



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
НА ТЕМУ:

**«Метод прогнозирования итогов приёма в вузы России на
основе агентного моделирования»**

Студент группы **ИУ7-85Б**

(Подпись, дата)

Д.Р. Жигалкин

(И.О. Фамилия)

Руководитель

(Подпись, дата)

О.В. Кузнецова

(И.О. Фамилия)

Консультант

(Подпись, дата)

Д.А. Кузнецов

(И.О. Фамилия)

Нормоконтролер

(Подпись, дата)

Ю.В.Строганов

(И.О. Фамилия)

2022 г.

РЕФЕРАТ

Расчетно-пояснительная записка 30 с., 4 рис., 3 табл., 19 ист., 1 прил.

Ключевые слова: приемная кампания, абитуриенты, механизмы зачисления, ЕГЭ, агентное моделирование.

Объектом разработки является метод прогнозирования итогов приёма в ВУЗы России.

Цель работы – разработать и реализовать метод прогнозирования итогов приёма в ВУЗы России на основе агентного моделирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать правила организации приёма в ВУЗы России;
- получить информацию и статистику о ВУЗах России;
- получить информацию по УГСН и связанных с ними предметам ЕГЭ;
- проанализировать полученную информацию, выделить наиболее важные факторы для разработки модели поведения абитуриентов;
- проанализировать существующие методы и механизмы зачисления абитуриентов;
- разработать имитационную модель поведения абитуриентов;
- разработать метод прогнозирования итогов приёма в ВУЗы, используя модель поведения и статистические данные;
- программно реализовать разработанный метод.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Аналитическая часть	9
1.1 Организация приема в вузы России	9
1.2 Статистические данные	12
1.3 Построение устойчивых паросочетаний	14
1.4 Бостонский механизм построения неустойчивых паросочетаний	16
1.5 Агентно-ориентированное моделирование	17
1.5.1 Структура агентно-ориентированной модели	17
1.5.2 Агент как элемент структуры модели	18
1.5.3 Взаимодействие агентов	19
1.6 Формализация задачи	20
2 Конструкторская часть	21
2.1 Разработка алгоритма поиска общего названия ВУЗа	21
2.2 Разработка алгоритма приведения данных к официальному перечню направлений подготовки высшего образования	21
3 Технологическая часть	24
4 Исследовательская часть	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	26
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ А Учёт индивидуальных достижений	30

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВУЗ – Высшее Учебное Заведение.

ЕГЭ – Единый Государственный Экзамен.

УГСН – Укрупнённые группы специальностей и направлений подготовки.

Проходной балл – минимальный балл, с которым были зачислены абитуриенты на определенное направление подготовки или специальность. Это сумма баллов ЕГЭ или вступительных испытаний и индивидуальных достижений.

Агентное моделирование – это метод имитационного моделирования, который основан на взаимодействии независимых агентов, обладающих определенными характеристиками.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время изучение выбора абитуриентом высшего учебного заведения остается актуальным. Выбирая место для получения образования, абитуриент должен решить какие специальности для него предпочтительны, какие характеристики вуза играют ключевую роль.

Неразрывно с этим выбором связана и политика вуза, направленная на привлечение лучших абитуриентов. Для достижения этой цели применяются различные методы, одним из которых является моделирование приёмной кампании, позволяющее выявить слабые стороны процесса приёма, а также изучить реакцию абитуриентов на закрытие, либо открытие новой специальности, изменение экономического показателя региона и спрогнозировать спрос на высшее образование.

1 Аналитическая часть

1.1 Организация приема в вузы России

В настоящее время, набор на программы подготовки специалистов и бакалавров в российские ВУЗы проводится по результатам Единого Государственного Экзамена[1], который должны сдавать все школьники по окончании 11 классов общеобразовательного учреждения, причем для получения аттестата необходимо сдать как минимум 2 обязательных предмета: русский язык и математику. До 2021 года прием в вузы проводился по результатам трех (иногда четырех) ЕГЭ, определенных для каждой специальности. Все абитуриенты российских университетов должны были предоставить в приемную комиссию результаты ЕГЭ по русскому языку и профильному ЕГЭ по выбранной специальности, третий предмет ВУЗ выбирал самостоятельно из перечня экзаменов, определенных для данного направления. С 2022 года учебные заведения вправе установить третий ЕГЭ на выбор абитуриента из нескольких предложенных вариантов. Для того, чтобы подать документы в выбранный ВУЗ, необходимо набрать на ЕГЭ по каждому предмету количество баллов, равное или превышающее минимальный балл. ВУЗ сам определяет минимальный балл для каждой специальности и направления, но не может установить его ниже уровня, утвержденного Рособрнадзором[2].

Каждый выпускник имеет право одновременно подать документы в 5 ВУЗов, в каждом можно выбрать 2-10 специальностей по всем формам обучения. Количество специальностей с 2021 года определяется ВУЗом. Схематично это представлено на рисунке 1.

Списки абитуриентов, подавших документы, ранжируются по количеству баллов, то есть более высокие позиции занимают абитуриенты, у которых совокупное количество баллов за ЕГЭ, дополнительные вступительные испытания и индивидуальные достижения выше. Рассматривается сумма баллов без учета индивидуальных достижений, затем профильный предмет и далее в порядке

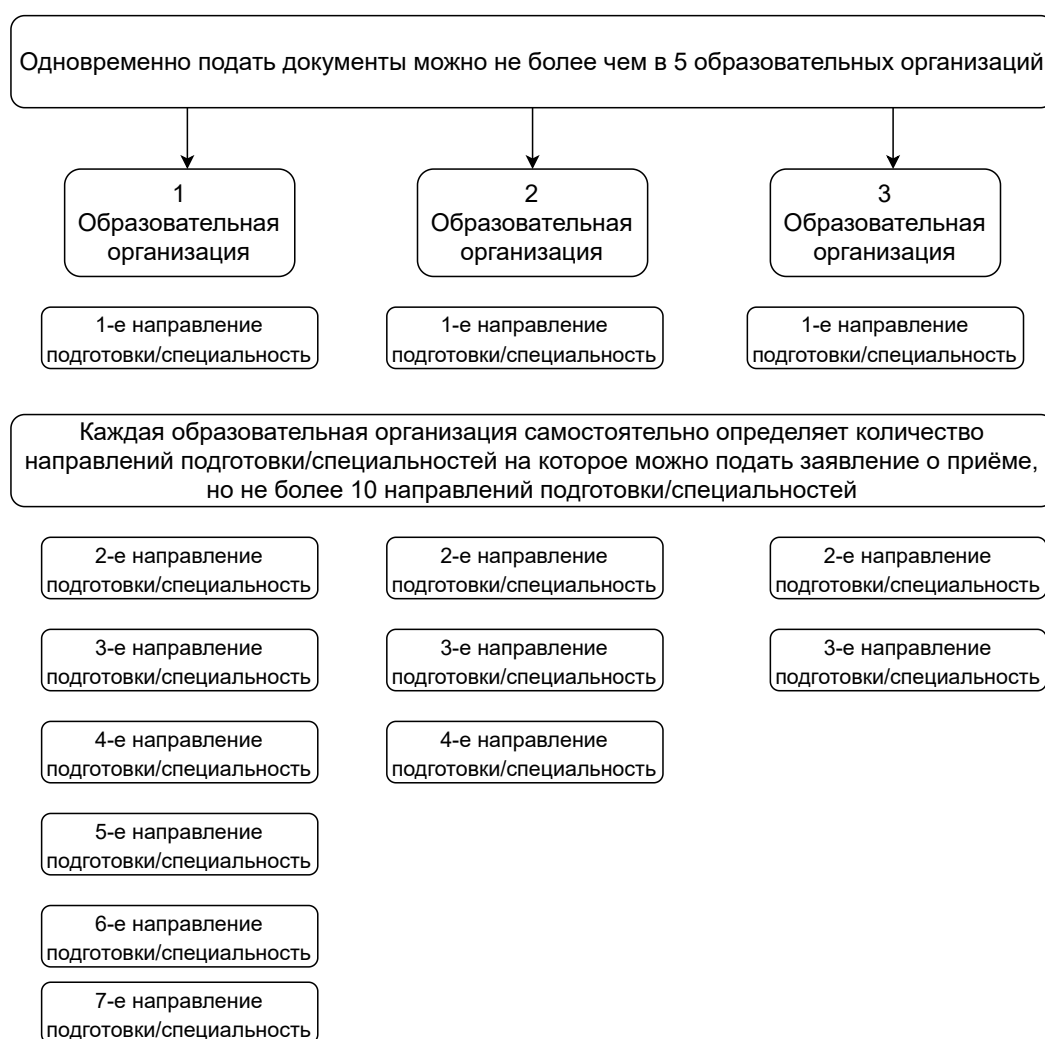


Рисунок 1 – Подача заявления возможна не более чем в 5 образовательных учреждениях

убывания приоритетности. Если у двух абитуриентов совпадает весь перечень, то приоритет отдается тому, у кого есть преимущественное право. При равенстве по всем критериям список ранжируется по индивидуальным достижениям, учитываемым при равенстве поступающих по иным критериям ранжирования. В таблице 1 представлен простой ранжированный список поступающих.

Таблица 1 – Ранжированный список поступающих.

Номер в сводке	Фамилия	Балл	Наличие аттестата	Наличие заявления
1	Гусев	299	Нет	Нет
2	Слепухина	282	Нет	Нет
3	Стрельцов	265	Нет	Да
4	Абасов	248	Да	Да
5	Петрова	221	Нет	Нет
6	Калинин	201	Да	Нет
7	Иванов	194	Да	Да

Согласно правилам приема[3], ВУЗы к результатам ЕГЭ могут добавить своим абитуриентам до 10 баллов за индивидуальные достижения. Каждый университет сам устанавливает количество дополнительных баллов за индивидуальные достижения. Как правило, больше всего баллов университеты добавляют за аттестат с отличием и результаты олимпиад, не использованные для получения особых прав.

После этого начинается зачисление. До 2021 года оно проходило в несколько этапов:

- этап приоритетного зачисления — зачисляют абитуриентов, которые поступают без экзаменов, в рамках особой или целевой квоты[4]. Эти абитуриенты должны подать в ВУЗ оригинал документа о предшествующем образовании и заявление о согласии на зачисление;

- I этап зачисления — на этом этапе ВУЗ может заполнить до 80% бюджетных мест, оставшихся свободными после приоритетного зачисления, по каждой специальности или направлению. Абитуриентов зачисляют в соответствии с позицией, которую они занимают в списке поступающих, — первыми зачисляют тех, кто занимает более высокую позицию. На этом этапе нужно подать оригинал документа о предшествующем образовании и заявление о согласии на зачисление;
- II этап зачисления — вуз заполняет оставшиеся 20% бюджетных мест.

С 2021 года основная волна зачисления только одна[5]. На досрочном этапе ВУЗы принимают олимпиадников, поступающих вне конкурса, абитуриентов, имеющих льготы, и целевиков. Если после основной волны останутся свободные места, ВУЗ вправе принять на них абитуриентов из конкурсного списка.

По итогам конкурса определяется проходной балл — наименьшее количество баллов, которого оказалось достаточно для зачисления. Таким образом, проходной балл меняется каждый год и определяется только после зачисления. Абитуриенты, которые поступают по квотам, имеют право принимать участие и в общем конкурсе. Для этого они также должны набрать количество баллов, равное или превышающее минимальное значение, установленное ВУЗом.

1.2 Статистические данные

Согласно статистике на 2019 год, в России ведёт образовательную деятельность 741 государственный ВУЗ [6]. Публичную информацию о них можно получить на следующих ресурсах:

- мониторинг качества приема в ВУЗы[7];
- информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования[9].

В таблице 2 приведен пример получаемой информации с первого ресурса по направлениям подготовки.

Из информационно-аналитических материалов второго ресурса можно

Таблица 2 – Пример информации по направлениям подготовки.

Название ВУЗа	Направление подготовки	Год	Средний балл ЕГЭ поступивших на бюджетные места	Число студентов, поступивших на бюджетные места
Орловский гос. ун-т	Биология	2020	59.9	46

получить обширную статистику по многим показателям вуза, выделим основные из них:

- название ВУЗа;
- регион расположения учреждения;
- год статистики;
- наличие общежития;
- средний балл ЕГЭ по очной форме на бюджетные места;
- средний балл ЕГЭ по очной форме на бюджетные места по общему конкурсу;
- усредненный по реализуемым направлениям минимальный балл ЕГЭ по очной форме на программы бакалавриата и специалитета;
- численность студентов, победителей и призеров заключительного этапа всероссийской олимпиады школьников, членов сборных команд Российской Федерации принятых на очную форму обучения на первый курс по программам бакалавриата и специалитета без вступительных испытаний;
- численность студентов, победителей и призеров олимпиад школьников, принятых на очную форму обучения на первый курс по программам бакалавриата и специалитета;
- численность студентов, принятых по результатам целевого приема на первый курс на очную форму обучения по программам бакалавриата

и специалитета;

- удельный вес численности студентов, принятых по результатам целевого приема на первый курс на очную форму обучения по программам бакалавриата и специалитета в общей численности студентов, принятых на первый курс по программам бакалавриата и специалитета на очную форму обучения;
- удельный вес численности иностранных студентов (кроме стран Содружества Независимых Государств), обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, в общей численности студентов (приведенный контингент);
- удельный вес численности иностранных студентов из СНГ, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, в общей численности студентов (приведенный контингент);
- средний балл ЕГЭ студентов, принятых на обучение по программам бакалавриата и специалитета, по всем формам обучения;
- доля обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в очной форме;
- список реализуемых УГСН.

1.3 Построение устойчивых паросочетаний

Исследование механизмов построения паросочетаний в ситуациях, когда участники имеют предпочтения и свободу принятия решений, было начато в классической работе[23]. Авторы рассматривали модели построения паросочетаний один-к-одному (когда каждый участник получает не более одного партнера) и один-ко-многим (когда участник одной стороны рынка – студенты получают ровно одного партнера, а участники другой стороны рынка – ВУЗы получают более одного партнера). Авторами был предложен алгоритм, позволяющий за конечное число шагов получить паросочетание при известных предпочтениях участников, являющихся линейными порядками на множестве участников противоположной стороны. В литературе этот алгоритм называется алгорит-

мом отложенного принятия (deferred acceptance algorithm).

Существует две версии алгоритма в зависимости от того, кто является предлагающей стороной, абитуриенты или ВУЗы. Рассмотрим вариант, в котором предлагающей стороной являются студенты. До начала работы алгоритма подаются предпочтения участников – линейные порядки на множестве агентов противоположной стороны. На первом шаге каждый абитуриент обращается в наиболее предпочтительный для себя ВУЗ. Вуз рассматривает все полученные заявления и (временно) принимает q лучших абитуриентов, где q соответствует числу мест. На следующем шаге те абитуриенты, которым было отказано, обращаются в следующие по предпочтительности ВУЗы. Вузы снова рассматривают все полученные заявления (оставленные с первого шага и вновь поступившие). Если ВУЗ получает новое заявление от абитуриента, которого он предпочитает временно зачисленному, то последнему ВУЗ отказывает и на следующем шаге такой абитуриент делает предложение следующему ВУЗу. Эта процедура продолжается до тех пор, пока все абитуриенты не будут зачислены в ВУЗы либо не получат отказ от всех ВУЗов, указанных в предпочтениях. Важным достоинством механизма является то, что он позволяет получить устойчивое паросочетание, то есть такое, что

- никакой участник не хочет отказаться от предложенного партнера и остаться один;
- никакие два участника не желают сговориться и заключить соглашение друг с другом, избежав предписанного распределения.

Кроме того, при использовании варианта механизма, в котором предлагающей стороной являются студенты, им оказывается выгодно представлять свои истинные предпочтения. Работа[23] получила широкое развитие и в теоретических исследованиях, и в прикладном дизайне централизованных механизмов. Механизм отложенного принятия (с незначительными вариациями) был внедрен на программе распределения медицинских интернов в США, системе зачисления в ВУЗы Турции по итогам единого тестирования, а также в департа-

ментах образования Бостона, Нью-Йорка и других городов США для зачисления в муниципальные школы.

1.4 Бостонский механизм построения неустойчивых паросочетаний

Описанный механизм часто именуется ”Бостонским механизмом так как именно этот механизм использовался для распределения детей Бостона по муниципальным школам.

Перед началом работы механизма участники (школы и поступающие) сообщают свои предпочтения в виде линейных порядков (списков) друг относительно друга. На первом шаге каждый абитуриент подает заявку в наилучшую для себя школу. Если школа получила больше заявок, чем имеется мест, то она отбирает лучших абитуриентов. На втором шаге абитуриенты, отвергнутые на первом шаге, подают заявки во вторые по предпочтительности школы. Школы не пересматривают результаты зачисления на первом шаге, даже если вновь обратившиеся абитуриенты для них предпочтительнее уже зачисленных. Каждая школа зачисляет лучших из вновь обратившихся абитуриентов на оставшиеся места. Так продолжается до тех пор, пока все абитуриенты не будут зачислены (либо отвергнуты всеми школами). Такой механизм ведет к созданию неустойчивого паросочетания. Действительно, рассмотрим абитуриента, поставившего на первое и второе места школы X и Y , соответственно. Пусть на первом шаге школа X не приняла абитуриента, так как получила достаточное количество заявлений от более предпочтительных абитуриентов; школа Y также полностью заполнила свои места на первом шаге. Тогда на втором шаге абитуриент подает заявление в Y . Но даже если Y считает этого абитуриента лучшим среди всех, она не сможет его принять, так как все места заполнены на первом шаге.

Этот алгоритм был заменен алгоритмом отложенного принятия, что позволило улучшить получаемое распределение для существенной доли абитуриентов и ликвидировать необходимость манипулирования при представлении предпочтений.

1.5 Агентно-ориентированное моделирование

Агентное моделирование – это мощный метод имитационного моделирования, который за последние несколько лет нашел применение в ряде прикладных задач, таких как потребительские и финансовые рынки, организационное поведение, транспортные системы, логистика.

Агентно-ориентированное моделирование – это система которая моделируется как совокупность автономных субъектов принятия решений, называемых агентами. Каждый агент индивидуально оценивает свою ситуацию и принимает решения на основе набора правил. Агенты могут демонстрировать разное поведение, подходящее для системы, которую они представляют, например, производство, потребление или продажа. На простейшем уровне агентно-ориентированная модель состоит из системы агентов и отношений между ними. Даже простая агентно-ориентированная модель может демонстрировать сложные модели поведения и предоставлять ценную информацию о динамике реальной системы, которую она имитирует. Агент – некоторая сущность обладающая активностью, некоторой активностью поведения. Может принимать решение в соответствии с некоторым набором правил взаимодействия с окружением, а также самостоятельно изменяться. Кроме того, агенты могут развиваться, позволяя проявиться непредвиденному поведению. Сложная система иногда включает нейронные сети, эволюционные алгоритмы или другие методы обучения, чтобы обеспечить реалистичное обучение и адаптацию.

1.5.1 Структура агентно-ориентированной модели

Типичная агентная модель состоит из трех элементов:

- набор агентов, их атрибуты и поведение;
- набор агентских отношений и способов взаимодействия;
- среда агентов, где они взаимодействуют между собой.

Для создания модели на основе агентов необходимо проанализировать, смоделировать и запрограммировать эти элементы.



Рисунок 2 – Структура типичной агентно-ориентированной модели

Структура типичной модели показана на рисунке 2. Каждый элемент данной структуры будет разобран далее.

1.5.2 Агент как элемент структуры модели

Наиболее важная определяющая характеристика агента – это его способность действовать автономно, то есть действовать самостоятельно в ответ на ситуации, с которыми он сталкивается. Агенты наделены поведением, которое позволяет им принимать независимые решения, обычно они активны, иницируют свои действия для достижения внутренних целей, а не просто пассивны, реагируют на других агентов и окружающую среду.

С точки зрения практического моделирования, агенты обладают некоторыми существенными характеристиками:

- автономность и однозначная идентифицируемость;
- самостоятельность, может независимо функционировать в своей среде и взаимодействовать с другими агентами, по крайней мере, в ограниченном диапазоне ситуаций, представляющих интерес для модели;
- агент имеет состояние, которое представляет основные переменные, связанные с его текущей ситуацией;
- динамичное взаимодействие с другими агентами, влияющими на его поведение. У агентов есть протоколы для взаимодействия с другими

агентами, способность реагировать на окружающую среду.

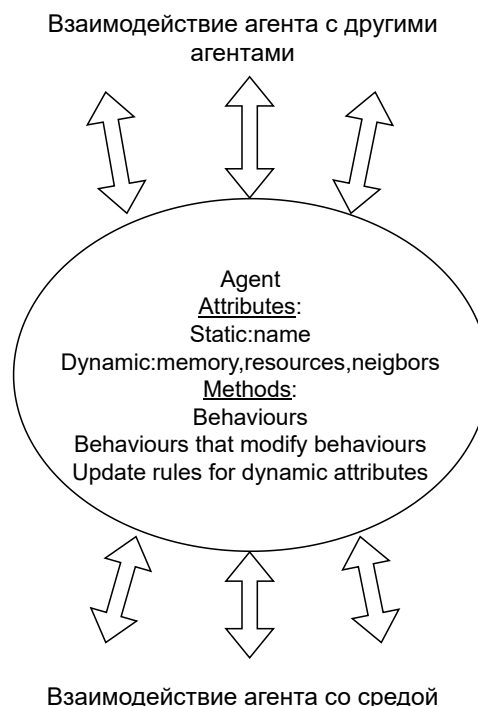


Рисунок 3 – Структура типичного агента

Структура типичного агента показана на рисунке 3. Все связанное с агентом является атрибутом, либо методом, который работает с агентом. Атрибуты могут быть статическими, не изменяемыми во время моделирования, и динамическими. Например, статический атрибут – это имя агента, динамический атрибут - это память агента о прошлых взаимодействиях.

1.5.3 Взаимодействие агентов

Двумя основными проблемами моделирования взаимодействий агентов являются определение того, кто с кем может быть связан, и механизмы динамики взаимодействий. Оба аспекта необходимо учитывать при разработке агентно-ориентированных моделей. Один из принципов сложных систем и агентного моделирования заключается в том, что агенту доступна только локальная информация. Агентные системы – это децентрализованные системы, нет центрального органа, который либо распространяет глобально доступную информацию всем агентам, либо контролирует их поведение в целях оптимизации производительности системы. Агенты взаимодействуют с другими агентами,

но не все постоянно взаимодействуют напрямую со остальными, как в реальных системах. Агенты обычно взаимодействуют с подмножеством других агентов, называемых соседями. Локальная информация получается из взаимодействий с соседями агента (не с каким-либо агентом или всеми агентами) и из его локальной среды (а не из какой-либо части всей среды). Как правило, набор соседей агента быстро меняется по мере моделирования. То, как агенты связаны друг с другом, обычно называют топологией или связностью агентно-ориентированной модели. Типичные топологии включают пространственную сетку или сеть узлов (агентов) и связей (отношений).

1.6 Формализация задачи

В соответствии с выбранной темой выпускной квалификационной работы необходимо разработать и реализовать метод прогнозирования итогов приёма в вузы России на основе агентного моделирования с использованием полученных из открытых источников статистических данных о ВУЗах и УГСН, а также распределении абитуриентов по регионам. Необходимо провести обработку полученных статистических данных.

2 Конструкторская часть

2.1 Разработка алгоритма поиска общего названия ВУЗа

Поскольку количество анализируемых ВУЗов составляет несколько сотен, сбор данных должен производиться в автоматизированном режиме.

Для сбора и преобразования статистики о российских ВУЗах в машиночитаемый формат и записи в базу данных, с целью дальнейшей обработки и анализа, был использован Kotlin — статически типизированный высокоуровневый язык программирования[10], а для работы с базой данных свободная объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL[11].

В процессе анализа информации было обнаружено, что именования ВУЗов на упомянутых выше аналитических ресурсах различно, что затрудняет объединение статистических данных, поскольку название ВУЗа в данном случае является его уникальным идентификатором. Для унификации названий ВУЗов была использована поисковая система от компании Яндекс. С помощью протокола http был отправлен get-запрос к поисковой системе, где в качестве параметра передавалось название вуза с информационного источника. Анализируя полученный в виде html страницы ответ, можно получить название ВУЗа в интерпретации поисковой системы. В таблице 3 представлен пример такой интерпретации.

Однако при обработке названий филиалов, практически во всех случаях результатом было название головного ВУЗа, что являлось ошибочным.

2.2 Разработка алгоритма приведения данных к официальному перечню направлений подготовки высшего образования

В данных об укрупнённых группах специальностей и направлений, полученных с мониторинга качества приёма в ВУЗы[9], существует допущение — указаны неофициальные укрупнённые группы, составленные самим мониторингом из официальных. Для решения данной задачи необходимо выделить таблицу, в которой будет указано, какую долю имеет официальная группа, в

неофициальной. С помощью данной таблицы можно пересчитать количество бюджетных мест по формуле

$$N_{budget} = \sum P_i k_i, \quad (1)$$

где N_{budget} — количество бюджетных мест в официальной группе;
 P_i — количество мест в i -ой неофициальной группе;
 k_i — i -я доля официальной группы в неофициальной.

Средний балл в каждой группе ВУЗа из информационно-аналитических материалов по следующей формуле

$$B_{aver.score} = \frac{\sum P_i k_i B_i}{N_{budget}}, \quad (2)$$

где $B_{aver.score}$ — средний балл в официальной группе;
 B_i — средний балл в i -ой неофициальной группе.

Таблица 3 – Интерпретация названия ВУЗа поисковой системой Яндекс.

Название ВУЗа на первом ресурсе	Моск. гос. техн. ун-т. им. Н.Э. Баумана
Название ВУЗа на втором ресурсе	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)»
Общее название	Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Последним этапом приведения будет масштабирование значений количества бюджетных мест и среднего балла в группе. Его необходимо проводить, если верно следующее:

$$N_{official} \neq N_{unofficial}, \quad (3)$$

где $N_{official}$ — сумма бюджетных мест всех официальных групп ВУЗа;
 $N_{unofficial}$ — сумма бюджетных мест всех неофициальных групп ВУЗа.

В данном случае необходимо пересчитать количество бюджетных в каждой группе по описанной выше формуле:

$$N_{budget} = \mu \sum P_i k_i, \quad (4)$$

где $\mu = \frac{N_{official}}{N_{unofficial}}$

Формула для пересчёта среднего балла остается без изменений.

3 Технологическая часть

4 Исследовательская часть

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный институт педагогических измерений – (дата обращения 2.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fipi.ru/ege>
2. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 13 августа 2021 г. N 753 – (дата обращения 2.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402694290/>
3. Порядок приема на обучение по программам высшего образования – (дата обращения 2.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420216602>
4. Постановление Правительства РФ от 13 октября 2020 г. № 1681 “О целевом обучении по образовательным программам среднего профессионального и высшего образования” – (дата обращения 3.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74665624/>
5. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ об утверждении Порядка приёма на обучение по образовательным программам высшего образования от 14 сентября 2020 г. – (дата обращения 3.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cdnimg.rg.ru/pril/article/195/62/75/2_5411494948547594417.pdf
6. Российский Статистический Ежегодник 2019 – (дата обращения 10.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gks.ru/bgd/regl/b19_13/Main.htm
7. Мониторинг качества приёма в вузы – (дата обращения 1.11.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ege.hse.ru>
8. Сведения о сдаче единого государственного экзамена – (дата об-

- ращения 1.11.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://data.gov.ru/opendata/7710539135-ege>
9. Информационно-аналитические материалы по результатам анализа показателей эффективности образовательных организаций высшего образования – (дата обращения 1.11.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://monitoring.miccedu.ru>
10. Язык программирования Kotlin – (дата обращения 5.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kotlinlang.org>
11. Система управления базами данных PostgreSQL – (дата обращения 5.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org>
12. Насадкин М.Ю., Агентное моделирование поведения абитуриентов при выборе вуза в России / Насадкин М.Ю., Питухин Е.А., Астафьева М.П. // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 8-2. – С. 307-311.
13. Абанкина И.В. Модель многоступенчатого выбора для прогнозирования спроса на высшее образование / И.В. Абанкина и др. // Университетское управление: практика и анализ. – 2014. – № 4–5. – С. 84-94.
14. Кисельгоф С.А. Выбор вузов абитуриентами с квадратичной функцией полезности: препринт WP7/2011/01; Высшая школа экономики. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2011. – 44 с.
15. Питухин Е.А. Анализ межрегиональной мобильности выпускников школ при поступлении в высшие учебные заведения / Е.А. Питухин, А.А. Семенов // Университетское управление: практика и анализ. – 2011. – № 3. – С. 82-89.
16. Прахов И.А. Модель выбора вуза в условиях ЕГЭ и роль ожиданий абиту-

- риентов: препринт WP10/2010/06; Гос. ун-т – Высшая школа экономики. – М.: Изд. дом Гос. ун-та – Высшей школы экономики, 2010. – 56 с.
17. Евдонин Г. А. Математическое моделирование и управление социально-экономическими и политическими процессами : учеб. пособие / Г. А. Евдонин. СПб. : Издательство СЗИУ РАНХиГС, 2012. 322 с.
18. Рыченков М. В. Исследование факторов, оказывающих влияние на выбор вуза абитуриентами, на различных этапах процесса поступления / Рыченков М. В., Рыченкова И. В., Киреев В. С. // Современные проблемы науки и образования. М., 2013. № 6.
19. Тимохович А. Н. Российский абитуриент вуза в условиях неопределенности // Вестник Университета (Государственный университет управления). М., 2012. № 1. С. 181–185.
20. Теплов Е. В., Филинова И. М. Факторы выбора абитуриентом образовательного учреждения // Среднее профессиональное образование. М., 2013. № 10. С. 43–44.
21. Берёза А.Н. Поддержка принятия решения при планировании набора абитуриентов в вузе на основе нечетких моделей/ Берёза А.Н., Ершова Е.А. // Известия ЮФУ. - Технические науки. - 2011. - №7. – С. 131-136.
22. Новосадова Н.О. Моделирование приемной кампании вузов с различным качеством и реализация модели в программной среде matlab // Фундаментальные и прикладные исследования в современной науке: сборник статей II Международной научно-практической конференции (14 апреля 2018 г., г. Самара). - Самара: ЦНИК, 2018. – С. 3-6.
23. Gale D., Shapley L.S. College Admission and the Stability of Marriage. The American Mathematical Monthly. – Vol. 69. – № 1 (Jan., 1962). – P. 9-15.

ПРИЛОЖЕНИЕ А Учёт индивидуальных достижений

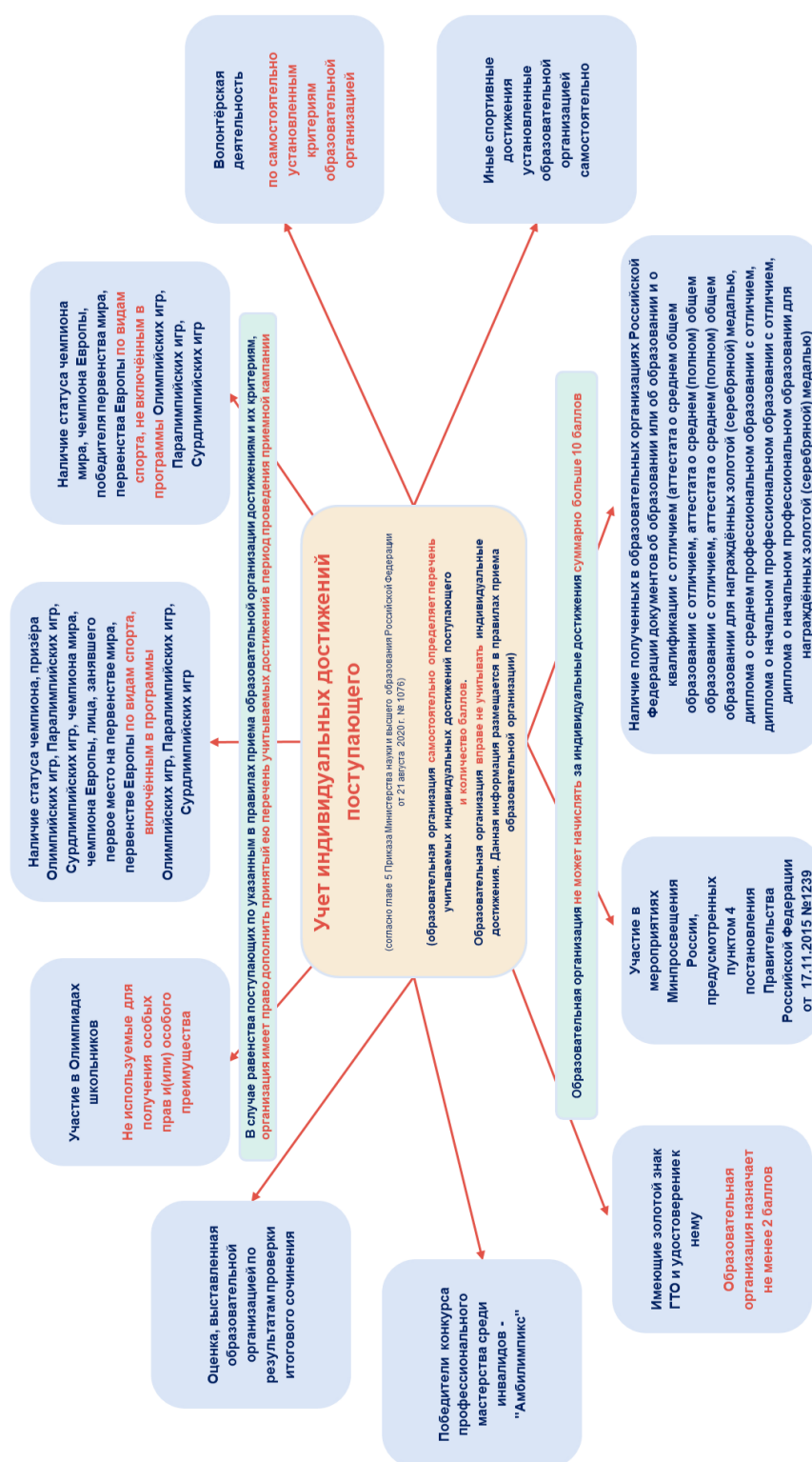


Рисунок 4 – Учет индивидуальных достижений