

DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-1-42-56



РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ABC- И XYZ-АНАЛИЗА УСПЕВАЕМОСТИ И ПОСЕЩАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

С. А. Фирсова¹ ✉, Е. А. Рябухина¹, Н. Д. Гладунов¹

¹ Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия

✉ firsovasvetlana506@gmail.com

Аннотация

В контексте формирования утвержденной приказом Министерства просвещения РФ целевой модели цифровой образовательной среды (ЦОС) в Республике Мордовия функционирует автоматизированная информационная система (АИС) «Сетевой Город. Образование», объединяющая в единую информационную сеть образовательные организации и органы управления образованием всех муниципальных районов Республики Мордовия. Данная АИС использует информационные системы и ресурсы, предназначенные для хранения, поиска и обработки информации с целью повышения эффективности функционирования системы образования и развития технологий анализа массивов больших данных. Вместе с тем в данной АИС не реализованы функции анализа хранящихся в ней данных, поэтому целесообразной представляется разработка дополнительного модуля, выполняющего анализ важнейших показателей учебной деятельности — академической успеваемости и посещаемости.

Авторы разработали программный модуль, позволяющий в режиме онлайн импортировать данные из АИС «Сетевой Город. Образование», проводить их статистический анализ и выгружать полученные результаты в отчеты различных форматов. В качестве инструментария обработки и анализа данных были выбраны методы ABC- и XYZ-анализа. Для реализации модуля использовались современные технологии разработки программного обеспечения и системы управления базами данных.

К практической значимости программного модуля можно отнести возможность выделения групп учащихся по указанным выше показателям с целью классификации учащихся по степени их вовлеченности в учебный процесс, оценки динамики успеваемости и посещаемости в рамках выделенной классификации по отдельным ученикам, классам, школам, а также учебным дисциплинам, что позволит повысить эффективность управления учебным процессом. В связи с этим целевой аудиторией представленного модуля являются административный и преподавательский состав образовательных учреждений, руководители территориальных органов управления образованием.

Оригинальность и новизна разработанного программного модуля заключается в реализации характерных преимущественно для экономической сферы методов ABC- и XYZ-анализа с целью проведения анализа образовательной деятельности, в возможности его использования в сети Интернет без установки специализированного программного обеспечения, а также в его доступности пользователям, не обладающим профессиональными компетенциями в области информационных технологий и статистического анализа данных.

Ключевые слова: образовательная деятельность, цифровая образовательная среда, программный модуль, ABC-анализ, XYZ-анализ, веб-сервер Nginx, PostgreSQL, JavaScript, Python.

Для цитирования:

Фирсова С. А., Рябухина Е. А., Гладунов Н. Д. Разработка программного модуля для управления образовательной деятельностью учреждений общего образования с использованием методов ABC- и XYZ-анализа успеваемости и посещаемости обучающихся. *Информатика и образование*. 2025;40(1):42–56. DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-1-42-56.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR MANAGING EDUCATIONAL ACTIVITY OF GENERAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS USING ABC AND XYZ ANALYSIS METHODS FOR STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE AND ATTENDANCE

S. A. Firsova¹ ✉, E. A. Ryabukhina¹, N. D. Gladunov¹

¹ National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, The Republic of Mordovia, Russia

✉ firsovasvetlana506@gmail.com

© Фирсова С. А., Рябухина Е. А., Гладунов Н. Д., 2025

Abstract

In the context of formation of the target model of digital educational environment (DEE) approved by the order of the Ministry of Education of the Russian Federation, the automated information system (AIS) “Network City. Education” functions in the Republic of Mordovia. It unites educational organizations and educational authorities of all municipal districts of the Republic of Mordovia. This AIS uses information systems and resources designed to store, search, and process information in order to improve the efficiency of the educational system and develop technologies for analyzing big data arrays. At the same time, this system does not have functions for analyzing the data stored in it, so it seems reasonable to develop an additional module that analyzes the most important indicators of educational activity — academic performance and attendance.

The authors have developed a software module that allows online data import from AIS “Network City. Education”, conducting its statistical analysis, and uploading the results into reports of various formats. ABC and XYZ analysis methods were chosen as tools for data processing and analysis. Modern software development technologies and database management systems were used to create the module.

The practical significance of the program module includes the possibility of allocating groups of students by the above-mentioned indicators in order to classify students according to the degree of their involvement in the educational process and assessing the dynamics of academic performance and attendance within the selected classification by individual students, classes, schools as well as academic disciplines, which will improve the effectiveness of educational process management. In this regard, the target audience of the presented module is the administrative and teaching staff of educational institutions, heads of territorial educational authorities.

The originality and innovation of the developed software module lies in the implementation of ABC- and XYZ-analysis methods typical mainly for the economic sphere in order to analyze educational activities, the possibility of use of the module on the Internet without installing specialized software, and comprehensibility for users who do not have professional competencies in the field of information technology and statistical data analysis.

Keywords: educational activity, digital educational environment, software module, ABC analysis, XYZ analysis, Nginx web server, PostgreSQL, JavaScript, Python.

For citation:

Firsova S. A., Ryabukhina E. A., Gladunov N. D. Development of a software module for managing educational activity of general educational institutions using ABC and XYZ analysis methods for students' academic performance and attendance. *Informatics and Education*. 2025;40(1):42–56. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-1-42-56.

1. Введение

В современном образовании эффективное управление образовательной деятельностью включает в себя анализ факторов, влияющих на успеваемость и посещаемость учащихся, причем в учреждениях как общего, так и профессионального образования. Определение и анализ таких факторов позволит педагогам своевременно реагировать на потенциальные проблемы обучаемых по тому или иному предмету в целом или его отдельным разделам с целью оперативной помощи и поддержки тем учащимся, которые сталкиваются с трудностями в учебном процессе. Кроме того, подобный анализ способствует совершенствованию методики преподавания, что особенно актуально в условиях широкого применения информационных технологий в образовании и вполне согласуется с целевой моделью цифровой образовательной среды (ЦОС), утвержденной приказом Министерства просвещения РФ №649 от 02.12.2019 года¹.

Выявление закономерностей успеваемости и посещаемости школьников требует обработки большого объема соответствующей информации в программной системе, предназначенной для организации общего информационного образовательного пространства. На первом этапе сведения собираются по отдельным школам, а на втором — по административным единицам (город, район, область, республика). Примером такой системы может служить внедренная в сети общеобразовательных учреждений Республики

Мордовия автоматизированная информационная система (АИС) «Сетевой город. Образование»², которая успешно реализует утвержденную целевую модель ЦОС, используя информационные ресурсы с целью повышения эффективности управления учебным процессом образовательных учреждений и развития технологий анализа массивов больших данных.

Цель статьи — представить программный модуль, который дополняет функционал АИС «Сетевой город. Образование» посредством обработки предоставляемых ею данных методами ABC- и XYZ-анализа.

2. Методы ABC- и XYZ-анализа: определение и сферы применения

В основе метода ABC-анализа лежит принцип Парето, который обобщенно можно сформулировать следующим образом: 20 % причин обеспечивают 80 % следствий. Применительно к образовательному процессу это означает, что 80 % результатов (в первую очередь — успеваемости) обусловлены вкладом 20 % учеников. **Метод ABC-анализа позволяет классифицировать обучающихся, ранжированных по убыванию значений показателя, по группам в зависимости от их вклада в общий результат** (табл. 1).

В основу метода XYZ-анализа положен коэффициент вариации — статистический показатель, интерпретировать который можно следующим образом: чем выше вариативность, тем менее предсказуемым

¹ Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 02 декабря 2019 года № 649 «Об утверждении целевой модели цифровой образовательной среды». <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912250047>

² Постановление Правительства Республики Мордовия от 11 ноября 2022 года № 730 «О государственной информационной системе Республики Мордовия «Сетевой город. Образование». <http://publication.pravo.gov.ru/file/pdf?eoNumber=1300202211110001>

Таблица 1 / Table 1

Классификация обучающихся методом ABC-анализа

Classification of students using ABC analysis method

Группа	Общее количество (%)	Вклад в общий результат (%)
A	20	80
B	30	15
C	50	5

становится исследуемый показатель. *XYZ-анализ предназначен для оценки стабильности и предсказуемости некоторого показателя, в нашем случае — успеваемости и посещаемости* (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Классификация обучающихся методом XYZ-анализа

Classification of students using XYZ analysis method

Группа	Коэффициент вариации (%)	Характеристика группы
X	0–10	Высокая стабильность и предсказуемость показателя
Y	10–25	Средняя стабильность и предсказуемость показателя, допускающая некоторую степень его изменчивости и временные колебания
Z	Выше 25	Высокая степень изменчивости показателя со значительными колебаниями и невозможностью его предсказания

Предлагаемые методы анализа данных предоставляют возможность не только выявить потенциальные проблемы с успеваемостью и посещаемостью отдельного ученика, класса, школы в целом, но и выработать индивидуальную стратегию для решения указанных проблем. Кроме того, появляются возможности для оценки перспектив дальнейшего развития конкретного обучающегося в определенных предметных областях, что позволит при необходимости сформировать для него индивидуальную образовательную траекторию. *Указанные возможности способствуют достижению цели ЦОС посредством мониторинга освоения образовательных программ, построения индивидуальных учебных планов, а также формирования цифрового образовательного контента в целом.*

Первоначально методы ABC- и XYZ-анализа были разработаны для применения преимущественно в экономической сфере, однако в настоящее время эти методы и их сочетания широко применяются и в других предметных областях, например:

- *в фармации* для ретроспективной оценки расходования ресурсов, выделяемых на лекар-

ственное обеспечение, а также оптимизации затрат на лекарственные препараты с использованием систем поддержки принятия решений на основе принципов доказательной медицины [1];

- *в экономике* для классификации социальных, политических, экономических и других факторов, учитываемых при оценке международной конкурентоспособности стран [2];
- *в сельском хозяйстве* для типологизации регионов РФ с учетом природно-климатических условий и экономических характеристик и выделения благоприятных, рискованных и неблагоприятных для земледелия и животноводства регионов [3];
- *в бизнесе и менеджменте* для определения влияния трех ключевых параметров (потребности в финансировании, профиля производимого продукта, периода ожидания финансирования) на успешность проектов, реализованных с помощью краудфандинговых платформ [4];
- *в демографии* на основе структурно-динамического анализа и прогноза сальдо миграции в России за период с 2012 по 2023 годы для определения стран, обеспечивших наибольшее сальдо миграции за данный период времени [5];
- *в сфере цифровизации экономики* для внедрения и модернизации цифровых технологий по универсальной методике определения приоритетных направлений (на примере электросетевой компании) [6];
- *в ИТ* для выявления основных видов дефектов печатных плат по данным предприятия-изготовителя, их типизации, а также определения возможных причин возникновения дефектов [7];
- *в работе транспортно-логистического предприятия* для сегментирования клиентов на группы (в целях определения эффективной коммерческой политики) и оптимизации транспортных потоков в целом [8].

При реализации методов ABC- и XYZ-анализа исследователями используются различные программные системы и среды разработки. Одним из популярных в настоящее время программных продуктов, предоставляющих, среди прочего, функции для проведения ABC-анализа, является *аналитическая платформа Deductor*. Так, в статье Т. М. Шамсутдиновой «Пример реализации метода ABC-XYZ-анализа в системе Deductor Studio» [9] описано применение указанной платформы для поддержки принятия управленческих решений при оптимизации продаж разнообразных товарных групп с учетом спроса и логистических особенностей. В работе Т. У. Есмагамбетова, М. И. Шиккульской, О. М. Шиккульской «Система информационно-аналитической поддержки управления процессами экстренного реагирования на ЧС и пожары» [10] представлена названная в заглавии

система, использующая технологии OLAP и Data Mining на платформе Deductor.

Исследователи отмечают, что при анализе производственной деятельности малых предприятий часто проводится интеграция *программных продуктов компании «1С»* с наиболее распространенными табличными процессорами, например, Microsoft Excel [11, 12]. При этом данные, полученные с помощью продуктов 1С, используются в качестве источника информации, передаваемой в табличный процессор для обработки и анализа различными математическими методами, в том числе методами ABC- и XYZ-анализа. Задача управления логистическими потоками при реализации технологии ABC-анализа через нейросетевой анализ многономенклатурных запасов также может решаться с применением табличного процессора [13].

Процедура ABC- и XYZ-анализа может быть реализована и с помощью различных языков программирования. Например, в статье Р. А. Дадабаевой и А. В. Голубина «Методика оценки экономических показателей хозяйственной деятельности на основе ABC-анализа» [14] для этих целей предложена методика использования свободно распространяемого программного обеспечения для статистических вычислений и графики RStudio на языке R. А в работе Н. В. Вербицкого и О. А. Синявской «Анализ рыночных данных большой размерности с помощью методов алгоритмического маркетинга и машинного обучения» [15] для ABC-анализа товарного рынка был реализован скрипт на языке программирования Python. А. Г. Кравец и Г. М. С. Аль-Мерри в статье «Модуль анализа активности контрагентов интеллектуальной CRM-системы туристического оператора» [16] представили разработанный программный продукт на языке программирования C# с хранением данных в СУБД Microsoft SQL Server, выполняющий анализ активности и оценку контрагентов туристического оператора с применением процедур ABC-, XYZ-, FMR-, RFM- и совмещенного ABC/XYZ-анализа.

В зарубежной научной литературе предлагаются различные модификации метода ABC-анализа и гибридные методологии с целью расширения границ его применимости. Например, S. Sarkar в статье «ABC classification using extended R-model, SVM and Lorenz curve» [17] проводит классификацию методом ABC-анализа с использованием расширенной R-модели, машины опорных векторов и кривой Лоренца. Q. An, Y. Wen, J. Hu, X. Lei в статье «A common-weight DEA model for multi-criteria ABC inventory classification with quantitative and qualitative criteria» [18] применяют модель DEA (англ. Data Envelopment Analysis) с общим весом для проведения многокритериальной ABC-классификации запасов с количественными и качественными критериями. S. Kheybari, S. A. Naji, F. M. Rezaie, R. Salehpour в работе «ABC classification according to Pareto's principle: A hybrid methodology» [19] предлагают при проведении классификации товаров на основе

ABC-анализа использовать гибридные методологии, включающие применение модели энтропии Шеннона, метода TOPSIS и методов целевого программирования. По мнению авторов, такой подход позволит повысить качество классификации в соответствии с принципом Парето.

Вместе с тем анализ отечественной и зарубежной научной литературы показал, что применение указанных методов ограничивается производственной сферой, хотя эти методы являются по своей сути универсальными и могут успешно использоваться и в социальной сфере, в том числе в образовании.

На наш взгляд, методы ABC- и XYZ-анализа в управлении образовательной деятельностью учреждений общего образования являются перспективными благодаря понятности и надежности алгоритмов их работы. Данное обстоятельство особенно важно для сотрудников администрации образовательных учреждений и преподавателей, не имеющих, как правило, профессиональной подготовки в области информационных технологий и анализа больших данных. Кроме того, для реализации вышеуказанных методов удобнее использовать программный модуль, выполненный в виде веб-приложения и рассматриваемый как дополнение к уже внедренным в регионах России информационным системам автоматизации, предназначенным для сбора, хранения и анализа информации в сфере общего образования, поскольку в этом случае отсутствует необходимость дополнительной установки специализированного программного обеспечения.

3. Материалы и методы исследования

Разработанный программный модуль использует данные, предоставляемые комплексной АИС «Сетевой Город. Образование». В частности, при реализации модуля применялись следующие функциональные возможности системы:

- получение и экспорт информации о текущих оценках учеников с указанием даты, предмета, темы и типа заданий, за которые они были получены, а также об итоговых оценках учащихся;
- получение с помощью конструктора отчетов сводных данных об успеваемости учащихся, включая такие показатели, как средний балл, динамика среднего балла, коэффициент успеваемости, процент отличных, хороших, удовлетворительных и неудовлетворительных оценок;
- получение и экспорт текущих данных о посещаемости учащихся с указанием причины отсутствия и сводных данных о количестве пропущенных занятий по четвертям и за год, в том числе по уважительным причинам.

Файлы экспортируются в формат XLS (электронные таблицы Excel). Примеры файлов «Классный журнал успеваемости», «Итоговая успеваемость» приведены на рисунке 1.

Классный журнал успеваемости										
Учебный год	2023/2024									
Класс	9									
Учитель	Иванов Иван Иванович									
Тип учета	Успеваемость									
Предмет	Алгебра									
Ученики	Май								Средняя оценка	Оценка за период
	2	7	8	14	15	16	21	22		
Андреев Андрей		5		5		4		5	5	4,80
Борисов Борис	4	3		3	4		4		4	3,67
Викторов Виктор		3		3		4	5	4	4	3,83
Дмитриев Дмитрий	4	3	3		4		3			3,40
Зинина Зинаида			3		3		3	3		3,00

Состояние на 25 мая 2024 года

Итоговая успеваемость						
Учебный год	2023/2024					
Класс	9					
Учитель	Иванов Иван Иванович					
Тип учета	Успеваемость					
Предмет	Алгебра					

Ученики	Учебные периоды				Год	Итог.
	1 четверть	2 четверть	3 четверть	4 четверть		
Андреев Андрей	4	5	5	5	5	5
Борисов Борис	4	4	4	4	4	4
Викторов Виктор	4	4	4	4	4	4
Дмитриев Дмитрий	4	3	4	4	4	4
Зинина Зинаида	3	4	3	3	3	3

Состояние на 25 мая 2024 года

Рис. 1. Отчеты «Классный журнал успеваемости» и «Итоговая успеваемость»

Fig. 1. Reports «Class achievement log» and «Final performance»

Методологической основой разработанного модуля являются методы ABC- и XYZ-анализа и их сочетание.

При разработке программного модуля были выбраны следующие технологии:

- **языки программирования:** HTML, CSS, JavaScript, Python с использованием фреймворка Flask;
- **инструментальные средства:** веб-сервер с открытым исходным кодом, работающий как обратный прокси-сервер Nginx, который используется для обработки входящих HTTP-запросов, балансировки нагрузки, кэширования и статической доставки контента. Nginx увеличивает производительность веб-приложений и обеспечивает их стабильность и масштабируемость. Благодаря асинхронной архитектуре веб-сервер способен эффективно обрабатывать одновременные запросы, большое количество которых будет поступать вследствие обширного контингента пользователей разрабатываемого приложения (учителя, руководители образовательных учреждений, сотрудники территориальных органов управления образованием). Ключевым преимуществом Nginx является его способность управлять загрузкой больших объемов данных, импортируемых из АИС «Сетевой Город. Образование», что ускоряет их обработку и снижает нагрузку на сервер приложения. Кроме того, Nginx предлагает мощные инструменты обеспечения безопасности персональных данных обучающихся в соответствии с требованиями законодательства¹ на основе интеграции с криптографическими протоколами SSL/TLS для предотвращения возможных DDoS-атак;

- **объектно-реляционная система управления базами данных (ОР СУБД) с открытым исходным кодом PostgreSQL [20].** Ключевым преимуществом PostgreSQL является поддержка механизма управления параллельным доступом с помощью многоверсионности (англ. Multiversion Concurrency Control, MVCC), который позволяет выполнять параллельные операции без блокировок, что улучшает производительность веб-приложения при высокой нагрузке, связанной с одновременной загрузкой или анализом данных для большого количества пользователей. Помимо этого, ОР СУБД предлагает различные типы индексов, которые оптимизируют выполнение запросов и ускоряют обработку больших объемов данных. Кроме того, PostgreSQL обеспечивает высокий уровень безопасности благодаря механизмам контроля доступа, шифрования и аутентификации, что защищает конфиденциальные данные обучающихся;
- **платформа Docker** для автоматизации развертывания приложений и управления приложениями в контейнерах, которая позволяет изолировать приложение и его зависимости в контейнерах, тем самым обеспечивая консистентность среды на этапах разработки, тестирования, развертывания.

4. Результаты

Результатом нашей разработки является программный модуль для управления образовательной деятельностью учебного заведения с помощью ABC- и XYZ-анализа, а также сочетания этих методов.

4.1. Архитектура программного модуля

Для построения архитектуры программного модуля были использованы UML-диаграммы. На рисунке 2 представлена диаграмма

¹ Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных». <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=607290505&backlink=1&nd=102108261>



Рис. 2. Диаграмма прецедентов для актора «Учитель»

Fig. 2. Use case diagram for the actor "Teacher"

прецедентов, отображающая «Учителя» (под которым понимается работник, входящий в административный или преподавательский состав образовательного учреждения, либо руководитель территориального органа управления образованием) как единственного актора, имеющего доступ к рассматриваемому функционалу и выполняемым им функциям в программном модуле.

Программный модуль, реализованный в виде веб-приложения, состоит из нескольких контейнеров Docker, использование которых позволяет создать модульную и гибкую архитектуру, где каждый компонент изолирован, что упрощает развертывание, масштабирование и управление приложением. Контейнеры обеспечивают надежную работу и высокую производительность системы, а также позволяют легко обновлять и модифицировать отдельные компоненты без воздействия на другие части приложения. Схема взаимодействия контейнеров представлена на рисунке 3.

Контейнер базы данных PostgreSQL хранит все данные, необходимые для работы приложения. Структура базы данных, в которую

из АИС «Сетевой Город. Образование» загружаются необходимые данные, представлена на рисунке 4.

Контейнер веб-сервера Nginx действует как обратный прокси-сервер и балансировщик нагрузки. Nginx принимает входящие HTTP-запросы от клиента и перенаправляет их на соответствующие контейнеры веб-приложения. Это позволяет распределять нагрузку на сервер, улучшая производительность и надежность системы, а также обеспечивать безопасность, фильтруя потенциально вредоносные запросы.

Веб-контейнер отвечает за серверную часть веб-приложения, разработанную с использованием фреймворка Flask. Он обрабатывает HTTP-запросы, взаимодействует с базой данных PostgreSQL через библиотеку SQLAlchemy и возвращает результаты клиенту.

Таким образом, веб-приложение обеспечивает эффективное взаимодействие между клиентской и серверной сторонами, обрабатывая данные и запросы через несколько уровней, начиная от браузера, работающего на компьютере пользователя, до базы данных и обратно.



Рис. 3. Схема взаимодействия контейнеров программного модуля

Fig. 3. The diagram of program module containers interaction

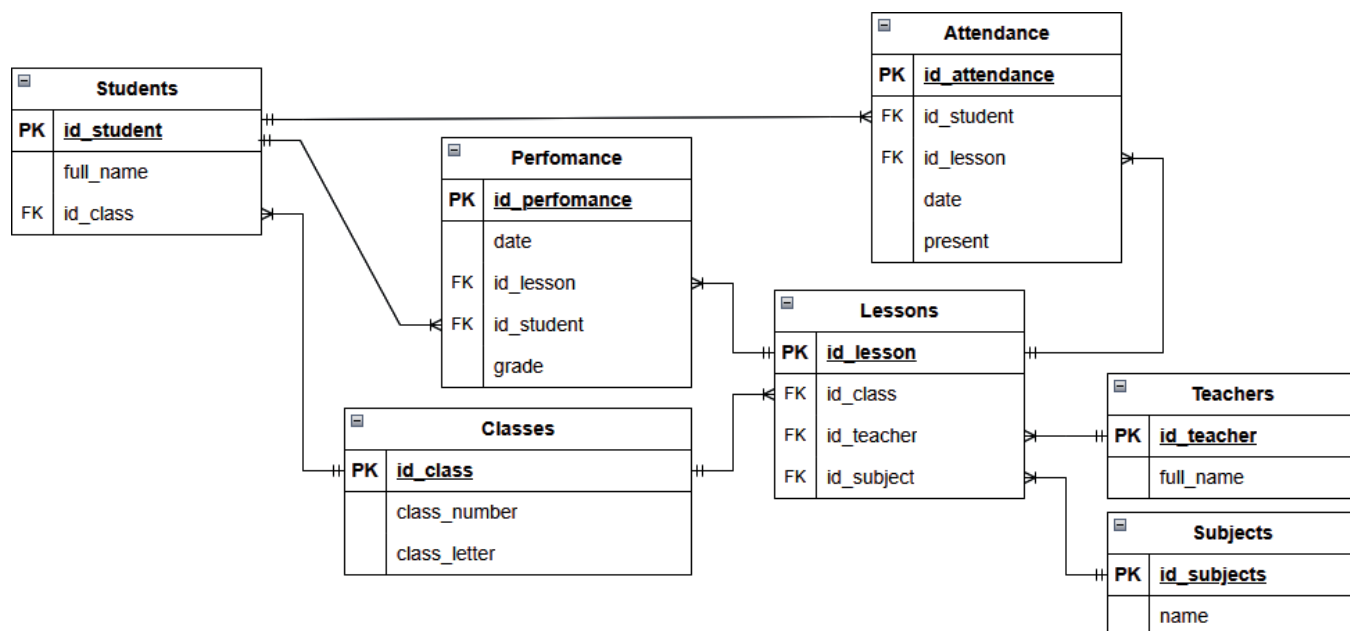


Рис. 4. Структура базы данных

Fig. 4. Database structure

4.2. Функциональные возможности программного модуля

Рассмотрим основные функциональные возможности разработанного программного модуля. На рисунке 5 показана главная страница модуля, панель настроек для проведения АВС-анализа и форма для загрузки необходимых данных, включая выбор клас-

са, предмета, учителя, категории данных (успеваемость или посещаемость), периода анализа (четверть, год), учебного года.

После выполнения процедуры АВС-анализа можно получить следующие результаты (рис. 6):

- **список учащихся с указанием группы** — **А, В, С.** К группе А относятся ученики, имеющие высокий средний балл по выбранному

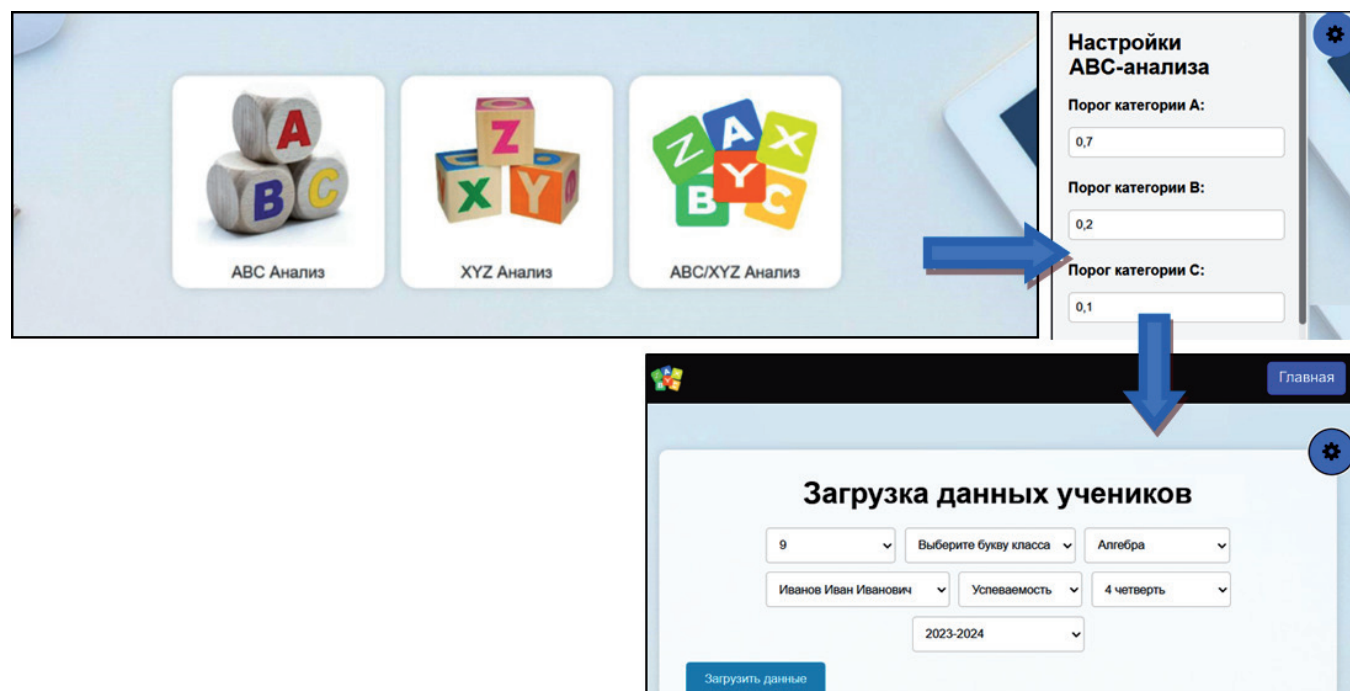


Рис. 5. Подготовка данных к проведению АВС-анализа

Fig. 5. Data preparation for ABC analysis

Результаты ABC-анализа

Ученики	Средняя оценка	Доля в общей успеваемости	Кумулятивный процент	Группа
Андреев Андрей	4,80	0,257	26%	A
Викторов Виктор	3,83	0,205	46%	A
Борисов Борис	3,67	0,196	66%	A
Дмитриев Дмитрий	3,40	0,182	84%	B
Зинина Зинаида	3,00	0,160	100%	C
Итого	18,70			



Рекомендации по группам ABC-анализа

Группа А	Ученики с высокими показателями успеваемости, не требующие постоянного контроля со стороны педагогического коллектива. Учителю следует сконцентрировать внимание и методические ресурсы для поддержки и развития потенциала этой группы
Группа В	Ученики со средними показателями успеваемости, требующие периодического контроля и поддержки со стороны педагогического коллектива и семьи с целью повышения общей успеваемости
Группа С	Ученики с низкими показателями успеваемости, требующие регулярного контроля и поддержки, а также дополнительной психолого-педагогической помощи (при необходимости). Для учеников этой группы необходимо предоставить возможность корректировки образовательных стратегий

Рис. 6. Результаты ABC-анализа

Fig. 6. ABC analysis results

предмету или группе предметов. Как правило, эта группа составляет приблизительно 20 % от общего количества учеников и обеспечивает вклад в успех образовательного процесса в размере 80 %. Учащиеся группы В составляют около 30 % от общего количества и вносят некоторый вклад ($\approx 15\%$) в общий результат успеваемости, т. е. они не так значимы для учебного процесса, как группа А. Ученики, относящиеся к группе С, составляют около половины контингента и дают наименьший вклад в результат;

- **круговую диаграмму, отображающую количественное соотношение учащихся в распределении по указанным группам;**
- **рекомендации по организации учебного процесса для каждой группы учащихся.**

Для эффективного применения ABC-анализа с целью контроля динамики успеваемости и оптимизации образовательного процесса следует проводить такой анализ хотя бы один раз в год, а лучше — каждую четверть. **Поэтому в данном программном модуле были реализованы дополнительные функциональные возможности, позволяющие:**

- оценить стабильность принадлежности ученика к определенной группе и сопоставить его средний балл с пороговым значением группы, к которой он был отнесен (рис. 7);
- получить распределение количества учеников в классе по группам в заданные временные интервалы (рис. 8);
- провести анализ изменения пороговых значений при переходе от одной группы к другой в заданные временные интервалы (см. рис. 8).

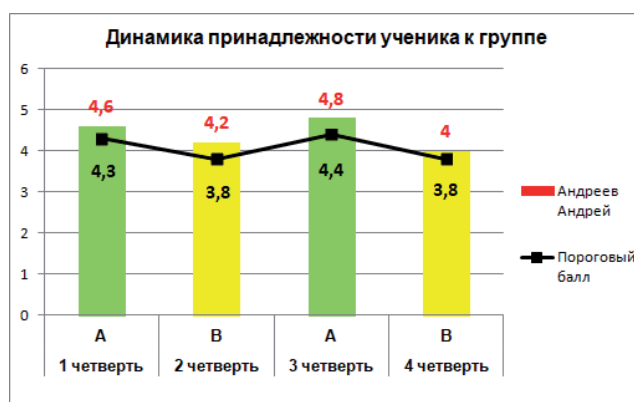


Рис. 7. Динамика принадлежности ученика к определенной группе

Fig. 7. Dynamics of student's belonging to a certain group

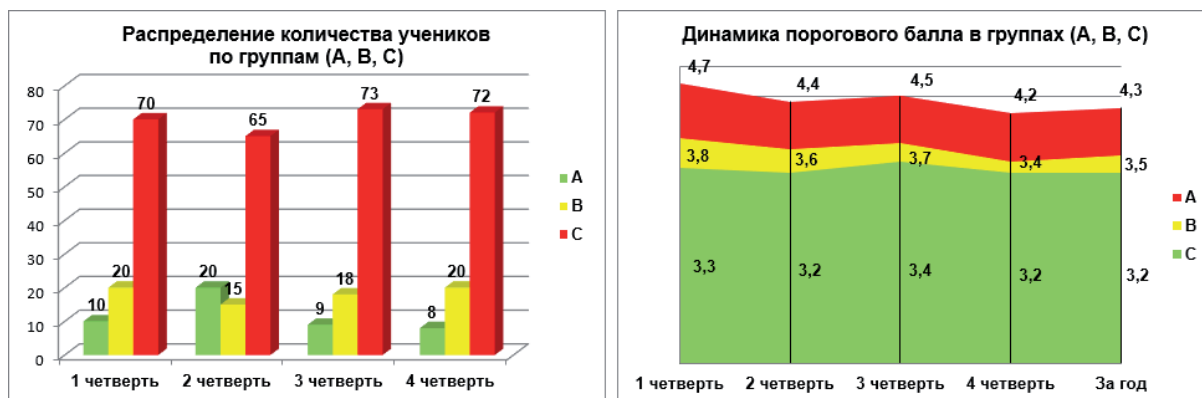


Рис. 8. Результаты ABC-анализа в динамике для выбранного класса

Fig. 8. Results of ABC analysis for the selected class over time

Аналогично процедуре ABC-анализа для выполнения XYZ-анализа необходимо загрузить требуемые сведения из базы данных и установить соответствующие настройки. В нашем случае XYZ-анализ применялся для прогнозирования посещаемости учащихся. В результате учащиеся были категоризированы следующим образом (рис. 9):

- группа X — ученики с наиболее стабильными показателями посещаемости;
- группа Y — ученики, посещаемость которых колеблется в допустимых пределах (конкретный процент посещаемости, необходимый для получения оценки, может варьироваться в зависимости от политики конкретной школы или предпочтений преподавателя, во многих школах требуется посещаемость от 75 % до 80 %);
- группа Z — ученики с нестабильной посещаемостью.

Вместе с тем применительно к данной предметной области стандартная процедура XYZ-анализа не свободна от недостатков, так как коэффициент вариации, используемый в аппарате XYZ-анализа, учитывает динамику посещаемости отдельного ученика, но не абсолютное число его пропусков. Поэтому для более корректной интерпретации результатов в программный модуль добавлен функционал, предусматривающий изменение сформированных в процессе XYZ-анализа групп с учетом среднего, суммарного или предельно допустимого с точки зрения организации учебной деятельности количества пропусков. Так, на рисунке 9 видно, что у учащегося с идентификатором «Попов Петр» коэффициент вариации наименьший, что привело к его включению в группу X, однако суммарное количество его пропусков является наибольшим в приведенном списке. Следовательно, необходимо воспользоваться функцией, заново формирующей группы с учетом количества

Результаты XYZ-анализа

Ученики	Учебные периоды				Год	Кoeffи- циент вариации	Группы
	1 четверть	2 четверть	3 четверть	4 четверть			
Попов Петр	6	6	6	5	23	8,70	X
Марьина Мария	3	3	2	3	11	18,18	X
Борисов Борис	2	1	2	2	7	28,57	Y
Викторов Виктор	4	3	2	4	13	29,46	Y
Дмитриев Дмитрий	1	2	3	3	9	42,55	Z
Сидоров Сидор	2	4	6	3	15	45,54	Z
Андреев Андрей	1	2	7	5	15	73,43	Z
Зинина Зинаида	1	1	7	2	11	104,45	Z



Рекомендации по группам XYZ-анализа

Группа X	Ученики со стабильной посещаемостью и минимальным количеством пропущенных занятий, не требующие постоянного контроля со стороны педагогического коллектива
Группа Y	Ученики со средними показателями посещаемости, требующие регулярного контроля со стороны педагогического коллектива. Для этой группы необходимо постоянное взаимодействие семьи и школы
Группа Z	Ученики со значительным числом пропущенных занятий, требующие непрерывного контроля. Для этой группы следует предусмотреть дополнительную отчетность по пропущенным темам

Рис. 9. Результаты XYZ-анализа

Fig. 9. XYZ analysis results

пропущенных занятий. В результате указанный учащийся должен быть отнесен к группе Z — ученики с нестабильной или неудовлетворительной посещаемостью. Аналогичным образом учеников с малым количеством пропусков («Борисов Борис» и «Дмитриев Дмитрий») необходимо перевести из группы Y в группу X и из группы Z в группу X соответственно.

Кроме того, при анализе данных можно встретить ситуацию, когда у ученика со стабильно высокой посещаемостью встречаются периоды с резким увеличением числа пропусков, которые могут возникать в связи с семейными обстоятельствами или заболеванием. В этом случае в результате выполнения процедуры XYZ-анализа ученик будет отнесен к группе Z, что не соответствует реальной ситуации. Для подобных случаев в программном модуле был предусмотрен функционал, заменяющий значение пропусков, резко отличающееся от остальных, на среднее значение пропусков по остальным периодам, после чего группы формируются заново («Зинина Зинаида» перенесена из группы Z в группу Y). На рисунке 10 продемонстрированы результаты проведенных выше перемещений и новое распределение учащихся по группам.

В результате применения ABC- и XYZ-анализа обучающиеся классифицируются по десяти группам — от AX до CZ. Каждая группа требует особой стратегии образовательной и воспитательной деятельности. Следует отметить, что в большинстве случаев высокая посещаемость коррелирует с академическими успехами, а низкая — с академическими трудностями. Для примера рассмотрим несколько групп.

Формально группы AX представляют учащиеся с высокой успеваемостью и стабильной посещаемостью, т. е. вполне благополучные с точки зрения образовательного процесса. Однако у них нередко возникают напряженные отношения в коллективе одноклассников, что требует определенного внимания со стороны педагогического коллектива.

Группы AZ представляют учащиеся, нестабильная посещаемость которых обусловлена в основном особенностями соматического здоровья. Эта группа нуждается в психологической поддержке и по возможности встраивании во внеклассную работу

с целью формирования позитивных взаимоотношений и эффективной коммуникации в коллективе учащихся.

В группах B (BX, BY, BZ) и Y (AY, BY, CY) необходимо не только контролировать успеваемость и посещаемость, но и повышать мотивацию учеников к учебе, стимулировать ответственность учащихся за результат, содействовать развитию их познавательных процессов и т. д.

Группа CZ с точки зрения учебного процесса является самой неблагополучной. Однако в этой группе можно выделить отдельные подгруппы:

- ученики со слабо развитыми познавательными процессами или проблемами ментального характера, пытающиеся избежать травмирующих ситуаций путем пропуска занятий. В этом случае необходимо плотное взаимодействие семьи и школы с целью улучшения показателей посещаемости, а в дальнейшей перспективе — возможного улучшения успеваемости за счет непроизвольного запоминания учебного материала и регулярного выполнения определенных учебных задач;
- ученики с преобладающими позитивными интересами вне учебного процесса, например, школьники, которые организованно занимаются каким-либо видом спорта, постоянно участвуют в спортивных соревнованиях и готовятся к ним. Для этой категории необходимо разработать индивидуальный график отчетности и предоставить возможность дистанционного обучения;
- ученики из социально неблагополучных семей. В работе с ними необходимо взаимодействие школы с органами опеки, а в случае девиантного поведения учащихся — с инспекцией по делам несовершеннолетних.

Безусловно, приведенные выше рекомендации не являются исчерпывающими, а лишь позволяют определить пути совершенствования учебного процесса, в том числе с использованием возможностей информационных технологий.

На рисунках 11, 12 представлены результаты расчетов, полученные при применении ABC- и XYZ-анализа в программном модуле.

Ученики	Год	Коэффициент вариации	Группы
Марьина Мария	11	18,18	X
Борисов Борис	7	28,57	X
Дмитриев Дмитрий	9	42,55	X
Викторов Виктор	13	29,46	Y
Попов Петр	23	8,70	Z
Сидоров Сидор	15	45,54	Z
Андреев Андрей	15	73,43	Z
Зинина Зинаида	11	104,45	Z

Ученики	Учебные периоды				Год	Коэффициент вариации	Группы
	1 четверть	2 четверть	3 четверть	4 четверть			
Марьина Мария	3	3	2	3	11	18,18	X
Борисов Борис	2	1	2	2	7	28,57	X
Дмитриев Дмитрий	1	2	3	3	9	42,55	X
Викторов Виктор	4	3	2	4	13	29,46	Y
Зинина Зинаида	1	1	1,33	2	5,33	35,36	Y
Попов Петр	6	6	6	5	23	8,70	Z
Сидоров Сидор	2	4	6	3	15	45,54	Z
Андреев Андрей	1	2	7	5	15	73,43	Z

Рис. 10. Результаты перераспределения учащихся по группам

Fig. 10. Results of re-distributing students into groups

Ученики	Средняя оценка	Доля в общей успеваемости	Кумулятивный процент	Группа
Андреев Андрей	4,80	0,105	10%	A
Сергеев Сергей	4,67	0,102	21%	A
Марьина Мария	4,23	0,092	30%	A
Федоров Федор	3,92	0,086	38%	B
Сидоров Сидор	3,85	0,084	47%	B
Викторов Виктор	3,83	0,084	55%	B
Борисов Борис	3,67	0,080	63%	B
Кузьмин Кузьма	3,65	0,080	71%	C
Попов Петр	3,50	0,076	79%	C
Дмитриев Дмитрий	3,40	0,074	86%	C
Глебов Глеб	3,27	0,071	93%	C
Зинина Зинаида	3,00	0,066	100%	C

Ученики	1 четверть	2 четверть	3 четверть	4 четверть	Коэффициент вариации	Группа
Попов Петр	6	6	6	5	0,087	X
Марьина Мария	3	3	2	3	0,182	X
Сергеев Сергей	5	6	6	4	0,182	X
Сидоров Сидор	2	4	3	3	0,272	Y
Борисов Борис	2	1	2	2	0,286	Y
Викторов Виктор	4	3	2	4	0,295	Y
Дмитриев Дмитрий	1	2	3	3	0,426	Z
Федоров Федор	4	3	1	4	0,471	Z
Андреев Андрей	1	2	7	5	0,734	Z
Кузьмин Кузьма	1	1	0	2	0,816	Z
Глебов Глеб	1	2	5	1	0,841	Z
Зинина Зинаида	1	1	7	2	1,044	Z

Рис. 11. Результаты ABC- и XYZ-анализа

Fig. 11. Results of ABC and XYZ analysis

Ученики	Группа A / B / C	Группа X / Y / Z	Комбинированная группа
Марьина Мария	A	X	AX
Сергеев Сергей	A	X	AX
Андреев Андрей	A	Z	AZ
Борисов Борис	B	Y	BY
Викторов Виктор	B	Y	BY
Сидоров Сидор	B	Y	BY
Федоров Федор	B	Z	BZ
Попов Петр	C	X	CX
Глебов Глеб	C	Z	CZ
Дмитриев Дмитрий	C	Z	CZ
Зинина Зинаида	C	Z	CZ
Кузьмин Кузьма	C	Z	CZ



Рис. 12. Результаты распределения учащихся по группам

Fig. 12. Results of distributing students into groups

* * *

Оценим влияние разработанного программного модуля на эффективность управления общеобразовательной организацией. Для этого будем использовать методику расчета, которая предложена в методическом пособии по проектированию и управлению школой [21] и согласно которой эффективность управления представляет собой показатель, интегрирующий качественно-количественные результаты образования, соотношенные с затратами ресурсов общества и человека (включая финансово-экономические, кадровые, временные, информационные и личностные ресурсы субъектов образовательного процесса). Такой показатель определяется формулой:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Качество образования}}{\text{Затраты ресурсов}},$$

при этом:

$$\text{Затраты ресурсов} = (\text{СостЗдор}_{\text{вход}} - \text{СостЗдор}_{\text{выход}}) \cdot \frac{\text{СтЗамр1}}{\text{СтОснФонд1}} \cdot \text{СтДрРес},$$

где:

$\text{СостЗдор}_{\text{вход}}$, $\text{СостЗдор}_{\text{выход}}$ — состояние здоровья обучающегося при поступлении в школу и по окончании обучения соответственно;

СтЗамр1 — стоимость затрат на одного обучающегося;

СтОснФонд1 — стоимость основных фондов общеобразовательной организации на одного обучающегося;

СтДрРес — стоимость других ресурсов.

На наш взгляд, использование в образовательном процессе представленного в данной статье программного модуля приведет к уменьшению показателя СтДрРес , связанного с индивидуальными затратами (в данном случае временными) педагогических работников, которые осуществляют аналитику данных. Соответственно, при уменьшении показателя СтДрРес показатель эффективности управления будет увеличиваться.

* * *

Рассмотрим последовательность операций при проведении анализа данных успеваемости и посещаемости обучающихся методами ABC- и XYZ-анализа с использованием программного модуля и без него (табл. 3). При этом выделим 3 способа действий пользователя:

1. Способ, при котором данные экспортируются из АИС «Сетевой город. Образование», затем передаются для обработки в доступный онлайн-калькулятор, выполняющий ABC- и XYZ-анализ, а полученные результаты экспортируются в офисную программу для оформления отчетов.

Таблица 3 / Table 3

Операции для проведения ABC- и XYZ-анализа

Operations for ABC and XYZ analysis

№ п/п	Способ 1	Способ 2	Способ 3
1	Переход на сайт АИС «Сетевой город. Образование» (https://sgo.e-mordovia.ru) и авторизация на нем	Переход на сайт АИС «Сетевой город. Образование» (https://sgo.e-mordovia.ru) и авторизация на нем	—
2	Установка параметров для извлечения данных	Установка параметров для извлечения данных	—
3	Получение данных в виде файла Microsoft Excel	Получение данных в виде файла Microsoft Excel	—
4	Преобразование файла Microsoft Excel в нужный формат	—	—
5	Переход на сайт онлайн-калькулятора	Переход на сайт программного модуля и авторизация на нем	Переход на сайт программного модуля и авторизация на нем
6	Импорт файла в онлайн-калькулятор	Импорт файла в программный модуль	Установка параметров для извлечения требуемых данных и получение информации из базы данных
7	Установка параметров для проведения анализа	Установка параметров для проведения анализа	Установка параметров для проведения анализа
8	Проведение расчетов	Проведение расчетов	Проведение расчетов
9	Копирование результатов анализа в офисную программу	—	—
10	Создание отчетов вручную	Автоматическое формирование отчетов	Автоматическое формирование отчетов
Время (с.)	390	290	53

2. Способ, при котором данные также экспортируются из указанной АИС, затем передаются в разработанный программный модуль для обработки методами ABC- и XYZ-анализа с последующим автоматическим созданием требуемых отчетов.

3. Способ, при котором информация, хранящаяся в базе данных программного модуля, обрабатывается методами ABC- и XYZ-анализа и на основе результатов анализа автоматически формируются требуемые отчеты.

Кроме того, был проведен эксперимент по измерению времени, необходимого для выполнения последовательности операций каждым способом. Для эксперимента использовался персональный компьютер со следующими характеристиками:

- процессор: AMD Ryzen 5 3500U 2,10 ГГц;
- видеокарта: AMD Radeon Vega 8;
- оперативная память: 16 Гб Ddr4 2400 Мгц;
- диск: SSD 512 Гб;
- интернет: подключение через WiFi-сеть со скоростью 100 Мбит в секунду.

В качестве исходных данных использовались четвертные и годовые оценки по одному предмету, а также сведения о посещаемости за те же периоды

у школьников одного класса (20 человек). Для проведения ABC- и XYZ-анализа способом 1 применялся бесплатный сервис ABC&XYZ (<https://xyz.qlever.com/>).

Как видно из таблицы 3, второй и третий способы, предполагающие использование разработанного программного модуля, более предпочтительны, так как содержат меньше операций пользователя, что, соответственно, приводит к уменьшению временных затрат.

5. Обсуждение

Представленный в данной статье программный модуль для обработки информации, получаемой из АИС «Сетевой город. Образование», средствами ABC- и XYZ-анализа имеет следующие достоинства:

- **дает возможность оперативно реагировать на изменения в успеваемости и посещаемости учащихся**, что способствует своевременному выявлению проблем и предоставлению необходимой поддержки учащимся со стороны педагогического коллектива;
- **обеспечивает аналитический инструментарий** для глубокого понимания факторов,

влияющих на успех учащихся, и для разработки эффективных образовательных стратегий;

- **способствует выявлению индивидуальных потребностей и трудностей каждого ученика**, что является ключевым аспектом обеспечения качественного образования;
- **позволяет автоматизировать процесс анализа данных**, что минимизирует время принятия управленческих решений, тем самым оптимизируя ресурс учебных заведений в целях повышения эффективности образовательного процесса.

Особенностью программного модуля является то, что он позволяет не только выполнять стандартные процедуры ABC- и XYZ-анализа, но и переводить учащихся из группы, которую назначила программа, в другую исходя из комплекса дополнительных факторов и рекомендаций педагога, обладающего знаниями о реальной ситуации в классе.

Следует отметить, что одним из недостатков методов ABC- и XYZ-анализа является их **ретроспективность**, из-за чего применительно к данной предметной области снижается эффективность использования этих методов при модификации учебных планов, введении новых дисциплин, значительной переработке содержания имеющихся дисциплин, изменении требований к уровню усвоения учениками основных компетенций, движении педагогического контингента и т. п. В перечисленных случаях новые статистические данные об успеваемости могут существенно отличаться от предыдущих в связи с воздействием внешних факторов на обучающегося, поэтому одновременное использование предыдущих и новых данных при проведении ABC- и XYZ-анализа может привести к некорректным выводам.

Выбранный для разработки программного модуля стек технологий позволяет решить следующие важные задачи:

- **программный модуль**, реализованный в виде веб-приложения, предоставляет пользователям возможность доступа и работы посредством любого устройства, имеющего подключение к сети Интернет; его отличительные особенности — простота в использовании, интуитивно понятный пользовательский интерфейс, а также возможность визуализации данных и результатов анализа с помощью интерактивных диаграмм и графиков;
- *Nginx*, используемый как веб- и обратный прокси-сервер, обеспечивает быстрый и стабильный доступ к программному модулю через браузер, оптимизируя обработку HTTP-запросов и улучшая производительность;
- *СУБД PostgreSQL* производит шифрование личных данных на разных уровнях и предоставляет гибкую настройку средств защиты, а *веб-сервер Nginx* — защиту от сетевых угроз, таких как DDoS- или межсетевые атаки, что обеспечивает конфиденциальность и надежность работы программного модуля через браузер;

- **использование фреймворка Flask** упростило создание веб-приложения на языке Python, позволило обрабатывать запросы к базе данных, поступающие через веб-интерфейс, проводить анализ данных, учитывая индивидуальные потребности пользователя, и создавать персонализированные отчеты по результатам проведенного анализа.

Таким образом, представленный в статье программный модуль является современным, удобным, надежным, безопасным и масштабируемым веб-приложением, обеспечивающим выполнение поставленных задач.

6. Выводы

Разработанный авторами программный модуль позволяет в режиме онлайн импортировать данные из АИС «Сетевой Город. Образование», проводить их обработку и статистический анализ, а также выгружать формируемые отчеты в выбранном пользователем формате (например, XLSX, DOCX, PDF). Модуль предназначен для административного и преподавательского состава образовательных учреждений, а также руководителей территориальных органов управления образованием.

Практической значимостью представленной разработки является возможность на основе применения методов ABC- и XYZ-анализа и их сочетания формировать группы по показателям успеваемости и посещаемости с целью классификации учащихся по степени их вовлеченности в учебный процесс и оценивать динамику этих показателей в рамках выделенной классификации по отдельным ученикам, классам, школам, а также учебным дисциплинам. Расчеты, приведенные в таблице 3, подтверждают эффективность применения предложенной разработки при управлении общеобразовательной организацией.

Отметим оригинальность и новизну представленных результатов:

- методы ABC- и XYZ-анализа, которые используются преимущественно в экономической сфере, применяются для анализа образовательной деятельности;
- разработанный модуль может использоваться через интернет без установки специализированного программного обеспечения;
- модуль доступен пользователям, не обладающим профессиональными компетенциями в области информационных технологий и статистического анализа данных.

Кроме того, разработанный модуль может быть использован в учебном процессе образовательных учреждений за пределами Российской Федерации, поскольку в нем реализована возможность разбиения учебного года на периоды различной длительности (четверти, триместры, полугодия) и использования различных шкал оценки успеваемости, принятой в других странах (5-, 10-, 100-балльной и т. п.).

Список источников / References

1. Крюков А. В., Новиков А. А., Купчик Б. М., Коровин Е. В., Яковлев С. В., Кузнецова Е. В., Каменева Т. Р., Ларюшкина Е. Д., Журавлева М. В. Оптимизация затрат на лекарственные препараты с использованием систем поддержки принятия решений на основе принципов доказательной медицины. *Антибиотики и химиотерапия*. 2023;68(7–8):90–100. EDN: YNIJKY. DOI: 10.37489/0235-2990-2023-68-7-8-90-98.
- [Kryukov A. V., Novikov A. A., Kupchik B. M., Korovin E. V., Yakovlev S. V., Kuznetsova E. V., Kameneva T. R., Laryushkina E. D., Zhuravleva M. V. Drug cost optimization using evidence-based decision support systems. *Antibiotics and Chemotherapy*. 2023;68(7–8):90–100. (In Russian.) EDN: YNIJKY. DOI: 10.37489/0235-2990-2023-68-7-8-90-98.]
2. Тебекин А. В. Применение метода ABC-анализа при определении уровня национальной конкурентоспособности. *Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА*. 2020;(2):32–41. EDN: QOYCTX.
- [Tebekin A. V. Application of the ABC analysis method to determine the level of national competitiveness. *Vestnik Moskovskogo Finansovo-Yuridicheskogo Universiteta MFUA*. 2020;(2):32–41. (In Russian.) EDN: QOYCTX.]
3. Кочетыгова О. В., Иноземцев Е. С., Головкин М. В. Анализ неравномерности сельскохозяйственного производства в России. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*. 2021;21(3):255–262. EDN: KWTZJM. DOI: 10.18500/1994-2540-2021-21-3-255-262.
- [Kochetygova O. V., Inozemtsev E. S., Golovko M. V. Unevenness analysis of agricultural production in Russia. *Izvestiya Saratovskogo Universiteta. Novaya Seriya. Seriya: Ekonomika. Upravleniye. Pravo*. 2021;21(3):255–262. (In Russian.) EDN: KWTZJM. DOI: 10.18500/1994-2540-2021-21-3-255-262.]
4. Трофимова К. В., Спиридонова Е. В. Анализ параметров концептуальной модели для принятия управленческих решений по выбору источника финансирования. *Бизнес. Образование. Право*. 2019;(2(47)):191–199. EDN: XYYQCY. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.47.221.
- [Trofimova K. V., Spiridonova E. V. Analysis of the parameters of the conceptual model for making administrative decisions for selection of the source of financing. *Business. Education. Right*. 2019;(2(47)):191–199. (In Russian.) EDN: XYYQCY. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.47.221.]
5. Уродовских В. Н., Трутенко Е. В. Структурно-динамический анализ и прогноз сальдо миграции в России за период с 2012 по 2023 годы. *ЭФО: Экономика. Финансы. Общество*. 2023;(1(5)):75–88. EDN: FUZXAN. DOI: 10.24412/2782-4845-2023-5-75-88.
- [Urodovskikh V. N., Trutenko E. V. The structural and dynamic analysis and forecast of migration balances in Russia for the period from 2012 to 2023. *EFO: Economics. Finance. Society*. 2023;(1(5)):75–88. (In Russian.) EDN: FUZXAN. DOI: 10.24412/2782-4845-2023-5-75-88.]
6. Пличенко Д. В. Методика определения приоритетных направлений цифровизации предприятий. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2019;(12-1):108–115. EDN: ZQJNSA. DOI: 10.17513/vaael.855.
- [Plichenko D. V. Methodology for determining key directions of corporation digital transformation. *Vestnik Altayskoy Akademii Ekonomiki i Prava*. 2019;(12-1):108–115. (In Russian.) EDN: ZQJNSA. DOI: 10.17513/vaael.855.]
7. Данилова Е. А., Алмашкина Н. С., Рыбаков И. М. Применение статистических методов оценки надежности печатных плат. *Надежность и качество сложных систем*. 2023;(4(44)):119–129. EDN: CZXYGI. DOI: 10.21685/2307-4205-2023-4-11.
- [Danilova E. A., Almashkina N. S., Rybakov I. M. Application of statistical methods evaluation of the reliability of printed circuit boards. *Reliability & Quality of Complex Systems*. 2023;(4(44)):119–129. (In Russian.) EDN: CZXYGI. DOI: 10.21685/2307-4205-2023-4-11.]
8. Тимухин К. М. Сегментирование клиентской базы транспортно-логистического предприятия. *Транспорт Урала*. 2019;(4(63)):97–100. EDN: QCYHRY. DOI: 10.20291/1815-9400-2019-4-97-100.
- [Timukhin K. M. Segmentation of client base of transport and logistics company. *Transport of the Urals*. 2019;(4(63)):97–100. (In Russian.) EDN: QCYHRY. DOI: 10.20291/1815-9400-2019-4-97-100.]
9. Шамсутдинова Т. М. Пример реализации метода ABC-XYZ-анализа в системе Deductor Studio. *Российский электронный научный журнал*. 2023;(4(50)):355–364. EDN: KEICYH. DOI: 10.31563/2308-9644-2023-50-4-355-364.
- [Shamsutdinova T. M. An example of implementation of the ABC-XYZ-analysis method using the Deductor Studio system. *Rossiyskiy Elektronnyy Nauchnyy Zhurnal*. 2023;(4(50)):355–364. (In Russian.) EDN: KEICYH. DOI: 10.31563/2308-9644-2023-50-4-355-364.]
10. Есмагамбетов Т. У., Шиккульская О. М. Система информационно-аналитической поддержки управления процессами экстренного реагирования на ЧС и пожары. *Инженерно-строительный вестник Прикаспия*. 2021;(4(38)):73–79. EDN: AXAANP. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-38-4-73-79.
- [Esmagambetov T. U., Shikul'skaya O. M. Information and analytical management support system of emergency response and fire. *Inzhenerno-Stroitel'nyy Vestnik Prikaspiya*. 2021;(4(38)):73–79. (In Russian.) EDN: AXAANP. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-38-4-73-79.]
11. Аграновский А. В., Турнецкая Е. Л. Совместное применение результатов различных видов анализа данных 1С для совершенствования деятельности малого предприятия. *Актуальные проблемы экономики и управления*. 2021;(4(32)):25–29. EDN: FYNENJ.
- [Agranovski A. V., Turnetskaya E. L. Joint application of the results of different kinds of 1C data analysis to improve the activities of a small enterprise. *Aktual'nyye Problemy Ekonomiki i Upravleniya*. 2021;(4(32)):25–29. (In Russian.) EDN: FYNENJ.]
12. Аграновский А. В., Турнецкая Е. Л. Анализ деятельности малого предприятия на основе данных 1С. *Актуальные проблемы экономики и управления*. 2020;(4(28)):36–39. EDN: DFSMTN.
- [Agranovski A. V., Turnetskaya E. L. Analysis of a small enterprise's activity based on 1C data. *Aktual'nyye Problemy Ekonomiki i Upravleniya*. 2020;(4(28)):36–39. (In Russian.) EDN: DFSMTN.]
13. Сизинцев А. С., Пашков Н. Н. Нейросетевой ABC-анализ многономенклатурных запасов. *Актуальные исследования*. 2021;(32(59)):13–16. EDN: QXGGEQ.
- [Sizintsev A. S., Pashkov N. N. Neural network ABC analysis of multi-nomenclature reserves. *Aktual'nyye Issledovaniya*. 2021;(32(59)):13–16. (In Russian.) EDN: QXGGEQ.]
14. Дадабаева Р. А., Голубин А. В. Методика оценки экономических показателей хозяйственной деятельности на основе ABC-анализа. *Цифровые модели и решения*. 2022;1(3):1–11. EDN: RKYJJO. DOI: 10.29141/2782-4934-2022-1-3-6.
- [Dadabaeva R. A., Golubin A. V. Methodology for assessing economic indicators of economic activity based on ABC analysis. *Digital Models and Solutions*. 2022;1(3):1–11. (In Russian.) EDN: RKYJJO. DOI: 10.29141/2782-4934-2022-1-3-6.]
15. Вербицкий Н. В., Синяевская О. А. Анализ рыночных данных большой размерности с помощью методов алгоритмического маркетинга и машинного обучения. *Актуальные проблемы науки XXI века*. 2019;(8):24–30. EDN: QACMQZ.

[Viabitsky N., Sinyauskaya V. High-dimensional market data analysis using algorithmic marketing and machine learning methods. *Aktual'nyye Problemy Nauki XXI Veka*. 2019;(8):24–30. (In Russian.) EDN: QACMQZ.]

16. Кравец А. Г., Аль-Мерри Г. М. С. Модуль анализа активности контрагентов интеллектуальной CRM-системы туристического оператора. *Математические методы в технологиях и технике*. 2022;(12-2):178–181. EDN: LZFNRP. DOI: 10.52348/2712-8873_MMTT_2022_12_178.

[Kravets A. G., Al-Merri G. M. S. Module for analyzing the activity of contractors in the intelligent CRM-system of a tourist operator. *Mathematical Methods in Technologies and Technics*. 2022;(12-2):178–181. (In Russian.) EDN: LZFNRP. DOI: 10.52348/2712-8873_MMTT_2022_12_178.]

17. Sarkar S. ABC classification using extended R-model, SVM and Lorenz curve. *OPSEARCH*. 2023;60:1433–1455. DOI: 10.1007/s12597-023-00679-4.

18. An Q., Wen Y., Hu J., Lei X. A common-weight DEA model for multi-criteria ABC inventory classification with quantitative and qualitative criteria. *RAIRO — Operations Research*. 2019;53(5):1775–1789. DOI: 10.1051/ro/2018105.

19. Kheybari S., Naji S. A., Rezaie F. M., Salehpour R. ABC classification according to Pareto's principle: A hybrid methodology. *OPSEARCH*. 2019;56:539–562. DOI: 10.1007/s12597-019-00365-4.

20. Okura R., Kameyama Y. Language-integrated query with nested data structures and grouping. *Proc. 15th Int. Symposium Functional and Logic Programming (FLOPS 2020)*. Springer, Cham; 2020:139–158. DOI: 10.1007/978-3-030-59025-3_9.

21. Анисимова О. В., Белова М. Г., Варфоломеева Т. Г., Войшнис В. В., Гайнутдинов Р. М., Груздева О. Ю., Зими́на Г. Е., Карева И. Л., Округина Л. А., Ремнева Л. И., Семенова Л. П., Торопова Л. С., Ширяева О. А., Шутова Е. Н. Теоретические и практические аспекты управления образовательной организацией в современных условиях: методическое пособие по проектированию и управлению школой. Ярославль: Общество с ограниченной ответственностью «Филигрань»; 2017. 296 с. EDN: ZGLUPH.

[Anisimova O. V., Belova M. G., Varfolomeyeva T. G., Voyshnis V. V., Gaynutdinov R. M., Gruzdeva O. Yu., Zimina G. Ye., Kareva I. L., Okrugina L. A., Remneva L. I., Semenova L. P., Toropova L. S., Shiryayeva O. A., Shutova Ye. N. Theoretical and practical aspects of managing an educational organization in modern conditions: A methodological guide to the design and management of a school. Yaroslavl, "Filigran" LLC; 2017. 296 p. (In Russian.) EDN: ZGLUPH.]

Информация об авторах

Фирсова Светлана Анатольевна, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий и программирования, факультет математики и информационных технологий, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1831-684X>; *e-mail*: firsovasvetlana506@gmail.com

Рябухина Елена Александровна, канд. пед. наук, доцент кафедры информационных технологий и программирования, факультет математики и информационных технологий, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0007-6533-3497>; *e-mail*: colomentsevaa@yandex.ru

Гладунов Никита Дмитриевич, студент 4-го курса направления подготовки «Программная инженерия», факультет математики и информационных технологий, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0007-4912-2331>; *e-mail*: gladunovnikita@mail.ru

Information about the authors

Svetlana A. Firsova, Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Docent, Associate Professor at the Department of Information Technology and Programming, Faculty of Mathematics and Information Technologies, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, The Republic of Mordovia, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0003-1831-684X>; *e-mail*: firsovasvetlana506@gmail.com

Elena A. Ryabukhina, Candidate of Sciences (Education), Associate Professor at the Department of Information Technology and Programming, Faculty of Mathematics and Information Technologies, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, The Republic of Mordovia, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0007-6533-3497>; *e-mail*: colomentsevaa@yandex.ru

Nikita D. Gladunov, a 4rd year student of the training direction "Software Engineering", Faculty of Mathematics and Information Technologies, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, The Republic of Mordovia, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0007-4912-2331>; *e-mail*: gladunovnikita@mail.ru

Поступила в редакцию / Received: 17.07.24.

Поступила после рецензирования / Revised: 15.10.24.

Принята к печати / Accepted: 22.10.24.