию абзацев, содержащих искомые единицы, а также соответствующие аудиозаписи для прослушивания [16].

При поиске по расстоянию возможно задать параметры не только для

поиска правых контекстов, но и левых тоже. Для этого необходимо задать положительные значения «от» и «до» для поиска правых соседей, а отрицательные — для поиска левых контекстов. Помимо этого пользователь может задать смешанный диапазон для исследования языкового окружения «Слова 1».

В случае полного заполнения полей ЛГП для «Слова 1» и «Слова 2» поиск проводится следующим образом. Сперва составляются независимые коллекции контекстных слов, удовлетворяющих условиям для «Слова 1» и «Слова 2» соответственно. Затем отбираются элементы коллекции «Слова 2» в соответствии с указанным расстоянием для отобранных словоформ «Слова 1», игнорируя при этом знаки препинания и речь диалектолога. Важным условием поиска по расстоянию является принадлежность искомых словоформ одному абзацу, поскольку абзац является минимальной единицей выдачи, а также представляет собой совокупность высказываний, объединенных одной темой, и выражает законченную мысль. Результатом выдачи являются фрагменты текста, содержащие искомые слова.

Валидация формы ЛГП осуществляется посредством JavaScript на стороне клиента, поскольку таким образом нерелевантные запросы будут отклонены еще до отправки на сервер, тем самым экономя вычислительные ресурсы сервера [17].

2.3 Словарь

В СарДК доступно два варианта диалектного словаря: классический и обратный. В классической версии словаря пользователь может просматривать вокабуляр корпуса в алфавитном порядке. Обратный словарь СарДК производит сортировку в алфавитном порядке с конца диалектных форм. Даный ресурс незаменим в исследованиях суффиксального словообразования, особенностей морфологического состава окончаний диалектных форм. Также пользователю доступна выборка определенных категорий слов: имен существительных, глаголов и др.

Алгоритм формирования прямого словаря СарДК состоит в следующем. При клике на букву алфавита, отправляется запрос типа GET с параметрами: выбранная буква и тег. Если необходимо сформировать определенную коллекцию словоформ, например, имена существительные или глаголы, то сначала выбираются все контекстные словоформы, соответствующие указанному критерию и начинающиеся на заданную букву, а затем восстанавливаются все на-

чальные формы, которые дальше сортируются по алфавиту. После для каждой начальной диалектной формы восстанавливается литературная форма. Выдача представляется в виде списка пар <InitialWord, LiteraryWord>. Стоит отметить, что поскольку таблицы «InitialWord» и «LiteraryWord» являются накопительными, то есть их кортежи не удаляются при удалении материалов, а только обнуляются поля учета количества их употреблений в корпусе, то в выдаче участвуют только те диалектные формы, примеры употреблений которых содержатся в СарДК на текущий момент времени.

Обратный словарь СарДК производит сортировку в алфавитном порядке с конца диалектных форм. Данный ресурс незаменим в исследованиях суффиксального словообразования, особенностей морфологического состава окончаний диалектных форм. Аналогично с прямым словарем, пользователю доступна выборка определенных категорий слов: имен существительных, глаголов, наречий, топонимов, имен собственных и др. Выдача формируется в виде пар «диалектная форма, литературная форма» и количество найденных слов. В данном разделе все диалектные формы выравнены по правому краю соответственно правилу оформления обратных словарей. Равно как и в классической версии диалектного словаря, пользователь имеет возможность перейти к ЛГП для поиска фрагментов, содержащих выбранную диалектную форму. Также обратный словарь обладает функциональностью для формирования словаря по определенному окончанию. Данный механизм основан на использование маски вида *xxx, где «*» — любая последовательность знаков, в том числе и пустая.

Алгоритм формирования обратного словаря включает следующие этапы. При клике на букву алфавита или при вводе маски, отправляется запрос типа GET с параметрами: выбранная буква (или введенный шаблон) и тег. Если необходимо сформировать определенную коллекцию словоформ, например, имена существительные или глаголы, то сначала выбираются все контекстные словоформы, соответствующие указанному критерию и заканчивающиеся на заданную последовательность, а затем восстанавливаются все начальные формы. После каждая словоформа переворачивается и записывается обратно в список. Далее полученный список сортируется по алфавиту. Потом каждое значение начальной словоформы переворачивается обратно, и благодаря зависимости между таблицами «InitialWord» и «LiteraryWord», для каждой на-

чальной диалектной формы восстанавливаются литературные формы. Выдача представляется в виде списка пар <InitialWord, LiteraryWord>.

2.4 Подкорпуса

В функциональность СарДК входит возможность создания подкорпусов для авторизованных пользователей. Данный модуль является важнейшей базой для проведения лингвистических исследований, поскольку исследователи могут формировать целевые подкорпуса по следующим критериям: по говору; по характеристикам интервьюируемых (пол, уровень образования, год рождения, год записи); по теме; по жанру. Также пользователь может задать определенный идиолект, то есть подкорпус, представляющий совокупность семантических и стилистических особенностей речи определенного информанта.

Репрезентация пользовательского подкорпуса обеспечивается архитектурой модели базы данных, учитывающей как лексико-грамматические характеристики текстов, так и метаданные об информантах. Благодаря хранению зависимостей интервьюируемого и лингвокультурными материалами, исследователи имеют возможность формировать целевые подкорпуса.

Алгоритм организации подколлекции состоит из нескольких этапов. На первом этапе из всех материалов корпуса выбираются документы, соответствующие выбранному говору. Если данный критерий не указан пользователем, то во внимание берутся все материалы корпуса. После из получившегося множества выбираются только те тексты, которые принадлежат искомым информантам, то есть соответствуют набору метапризнаков: пол, год рождения, год записи, образование. Указание метаданных об информантах не является обязательным, поэтому в случае пропуска данных критериев, рассматриваемая коллекция остается неизменной. Далее сформированная коллекция фильтруется в соответствии с выбранными темой и/или жанром. Стоит отметить, что жанровая разновидность и тематическая принадлежность не требуют обязательного заполнения. Если пользователь пропустил данные поля, то сформированная текстовая коллекция на предыдущих шагах остается неизменной. Важно отметить, что только результирующее множество материалов участвует в лексико-грамматическом поиске, поиске по расстоянию, маске, точным формам, работе со словарем, документами и аудиоматериалами. Создание подкорпуса доступно только авторизованным пользователям.

Пользователь может задать только один подкорпус и удалить его. После

создания пользовательского корпуса все поисковые механизмы, словарь и документы с аудиоматериалами работают только в его рамках. Сформированный подкорпус закрепляется за пользователем только в течение одной сессии. Если пользователь вышел из системы, то созданный им подкорпус автоматически удалится.

Информационные панели о подкорпусе были построены с помощью элементов Bootstrap [12]. Использование ViewBag для передачи в представление временных данных, которые не включены в модель, и частичных представлений дало возможность варьировать организацию элементов в представлениях [18].

2.5 Статистика

Помимо словаря и поисковых инструментов корпус предлагает пользователю статистические данные о материале, содержащимся в нем. Раздел статистики рассматривает данные корпуса с пяти различных ракурсов: распределение текстов СарДК по подкорпусам; жанрово-тематическое распределение текстовых фрагментов в СарДК; распределение текстов СарДК по другим метапризнакам; распределение словоупотреблений по частям речи; распределение нестандартных словоупотреблений (текстовых форм, не совпадающих с литературным стандартом) по частям речи.

Распределение текстов и словоупотреблений по вышеперечисленным критериям представляется в виде таблиц и диаграмм.

2.6 Работа с документами и аудиоматериалами

Авторизованный пользователь обладает широкими возможностями для работы с текстовыми документами СарДК: добавлять документы; удалять документы; редактировать названия файлов; просматривать полностью текст; работать с аудиоматериалами документов.

Корпус принимает на вход только предварительно обработанный размеченный файл формата XML. Также необходимо указать название документа. Для предостережения добавления дубликатов информация введенная в форму проверяется. Также пользователь может ознакомиться с полным текстом документа кликнув по кнопку «Просмотр» соответствующего документа. Перед ним откроется полная версия документа с речью диалектолога. Для перехода

к аудиоматериалами документа необходимо нажать на кнопку «Аудио» соответствующего документа.

Корпус предоставляет авторизованным пользователям информацию о том, кто загрузил файл, дату загрузки записей и возможность добавлять, удалять и прослушивать аудиоматериалы.

Для обеспечения комфортной работы пользователей доступна множественная загрузка аудиоматериалов. С целью предостеречь добавление файлов неверного формата была реализована валидация с помощью JavaScript. Если же пользователь случайно добавил файл с форматом отличным от MP3, то приложение выдаст ему соответствующее уведомление и заблокирует кнопку «Добавить». Для прослушивания аудио используется встроенный плеер HTML. Однако для обеспечения информационной безопасности, с помощью JavaScript были исключены функции свободного скачивания аудиозаписей, поскольку данный материал является уникальным и принадлежит Центру народно-речевой культуры им. проф. Л. И. Баранниковой.

2.7 Теги

В разделе «Теги» пользователь может ознакомиться с имеющимися в корпусе грамматическими тегами. Признаки выводятся по категориям, например, часть речи, залог, падеж и т. д. Помимо обозначения и значения тега исследователю доступна информация о количестве употреблений данного типа слов в корпусе. Также пользователь может добавить новый тег, исправить имеющийся или удалить тег. При редактировании тега можно изменить его обозначение и расшифровку, а также его тип. Стоит отметить, что возможно и частичное изменение информации о теге, то есть пользователь может изменить только описание или тип признака.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы были реализованы все поставленные задачи и цель. Разработанный корпус-менеджер для Саратовского диалектологического корпуса русского языка соответствует всем критериям электронно-исследовательского лингвистического корпуса, поскольку он предоставляет пользователю не только многофункциональный поиск по текстовым материалам, но и возможность моделирования электронных лингвокультурологических диалектологических подкорпусов, обеспечивая ведение функциональных корпусных исследований диалектной речи, требующих мультикритериальную обработку и разностороннего исследования говоров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Захаров, В.П. Корпусная лингвистика / В.П. Захаров. — Иркутск: ФГБОУ ВПО «ИГЛУ», 2011.
- 2 Kupietz, M. Maximizing the potential of very large corpora: 50 years of big language data at ids mannheim / M. Kupietz, H. Lungen // *Challenges in the Management of Large Corpora*. — 2014. — С. 6–11.
- 3 Davies, M. The 585+ million word corpus of contemporary americanenglish (1990-2008+). design, architecture, and linguistic insights / M. Davies // *International Journal of Corpus Linguistics*. — 2009. — С. 159–190.
- 4 CLARIN - European Research Infrastructure for Language Resources and Technology [Электронный ресурс]. — URL: <http://lindat.mff.cuni.cz/services/pmltq/#!/treebanks> (Дата обращения 03.05.2020).
- 5 Oslo – Czech National Corpus [Электронный ресурс]. — URL: https://kontext.korpus.cz/first_form (Дата обращения 03.05.2020).
- 6 Национальный корпус русского языка [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.ruscorpora.ru/new/> (Дата обращения 08.06.2020).
Загл. с экрана. Яз. рус.
- 7 Батраева, И. А. Разработка программного обеспечения диалектологических корпусов / И. А. Батраева, А. А. Крючкова // *Компьютерные науки и информационные технологии*. — 2018. — С. 45–49.
- 8 Чамберс, Д. ASP.NET Core. Разработка приложений / Д. Чамберс. — Санкт-Петербург: Питер, 2017.
- 9 Введение в Razor Pages в ASP.NET Core [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/mvc/views/razor?view=aspnetcore-3.0> (Дата обращения 08.05.2020). Загл. с экрана. Яз. рус.
- 10 Entity Framework Core [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/ef/core/> (Дата обращения 06.05.2020).
- 11 ADO.NET [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/framework/data/adonet/> (Дата обращения 06.05.2020).

- 12 Bootstrap. Официальная документация [Электронный ресурс]. — URL: <https://bootstrap-4.ru/docs/4.4/getting-started/introduction/> (Дата обращения 06.05.2020). Загл. с экрана. Яз. рус.
- 13 CanvasJS [Электронный ресурс]. — URL: <https://canvasjs.com/> (Дата обращения 20.05.2020).
- 14 Git [Электронный ресурс]. — URL: <https://git-scm.com/> (Дата обращения 06.05.2020).
- 15 Form Validation Techniques [Электронный ресурс]. — URL: <https://bitsofcode.de/form-validation-techniques/> (Дата обращения 20.05.2020).
- 16 Батраева, И. А. Алгоритмы жанрово-тематического и лексико-грамматического поисков для Саратовского диалектологического корпуса русского языка / И. А. Батраева, А. А. Крючкова // Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2019). — 2019. — Т. 1. — С. 9–14.
- 17 Проверка данных формы [Электронный ресурс]. — URL: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/HTML/Forms/%D0%92%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B (Дата обращения 20.05.2020). Загл. с экрана. Яз. рус.
- 18 Частичные представления в ASP.NET Core [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/mvc/views/partial?view=aspnetcore-3.1> (Дата обращения 20.05.2020). Загл. с экрана. Яз. рус.