

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.107.5.004>

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ

Научная статья

Аникьева М.А.^{1,*}, Шмаглий А.А.², Максимова Е.В.³¹ ORCID: 0000-0001-8155-5902;^{1, 2, 3} Сибирский Федеральный университет, Красноярск, Россия

* Корреспондирующий автор (MAnikieva[at]sfu-kras.ru)

Аннотация

Работа посвящена вопросу применения визуализации при обработке сведений об успеваемости студентов, анализу и принятию решений на основе визуального представления. Нашей целью является разработка инструментов для автоматизации и упрощения оценки успеваемости группы студентов, а также повышение качества контроля студенческой деятельности в рамках программы обучения. В статье представлено исследование способов визуализации данных с целью определения наиболее подходящих для анализа деятельности группы обучающихся. В качестве показателя для анализа выбрано соответствие плановому графику. В ходе исследования было выявлено, что способы визуализации достижений одного обучающегося не подходят для группы. В результате был выбран пиксельный способ, позволяющий комплексно оценивать достижения всей группы обучающихся по всем заданиям, и диаграмма рассеяния, позволяющая выявлять подгруппы обучающихся с близкими показателями и, в результате, преподаватель может дифференцировать работу подгрупп, вплоть до отдельных обучающихся.

В качестве решения задачи обработки большого потока и объема информации в образовательной деятельности предложена разработка модуля визуализации и анализа успеваемости группы и подгрупп студентов при освоении учебной дисциплины. Данная разработка направлена на упрощение трудной и рутинной работы преподавателей за счет визуального представления успеваемости студентов.

Ключевые слова: обучение, визуализация, дифференциация обучения, успеваемость студентов, групповое обучение.

VISUALIZATION OF STUDENT ACHIEVEMENTS

Research article

Anikieva M.A.^{1,*}, Shmagliy A.A.², Maksimova E.V.³¹ ORCID: 0000-0001-8155-5902;^{1, 2, 3} Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

* Corresponding author (Manikieva[at]sfu-kras.ru)

Abstract

The current article discusses the use of visualization in the processing of data on student performance as well as analysis and decision-making based on visual representation. The aim of this study is to develop tools to automate and simplify the assessment of the performance of a group of students and to improve the quality of student activity control within the framework of the educational program. The authors present a study of data visualization methods with the goal of determining the most suitable for analyzing the activities of a group of students. Compliance with the planned schedule is selected as an indicator for the analysis. The study demonstrates that the methods of visualizing the achievements of one student are not suitable for a group. As a result, the authors chose a pixel method that allowed them to comprehensively evaluate the achievements of the entire group of students in all tasks. They also chose a scatter plot that allowed for identifying subgroups of students with similar indicators, as a result of which the teacher can differentiate the work of subgroups up to individual students.

As a solution to the problem of processing large quantities of information in educational activities, the study proposes the development of a module for visualizing and analyzing the performance of a group and subgroups of students in a chosen academic discipline. This development is aimed at simplifying the difficult and routine work of teachers by visually presenting the progress of students.

Keywords: learning, visualization, differentiation of learning, student performance, group learning.

Введение

В современном мире человеку приходится постоянно сталкиваться с необходимостью обрабатывать огромное количество информации. Следовательно, актуальны задачи разработки инструментов с использованием визуальных представлений, которые обладают значительной эффективностью в процессе передачи и восприятия информации. Это связано с тем, что визуальные представления значительно упрощают и ускоряют процесс обработки информации, позволяют решать аналитические задачи и в более сжатые сроки [1]. Сфера образовательной деятельности не является исключением. При обработке сведений об успеваемости студентов есть проблема их анализа, которая в первую очередь связана с большим потоком и объемом информации. Кроме того, нередко возникают такие ситуации, когда ресурсы времени для решения той или иной задачи ограничены и возникает острая необходимость принять решение для того, чтобы справиться с поставленной задачей [2].

В этом случае визуальное представление данных воспринимается лучше и позволяет быстро и эффективно донести до пользователя какую-либо информацию. Кроме того, визуальные представления помогают отслеживать тенденции, делать выводы из информации и быстрее принимать решения [3].

Планирование и организация учебного процесса в высшем учебном заведении обеспечивает качественное выполнение задач по направлениям подготовки в установленные сроки. На основании учебных планов для каждой специальности формируются учебные графики и расписания, определяется перечень дисциплин для каждого курса и семестра обучения. Каждой дисциплине соответствует форма контроля. Таким образом, одной из сложных задач процесса обучения является контроль.

В связи с большим количеством студентов и множеством дисциплин есть необходимость вести учет успеваемости студентов с помощью электронных средств, где в качестве исходных данных будет использоваться цифровой след обучающегося в ЭОС. Это позволит преподавателю управлять учебным процессом, выявлять трудности в реализации программ учебных дисциплин, а также производить своевременную корректировку ошибок и отслеживать успеваемость. Кроме того, учет успеваемости служит элементом обратной связи между учащимися и преподавателем.

На данный момент сведения об успеваемости студентов находятся, как правило, в электронной образовательной среде и без специальных средств для анализа данных требуются существенные затраты времени. Оценить ключевые показатели и принять важные решения гораздо проще, если все данные «перед глазами». Например, при помощи интерактивных аналитических инструментов, таких как дашборды.

Таким образом, для автоматизации и упрощения процесса анализа успеваемости группы студентов, а также повышения качества контроля студенческой деятельности в рамках программы обучения предлагается разработанный модуль визуализации успеваемости группы студентов на основе данных электронного курса. Данный модуль включает в себя функции предварительной обработки входных данных и их частичного анализа для группировки и оценки отклонения от графика сдачи. Используя визуальное представление можно наблюдать статистику успеваемости и принимать решения о разбиении студентов на подгруппы для дифференцированной работы с ними.

Выбор показателей для создания визуальных представлений

Эффективное и действенное применения методов интеллектуального анализа данных влечет за собой решение множества других вопросов, начиная от того, как определить успех студента, с помощью каких показателей, какие методы анализа применять.

Для выбора подходящего способа наглядного отображения данных необходимо, прежде всего, определить, что должно быть отражено на графике. Одной из самых важных возможностей для преподавателей является просмотр успеваемости каждого студента по каждой работе. Отсюда вытекает необходимость выбора метода визуализации, который позволил бы наглядно отобразить данные отдельного студента, а также целой группы студентов.

В работе [4] предлагаются такие показатели деятельности образовательного учреждения как успеваемость, стабильность, успешность, удовлетворенность, достижение целей, процент отсева. Показатели деятельности обучающегося в [5] определены следующим образом: академическая успеваемость, удовлетворенность, приобретение навыков и компетенций, настойчивость, достижение целей обучения и успех в карьере. Академическая успеваемость в основном основана на среднем показателе успеваемости или совокупном среднем уровне успеваемости, которые представляют собой системы оценок, используемые в учебных заведениях для определения шкалы оценок для студентов. Успех в учебе также был связан с настойчивостью студентов, также называемой академической устойчивостью, который, в свою очередь, также в основном измеряется оценками и средним баллом успеваемости, которые являются наиболее широкодоступными в учебных заведениях.

Из этого небольшого обзора явно видно, что это серьезная задача — определить, как измерять достижения обучающегося и как это отображать с помощью визуальных представлений. В представляемой разработке в качестве показателя для анализа выбрано соответствие плановому графику выполнения контрольных заданий.

Выбор вида визуального представления

Необходимо рассмотреть варианты визуализации многомерных данных, поскольку, исходя из вышеописанного, диаграмма должна содержать три параметра: работа, студент и степень отклонения от графика сдачи. Важно понимать, что речь идет не о графике функции в привычном понимании, поскольку математически выразить зависимость данных величин друг от друга не представляется возможным. Речь идет о создании исчерпывающей инфографики, охватывающей все три параметра.

На основе работ [6], [7], [10] было принято решение использовать пиксельную диаграмму (англ. waffle chart) и диаграмму рассеяния (см. рисунок 1).

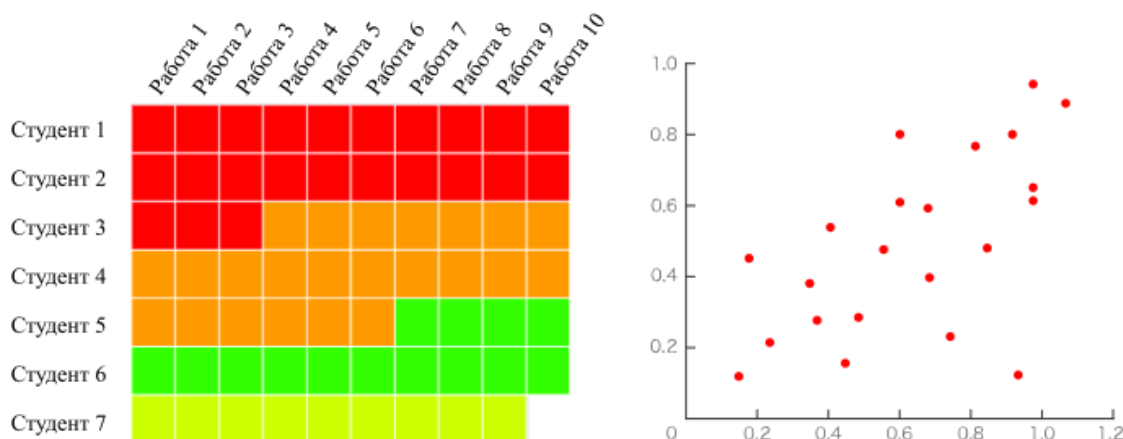


Рис. 1 – Пример пиксельной диаграммы и диаграммы рассеяния

Одним из важных классов методов визуализации, который особенно интересен для визуализации очень больших многомерных наборов данных, является класс методов, ориентированных на пиксели. Основная идея методов пиксельно-ориентированной визуализации состоит в том, чтобы одновременно отображать на экране как можно больше данных, отображая каждое значение данных на пиксель экрана и располагая пиксели соответствующим образом. Метод хорошо подходит для отображения разницы между значениями, отображая пиксели разным цветом. Пиксельная диаграмма в представляемой разработке построена следующим образом: по оси X расположены студенты, по оси Y – работы, а степень отклонения от графика сдачи по каждой работе определяется цветом пикселя, где красный – не сдано, оранжевый – сдано с большим опозданием, желтый – сдано с небольшим опозданием, зеленый – сдано вовремя.

Диаграмма рассеяния или точечная диаграмма использует точки для представления значений двух различных числовых переменных. Положение каждой точки на горизонтальной и вертикальной осях указывает значения для отдельной точки данных. Данный вид диаграммы также может быть полезен для выявления других закономерностей в данных. Мы можем разделить точки данных на группы в зависимости от того, насколько тесно наборы точек группируются вместе. Точечные диаграммы также могут показать, есть ли какие-либо неожиданные пробелы в данных и есть ли какие-либо точки выброса. Следовательно, с помощью нее можно визуально разбить данные на группы — что и является главной целью визуального представления данных в рамках данной работы.

Функциональные требования к модулю визуализации и анализа успеваемости студентов

Выделены основные требования к функционалу разрабатываемого модуля на основе специфики имеющихся данных.

- управление курсами, внесение информации о работах и сроках их сдачи;
- обработка данных в формате .csv, экспортируемых из электронного курса, и их преобразование для последующего анализа;
- анализ данных для определения отклонения каждого студента от графика сдачи;
- визуализация обработанных данных;
- возможность для преподавателя предпринять действия в зависимости от отклонения – назначить дополнительное задание, уведомить студента о задолженности, оставить комментарий;
- формирование отчетов по успеваемости для сохранения и печати.

В общем виде схема проекта представлена на рисунке 2:

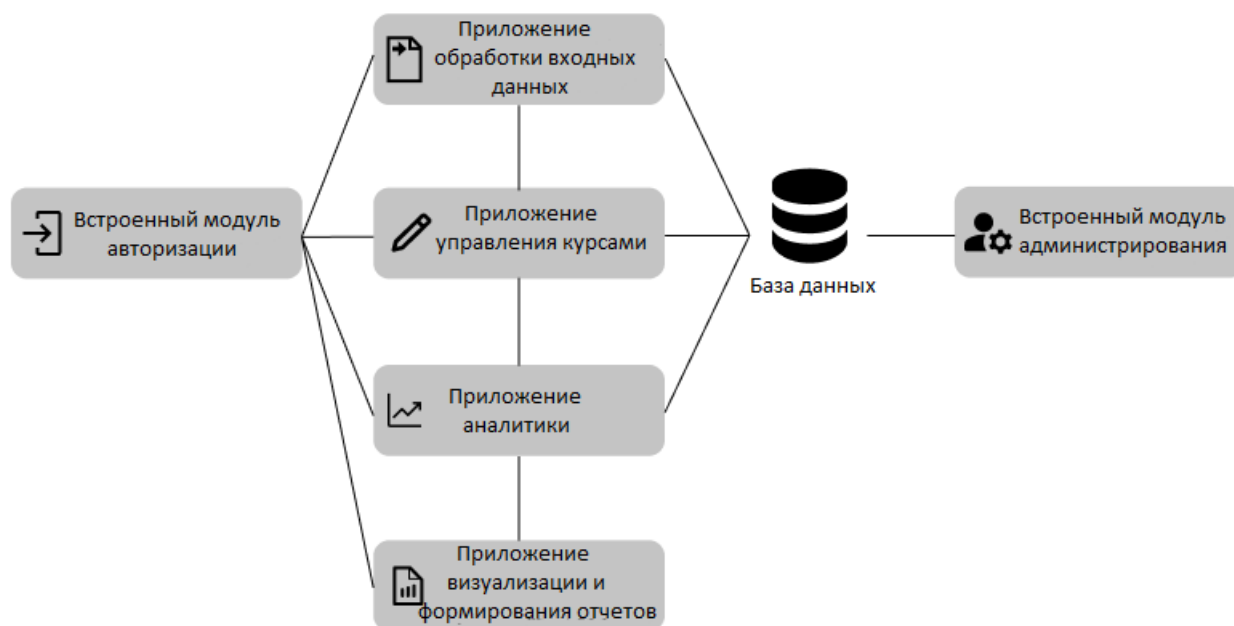


Рис. 2 – Структура проекта

Приложение обработки данных включает в себя функции парсинга таблицы в форматах .csv и .xlsx для приведения их в применимый в рамках аналитики успеваемости вид.

Приложение аналитики сравнивает имеющуюся в базе данных информацию по группе студентов в рамках конкретного курса и только что импортированные данные, фиксирует различие между ними, на основании которого обновляет актуальную информацию для визуализации.

Приложение управления курсами позволяет создавать, редактировать и удалять курсы, которые контролирует преподаватель в ЭОК. Это могут быть как все текущие дисциплины, так и некоторые из них. В рамках каждого курса преподаватель может управлять работами, добавлять новые, указывать крайние даты сдачи каждой из них, а также устанавливать предельные нормы отклонения от графика сдачи, классифицируя их как «небольшое опоздание», «среднее опоздание» и «сильное опоздание».

Наконец, приложение визуализации и формирования отчетов осуществляет генерацию инфографики на основе актуальной информации с возможностью печати и сохранения отчетов со сводными таблицами по успеваемости студентов. На этапе просмотра диаграммы возможно принятие мер дополнительных мер контроля успеваемости.

Для реализации проекта была определена архитектура веб-приложения (клиент-сервер), а также шаблон проектирования (MVC) и основные критерии качества пользовательского интерфейса.

Был определен стек технологий, используемых при реализации системы, включая фреймворк (Django), базу данных (SQLite), а также backend- (Python) и frontend-инструменты (HTML, CSS, JavaScript).

Были спроектированы все страницы системы, а также взаимодействие между ними. На рисунке 3 представлены главная страница приложения. Она содержит в себе боковое меню для навигации по страницам модуля, а также приветственное сообщение и контакты. На рисунках 4, 5 страницы визуализации успеваемости группы студентов. На них производится вывод инфографики на основании актуальных данных с соответствующей легендой.

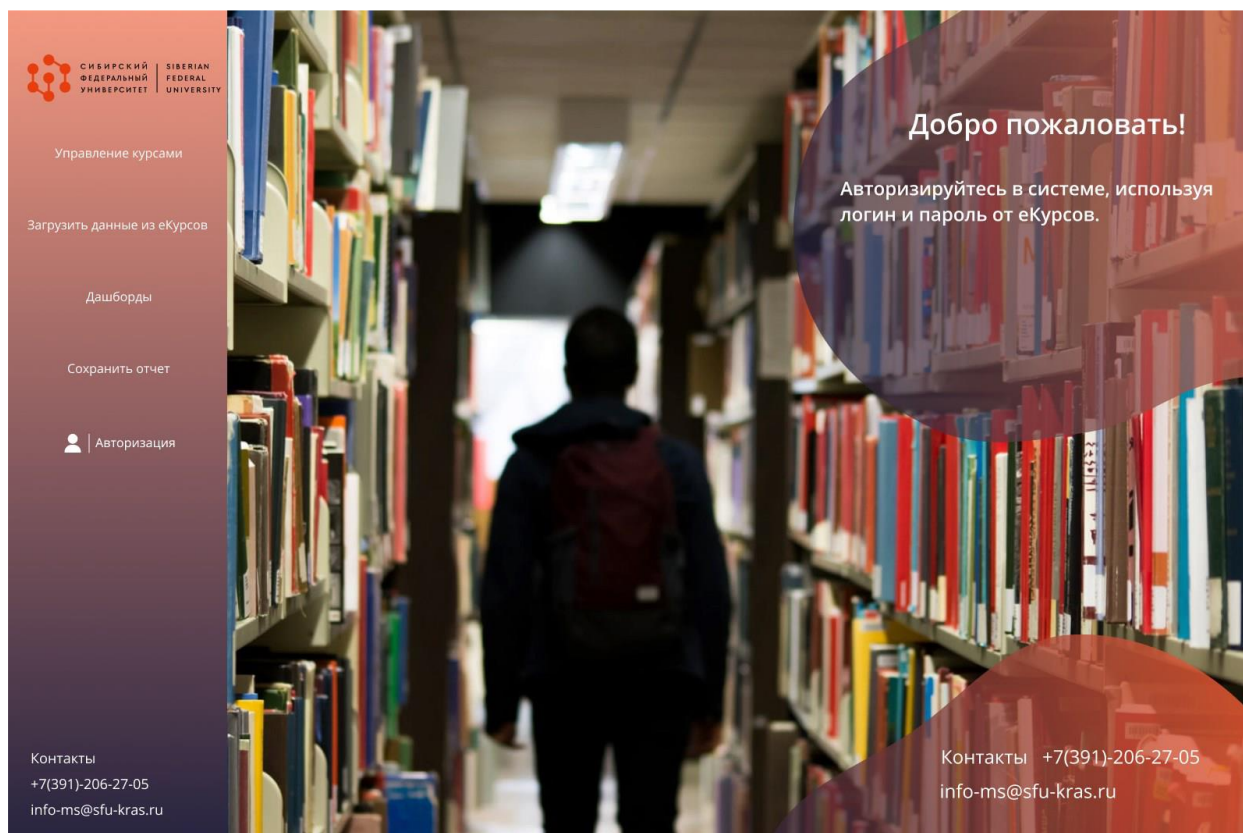


Рис. 3 – Главная страница приложения

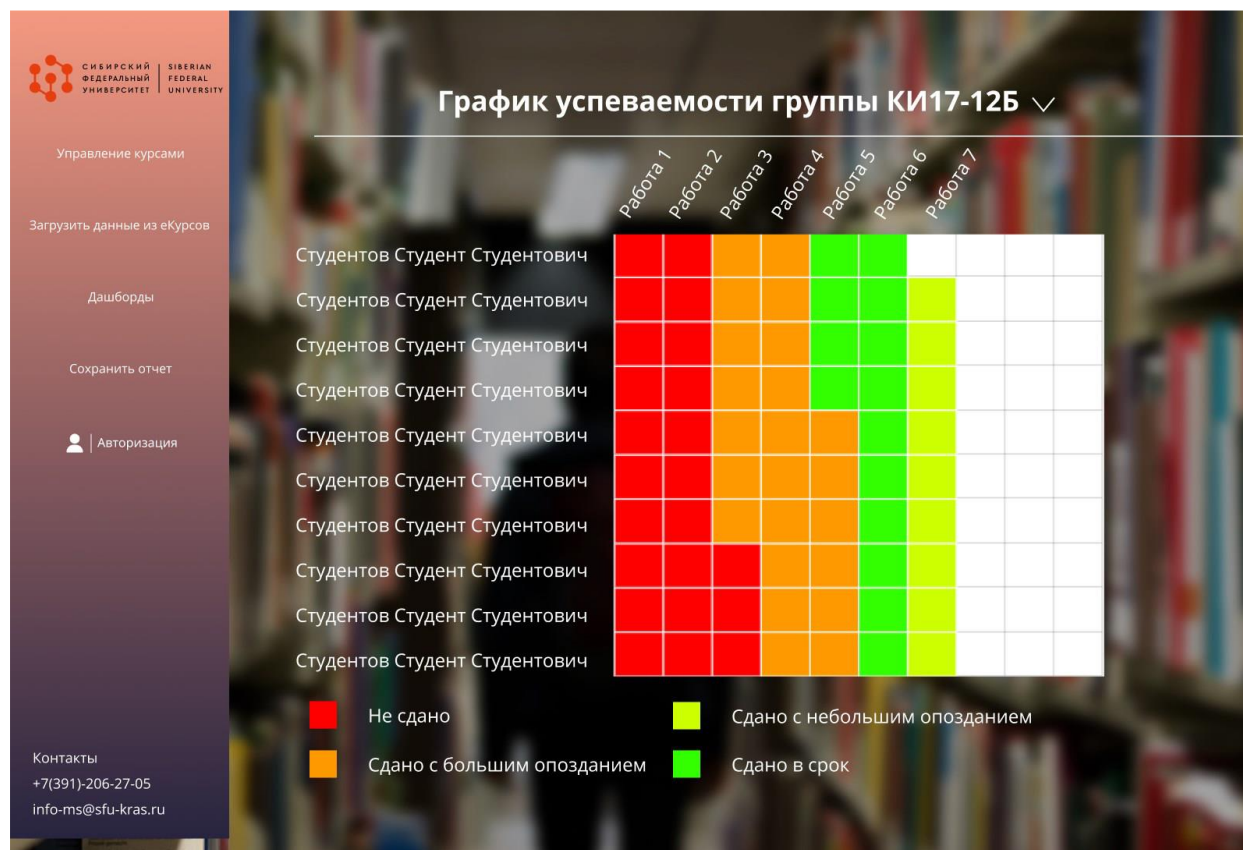


Рис. 4 – Отображение успеваемости группы с помощью пиксельной диаграммы



Рис. 5 – Отображение успеваемости группы с помощью диаграммы рассеяния

На рисунках 6 и 7 программный код функций для выбранных методов визуализации на основе имеющихся данных, занесенных в массив из базы данных.

```

def calculate_average_delay_in_days(students):
    delays = []

    for student in students:
        task_count = 0
        delay_sum = 0
        no_tasks = True

        for student_task in student_tasks:
            if student_task.student == student:
                task_count += 1

                if student_task.completion_date is None:
                    continue

                no_tasks = False
                if student_task.completion_date <= student_task.task.deadline:
                    continue
                else:
                    delay_sum += (student_task.completion_date - student_task.task.deadline).days

        avg_delay = delay_sum / task_count

        if no_tasks:
            status = STATUS_NOT_COMPLETE
        elif avg_delay == 0:
            status = STATUS_COMPLETE
        elif avg_delay <= MAX_SLIGHT_DELAY_DAYS:
            status = STATUS_SLIGHT_DELAY
        else:
            status = STATUS_BIG_DELAY

        delays.append({'id': student.student_id, 'avg_delay': avg_delay, 'status': status})

    return delays

```

Рис. 6 – Программный код функции для диаграммы рассеивания

```

def calculate_academic_performance(student_tasks):
    for student_task in student_tasks:
        if student_task.completion_date is None:
            continue
        elif student_task.completion_date <= student_task.task.deadline:
            student_task.status = STATUS_COMPLETE
        elif student_task.completion_date - student_task.task.deadline <= timedelta(days=7):
            student_task.status = STATUS_SLIGHT_DELAY
        else:
            student_task.status = STATUS_BIG_DELAY

```

Student1, Task1, 2021-04-08, 2021-04-03, Сдано в срок
 Student1, Task2, 2021-04-13, 2021-04-20, Сдано с небольшим опозданием
 Student1, Task3, 2021-04-18, 2021-04-09, Сдано в срок
 Student2, Task1, 2021-04-08, 2021-04-06, Сдано в срок
 Student2, Task2, 2021-04-13, 2021-04-05, Сдано в срок
 Student2, Task3, 2021-04-18, 2021-04-18, Сдано в срок
 Student3, Task1, 2021-04-08, 2021-04-20, Сдано с большим опозданием
 Student3, Task2, 2021-04-13, 2021-04-17, Сдано с небольшим опозданием
 Student3, Task3, 2021-04-18, 2021-04-18, Сдано в срок

Рис. 7 – Программный код функции для пиксельного метода визуализации

Заключение

В процессе выполнения проекта в рамках сформулированных задач было проделано следующее:

- были выявлены и проанализированы основные сложности при учете успеваемости студентов со стороны преподавателей;
- на основании анализа различных методов визуализации, с точки зрения визуализации успеваемости студентов и разбиения их на подгруппы, были выбраны наиболее подходящие виды диаграмм для визуализации исходных данных — пиксельная диаграмм и диаграмма рассеяния;
- выбран инструментарий для программной реализации модуля, создан дизайн-макет страниц, с учетом общих требований к пользовательскому интерфейсу, произведена программная реализация проекта.

Созданный модуль визуализации и анализа данных о достижениях группы и подгрупп студентов может использоваться как отдельно, так и в качестве надстройки для ЭОС.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Treisman A. Preattentive processing in vision / A. Treisman // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. – 1985. – Vol.31, №2. – P.156–177. DOI: 10.1016/S0734-189X(85)80004-9.
2. Клышинский, Э.С. Обзор методов визуализации многомерных данных / Э.С. Клышинский, С.В. Рысаков, А.И. Шихов // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2014. – №17. – С.519–530.
3. Mazza R. Introduction to Information Visualization / R. Mazza. – London: Springer London, 2009. – 139 p.
4. Alyahyan E. Predicting academic success in higher education: literature review and best practices / E. Alyahyan, D. Düşteğör // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2020. – Vol.17, №1. DOI: 10.1186/s41239-020-0177-7.
5. York T.T. Defining and Measuring Academic Success / T.T. York, C. Gibson, S. Rankin. University of Massachusetts Amherst, 2015.
6. Яу Н. Искусство визуализации в бизнесе / Н. Яу. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 352 с.
7. The benefits and caveats of using clickstream data to understand student self-regulatory behaviors: opening the black box of learning processes / R. Baker, Di Xu, J. Park et al. // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2020. – Vol.17, №1. DOI: 10.1186/s41239-020-00187-1.
8. Желязны Д. Говори на языке диаграмм / Д. Желязны. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2007. – 320 с.
9. Rodríguez Hoyos C. The e-Tutor Figure: Findings and conclusions of a case-study research project / C. Rodríguez Hoyos, A. Calvo Salvador // RUSC. Universities and Knowledge Society Journal. – 2011. – Vol.8, №1. – P.66. DOI: 10.7238/rusc.v8i1.1001.
10. Chi E.H. A taxonomy of visualization techniques using the data state reference model / E.H. Chi. – P.69–75. DOI: 10.1109/INFVIS.2000.885092.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Treisman A. Preattentive processing in vision / A. Treisman // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. – 1985. – Vol.31, №2. – P.156–177. DOI: 10.1016/S0734-189X(85)80004-9.
2. Klyshinsky, E. S. Obzor metodov vizualizacii mnogomernyh dannyh [Review of methods of visualization of multidimensional data] / E. S. Klyshinsky, S. V. Rysakov, A. I. Shikhov // New information technologies in automated systems. – 2014. – №17. – p.519–530. [in Russian]
3. Mazza R. Introduction to Information Visualization / R. Mazza. – London: Springer London, 2009. – 139 p.
4. Alyahyan E. Predicting academic success in higher education: literature review and best practices / E. Alyahyan, D. Düşteğör // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2020. – Vol.17, №1. DOI: 10.1186/s41239-020-0177-7.
5. York, T. T. Defining and Measuring Academic Success / T. T. York, C. Gibson, S. Rankin. University of Massachusetts Amherst, 2015.
6. Yau, N. Iskusstvo vizualizacii v biznese [The art of visualization in business] / N. Yau. – М.: Mann, Ivanov and Ferber, 2013. – 352 p. [in Russian]
7. The benefits and caveats of using clickstream data to understand student self-regulatory behaviors: opening the black box of learning processes / R. Baker, Di Xu, J. Park et al. // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2020. – Vol.17, №1. DOI: 10.1186/s41239-020-00187-1.
8. Zelazny, D. Govori na yazyke diagramm [Speak the language diagrams] / D. Zelazny. – М.: Mann, Ivanov and Ferber, 2007. – 320 p. [in Russian]
9. Rodríguez Hoyos C. The e-Tutor Figure: Findings and conclusions of a case-study research project / C. Rodríguez Hoyos, A. Calvo Salvador // RUSC. Universities and Knowledge Society Journal. – 2011. – Vol.8, №1. – P.66. DOI: 10.7238/rusc.v8i1.1001.
10. Chi E.H. A taxonomy of visualization techniques using the data state reference model / E.H. Chi. – P.69–75. DOI: 10.1109/INFVIS.2000.885092.