

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий  
(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»  
(наименование)

01.03.02 Прикладная математика и информатика  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Компьютерные технологии и математическое моделирование  
(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Информационно-аналитическая система поддержки формирующего и критериального оценивания учащихся АНОО СОШ "СОТА"»

Обучающийся

М.А.Юлдашева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.А. Тренина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент О.Н. Брега

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

## Аннотация

Тема бакалаврской работы: «Информационно-аналитическая система поддержки формирующего и критериального оценивания учащихся АНОО СОШ "СОТА». Актуальность работы заключается в том, что мы автоматизируем систему оценивания, выстраивая при этом траекторию обучения. Объектом исследования в выпускной квалификационной работе является процесс поиска автоматизации критериального и формирующего оценивания.

Предметом исследования выступает информационно–аналитическая система критериального и формирующего оценивания

Цель выпускной квалификационной работы – разработать информационно–аналитическую модель критериального и формирующего оценивания.

Выделим следующие задачи: изучить алгоритмы работы с данными, рассмотреть хранение и манипулирование данными, а также образовательный результат (ОР) с точки зрения математики, составить математическую модель, представить критерии оценивания ОР, с дальнейшей траекторией для индивидуального обучения.

В первом разделе мы рассматриваем теоретические сведения, которые помогут разработать критерии оценивания образовательного результата.

Во втором разделе описывается алгоритм Краскала, для выстраивания индивидуальной траектории, а также рассматривается реляционная модель данных.

Третий раздел посвящен тестированию алгоритма и баз данных.

Бакалаврская работа выполнена на 52 страницах, состоит из введения, трёх разделов, заключения, списка литературы, состоящего из 25 литературных источников, 40 рисунков и 3 таблицы.

## **Abstract**

The topic of the bachelor's thesis: "Information and analytical model of criteria and formative assessment". The relevance of the work lies in the fact that we automate the assessment system, while building a learning trajectory. The object of research in the final qualifying work is the process of searching for automation of criteria and formative assessment.

The subject of the study is an information and analytical system of criteria and formative assessment

The purpose of the final qualification work is to develop an information and analytical model of criteria and formative assessment.

We will highlight the following tasks: to study algorithms for working with data, to consider data storage and manipulation, as well as the educational result (RR) from the point of view of mathematics, to make a mathematical model, to present criteria for evaluating RR, with a further trajectory for individual learning.

In the first section, we consider theoretical information that will help develop criteria for evaluating educational outcomes.

The second section describes the Kruskal algorithm for building an individual trajectory, and also discusses the relational data model.

The third section is devoted to testing the algorithm and databases.

The bachelor's thesis is completed on 52 pages, consists of an introduction, three sections, a conclusion, a list of references, consisting of 25 literary sources, 40 figures and 3 tables.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ предметной области .....	8
1.1 Образовательный процесс. Таксономии.....	8
1.2 Формирующее оценивание. Целеполагание и проблематизация ....	11
2 Проектирование информационно–аналитической системы.....	16
2.1 Логическое моделирование информационно-аналитической системы.....	16
2.1 Алгоритм Краскала .....	24
2.2 Реляционная модель данных для аналитической системы.....	27
3 Разработка компьютерной модели и тестирование информационно–аналитической системы .....	35
3.1 Тестирование алгоритма Краскала.....	35
3.2 Тестирование аналитической системы .....	40
Заключение .....	48
Список используемой литературы и используемых источников.....	50

## Введение

Образовательный процесс представляет собой структурную систему организационно-дидактических мероприятий, направленных на выполнение требований определенного образовательного уровня в соответствии с государственными стандартами высшего образования. На каждой ступени обучения у человека нарабатываются навыки – уровни образовательной деятельности. Например, при поступлении в первый класс ребенок уже должен уметь: считать до десяти, сравнивать предметы, уметь решать простейшие задачи, называть времена суток и т.д.

Образовательный уровень учащихся определяет федеральный государственный стандарт (ФГОС). По данным ФГОС стандарт включает в себя три вида требований:

- требования к структуре основных образовательных программ, в том числе требования к соотношению частей основной образовательной программы и их объёму, а также к соотношению обязательной части основной образовательной программы и части, формируемой участниками образовательного процесса;
- требования к условиям реализации основных образовательных программ, в том числе кадровым, финансовым, материально-техническим и иным условиям;
- требования к результатам освоения основных образовательных программ.

Новый ФГОС устанавливает требования к результатам освоения обучающимися основной образовательной программы основного общего образования: личностным, метапредметным, предметным. Проблема состоит в сложности оценивания и соблюдения требования ФГОС. Для это существуют критерии оценивания.

Разработка критериев оценки – важная часть процесса обучения. Педагог в первую очередь не должен оценивать учащегося за личность. Работа

должна оцениваться по заранее обговорённым критериям. В документах министерстве образования и науки российской федерации есть критерии для каждого уровня образования, начиная от дошкольного образования, заканчивая высшим образованием по направлениям подготовки кадров высшей квалификации по программам ассистентуры-стажировки. Помощью в разработки критериев может служить формирующее оценивание. Формирующее оценивание – оценивание, осуществляемое в процессе обучения, когда анализируются знания, умения, ценностные установки, а также поведение обучающихся, дается обратная связь по итогам обучения. Результаты ученика сравниваются с его предыдущими результатами. Происходит мотивирование обучающихся, постановка образовательных целей и определение путей их достижения. Например, один из видов формирующего оценивания: создаются таблицы, где ученики отмечают свои знания, педагог обрабатывает и составляет материал по уровню знаний. Данный процесс включает в себя большой объем ручной работы.

Актуальность темы работы заключается в том, чтобы автоматизировать критерии оценки знаний учащихся и разработка индивидуальной траектории.

Цель выпускной квалификационной работы – разработать информационно-аналитическую модель критериального и формирующего оценивания.

Задачи для достижения цели:

- изучить понятия формирующего оценивания, таксономию Блума, календарно–тематическое планирование и образовательный результат;
- рассмотреть, критериальное и формирующее оценивание, как структуру данных;
- изучить виды графов для понимания математической модели;
- представить математическую модель в виде графа;
- рассмотреть алгоритм для создания индивидуальной траектории;
- создать базу данных для хранения информации.

Объектом исследования в выпускной квалификационной работе является процесс поиска автоматизации критериального и формирующего оценивания.

Предметом исследования выступает информационно-аналитическая система критериального и формирующего оценивания. Новизна исследования состоит в том, что мы автоматизируем процесс критерии оценивания, уменьшив большой объем ручной работы.

Теоретическая значимость данной работы может быть использована для оценивания качества знаний при образовательном процессе.

К практической значимости и результатам можно отнести разработанный автоматизированный процесс критериального оценивания, методические материалы для реализации программы.

Для решения поставленных задач используются методы: теоретический анализ литературы, метод анализа и обработки полученной информации, оценка полученной информации, проведение практического исследования по полученным результатам.

Бакалаврская работа состоит из введения, трех разделов, заключения и списка литературы. Во введении описывается актуальность выбранной темы, цель и задачи исследования. В первом разделе рассматривается образовательный процесс, связь формирующего оценивания с таксономией Блума, календарно-тематическим планированием и образовательным результатом. Во втором разделе создается математическая модель поддержки формирующего и критериального оценивания. В третьем разделе описывается алгоритм Краскала, и создаются модули для работы информационно-аналитической системы, а также проводится тестирование основных блоков. В заключении представлены основные результаты исследования.

## **1 Анализ предметной области**

### **1.1 Образовательный процесс. Таксономии**

Структура системы образования в России включает общее, профессиональное и дополнительное образование [7]. Система образования включает в себя образовательные стандарты и федеральные государственные требования, образовательные стандарты и самостоятельно устанавливаемые требования, образовательные программы различных вида, уровня и (или) направленности;

Единство обязательных требований к результатам освоения программ основного общего образования реализуется во ФГОС на основе системно-деятельностного подхода, обеспечивающего системное и гармоничное развитие личности обучающегося, освоение им знаний, компетенций, необходимых как для жизни в современном обществе, так и для успешного обучения на следующем уровне образования, а также в течение жизни.

Системно-деятельностный подход (СДП) как концептуальная основа ФГОС общего образования обеспечивает:

- формирование готовности личности к саморазвитию и непрерывному образованию;
- проектирование и конструирование социальной среды развития обучающихся в системе образования;
- активную учебно-познавательную деятельность обучающихся;
- построение образовательного процесса с учётом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся [16].

Для составления плана по СДП необходимо знать уровень образовательного результата учащихся, для этого в школах начали использовать таксономию Блума. С 1950 – 1960-х в сфере образования



активно обсуждается таксономия Блума. Бенджамин Сэмюэл Блум – американский психолог методов обучения, вместе со своей командой создали классическое определение уровней образовательной деятельности, от очень простых (таких как запоминание фактов до более сложных (таких как анализ или оценка информации). Они определили три типа знаний: когнитивное(знания), аффективные(установки), и психомоторные (физические навыки) [12]. Оригинальное представление таксономии выглядит как пирамида, рисунок 1.

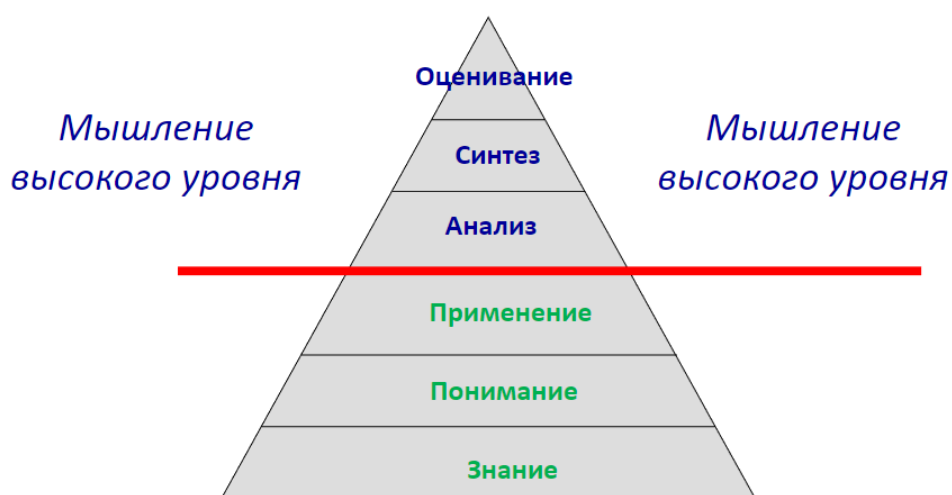


Рисунок 1 – Представление таксономии Блума в виде пирамиды

Таксономия образовательных целей Блума – старейшая и, вероятно, наиболее широко известная таксономия. Таксономия Блума классифицирует мышление в соответствии с шестью когнитивными уровнями сложности: знание, понимание, применение, анализ, синтез и оценка. Категории упорядочены от простых к сложным и от конкретных к абстрактным. По словам Блума, каждый уровень необходимо освоить, прежде чем переходить на следующий более высокий уровень. Каждый уровень становится более сложным, когда вы продвигаетесь выше. Классификация начинается с базового уровня, который представляет собой простые навыки припоминания, и переходит к воспринимаемому высшему уровню когнитивной обработки,

который они считают «оценкой». Кроме таксономии Блума есть таксономия SOLO (Структура наблюдаемых результатов обучения). Таксономия представляет собой систематический способ описания того, как понимание учащегося развивается от простого к сложному при изучении различных предметов или задач. Таксономия SOLO была разработана Биггсом и Коллисом в 1982 году как альтернатива таксономии Блума (когнитивная область). В своей работе Биггс и Коллис рассмотрели структуру наблюдаемых результатов обучения, создаваемых учащимися, с точки зрения сложности. Их модель описывает уровни возрастающей сложности в понимании учащимся предметов или рабочих задач. Таксономия SOLO разделена на пять уровней понимания. Она иерархична, и каждый этап включает в себя предыдущий и что-то к нему добавляет:

- предструктурный: некомпетентный – ничего не известно о предмете или задаче;
- одноструктурный: известен один важный аспект;
- относительный: аспекты знаний интегрированы в структуру;
- расширенное резюме: знания обобщаются в новую область [19].

Также третий тип таксономии – таксономия Финка определяет обучение с точки зрения изменений. Финк считает, что для того, чтобы произошло обучение, в учебнике должны произойти какие-то изменения. Если нет изменений, нет обучения. Кроме того, он считает, что значительное обучение требует каких-то устойчивых изменений, которые важны с точки зрения жизни учащегося [12].

В отличие от некоторых других таксономий Финка не является иерархической. Она интерактивна. Это означает, что каждый вид обучения может стимулировать другие виды обучения. Кроме того, таксономия Финка выходит за рамки когнитивных процессов и включает другие цели обучения. Его таксономия включает более аффективные аспекты, такие как «человеческое измерение» и «забота» – выявление и / или изменение своих чувств.

Тема таксонометрии важна в нашей работе – так как школа использует данный вид знаний в качестве критериев оценки, отбор в школу происходит по уровням знания, деления на группы: углубленные или базовые, зависит от того, на каком уровне находится учащийся.

Проблема таксонометрии состоит в её иерархичности. Многие эксперты полагают, что люди прыгают с одного уровня на другой по мере обучения – какие-то они пропускают, а до каких-то не доходят. У многих учащихся есть большое количество «рекурсий» – навык приобретается, потом теряется, а затем возвращается – часто более закреплённым, чем изначально [24].

Поэтому для оценки знаний использование таксонометрии – лишь один из видов критериев оценки. Существует методика формирующего оценивания, которая так же, как и представленные выше таксонометрии могут быть использованы для улучшения преподавания и обучения учащихся в процессе обучения и быть критерием оценивания знаний.

## **1.2 Формирующее оценивание. Целеполагание и проблематизация**

Формирующее оценивание относится к широкому спектру методов, которые учителя используют для проведения в процессе оценки понимания учащимися, потребностей в обучении и успеваемости во время урока, раздела или курса. Формирующее оценивание помогает учителям определить концепции, которые учащиеся пытаются понять, навыки, которые им трудно освоить, или стандарты обучения, которых они еще не достигли, чтобы можно было внести коррективы в уроки, методы обучения и академическую поддержку.

Общая цель формирующего оценивания – собрать подробную информацию, которая может быть использована для улучшения преподавания и обучения учащихся в процессе обучения [12]. Что делает оценку «формирующей», так это не дизайн теста, техника или самооценка как

таковые, а то, как она используется, т. е. для информирования в процессе обучения и модификаций обучения. Формирующее оценивание можно использовать для:

- переориентировки учащихся на процесс обучения и его внутреннюю ценность, а не на оценки или внешние поощрения;
- поощрение учащихся развивать свои сильные стороны, а не заикливаться на своих недостатках;
- давать учащимся более подробную, точную и полезную информацию.

Поскольку оценки и результаты тестов дают лишь общее представление об успеваемости, обычно по завершении учебного периода, формирующая обратная связь может помочь уточнить и выверить ожидания от обучения как для учеников, так и для родителей. Учащиеся получают более четкое понимание того, что от них ожидается, а родители – более подробную информацию, которую они могут использовать для более эффективной поддержки образования своего ребенка.

Рассмотрим, на рисунке 2 один из примеров работы того, как формирующее оценивание используется в школе «СОТА».

В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н
Фамилия имя	8.11 Текстовые задачи			09.11 Контрольная работа "Делимость чисел"			10.11 Текстовые задачи			
	Прогноз	факт	дз	пр	факт	дз	пр	факт	дз	
хазхаха	1	3	+	1	4	О	1	3	О	
вампир		3		1	3	Р	1	3	Р	
акула										
micassa		3	Р	1	1	Р	1	3	Р	
пулсень	2	1	Р	2	1	Р	2	1	Р	
вупсень	1	3	Р	1	3	Р	1	3	Р	
зублефар	1	3	+	1	1	О	1	3	Р	
solomka	2	1	+	2	4	О	2	1	О	
another	2	2	+	2	3	Р	2	2	Р	

Рисунок 2 – Таблица формирующего оценивания

Как и в пирамиде Блума – уровни распределены на цвета, обозначения цветов приводится в таблице, а так ж на рисунке 3, чтобы учащиеся и родители понимание обозначения цветowych ячеек.

Основное	Домашнее задание
отлично умеет и делает быстро	Р-рекомендации (дз не обязательно, по желанию ребенка)
умеет, но пока делает медленно (не отработано)	
иногда ошибается (делает 1–2 ошибки)	+ и цвет по основным критериям (взял дз, на сколько выполнил)
пока часто ошибается (2 ошибок)	
пока затрудняется в выполнении, обращается за помощью	О- обязательное домашнее задание
пока не может без помощи	+/- (выполнил/не выполнил обязательное дз)

Рисунок 3 – Обозначения цветowych ячеек

Фамилии и имена учеников – псевдонимы. Никто кроме самих учащихся и учителей не знает, как записан его одноклассник. Это помогает с анонимностью. Столбец «прогноз» отвечает за то, как ребята оценивают свои знания по предстоящему тесту, «факт» – результат тестирования. Исходя из этого педагог решает – давать ли учащемуся домашнее задание или нет. Данный процесс совершается вручную, что занимает время, нам нужно разработать алгоритм, где формирующее оценивание, например ячейка «прогноз» отмечалась не учеником, а исходя из ранее собранных данных.

Нельзя забывать и о том, что ученики должны выполнять календарно–тематический план, который прописан во ФГОС, аналитическая система так же поможет в отслеживании результатов обучающихся.

### 1.3 Постановка задачи на исследование

Цель исследования: разработать информационно-аналитическую систему критериального оценивания для повышения эффективности процессов принятия решений в организации.

Задачи исследования:

- проанализировать существующие методы и инструменты критериального оценивания в организациях;
- определить критерии оценки эффективности информационно-аналитической системы;
- разработать информационно-аналитическую систему критериального оценивания, используя современные технологии.
- произвести тестирование и анализ работы системы на примере реальной организации;
- определить рекомендации по совершенствованию системы на основе полученных результатов тестирования;
- разработать руководство пользователя для использования системы в организациях, упрощающее внедрение и использование системы.

Исходя из поставленных задач, исследование должно привести к разработке эффективной и надежной информационно-аналитической системы, соответствующей требованиям организаций и обеспечивающей процессы принятия решений на основе критериев оценки.

Так же стоит проблема хранения и обработки данных, пока это большой объем информации, которая находится на разных бумажных и электронных носителях, задачами на исследование нашей работы будет – рассмотреть связи самооценивания, таксономии Блума и целевого обучения, определить критерии оценивания.

Продумать аналитический алгоритм обработки данных, собрав все материалы для дальнейшего использования в школе. По данным материала педагог сможет выявить все критерии для проставления оценок, ориентируясь на то, какие результаты ученики должны делать по ФГОС и видя реальную картину, а также спроектировать индивидуальную траекторию для учащихся.

Индивидуальная траектория в обучении нужна для того, чтобы обеспечить эффективное, качественное и комфортное обучение каждого ученика с учетом его особенностей и потребностей. Каждый ученик обладает своими индивидуальными способностями, уровнем знаний, скоростью

усвоения материала, предпочтениями в методах обучения и другими параметрами, которые могут влиять на процесс обучения.

Также индивидуальная траектория позволяет студентам изучать предметы и темы, которые им наиболее интересны и полезны в их будущей профессиональной деятельности, при этом не тратя время на изучение ненужных им тем. Более того, такая траектория может помочь ученикам справиться с существующими проблемами в учебе и достичь лучших результатов. Адаптация к индивидуальной траектории не только помогает увеличить уровень знаний студента, но и улучшить их мотивацию к учебе, поскольку они видят максимальную пользу от своего времени и усилий в процессе обучения. Перейдем к разработке математической модели.

## **2 Проектирование информационно–аналитической системы**

### **2.1 Логическое моделирование информационно-аналитической системы**

Цифровая трансформация в образовательной организации нужна для поднятия эффективности принятия решений, за счёт того, что она становится прозрачной, датацентрированной. В нашей работе мы рассматриваем цифровую трансформацию, как «массовую индивидуализацию». Массовая индивидуализация – когда в большом количестве учащихся, мы для каждого можем построить индивидуальную траекторию, для этого нам понадобится три основных элемента: диагностика, цифровой след, цифровой профиль. Основой упор мы ставим на цифровой профиль, а именно сбор данных, при помощи которых мы сможем выстраивать траекторию развития учащегося.

Так как мы исследуем способы хранения и манипулирование данными, в которых записаны образовательные результаты (ОР) и критерии их измерения, рассмотрим примеры образовательных результатов по таксономии Блума. Знания – запоминает, воспроизводит конкретную учебную единицу (факт, термин). Понимание – объясняет, излагает. Применение – умеет воспользоваться знаниями и преобразовать теоретический материал на практике.

На примере предмета «математика», данные критерии могут проверяться таким образом, рисунок 4.



Категория целей	Оценочные средства	Ответ или решение	Оценивает ученик	Оценивает учитель
Знание	Продолжите фразу: чтобы сложить дробь с разными знаменателями нужно...			
Понимание	Могу сложить дробь с разными знаменателями. Вычислить: $\frac{1}{2} + \frac{3}{4}$ ; $\frac{5}{6} + \frac{2}{3}$ ; $\frac{10}{12} - \frac{1}{4}$ .			
Применение	Умею решать уравнения: $\frac{1}{2} + x = \frac{3}{4}$ ; $\frac{5}{6} - x = \frac{2}{3}$ ; $x + \frac{1}{4} = \frac{10}{12}$			

Рисунок 4 – Пример проверки образовательных данных по таксономии Блума

Для сбора данных в информационно–аналитическую систему важные критерии оценивания. Критерии могут создаваться, ориентируясь на ФГОС, либо составлять самим учителем, в зависимости от цели обучения. Рассмотрим схему, рисунок 5.

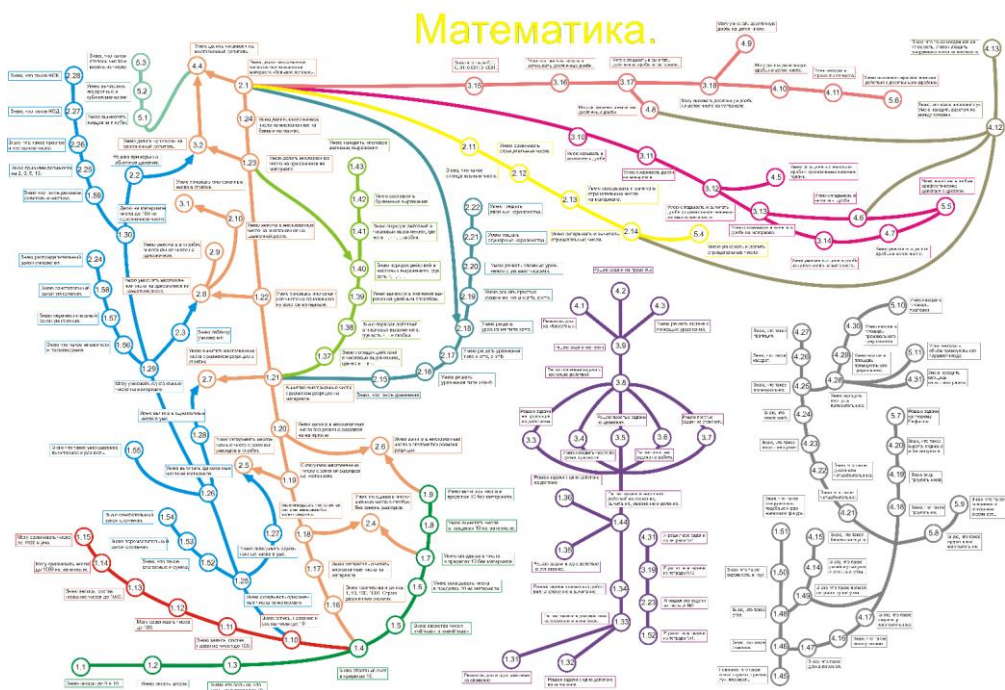


Рисунок 5 – Дерево получения навыков по предмету «математика»

На рисунке 5 представлена «связь» изучения математики. Зеленым цветом показан начальный уровень знаний ученика, если рассмотреть данный рисунок, то можно заметить, что от зеленой ветки, берут начало другие уровни знаний. То есть, если ученик не освоил пункт 1.4, то дальнейшее обучение вызовет трудности, мы не сможем перейти на уровень понимания и применения. Так как образовательный результат – это измеримые конкретны достижения, в которых описывается подробная информация об умениях ученика и данный рисунок показывает нам, что мы можем рассмотреть образовательный результат через графы. Пункты, которые мы видим на рисунке – вершины графа, линии между вершинами – ребра графа. Рассмотрим пример образовательного результата в виде графа  $(V, E)$  (рисунок 6). Пусть  $V$  – набор вершин, непустое множество.  $E$  – подмножество пар в  $V \times V$ , соответствующих дугам граф [5].

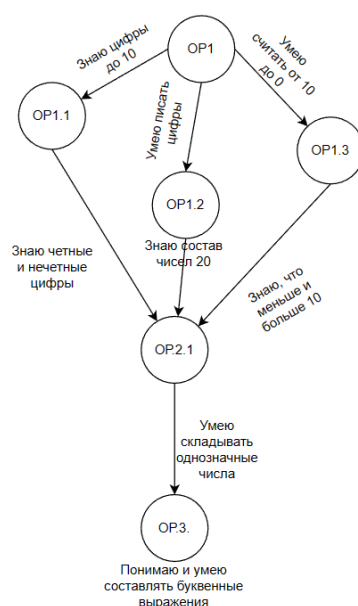


Рисунок 6 – Пример образовательного результата

На рисунке 6 представлен образовательный результат – составление буквенных выражений. В начале учащийся изучил все на уровне «знаю», далее все навыки переходят «умею», и в конечном итоге достигается нужный

образовательный результат. Вопрос стоит в другом, как измерять образовательный результат? Рассмотрим рисунок 7.

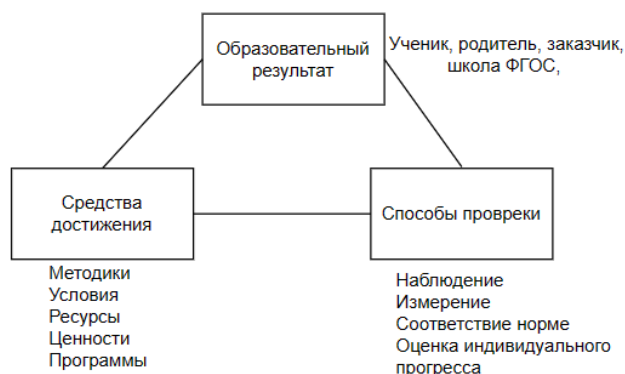


Рисунок 7 – Образовательный результат

Образовательный результат оценивается разными способами, так как средства достижения и способы проверки – индивидуальны, наш граф может стать взвешенным, так как ОР, можно посчитать, имея критерии. Рассмотрим рисунок 8.

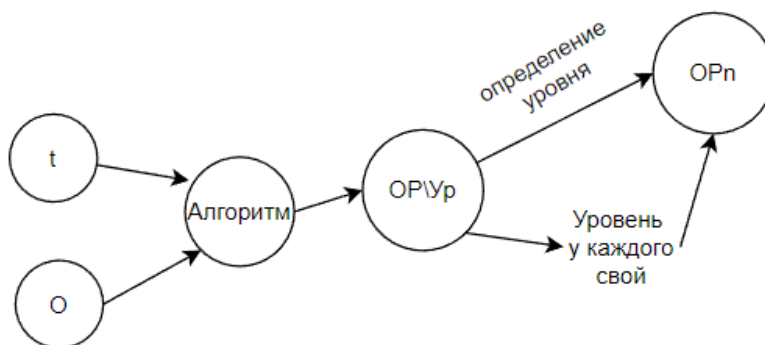


Рисунок 8 – Логика расчета образовательного уровня

Зададим множество  $X\{t, o\}$ , где  $t$  – тест,  $o$  – ответы на тест. Далее по алгоритму рассчитывается уровень образовательного результата и происходит определение уровней. Для расчёта уровней образовательного

результата, нам нужно знать информацию об успеваемости, качество знаний, степень обученности, средний балл, качество успеваемости, в таблице 1 указаны формулы расчета данных [11].

Таблица 1 – Расчет качества знаний

Название	Формула
Качественная успеваемость (% качества знаний)	$(O_5 + O_4) \backslash Kol * 100$
Абсолютная успеваемость (% успеваемости)	$(O_5 + O_4 + O_3) \backslash Kol * 100$
Степень обученности учащихся (СОУ)	$(100 \times O_5 + 64 \times O_4 \times O_3 + 16 \times O_2 + 7 \times O_{n\backslash a}) \backslash Kol$
Средний балл	$(5 \times O_5 + 4 \times O_4 + 3 \times O_3 + 2 \times O_2) \backslash Kol$

$O_5$  – отметки «отлично»;

$O_4$  – отметки «хорошо»;

$O_3$  – отметки «удовлетворительно»;

$O_2$  – отметки «неудовлетворительно»;

$O_{n\backslash a}$  – количество неаттестованных по неуважительной причине (примечание – неаттестованные по уважительной причине не должны учитываться при подсчете количества учащихся);

$Kol$  – общее количество учащихся. На рисунке 9 показаны критерии оценки показателей обучения.

Качество знаний	СОУ	Средний балл	Качество успеваемости
Менее 33%	Менее 60%	Менее 3,5	Менее 50%
33% - 49%	60% - 74%	3,5 – 3,99	50% - 74,9%
50% - 74%	75% - 84%	4,0 – 4,49	75% - 84,9%
75% - 100%	85% - 100%	4,5 – 5	85% - 100%

Рисунок 9 – Критерии оценки качества образования

Мы можем предположить, что по данным критериям, существует четыре уровня знаний: критический, допустимый, оптимальный, высокий.

Рассмотрим более подробно, например, как выглядит получение навыков по предмету «математика у отличника» и «двоечника», по теме решение задач (рисунок 10).

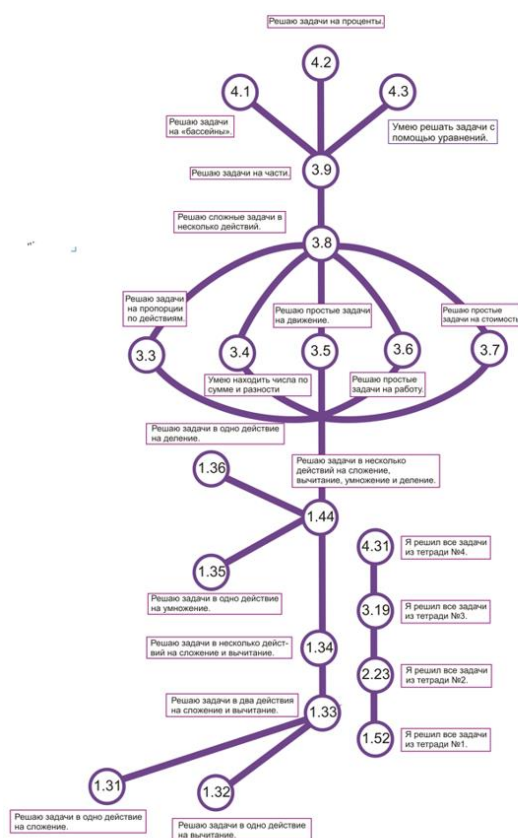


Рисунок 10 – Навыки «отличника»

Вся ветка фиолетового цвета по таксономии на уровне «применения», на рисунке 11, показаны навыки «двоечника».

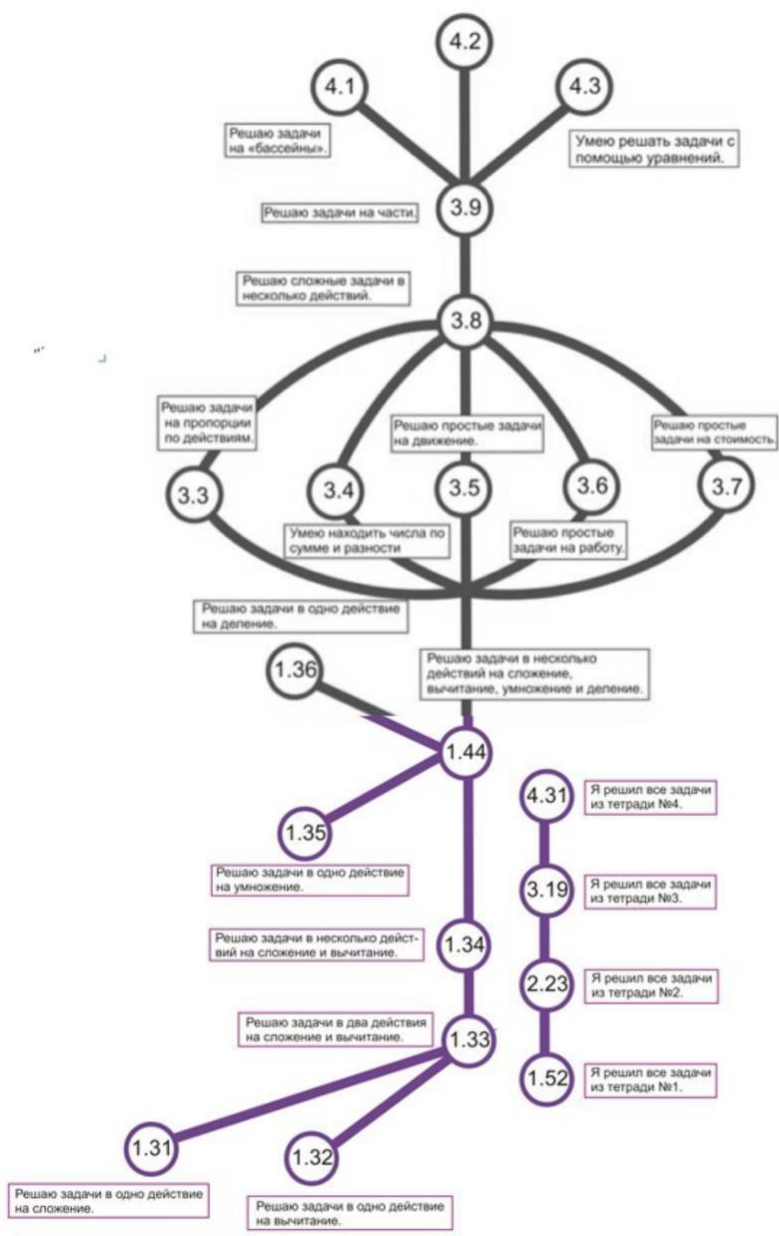


Рисунок 11 – Навыки «двоечника»

У учащегося с преимущественно неудовлетворительными оценками, уровни знаний остановились на пункте «решаю задачи в одно действие», дальнейшие задачи он решить не сможет, пока не получит нужный уровень образовательного результата. Например, уметь решать задачи в два или более действий. Чтобы понять, когда учащийся сможет перейти на новый уровень, воспользуемся нечеткой логикой, из бесконечного множества от 0 до 1 [4]. В

таблице 2 представлены признаки для определения степени знаний и полярные значения.

Таблица 2 – Степень знаний и полярные значения

Элемент множества X	Признак	Полярные значения функции принадлежности	
		0	1
X <sub>1</sub>	Знание цифр	низкий	высокий
X <sub>2</sub>	Знание состава чисел	низкий	высокий
X <sub>3</sub>	Умение производить операции над числами	низкий	высокий
X <sub>4</sub>	Понимание простейших задач	низкий	высокий
X <sub>5</sub>	Умение решать задачи в одно действие	низкий	высокий

В данном примере в качестве универсального множества выступает множество признаков  $X = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\}$ . Для конкретного лица А эксперт, исходя из приведенной шкалы, задает для каждого  $x \in X$  значение  $\mu_A(x)$ , формируя нечёткое множество:

$$A = \{ \langle x_1; \mu_A(x_1) \rangle, \langle x_2; \mu_A(x_2) \rangle, \dots, \langle x_9; \mu_A(x_9) \rangle \}. \quad (1)$$

Значение функции принадлежности находится по формуле:

$$\mu_A(x) = \frac{n_1}{n_1 + n_2}. \quad (2)$$

Исходя, из вышперечисленного уровень образовательного результата выглядит так

$$X \{t, 0\} \xrightarrow{A} [0; 1]. \quad (3)$$

Граф становится взвешенным, веса – баллы для определения уровня образовательного результата. Так как граф взвешенный, у каждого учащегося свой уровень результата, для построение личной траектории, воспользуемся матрицей смежности и получим граф индивидуальной траектории, где будет видно, по какой ветке ученик может пойти, а какую интуитивно он понимает, и может пропустить, рассмотрим алгоритмы для работы с нашими графами.

## 2.1 Алгоритм Краскала

Для работы с графами существует множество алгоритмов, так как нам важно выстроить индивидуальную траекторию для учащихся, мы наложили матрицу на граф и получили матрицу отображения. Вопрос стоит в том, как мы можем построить граф индивидуальной траектории? Так как наш граф имеет подграф, можно воспользоваться алгоритмом Краскала.

Алгоритм Краскала – это алгоритм нахождения минимального остовного дерева в связном взвешенном неориентированном графе. Он работает пошагово, добавляя к остовному дереву ребро минимального веса, пока не будут добавлены все вершины [20].

Шаги алгоритма:

- 1) составляем список всех ребер и сортируем их по весу в неубывающем порядке;
- 2) создаем структуру данных для хранения остовного дерева и списка уже добавленных ребер. Начальное остовное дерево состоит из одной вершины;
- 3) проходим по отсортированному списку ребер. Если ребро соединяет вершины, которые еще не связаны в текущем остовном дереве, добавляем его к этому дереву;



4) повторяем шаг 3 для всех ребер.

Рассмотрим, пример работы данного алгоритма, на рисунке 12 представлен граф.

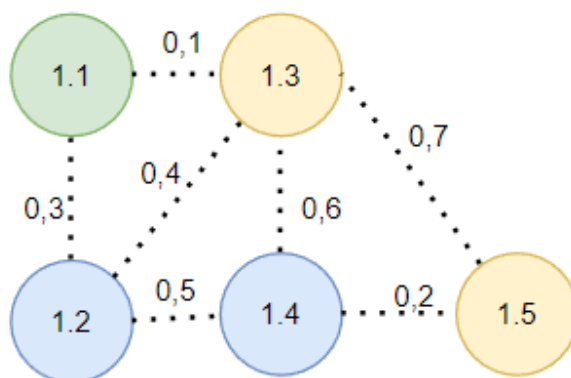


Рисунок 12 – Подграф

Как мы можем увидеть, тема под номером 1.1 ученик понимает на «зеленый» уровень, по таксономии Блума – уровень применения (знает отлично), тема под номером 1.2, 1.4 уже понимается на уровне «голубой» – понимание, то есть ученик знает тему, но применять знания на практике не умеет. Остальные пункты – на уровне «желтый», темы, которые ученик не понимает из-за пробелов. На ребрах – баллы за тестирование. У нас идёт отображение на интервале от 0 – 1, с которыми удобно работать. Для нормировки баллов, будем использовать нормализацию, она реализуется по формуле:

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}, \quad (4)$$

где  $z_i$  – нормализованное значение в наборе данных;

$x_i$  – значение в наборе данных;

$\min(x)$  – минимальное значение в наборе данных;

$\max(x)$  – максимальное значение в наборе данных.

Алгоритм Краскала поможет выстроить индивидуальную траекторию исходя из минимальных ребер. Каждый раз выбирая минимальное ребро, добавляется новая вершина, окрашивая вершину в новый цвет. По итогу алгоритма все вершины становятся зеленого цвета, на уровне применения.

Рассмотрим, данный алгоритм на рисунке 13.

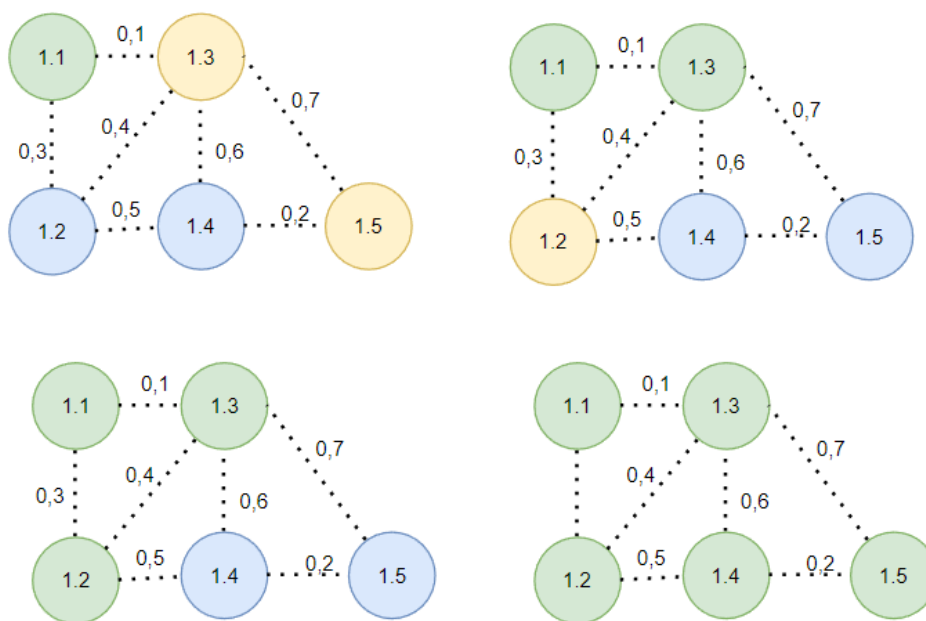


Рисунок 13 – Алгоритм Краскала

На рисунке 13 мы видим, что первое ребро с минимальны весом – 1.1 и 1.3, объединим и вершины из разных множеств, теперь пункт 1.3 становится «зеленым». Следующее ребро 1.4 – 1.5, соединяем множества, окрашиваем в цвет «синий», далее ребра 1.1 и 1.2, но мы видим, что ученик знает данную тему на отличном уровне, следовательно, тему можно пропустить, ребро остается в том же цвете и последнее ребро идет с пункта 1.2 в пункт 1.4, окрашиваем в зеленый цвет. Итог работы алгоритма, представлен на рисунке 14.

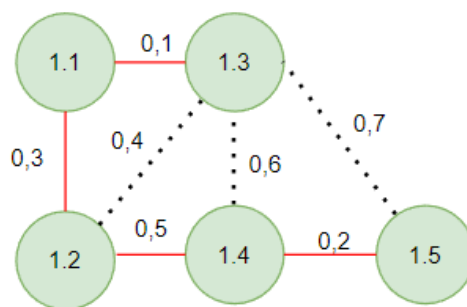


Рисунок 14 – Итог работы алгоритма

Исходя из алгоритма мы видим, что работа индивидуальной траектории начинается с тех ребер, где ученик набрал меньшее количество баллов за тестирование, разобрав пробелы в них, алгоритм выбирает следующие минимальные ребра и т.д. По итогу мы приходим к тому, что учащийся разбирает темы на уровень «зеленый». Имея такие данные, мы сможем обучить нейросеть, которая будет проектировать траектории для обучения. Данные могут приходиться из разных источников: тесты, активность на занятиях, самооценивание, различные видеоматериалы, отметки от преподавателей, портфолио, проекты и т.д., поэтому важно правильно отразить данные в базе, разработаем модель данных.

## 2.2 Реляционная модель данных для аналитической системы

В нашей работе создается реляционная модель данных, так как мы используем большие наборы данных, где все элементы связаны между собой. Плюс реляционной модели в том, что к данным можно получить доступ многими способами, и при этом без реорганизации таблиц. Важно связать данные в базе это принято изображать, следующим образом:

$$A = \frac{F(x)}{G(ultx)} B, \quad (5)$$

где  $A$  и  $B$  – объекты;

$F(x)$  – вид связи объекта  $A$  с объектом  $B$ ;

$G(ultx)$ – вид связи объекта  $B$  с объектом  $A$ .

Функции  $F(x)$  и  $G(ultx)$  могут принимать одно из двух значений, либо  $U$ , что означает единичную связь, либо  $N$ , что означает множественную связь. В нашей базе данных, будет использоваться связь один ко многим (1:N), класс  $\frac{N}{U}$  учащихся, так же связь многие ко многим (N:M) – преподаватели  $\frac{N}{M}$  предметы [3].

Так как данные, передаваемые в аналитическую систему, могут подаваться различными видами, но при этом иметь схожие имена, мы можем использовать теорию множеств. Пример из теории множеств. Известно, что объединением множеств  $A$  и  $B$  является множество  $C$ , которое состоит из элементов, присутствующих хотя бы в одном из множеств  $A$  и  $B$ . Например, результатом объединения множеств  $A = \{1; 3; 5; 6; 7\}$  и  $B = \{2; 3; 4; 5\}$  является множество  $C = A \cup B = \{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7\}$ . Множество  $C$  состоит из элементов 1, 2, 4, 6, 7, которые по одному разу встречаются в  $A$  и  $B$ , а также элементы 3 и 5, которые присутствуют и в  $A$ , и в  $B$  одновременно. Количество элементов множества  $C$  равно 7. Элементы, присутствующие одновременно и в  $A$  и в  $B$ , учитываются в  $C$  только один раз. Применяя теорию множеств к реляционным базам данных, будем рассматривать таблицы как множество записей, другими словами: таблица–множество, запись–элемент множества. При этом сами реляционные таблицы, к которым применяются теоретико-множественные операции, должны иметь одинаковое количество атрибутов, а сами атрибуты соответственно – одинаковые названия [8].

Например, данные, поступающие от двух разных преподавателей и учеников, изображены на рисунках 15 и 16.

Диагностируемые показатели	ФИО учителя	
	Моя оценка	Оценка учителя
Умение решать текстовые задачи		
Умение работать с именованными числами		
Умение применять письменные приёмы сложения и вычитания		
Умение применять письменные приёмы умножения и деления		
Отметка/ работа над ошибками	4	

Рисунок 15 – Первый вид данных, подаваемые в базу

ФИО ученика		Диагностируемые показатели
ФИО учителя		
Моя оценка	Оценка учителя	
		Умение находить площадь
		Умение работать с единицами времени
		Умение решать уравнения
2	4	Отметка/ работа над ошибками

Рисунок 16 – Второй вид данных, подаваемых другим педагогом

В таблицах имеют атрибуты с одинаковыми именами, следовательно, к ним может быть применима теоретико-множественная операция объединения таблиц, например для того, чтобы определить показатели по разным предметам, и собрав информацию, вывести итоговые значения образовательного результата. Результирующая таблица представлена ниже, на рисунке 17.

№	Диагностируемые показатели	ФИО учителя	
		Моя оценка	Оценка учителя
1	Умение решать текстовые задачи	■	■
2	Умение работать с именованными числами	■	■
3	Умение применять письменные приёмы сложения и вычитания	■	■
4	Умение применять письменные приёмы умножения и деления	■	■
5	Умение решать уравнения	■	■
6	Умение находить площадь	■	■
7	Умение работать с единицами времени	■	■
	Отметка/ работа над ошибками	4	

Рисунок 17 – Результирующая таблица

В результирующей таблицы содержится информация из таблиц, таким образом, отслеживая уровни знаний учащегося. Для дальнейшей разработки системы, была составлена диаграмма классов, рисунок 18.

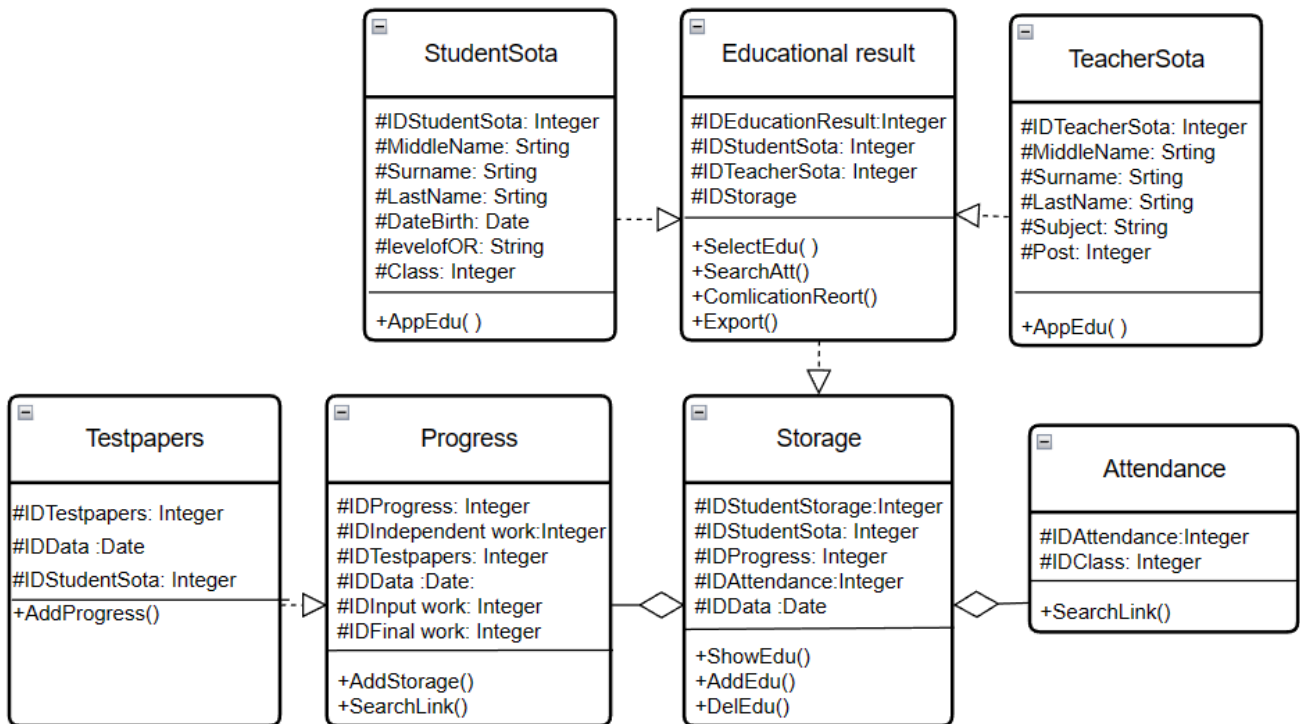


Рисунок 18 – Диаграмма классов

На рисунке 18, представлено (7) классов с атрибутами и методами. Класс StudenSota имеет: «Личный ID–номер», «Фамилия», «Имя», «Отчество», «Дата рождения», «Уровень образовательного результата», «Класс». Метод: «Формирование заявки».

Класс «TeacherSota» имеет: «Личный ID–номер преподавателя», «Фамилия», «Имя», «Отчество», «Предмет», «Должность». Также, как и класс StudenSota имеет метод «Формирование заявки». Данный метод позволит просматривать образовательный результат ученика и прогнозировать дальнейшие.

Класс «EducationResult» содержит: «Личный ID–номер образовательного результата». Класс содержит виды образовательного результата: знания, умения, навыки, опыт. «EducationResult» содержит методы:

- «формирование данных»;

- «мониторинг образовательного результата». Данный метод будет строить табличные значения, по сформированным данным;
- «составление отчетов». Метод формирует отчет, по проведенному анализу и выводит данные, исходя от запросов;
- «экспорт отчета». Вывод отчета в формате «Excel».

Класс «Storage» имеет атрибуты: «Личный ID ученика», «Личный ID преподавателя», «Код образовательного результата» «Посещаемость», «Успеваемость», «Дата». Методы: «Просмотр образовательного результата», «Добавление отчета в хранилище», «Удалит отчет из хранилища». Данный класс имеет два подкласса.

1) Класс «Посещаемость». Атрибуты: «Код мониторинга», «Класс». Подкласс имеет значимость, так как результат зависит так же и от посещаемости учебных занятий. Метод «Просмотр» позволяет просматривать ранее сформированные отчеты.

2) Класс «Прогресс» содержит атрибуты: «Код прогресса», «Проверочные работы», «Тесты», «Дата», «Входные работы», «Итоговые работы». Как и класс «EducationResult», имеет методы: «Мониторинг образовательного результата» – построение значений, по атрибутам класса и метод «Просмотр». В данный подкласс будут входить так же подклассы, связанные с тесами, на диаграмме показан один такой класс «Testpapers». «Testpapers» содержит атрибуты: «Код теста», «Дата теста», «Личный ID-номер ученика».

Для более детального рассмотрения одного из классов, рассмотрим рисунок 19.





Рисунок 19 – Сущность ученик

На рисунке, отображена одна из главных сущность базы данных – «Ученик», и соответствующие ей атрибуты: ФИО, уровень образовательного результата, класс и дата рождения.

Для дальнейшей разработки, составим диаграмму компонентов, рисунок 20. Данная диаграмма поможет увидеть взаимодействия между имеющимися компонентами и их зависимостью.

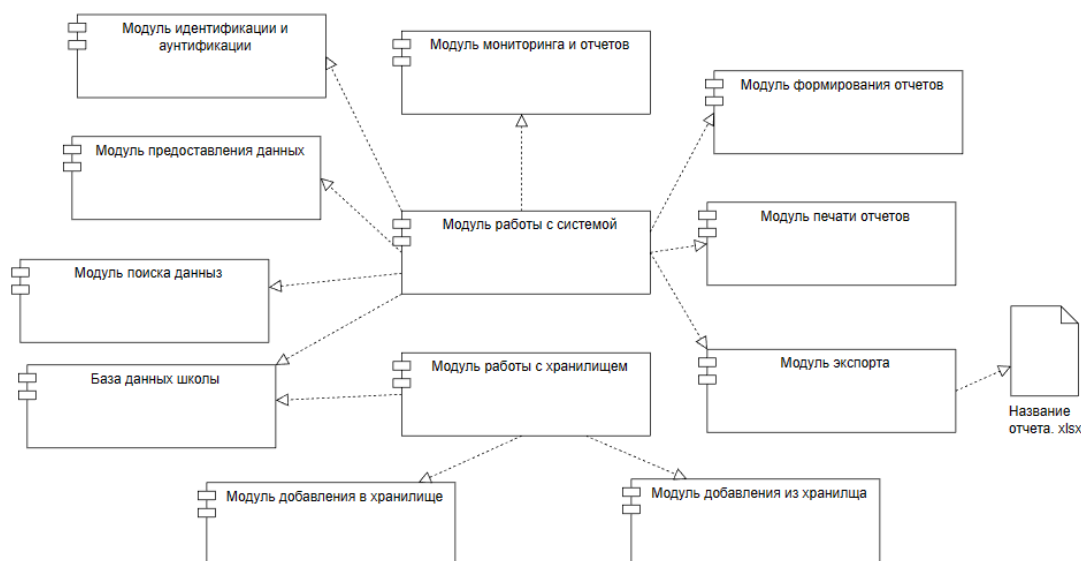


Рисунок 20 – Диаграмма компонентов

Во втором разделе мы рассмотрели критерии образовательного результата, для способа хранения и манипулирования данными. Изучили, как достигается образовательный результат, важно было понять, как оценивается образовательный результат, и его критерии. Мы рассмотрели образовательный результат, как математическую модель, связав её с графами. Составили логическую схему работы аналитической системы отобразив главные классы, которые будут лежать в основе составления информационно-аналитической системы. Рассмотрели компоненты и связи между ними, при помощи диаграммы компонентов.

Разработали схемы реляционной базы данных, рассмотрели алгоритм работы с ними, в дальнейшем имея более точные данные, мы сможем пользоваться нейростетью, для построения графов индивидуальной траектории. Перейдем к реализации компьютерной модели и её тестированию.

### 3 Разработка компьютерной модели и тестирование информационно–аналитической системы

#### 3.1 Тестирование алгоритма Краскала

Алгоритм Краскала в нашей бакалаврской работе помогает сформировать индивидуальную траекторию. Входные данные – проведенные тестирования по некоторым темам, представлено в таблице 3, нормировка высчитывается по формуле (4).

Таблица 3 – Баллы за тестирования по темам

Тема тестирования:	Баллы за тестирование:	Нормированные баллы:
2–5. «Сложение и вычитание чисел»	27	0,88
1–5 «Умножение и деление чисел»	11	0,24
1–6 «Умение находить значение выражений»	27	0,88
3–4 «Умение находить значение выражений со скобками»	5	0
2–3 «Решение задач в одно действие на сложение и вычитание»	30	1
4–6 «Решение задач в одно действие на деление и умножение»	21	0,64
2–1 «Решение задач на сложение и вычитание в несколько действий»	10	0,2
1–4 «Решение задач в несколько действий на умножение и деление»	13	0,32
3–1 «Решение задач с различными действиями»	16	0,44

На рисунке 21, представлен граф с баллами, а также с нормировкой.

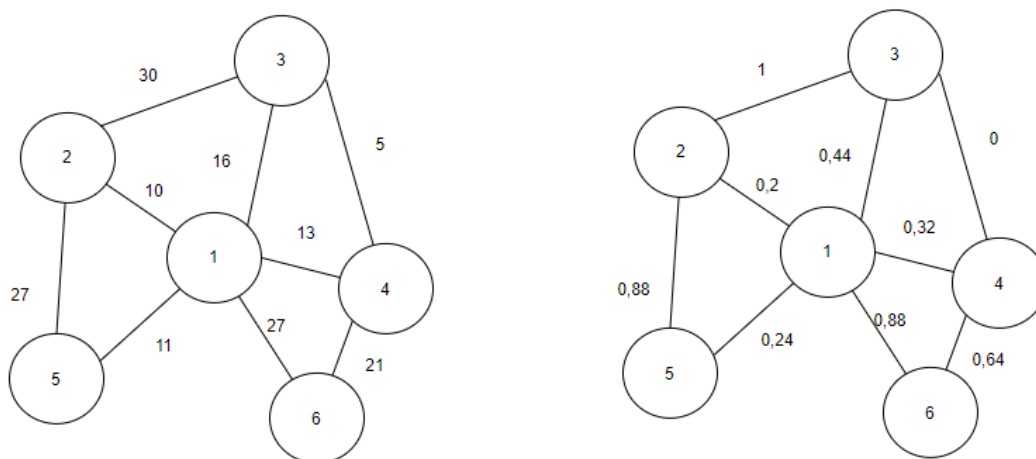


Рисунок 21 – Баллы за тестирование

Граф «А» – исходные баллы. Граф «Б» – граф с нормированными данными. Граф получился неориентированным, так как тема, на которую должен перейти ученик зависит от тем, которые шли до этого и тесно связаны друг с другом [13]. При помощи алгоритма Краскала, итоговый граф должен выглядеть так, рисунок 22.

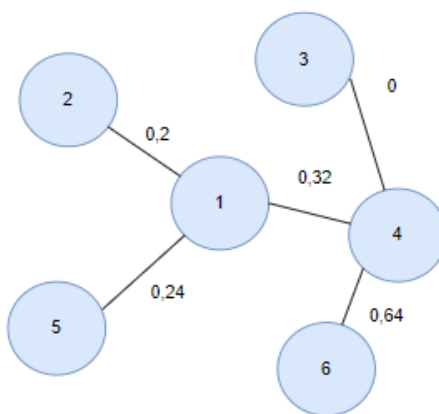


Рисунок 22 – Итоговый результат

Протестируем программу алгоритма Краскала. У нас есть список вершин, с кортежами, рисунок 23.

```
R = [(0.88, 1, 2), (0.44, 1, 3), (0.32, 1, 4), (0.24, 1, 5), (0.88, 1, 6),  
     (1, 2, 3), (0.88, 2, 5), (0, 3, 4), (0.64, 4, 6)]
```

Рисунок 23 – Листинг кода

Первое число в скобках – длина ребра (в нашем случае – баллы, полученные учеником за тестирование по темам), последующие два числа – номера вершин (темы), которое это ребро соединяет. Данный список полностью определяет вершины нашего графа. Далее мы сортируем ребра по возрастанию [26], для этого используем функцию `sorted` и именной параметр `key`, рисунок 24.

```
Rs = sorted(R, key=lambda x: x[0])  
U = set() # список соединенных вершин  
D = {} # словарь списка изолированных групп вершин  
T = [] # список ребер остова
```

Рисунок 24 – Листинг программы

После того, как мы отсортировали все ребра, добавляем вспомогательные переменные:  $U$  – вершины, которые соединены хотя бы одним ребром.  $D$  – словарь изолированных вершин, для понимания того, какая группа относится к вершине.  $T$  – список ребер, минимального остова [5]. Первый этап алгоритма Краскала представлен на рисунке 25.

```

for r in Rs:
    if r[1] not in U or r[2] not in U: # проверка для исключения циклов в остове
        if r[1] not in U and r[2] not in U: # если обе вершины не соединены, то
            D[r[1]] = [r[1], r[2]] # формируем в словаре ключ с номерами вершин
            D[r[2]] = D[r[1]] # и связываем их с одним и тем же списком вершин
        else: # иначе
            if not D.get(r[1]): # если в словаре нет первой вершины, то
                D[r[2]].append(r[1]) # добавляем в список первую вершину
                D[r[1]] = D[r[2]] # и добавляем ключ с номером первой вершины
            else:
                D[r[1]].append(r[2]) # иначе, все то же самое делаем со второй вершиной
                D[r[2]] = D[r[1]]

    T.append(r) # добавляем ребро в остов
    U.add(r[1]) # добавляем вершины в множество U
    U.add(r[2])

```

Рисунок 25 – Листинг программы первого этапа алгоритма Краскала

На первом этапе работы алгоритма, соединяем ребра из разных групп, соединение вершин происходит тогда, когда хотя бы одна из вершин изолирована. После первой итерации у нас будут изолированы группы вершин, переходим ко второй итерации, рисунок 26.

```

for r in Rs: # проходим по ребрам второй раз и объединяем разрозненные группы вершин
    if r[2] not in D[r[1]]: # если вершины принадлежат разным группам, то объединяем
        T.append(r) # добавляем ребро в остов
        gr1 = D[r[1]]
        D[r[1]] += D[r[2]] # объединим списки двух групп вершин
        D[r[2]] += gr1

```

Рисунок 26 – Листинг второй итерации алгоритма

Соединяем разные группы, соединённых вершин, ребрами минимальной длины. По итогу работы алгоритма списки соединяются, так мы проходимся по всем ребрам, в результате мы выводим список из ребер, образующий минимальный остов. Результат программы, представлен на рисунке 27.

```
C:\Users\Moon\PycharmProjects\pythonProject3\venv\Scripts\python.exe  
[(0, 3, 4), (0.24, 1, 5), (0.64, 4, 6), (0.88, 1, 2), (0.32, 1, 4)]
```

Process finished with exit code 0

Рисунок 27 – Результат работы программы, алгоритма Краскала

Пошаговое соединение ребер показано на рисунке 28.

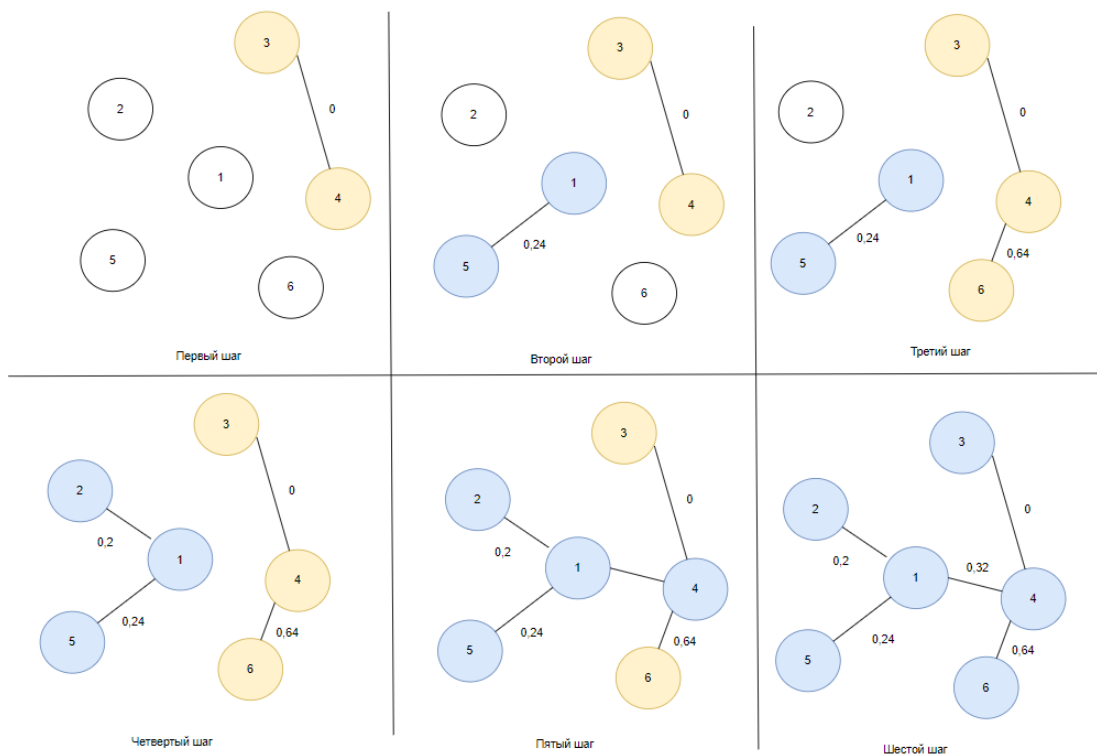


Рисунок 28 – Этапы работы программы

Первое ребро соединяет вершины 3,4, следующие вершины 1,5, далее вершины 4 и 6, потом вершины 1 и 2, и наконец вершины 1,4. За шесть шагов, мы перешли из навыка «незнания», в навык «понимание», программа работает. Алгоритм создал траекторию обучения, отсек ребра, которые ученик понимает, знает интуитивно, оставив только те, где были набраны наименьшее количество баллов. Соединив изолированные группы – тем самым мы

объединили основные знания для дальнейшего углубления и решение задач [23]. Для того, чтобы граф стал на уровне «зеленый», нужно проводить дальнейшие тестирования, уже со следующими темами, смотреть, где у ученика начинаются пробелы, а что он и так знает, при помощи алгоритма Краскала высчитать траекторию обучения несложно.

### 3.2 Тестирование аналитической системы

База данных в нашей работе важна, так как при помощи неё мы будем манипулировать и хранить данные. Во втором разделе мы рассмотрели основные классы, после доработки базы, итоговая схема данных изображена на рисунке 29.

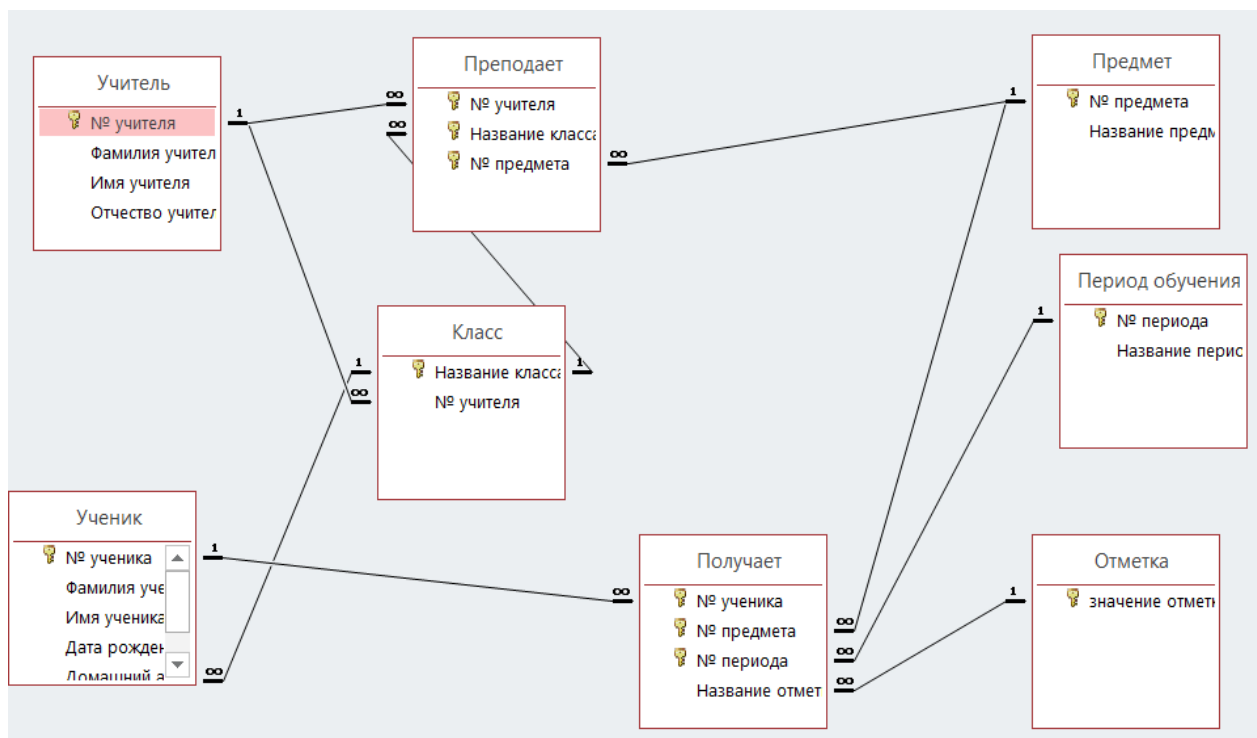


Рисунок 29 – Схема данных

Первичным ключом класса «Учитель» – его ID номер. Пример заполнения, данного класс, изображен на рисунке 30.



	№ учителя	Фамилия учителя	Имя учителя	Отчество учителя
+	1	Караванов	Дмитрий	Вадимович
+	2	Костровская	Ольга	Николаевна
+	3	Лазуренко	Алексей	Сергеевич
+	4	Перцева	Елена	Марковна
+	5	Новик	Наталья	Леонидовна

Рисунок 30 – Класс учитель

Класс «Ученик», первичный ключ – № ученика. Пример заполнения данного класса, представлен на рисунке 31.

	№ ученика	Фамилия ученика	Имя ученика	Дата рождения	Домашний адрес	Назва
+	1	Адубецкая	Алина	31.08.1995	19 Партсъезда 18/3	5-а
+	2	Бадюл	Павел	18.04.1995	ул.Дворцовая 15/5	5-а
+	3	Бакаев	Игорь	14.12.1995	50 лет ВЛКСМ 56/9	5-а
+	4	Батозский	Олег	24.11.1995	ул. Прилуцкая, 141	5-а
+	5	Бредун	Анна	18.10.1995	Архангельская, 97	5-а
+	6	Власенко	Ольга	18.01.1995	Б. Хмельницкого 45/8	5-а
+	7	Воробец	Ирина	23.03.1995	Юбилейная 65/14	5-а
+	8	Гришай	Кирилл	17.11.1994	Парковая 79/23	5-а
+	9	Гришкян	Марина	05.07.1995	Гагарина, 146	5-а
+	10	Захаренко	Виктор	23.08.1995	Беленькая 59/17	5-а
+	11	Калинкин	Дмитрий	22.11.1995	Проспект Мира 5/51	6-а
+	12	Каминский	Михаил	01.11.1995	Машиностроителей 127/56	6-а
+	13	Коленда	Светлана	07.09.1995	Б.Садовая 46/34	6-а
+	14	Лазуренко	Анастасия	16.06.1995	Беляева 7/25	6-а
+	15	Левицкая	Ксения	21.10.1995	Хрустальная 57/45	6-а
+	16	Рубан	Руслан	24.05.1996	Марата 6/17	6-а
+	17	Ляшова	Анна	10.12.1995	Свободы 31/66	6-а
+	18	Макаров	Андрей	14.01.1996	Свердлова 61/1	6-а
+	19	Панченко	Татьяна	07.07.1995	Коммунаров 26/6	6-а
+	20	Паршин	Олег	08.11.1995	Чубаря 5/22	6-а

Рисунок 31 – Пример заполнения класса «Ученик»

Для вычисления среднего значения, например за определенную четверть нам нужны периоды обучения. Школа «СОТА», учится по четырём четвертям, пример заполнения класса «Период» представлен на рисунке 32.

	№ периода	Название периода
+	1	1я четверть
+	2	2я четверть
+	3	3я четверть
+	4	4я четверть

Рисунок 32 – Периоды обучения

Первичный ключ данного класса – № периода. Так же нам нужны отметки, которые будут храниться в нашей базе данных, значения отметок от 1–5. Тип данных – числовой. Так же есть отметки в виде «зачет\незачет». При помощи работы нашей базы данных, мы можем получить несколько выводов нужной информации. Проведем тестирование, выведем информацию по предметам: «математика», «русский», «физика», «физкультура». Первый вывод представлен на рисунке 33.

Успеваемость

ФИ: Андреева Люба

Математика: 5

Русский язык: 5

Физика: 5

Физкультура: зачтено

Запись: 1 из 23 | Нет фильтра | Поиск

Рисунок 33 – Результат работы базы данных

При помощи стрелок, рядом со словом «запись», мы можем спокойно переключаться между учениками. Используя запросы, мы можем выводить нужную информацию, например, выведем отметки и ФИ учеников по

предметам «математика», «физика», SQL [2] запрос выглядит так: «SELECT Успеваемость. Математика, Успеваемость. Физика, Успеваемость. И FROM Успеваемость;». Итог работы запроса, представлен на рисунке 34.

Математика	Физика	ФИ
5	5	Андреева Люб
4	4	Антонова Яна
3	3	Иванов Женя
5	5	Иванов Кол
5	5	Ивлиева Юля
3	4	Казаков Руша
5	5	Котикова Таня

Рисунок 34 – Результат работы запросов

Одна из важных функций работы базы данных – вычисление среднего значения уровня знаний, например по классу, данная функция поможет нам вычислить уровень образовательного результата по классу. SQL запрос: «SELECT Ученик. [Фамилия ученика], Avg (Получает. [Название отметки]) AS [Avg–Название отметки]

FROM Ученик INNER JOIN получает ON Ученик. [№ ученика] = Получает. [№ ученика]

GROUP BY Ученик. [Фамилия ученика];» [2].

Результат представлен на рисунке 35.

Фамилия ученика	Avg-Название отметки
Адубецкая	2
Бадюл	4,666666666666667
Бакаев	2
Батозский	3,666666666666667
Бредун	4

Рисунок 35 – Результат работы базы данных

База данных так же может вывести среднего значения по классу. SQL запрос: «SELECT Класс. [Название класса], Avg (Получает.[Название отметки]) AS [Avg–Название отметки]

FROM (Класс INNER JOIN Ученик ON Класс. [Название класса] = Ученик. [Название класса]) INNER JOIN ([Период обучения] INNER JOIN получает ON [Период обучения]. [№ периода] = Получает. [№ периода]) ON Ученик. [№ ученика] = Получает.[№ ученика]

GROUP BY Класс. [Название класса]

HAVING (((Класс. [Название класса])="11-a"));[2].

Результат представлен на рисунке 36.

Выражение:	Avg-Название отметки	*
11-a	3,26666666666667	11-a

Рисунок 36 – Результат работы базы данных

Еще одна из важных функций работы базы данных – составление итоговых отчетов. При помощи конструктора отчетов, вывод сделаем в Word, пример на рисунке 37.

## Отчет о работе школы

---

*Количество кабинетов: 8*

---

### Количество учеников по классам

*10А - 8*

*1А - 5*

*2Б - 3*

*3А - 4*

---

### Статистика успеваемости

<i>Периоды</i>	<i>Двоечники</i>	<i>Троечники</i>	<i>Ударники</i>	<i>Отличники</i>
<i>I четверть</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>II</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>
<i>III</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>1</i>
<i>IV</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Годовая</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>1</i>

---

### Количество учителей по предметам

<i>Биология</i>	<i>1</i>
<i>История</i>	<i>1</i>
<i>Литература</i>	<i>1</i>
<i>Математика</i>	<i>1</i>

---

Рисунок 37 – Вывод отчета

Так же наша система может выгружать данные в Excel. На рисунке 38 – 40 представлены графики успеваемости между двумя группами по математике «базовая» и «углубленная», а также график успеваемости.



Рисунок 38 – Успеваемость базовой группы

Инд. Граф – ученики, обучающиеся на семейном обучении, по индивидуальному графику.

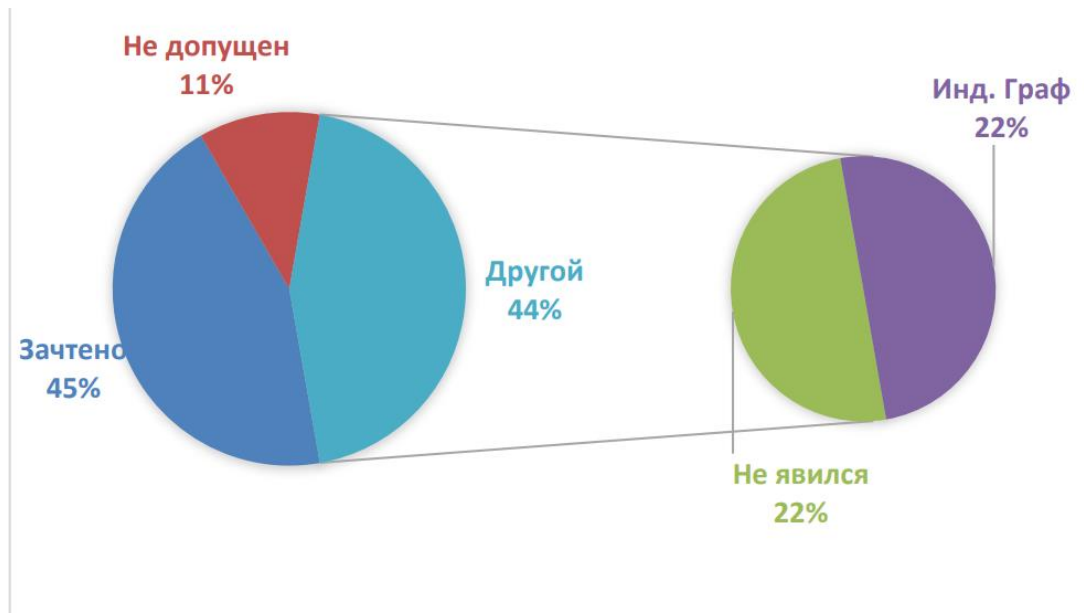


Рисунок 39 – Успеваемость профильной группы



Рисунок 40 – График успеваемости по дисциплине «математика»

База данных выполняет все нужные функции, в дальнейшем планируется доработка аналитической системы. Microsoft Access использовался только для проверки структур данных и тестирования алгоритмов манипулирования данными. Разработанная база данных может использоваться в небольших школах, когда с системой работает не более 15 человек. Для практической реализации в больших образовательных учреждениях на основе разработанной БД можно создать масштабируемую ИС на основе многозвенных программных архитектур.

В результате третьего раздела мы протестировали два важных блока нашей бакалаврской работы. Алгоритм Краскала – для формирования индивидуальной траектории, а также работу информационно – аналитической системы.

## Заключение

Целью бакалаврской работы была разработка информационно-аналитической системы. Даная тема была актуальна, так как автоматизируется процесс ручной работы. В ходе работы, мы рассмотрели структуру системы образования Российской Федерации, стандарты и требования к системе оценивание. Данная теоретическая информация вывела на несколько видов оценивания, мы рассмотрели оценивание с точки зрения разных таксономий и формирующего оценивания.

Большой акцент мы поставили на Таксономии Блума, так как в школе, самооценивание перекликается с Блумом. Ученики и учителя заполняют таблицы с навыками, окрашивая их в цвета. Так же, как и у Блума, у них есть свои значения: «зеленый» – понял, может объяснить, «желтый» – сумеет, но делает медленно, «голубой» – иногда ошибается, «красный» – ошибается часто, «серый» – затрудняется и обращается за помощью, «бежевый» – не решает, без помощи. В таксономии так же разделены знания на «знание», «понимание», «применение».

Важно было понять, как оценивается образовательный результат, и его критерии. Мы рассмотрели образовательный результат, как математическую модель, связав её с графами. При помощи расчета качества знаний, мы разделили их на четыре группы: критический, допустимый, оптимальный, высокий.

При помощи техник оценивания в школе «СОТА», мы поставили задачу: рассмотреть алгоритм обработки данных, для создания индивидуальной траектории, так как в интересах школы, дать детям возможность получить образование на глубоком уровне.

Мы наложили матрицу на граф и получили матрицу отображения, далее изучались виды графов, и алгоритмы работы с графами, мы остановились на алгоритме Краскала. Эффективный алгоритм построения минимального островного дерева. Так как нам было важно пройтись по «низким» навыкам



ученика, мы брали минимальные баллы за тестирования. Баллы мы приводили к виду от 0 до 1, используя нормировку.

Для дальнейшей работы аналитической системы мы работали с реляционной базой данных, построили диаграмму классов, рассмотрели критерии образовательного результата, для способа хранения и манипулирования данными. Составили логическую схему работы аналитической системы отобразив главные классы, которые будут лежать в основе составления информационно–аналитической системы. Разработали диаграмму компонентов.

В третьем разделе, мы протестировали алгоритм Краскала, составив, программу на языке программирования Python, программа показала, какими путями нам стоит идти, для достижения глубокого результата.

Аналитическая система в данный момент может: высчитывать среднее арифметическое значение отметки по классу, по предмету, по параллели. Выводит информацию об оценках, по каждому предмету. Выводит отчеты для завуча, по количеству кабинетов, количеству учеников по классу, статистику успеваемости по четвертям, годовые отметки, количество учителей по предмету. В ходе тестирования ошибок выявлено не было, продемонстрированы входные и выходные данные, на правильность работы алгоритма и реляционной базы данных.

В дальнейшем база данных, будет дорабатываться, для работы с более узкими вопросами. Также мы сможем обучить нейронную сеть, которая сможет самостоятельно проектировать индивидуальный график, показывая на то, где у ученика возможно будут пробелы, чтобы исключать данную вероятность сразу. Подытожив все вышеперечисленное, стоит отметить, что для разработки аналитической системы, и решению схожих задач, нам требуется знание и понимание работы алгоритмов, а также а также языка программирования Python. В результате выполнения выпускной квалификационной работы были разработаны модули информационно - аналитическая модель критериального и формирующего оценивания.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms. – 2-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», Кормен, Томас Х., Лейзерсон, 2005. – 1296 с. – ISBN 5-8459-0857-4.
2. Быстрое погружение в SQL, Шилдс Уолтер Ш57 SQL: быстрое погружение. – СПб.: Питер, 2022. – 224 с.: ил. – (Серия «Библиотека программиста»). ISBN 978-5-4461-1835-9.
3. Введение в системы баз данных Кристофер Дейт, М.: Вильямс, 2005. - 1328 с. (8-ое издание).
4. Дискретная математика: Учебник для вузов / Под редакцией В. Белоусов А. И., Ткачев С. Б., С. Зарубина, А. П. Крищенко. – 3-е издание, стереотипное. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 744 с. – ISBN 5-7038-1769-2.
5. К истории двух знаменитых оптимизационных алгоритмов теории графов, В. П. Одинец, В.П. Стр. 121 - 128.
6. Параллельная обработка данных: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. «Прикладная математика и информатика» / А. О. Лацис. - Гриф УМО. - Москва: Академия, 2010. - 335 с.Лацис А. О.
7. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 [Электронный ресурс]: “Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/>
8. Проектирование информационных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Золотов С.Ю.– Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013.– 88 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13965.html>. – ЭБС «IPRbooks» Золотов С.Ю.

9. Распределенные данные. Алгоритмы работы современных систем хранения информации. Алекс Петров, ISBN 978-5-4461-1640-9, Санкт-Петербург: Питер 2021.
10. Реинжиниринг бизнес-процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Силич В.А., Силич М.П.– Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007.– 200 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13899.html>. – ЭБС «IPRbooks» Силич В.А.
11. Структуры данных и алгоритмы Альфред В. Ахо, ISBN 978-5-8459-1610-5б, 2003г.
12. Таксономия. Основания, принципы и правила Автор:А. И. Шаталкин, ISBN: 978-5-87317-847-6, Издательство КМК, 2012г.
13. Теория графов. Ф.Харри, М.: Мир, 1973, 300 стр., Пер. с англ. Изд. 5, доп.
14. Теория чисел. Арнольд И.В, SBN. 978-5-9710-5943-1; Тип книги: Печатная книга; Язык издания: Русский., 2017, 288 с.
15. Технологии проектирования баз данных, Дмитрий Осипов, 2022-06-14. ISBN: 978-5-97060, subjects. Computers. > Database Administration & Management.
16. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902389617>
17. Элементы дискретной математики: Учебник. – М.: ИНФРА-М, Новосибирск: Издательство НГТУ, 2002. – 280 с. – (Серия «Высшее образование»). ISBN 5-16-000957-4 (ИНФРА-М), ISBN 5-7782-0332-2 (НГТУ), Судоплатов С. В., Овчинникова Е. В.
18. Эффективность и ускорение параллельных программ, [Электронный ресурс]: Параллельное программирование, URL: <https://mipt.ru/drec/upload/d52/lab2-arpgyfe27m6.pdf>

19. Bloom's Taxonomy, [Электронный ресурс]: Taxonomy, URL: <https://www.utica.edu/academic/Assessment/new/Bloom%20tx%20revised%20combined.pdf>
20. Data Structures & Algorithms in Python, John Canning, October 14, 2022.
21. Education reforms, [Электронный ресурс]: Learning standard URL: <https://www.edglossary.org/learning-standards/>
22. Education reforms, [Электронный ресурс]: Learning standard Taxonomy, URL: <https://thepeakperformancecenter.com/educational-learning/thinking/blooms-taxonomy/learning-taxonomies/>
23. Learn Python programming, Michael Learn, Learn Python programming, Michael Learn, 202 pages, ISBN-10: 1703108876.
24. LPGenerator, [Электронный ресурс]: Что такое таксономия Блума и как ею пользоваться в реальной жизни, URL: <https://lpgenerator.ru/blog/что-такое-taksonomiya-bluma/>
25. Python Fastlane, Martin Goldmeyr, ASIN: B086PPM29M, Publisher: Independently published (April 1, 2020), Language: English, 129 pages, ISBN-13: 979-8633014228.
26. Python One-Liners. Christian Mayer. ISBN-10 1718500505, June 2, 2020.