



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 **ИУ7-75Б**

(Подпись, дата)

Д.Р. Жигалкин

(И.О. Фамилия)

Руководитель ВКР

(Подпись, дата)

О.В. Кузнецова

(И.О. Фамилия)

Консультант

(Подпись, дата)

Д.А. Кузнецов

(И.О. Фамилия)

Нормоконтролер

(Подпись, дата)

<Нормоконтролер>

(И.О. Фамилия)

2021 г.

РЕФЕРАТ

Расчетно-пояснительная записка 26 с., 5 рис., 0 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:

- сбор информации и статистики о вузах России;
- анализ полученной информации о вузах;
- анализ существующих агент-ориентированных моделей;
- анализ способов моделирования поведения агента;
- разработка метода прогнозирования итогов приёма в вузы;
- программная реализация разработанного метода.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Аналитическая часть	9
1.1 Организация приема в вузы России	9
1.2 Информация и статистика российских вузов	12
1.3 Сбор информации и статистики о вузах	13
1.4 Агентно-ориентированное моделирование	14
1.5 Структура агентно-ориентированной модели	15
1.6 Агент как элемент структуры модели	16
1.7 Взаимодействие агентов	17
2 Конструкторская часть	19
3 Технологическая часть	20
4 Исследовательская часть	21
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	23
ПРИЛОЖЕНИЕ А Учёт индивидуальных достижений	26

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, 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.

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

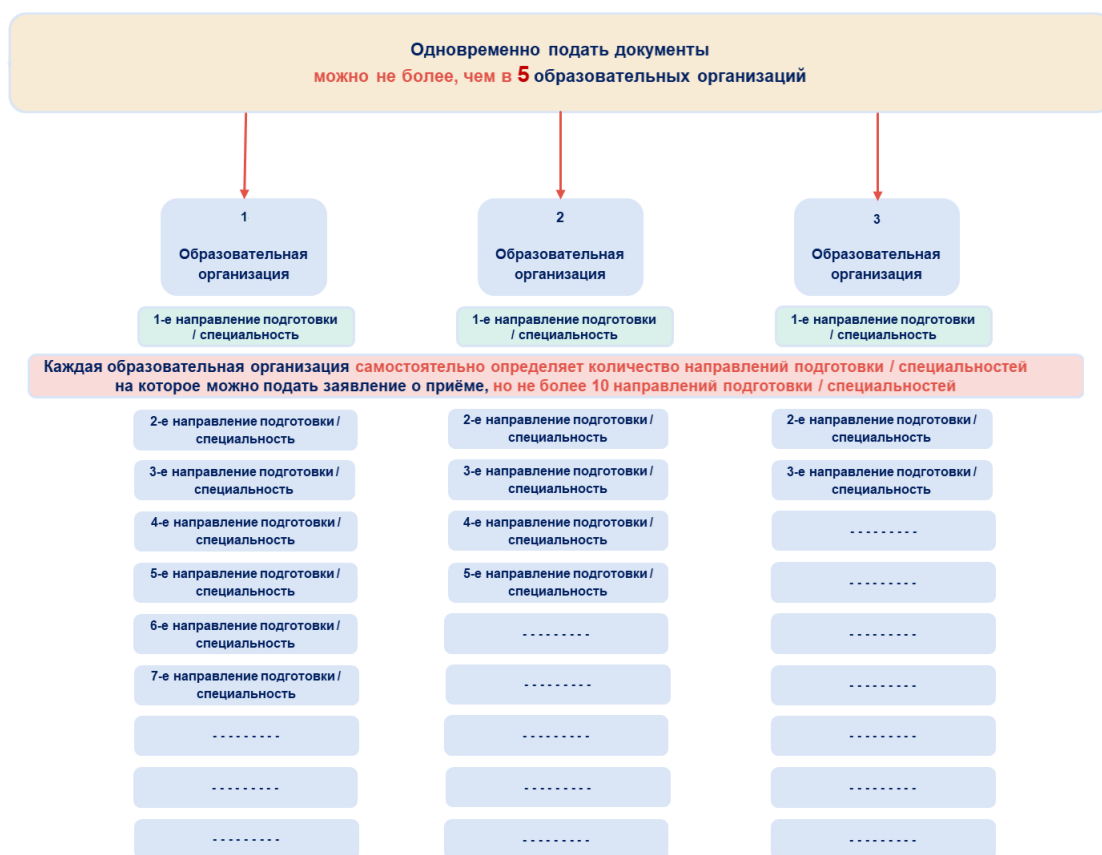


Рисунок 1 – Подача заявления не более чем в 5 образовательных учреждений

Номер в сводке	Фамилия	Балл	Наличия аттестата	Наличие заявления о согласии
1	Гусев	299	Нет	Нет
2	Слепухина	282	Нет	Нет
3	Плешивцов	272	Да	Да
4	Стрельцов	265	Нет	Нет
5	Трушкина	260	Нет	Нет
6	Малинская	250	Нет	Нет
7	Абасов	248	Нет	Нет
8	Дулепин	240	Да	Нет
9	Фаломкина	229	Да	Да
10	Автаев	227	Да	Да
11	Петрова	221	Нет	Нет
12	Покровская	217	Да	Нет
13	Калинин	201	Нет	Нет
14	Иванов	194	Да	Да
15	Леонов	176	Да	Да
...

Рисунок 2 – Ранжированный список поступающих

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. Пример просто ранжированного списка представлен на рисунке 2.

Согласно правилам приема, к результатам ЕГЭ вузы могут добавить своим абитуриентам до 10 баллов за счет так называемого портфолио. 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. Схема источников индивидуальных достижений представлена на рисунке 5.

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. 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. На досрочном этапе вузы принимают олимпиадников, поступающих вне конкурса, абитуриентов, имеющих льготы, и целевиков. Если после основной волны останутся свобод-

ные 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, если не прошли по квоте, но участвуют в конкурсе в рамках своей квоты. Для этого они также должны набрать количество баллов, равное или превышающее минимальное значение, установленное вузом. Бесплатно получить высшее образование в России можно один раз. Но при этом стоит учесть, что после прохождения обучения на бакалавриате можно поступить в магистратуру на бюджетное отделение.

1.2 Информация и статистика российских вузов

Согласно статистике на 2019 год, в России ведёт образовательную деятельность 741 государственный вуз [18]. Публичную информацию о них можно получить на следующих ресурсах:

- мониторинг качества приема в вузы[13];
- информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования[12].

С первого ресурса можно получить информацию о вузах и данные по направлениям подготовки за 2011-2020 года. Среди информации о вузах выделяются следующие параметры:

- название вуза;
- качество приёма на основании среднего балла ЕГЭ зачисленных на бюджетные места;
- качество приёма на основании среднего балла ЕГЭ зачисленных на платные места;
- рост/падение среднего балла по сравнению с прошлым годом;
- число студентов, зачисленных на бюджетные места;

- число студентов, зачисленных на платные места;
- количество студентов зачисленных без вступительных испытаний.

Характеристики направлений подготовки:

- наименование укрупнённой группы;
- название вуза;
- качество приёма на основании среднего балла ЕГЭ зачисленных на бюджетные места;
- качество приёма на основании среднего балла ЕГЭ зачисленных на платные места;
- рост/падение среднего балла по сравнению с прошлым годом;
- число студентов, зачисленных на бюджетные места;
- число студентов, зачисленных на платные места.

Из информационного-аналитических материалов второго ресурса можно получить обширную статистику по многим показателям вуза, выделим основные из них:

- образовательная деятельность;
- научно-исследовательская деятельность;
- международная деятельность;
- финансово-экономическая деятельность;
- заработная плата профессорско-преподавательского состава к средней заработной плате по экономике региона;
- численность сотрудников, из числа профессорско-преподавательского состава (приведенных к доле ставки), имеющих ученые степени кандидата или доктора наук, в расчете на 100 студентов.

1.3 Сбор информации и статистики о вузах

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[14], а для работы с базой данных свободная объектно-

реляционная система управления базами данных PostgreSQL[15].

В ходе работы было обнаружено, что именование вузов на информационных ресурсах различается, что делает невозможным автоматическое слияние двух таблиц с информацией с разных источников. Было найдено 2 решения данной проблемы, это либо ручное приведение двух именования к одному, что крайне трудозатратно, в виду количества вузов. Второе решение, наиболее предпочтительное с точки зрения трудозатрат, это подключение некоего сервиса, который на разные вариации названия вуза выдавал бы одинаковой ответ. Данным сервисом является поисковая система от компании Яндекс[16]. Посредством HTTP GET запросов[17] были получены, обработаны и унифицированы названия вузов, что позволило объединить информацию с обоих информационных ресурсов.

На основе полученной информации и статистики можно промоделировать поведение абитуриентов при различных внешних обстоятельствах, а также их реакцию на открытие или закрытие университетов, создание новых специальностей, изменение числа волн зачислений.

1.4 Агентно-ориентированное моделирование

Агентное моделирование – это мощный метод имитационного моделирования, который за последние несколько лет нашел применение в ряде приложений, включая приложения для решения реальных бизнес-задач.

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 различное 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 реаль-

ной 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 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.

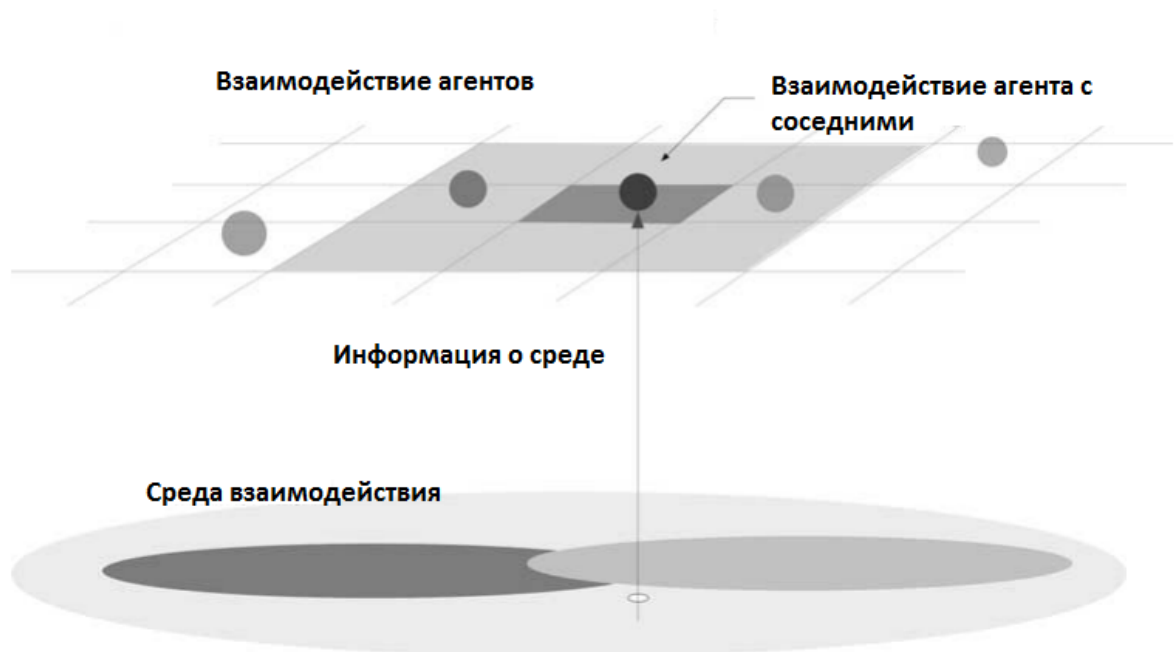


Рисунок 3 – Структура типичной агентно-ориентированной модели

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

Структура типичной модели показана на рисунке 3. Каждый элемент данной структуры будет разобран далее.

1.6 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, имеет атрибуты, позволяющие отличать агентов от других агентов и распознавать их.

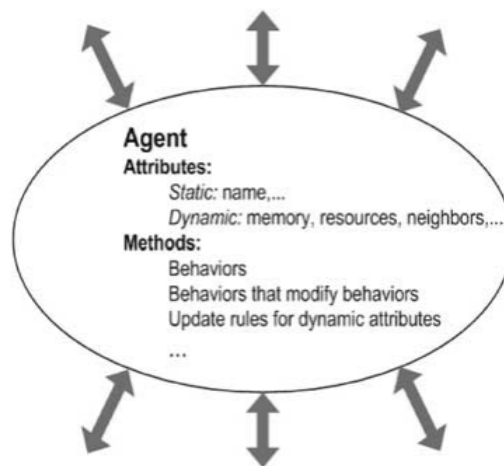
Самостоятельность, может функционировать независимо в своей среде и во взаимодействовать с другими агентами, по крайней мере, в ограниченном диапазоне ситуаций, представляющих интерес для модели. Поведение агента может быть определено чем угодно, от простых правил до абстрактных моделей, таких как нейронные сети или генетические программы, которые связывают входные данные агента с выходными данными через адаптивные механизмы.

Агент имеет состояние, которое представляет основные переменные, связанные с его текущей ситуацией. Состояние агентно-ориентированной модели – это коллективные состояния всех агентов вместе с состоянием окружающей среды. Таким образом, чем богаче набор возможных состояний агента, тем богаче набор поведений, которые агент может иметь.

Динамичное взаимодействие с другими агентами, влияющими на его поведение. У агентов есть протоколы для взаимодействия с другими агентами, способность реагировать на окружающую среду.

Структура типичного агента показана на рисунке 4. Все связанное с агентом является атрибутом, либо методом, который работает с агентом. Атрибуты

Взаимодействие агента с другими агентами



Взаимодействие агента со средой

Рисунок 4 – Структура типичного агента

могут быть статическими, не изменяемыми во время моделирования, и динамическими. Например, статический атрибут – это имя агента, динамический атрибут - это память агента о прошлых взаимодействиях.

1.7 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).

2 Конструкторская часть

3 Технологическая часть

4 Исследовательская часть

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Прахов И.А. Модель выбора вуза в условиях ЕГЭ и роль ожиданий абитуриентов: препринт WP10/2010/06; Гос. ун-т – Высшая школа экономики. – М.: Изд. дом Гос. ун-та – Высшей школы экономики, 2010. – 56 с.
6. Евдонин Г. А. Математическое моделирование и управление социально-экономическими и политическими процессами : учеб. пособие / Г. А. Евдонин. СПб. : Издательство СЗИУ РАНХиГС, 2012. 322 с.
7. 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.
8. Тимохович А. Н. Российский абитуриент вуза в условиях неопределенно-

сти // Вестник Университета (Государственный университет управления). М., 2012. № 1. С. 181–185.

9. Теплов Е. В., Филинова И. М. Факторы выбора абитуриентом образовательного учреждения // Среднее профессиональное образование. М., 2013. № 10. С. 43–44.
10. 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.
11. 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.
12. 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>
13. Мониторинг качества приёма в вузы – (дата обращения 1.11.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ege.hse.ru>
14. Язык программирования kotlin – (дата обращения 5.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kotlinlang.org>
15. Система управления базами данных PostgreSQL – (дата обращения 5.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org>

16. Поисковая система Яндекс – (дата обращения 6.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru>
17. Протокол прикладного уровня HTTP – (дата обращения 8.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://httpwg.org>
18. Российский Статистический Ежегодник 2019 – (дата обращения 10.12.2021). // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gks.ru/bgd/regl/b19_13/Main.htm
19. 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

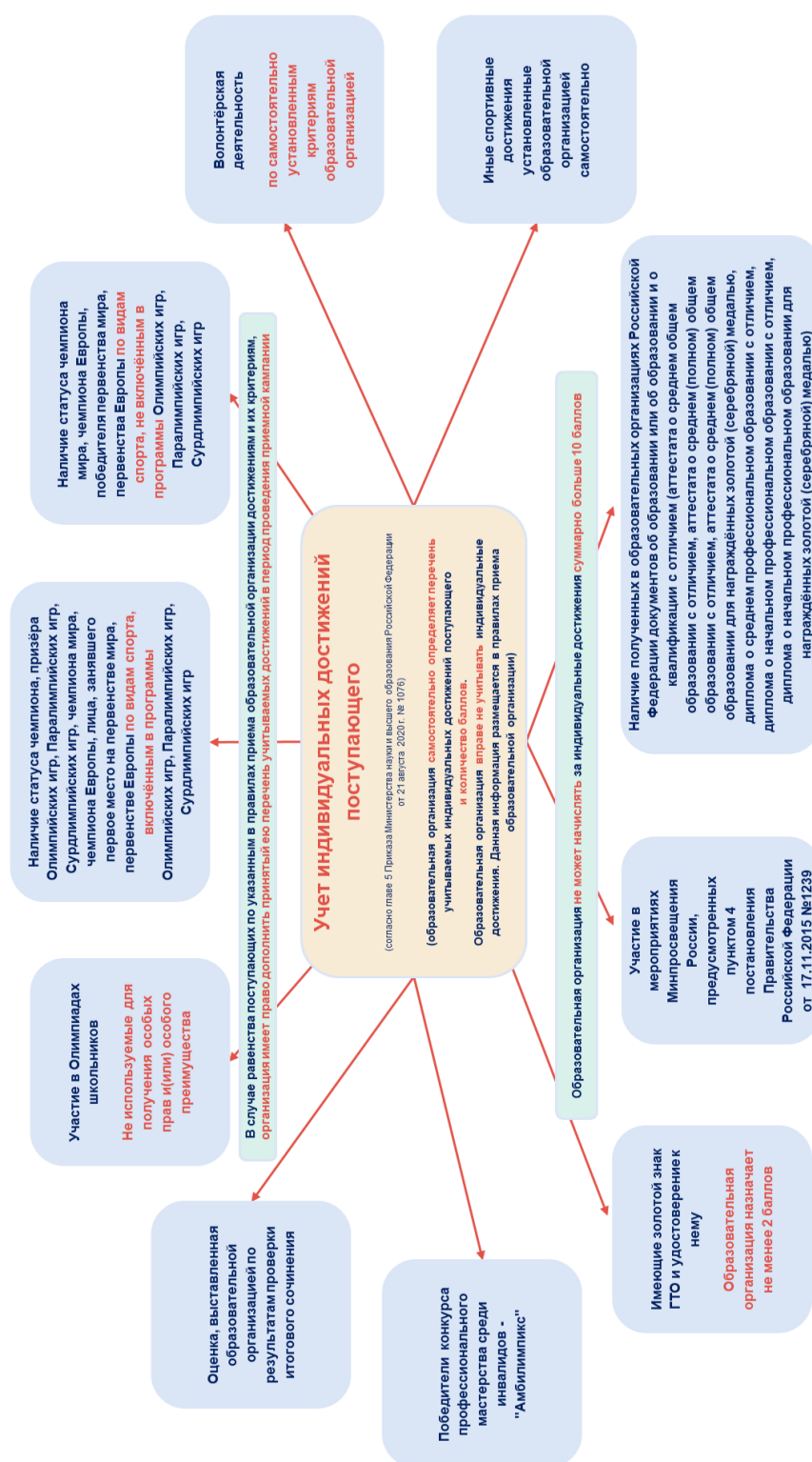


Рисунок 5 – Учет индивидуальных достижений