

# О нововведениях в цифровой образовательной платформе Мирера

И. А. Васильев<sup>1</sup>, А. С. Караваева<sup>2</sup>, А. Г. Леонов<sup>3</sup>, К. А. Машенко<sup>4</sup>,  
А. В. Шляхов<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, vanya71161@gmail.com;

<sup>2</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, aleksandrakaravaeva@yandex.ru;

<sup>3</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия, МПГУ, Москва, Россия, Государственный университет управления, Москва, Россия, dr.l@vip.niisi.ru;

<sup>4</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, kirill.mashchenko@vip.niisi.ru;

<sup>5</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, shlyakhov@vip.niisi.ru

**Аннотация.** При опытной эксплуатации образовательных платформ могут возникать трудности и потребности в нововведениях или исправлениях, которые не были заметны во время разработки и тестирования. Своевременные доработки и изменения способствуют улучшению опыта использования и уменьшают количество сил, затраченных на выполнение неудобных действий в системе, что позволяет лучше сконцентрироваться на выполнении основных задач, таких как преподавание или обучение. В данной статье описываются проблемы, с которыми столкнулись пользователи во время использования комплекта модулей цифровой образовательной платформы Мирера, и методы их решения.

**Ключевые слова:** цифровая образовательная платформа, цифровая образовательная среда, Мирера, автоматическая проверка, машинное обучение, нейронные сети, трансформеры, семантическая проверка, WebSocket, модульная архитектура

## 1. Введение

В 2023 году был произведен ввод в опытную эксплуатацию масштабируемой отечественной интегрирующей цифровой образовательной платформы Мирера-2023 [1] для комбинированного очного и дистанционного обучения с автоматической проверкой успешности выполнения отдельных заданий и модулей и курса в целом, оптимизированная на российскую систему организации высшего и школьного образования [2].

По итогам опытной эксплуатации платформы выяснилась целесообразность доработки модулей, обеспечивающих:

1. Сбор и отображение статистики результатов студентов, а также всестороннюю коммуникацию в режиме онлайн преподавателя со студентами;
2. Семантическую проверку и проверку на плагиат решения студента;
3. Авторизацию пользователей и рассылку уведомлений через социальные сети;
4. Модульную архитектуру курсов и использование одинаковых модулей в разных курсах.

Также по итогам опытной эксплуатации обнаружилась необходимость добавления в Миреру-2023 новой функциональности, а именно:

1. Новой архитектуры сбора и логики учета

посещаемости студентов при гибридных занятиях;

2. Новой архитектуры хранения и логики редактирования расписаний по всем группам;

3. Новой архитектуры хранения и отображения курсов в учебных пространствах университетов.

Все эти доработанные и вновь разработанные модули войдут в комплект Мирера-2024.

Кроме того, в 2023 году были разработаны несколько новых наполнений платформы Мирера. В частности, два наполнения, посвященные математическим темам (см. ниже раздел 4). Оказалось, что введение новых модулей не потребовало никаких доработок платформы.

## 2. Модули, требующие доработки

### 2.1. Сбор и отображение статистики результатов студентов, а также всесторонняя коммуникация в режиме онлайн преподавателя со студентами

В комплекте модулей Мирера-2023 модуль, отвечающий за сбор и отображение статистики результатов студентов, был реализован с помощью внутреннего обновления страницы раз в фиксированный промежуток времени. Данный

подход обеспечивает гарантированно постоянно правильную статистику по группе, независимо от таких факторов, как изменение наполнения контекста, редактирование баллов или статуса решений самим преподавателем или других преподавателей, редактирования вариантов студентов, списка студентов группы и многих других. Однако такой подход при большом количестве студентов и нагрузки на систему имеет и ряд минусов. Раз в фиксированный промежуток времени приходится запрашивать заново всю статистику по студентам, что является большим и сложным запросом, нагружающим как сервера Миреры, так и компьютер преподавателя, если новые данные сильно отличаются от старых. Помимо этого, при изменении каких-либо данных преподавателем они или появляются спустя время, или вызывается ручное обновление страницы, что отрицательно влияет на опыт использования платформы. Также в Мирере-2023 статистика могла отображаться только по одной группе, что неудобно при параллельных общих парах у нескольких групп, а также при необходимости сравнить итоговые результаты по курсу среди всех групп.

В связи со всеми этими проблемами принято решение перевести статистику на технологию WebSocket [3], а также реализовать возможность просмотра статистики сразу по нескольким группам. WebSocket — протокол связи поверх TCP-соединения, предназначенный для обмена сообщениями между браузером и веб-сервером, используя постоянное соединение (рис. 1). Особенностью данного протокола является то, что сервер не только может отвечать на запросы из браузера, но и быть инициатором отправки сообщения.

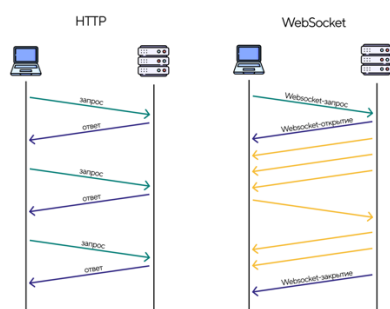


Рис. 1. Схема работы WebSocket

В комплекте модулей Мирера-2023 уже использовалась технология WebSocket для обеспечения непрерывной коммуникации в режиме онлайн преподавателей и студентов. С ее помощью преподаватель может видеть процесс решения задания студентом, то есть процесс написания им каждого символа с точностью до положения

карепки в файле программы. В обратную сторону, преподаватель может участвовать в процессе решения задания студентом, редактируя его решение. При этом у студента окошко решения блокируется, и он также полностью может наблюдать процесс написания решения преподавателем. Помимо этого, технология WebSocket используется в Мирере-2023 для отображения в реальном времени результатов проверки задания тестирующим сервисом, а также для мгновенного отображения изменения преподавателем статусом попытки, баллов за задание, и многого другого.

Перевод всей статистики на технологию WebSocket решает сразу несколько проблем. С использованием этой технологии пропадает необходимость постоянного внутреннего обновления страницы раз в фиксированный промежуток времени: данные достаточно загрузить один раз при открытии страницы, после чего с помощью WebSocket они будут точно обновляться лишь при необходимости по конкретному решению или студенту. Помимо этого, действия преподавателя теперь отображаются мгновенно, без обновления страницы и потери пользовательского удобства при использовании.

Однако использование этой технологии приводит и к множеству проблем. Приходится отслеживать не только сокеты о действиях студентов, но и сокеты о действиях других преподавателей как в статистике, так и на любых других страницах, на которых можно изменять контент или данные курса или группы, ведь все эти действия также могут приводить к изменениям наполнения страницы. Помимо этого, при уходе со страницы статистики или приложения в целом при высокой загрузке компьютера соединение с сервером может быть разорвано и сокеты перестанут доходить до страницы сайта Миреры, что приводит к потере данных и неактуальной картине для пользователя, что исправляется лишь обновлением страницы. Решением данной проблемы может быть возвращение к обновлению страницы раз в фиксированный, но уже увеличенный промежуток времени, или попытка узнать, когда соединение было разорвано и при его восстановлении или предлагать пользователю обновить страницу самому, или загружать данные без его ведома.

## 2.2. Семантическая проверка и проверка на плагиат решения студента

Комплект модулей платформы Мирера-2023 позволяет проверять любые задания по программированию, написанных на множестве различных языков. Для проверки заданий используются метод прохождения студенческого решения

различных тестов с заданными входными и выходными данными. Входные данные подаются программе студента, после чего решение запускается на них, и полученные выходные данные сравниваются с эталонными, заданными преподавателем. Для быстрой генерации множества различных тестов в Мирере-2023 реализован модуль генерации входных и выходных данных тестов. Входные данные можно сгенерировать отдельным кодом, который генерирует случайные, а также «специальные» данные, что может быть полезно в задачах на базы данных, или, например, кодировку/декодировку сообщений. Выходные данные генерируются с использованием эталонного решения, которому на вход подаются сгенерированные или созданные преподавателем вручную входные данные [4].

Но даже при возможности быстрого создания большого количества случайных тестов, исключительно на основе тестов нельзя с уверенностью сказать, что студент использовал нужный метод при решении задания. В частности, от этой проблемы могут помочь фиксированные шаблонные строки, задаваемые преподавателем, которые студент не может удалить из своей программы и которые в любом случае будут выполняться вместе с решением студента, однако это является лишь частным решением проблемы. Полностью проверить правильность алгоритма студента предлагается с помощью системы антиплагиата, примененную к решению студента и эталонному решению преподавателя.

В Мирере-2023 встроена авторская система антиплагиата с возможностью обнаружения цепочек списывания между студентами и подсветкой списанных участков каждой пары решений [5]. Модуль антиплагиата Миреры-2023 исключает из проверки предоставляемый преподавателем для помощи студентам шаблон – набор готовых и защищенных от удаления и изменения участков решения, а также учитывает созданное преподавателем эталонное решение, игнорируя факты воспроизводства студентом его участков, так как это лишь означает, что студент хорошо усвоил материал. Благодаря этому проверяются только оригинальные фрагменты студенческого решения, что обеспечивает минимальное количество ложноположительных результатов.

Этот модуль можно применить к решению студента и решению преподавателя. Высокий процент плагиата на эталонное решение гарантирует, что студент использовал правильный алгоритм решения задания, игнорируя стилистические особенности написания кода студентом. Помимо этого, подсветка совпадающих строчек решения студента и эталонного решения студента помогают преподавателю быстро диагностировать ошибку в коде студента, поскольку

совпадающие куски кода преподаватель сможет не рассматривать вовсе (рис. 2).

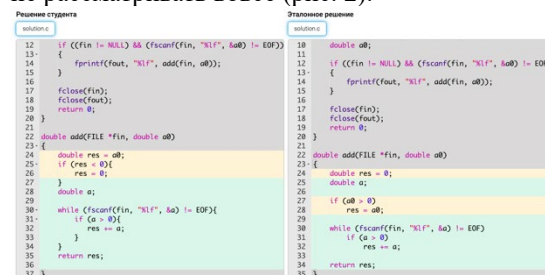


Рис. 2. Пример выделения совпадений кода студента с эталонным решением

### 2.3. Авторизация пользователей и рассылка уведомлений через социальные сети

В комплекте модулей Мирера-2023 используется единый модуль авторизации, также общий для цифровых образовательных сред ПиктоМир, ПиктоМир-К, КуМир, ЭВМ-практикум, разработанных в ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН. Использование общего модуля авторизации позволяет обеспечить единую систему интеграции и сбора данных и решений студентов из всех цифровых образовательных сред на одной цифровой образовательной платформе [6].

В процессе опытной эксплуатации платформы Мирера-2023 обнаружили множество проблем при использовании единого модуля авторизации, из-за которых ее использование не было абсолютно бесшовным. Пользователям приходилось множество раз повторно авторизовываться в модуле авторизации даже для таких простых действий, как смена ФИО или пароля. В связи с этим сессии пользователя в Мирере-2023 и модуле авторизации были значительно интегрированы друг с другом, что обеспечило абсолютную бесшовность при использовании платформы и модуля авторизации одновременно.

В Мирере-2023 разработан модуль интеграции с ботами в социальных сетях ВКонтакте и Telegram. С его помощью студентам рассылаются уведомления о начале конкурса с материалами для подготовки к занятию, напоминания о необходимости пройти конкурс и их статистикой по конкурсам. Преподавателю рассылаются уведомления о новых заявках студентов в группу, которые сразу же можно принять или отклонить (рис. 3), новых решениях студентов, требующих ручной проверки, статистика результатов студентов и многое другое.

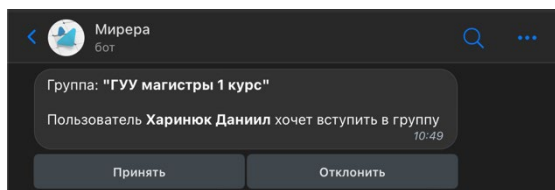


Рис. 3. Пример сообщения от бота преподавателю

Данный модуль был значительно доработан, добавлено множество новых уведомлений, а также обеспечена интеграция с социальной сетью ВКонтакте без необходимости регистрировать и настраивать новые группы в рамках социальной сети под каждую новую группу на платформе, теперь используется один общий бот для всех пользователей платформы. Помимо этого, добавлена возможность делать рассылки по всем студентам группы непосредственно со страницы группы или курса на платформе Мирера (рис. 4).

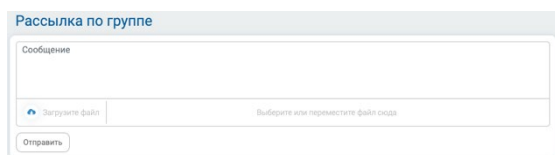


Рис. 4. Пример рассылки от бота из Миреры

## 2.4. Модульная архитектура курсов и использование одинаковых модулей в разных курсах

В 2023 году был разработан и апробирован в одном из московских университетов очно-дистанционный годовой вводный курс программирования для педагогических и технических университетов в рамках цифровой образовательной платформы Мирера.

Цифровая трансформация образовательных процессов подразумевает не только создание цифровых образовательных курсов или формирование гипертекстовых учебных материалов [7]. В Мирере-2023 разработана модульная архитектура организации курсов. Курс состоит из промежуточных курсов, которые в свою очередь состоят из тем, которые состоят из контестов. Данная структура позволяет не только организовать хранение больших, глубоких и сложных курсов, но и быстро переносить целые модули между различными похожими курсами, имеющими похожие темы. Также такая система позволяет быстро создавать курсы различными преподавателями, каждый из которых предоставляет свой модуль курса, из которых он в итоге соединяется в один.

Однако очень редко бывает ситуация, что модуль используется от курса к курсу в абсолютно одинаковом виде, часто приходится вносить в

каждую его версию различные доработки и изменения. В этот момент появляется проблема наследования модулей курса, их версионирования, чтобы внесенные правки одновременно и применялись ко всем наследникам модуля, однако не затирали необходимые изменения в наследниках.

В рамках разработки и апробации курса, использующего модульную архитектуру хранения, были разработаны несколько вводных курсов программирования для педагогических университетов и технических университетов, имеющих ряд общих модулей, в том числе «Индуктивные функции», «Массивы», «Классы», «Деревья» и др. (рис. 5). Опытная эксплуатация этих курсов в ЦОП Мирера-2023 показала техническую осуществимость решений по реализации модульной структуры курсов в ЦОП Мирера-2023, а также подтвердила методическую эффективность создания общих модулей в курсах для разных категорий обучаемых.

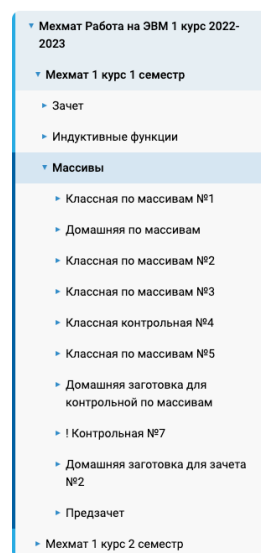


Рис. 5. Модульная организация курсов

Предоставляемые ЦОП Мирера-2023 возможности по сбору статистической информации о прохождении не только курса в целом, но и его отдельных модулей, по завершении осеннего семестра будут использованы для методической доработки общих модулей и содержащих эти модули вводных курсов программирования.

### **3. Модули, требующие добавления новой функциональности**

#### **3.1. Новая архитектура сбора и логики учета посещаемости студентов при гибридных занятиях**

Поскольку апробация разработанного вводного курса по программированию проводилась как в очном, так и в дистанционном формате обучения, в Миреру-2023 встроен ряд возможностей по учету посещаемости и активности студентов во время занятий при всех вариантах формата обучения [8]. В случае дистанционного обучения подсистема проведения видеоконференций платформы Мирера регистрирует и запоминает всю информацию об активности студентов во время конференции, а также фиксирует время просмотра студентом записи пропущенной им видеоконференции.

В случае же очного обучения подобные инструменты становятся недоступны. Поэтому в Миреру внедрена возможность контроля посещаемости студентов по геопозиции: когда преподаватель приходит в аудиторию, он отправляет в платформу собственную геопозицию, после чего то же самое делают все студенты. Для тех редких случаев, когда телефон у студента по той или иной причине отсутствует, предусматривается возможность обращения студента к преподавателю по окончании занятия. Для финального контроля того, что не распознались лишние студенты, используется нейронная сеть по определению количества людей на фотографии, которой не нужны ни большое количество фотографий каждого студента, ни хорошие условия для фотографии, поскольку она лишь считает количество людей, а не распознает их личности [9].

Однако в процессе опытной эксплуатации выяснилось, что архитектура сбора и логика учета посещаемости студентов плохо подходит для гибридных занятий. Баллы за активность во время видеоконференции являются дополнительными и не связаны с баллами за посещаемость в целом. В итоге, хоть и получалось привести эти баллы к единому суммарному виду, неправильно считался сам процент посещаемости, который можно получить только при отправке геопозиции. Также добавление нового варианта учета посещаемости, например авторизация по QR-коду, не вписывается в архитектуру и в перспективе занимает много времени.

Поэтому архитектура перерабатывается под возможность использования сразу нескольких вариантов учета посещаемости, баллы за все эти варианты настраиваются в одном месте и являются баллами за посещение, которые можно

набрать различными способами в зависимости от типа учета посещаемости. Каждый из этих типов можно настроить таким образом, чтобы выполнение его условий засчитывалось как посещение, или только выставлялись баллы студенту. Это полезно, например, когда преподаватель хочет настроить контекст семинара так, чтобы посещение ставилось только тем студентам, которые присутствуют очно, а у студентов, которые присутствуют дистанционно или только просматривают запись, учитывалась их активность, но не проставлялась посещаемость.

#### **3.2. Новая архитектура хранения и логики редактирования расписаний по всем группам.**

В комплекте модулей платформы Мирера-2023 встроена возможность настраивания расписания занятий курса отдельно и независимо по каждой группе, что необходимо, когда один курс проходит сразу несколько учебных групп. Время начала и конца контекста является относительным от начала темы, что позволяет быстро сдвигать расписание и перезапускать курсы. Однако в процессе опытной эксплуатации данной архитектуры выявился ряд проблем.

Выяснилось, что необходимо добавить какую-то логику повторяющихся событий с настройкой периода повтора, начала цепочки событий и так далее. Эта возможность необходима для быстрого создания, настройки и изменения повторяющихся занятий. Помимо этого, обнаружилась необходимость добавить возможность синхронизации расписаний между группами. Если просто синхронизировать их относительноные расписания с разным началом темы - то этим не покрывается случай, когда у групп расписание с разным интервалом между парами. Однако в рамках логики повторяющихся событий эта проблема может пропасть, если не синхронизировать время начала повтора. Также появилась необходимость возможности скрытия и настройки расписания не для всей группы, а для конкретных студентов, чтобы можно было открыть досдачу контекста конкретному студенту, или провести контекст для одного студента.

#### **3.3. Новая архитектура хранения и отображения курсов в учебных пространствах университетов.**

В процессе опытной эксплуатации платформы Мирера-2023, при которой начали быстро появляться новые группы и курсы различных университетов и преподавателей, обнаружилась необходимость введения обобщающего понятия Пространства университета, чтобы студентам и преподавателям не отображались лишние группы и курсы, не относящиеся к их университету.

При таком подходе появляются несколько проблем. Один пользователь может находиться сразу в нескольких учебных пространствах, что поднимает вопрос администрирования учебных пространств. Помимо этого, пространство университета может быть открытым и закрытым, и, если оно закрыто, то также нужна новая роль администратора пространства университета. В таком случае требуется проработка, на основе каких данных и кто именно принимает заявки в пространство университета. Для этого может потребоваться необходимость сотрудничества непосредственно с учебной частью университета и последующей регистрацией пользователей, например, сразу на учебную почту. Также курсы могут быть привязаны как к какому-то пространству университета, так и быть общими для всех. Помимо этого, если один преподаватель преподаёт сразу в нескольких университетах – необходима возможность привязки курса сразу к нескольким пространствам университета.

Все указанные проблемы будут еще дополнительно изучаться в рамках разработки платформы Мирера-2024.

## 4. Примеры новых математических наполнений платформы Мирера

Для развития междисциплинарных навыков в Миреру были добавлены две проектные задачи: реализация класса Poly для работы с многочленами на языке Python, рассчитанная на учеников математических классов, и курс по выпуклой геометрии и коммутативной алгебре на языке Wolfram, рассчитанный на студентов младших курсов математических факультетов.

### 4.1. Быстрые алгоритмы умножения многочленов

Задача предполагает реализацию обучающимися задач арифметики многочленов. Арифметике многочленов посвящено значительное время курса Алгебры, поэтому к старшей школе обучающиеся очень хорошо знают наивные алгоритмы арифметических операций над многочленами. Так, сложение двух многочленов степени  $n$  “в столбик” требует  $n + O(1)$  операций. Особый интерес представляет задача умножения двух многочленов. Ведь наивный алгоритм “в столбик” требует  $O(n^2)$  умножений чисел, но простой алгоритм, основанный на быстром преобразовании Фурье, всего  $O(n \log_2(n))$  [10]. Последний алгоритм укажем подробнее.

Пусть даны многочлены  $A$ ,  $B$ , произведение  $C$  которых имеет степень  $2n-1$ . Вычислим значе-

ния  $A$  и  $B$  на корнях из единицы степени  $2n$ . Отсюда мы сразу получаем значения  $C$  в этих точках, по которым мы и восстановим  $C$ . Алгоритмы быстрого преобразования Фурье и обратного дискретного преобразования Фурье позволяют сделать это за  $O(n \log_2(n))$  операций [11].

### 4.2. Исследование многочленов с помощью многогранников Ньютона

Курс состоит из нескольких разделов, посвященных изучению языка Wolfram через решение реальных математических задач с использованием как встроенных алгоритмов, так и реализованных самостоятельно. Задачи курса затрагивают следующие темы: многочлены Лорана, многогранники Ньютона, шеллинг выпуклого многогранника, идеалы, мономиальные базисы, базисы Грёбнера. Помимо этого, курс имеет ознакомительный раздел, призванный познакомить студентов с синтаксисом и базовыми методами языка Wolfram.

В рамках курса студентам предлагается реализовать описанный в статье [12] алгоритм нахождения мономиального базиса фактор-алгебры многочленов Лорана по идеалу, порожденному невырожденной системой многочленов с заданным симплицеальным многогранником Ньютона. Это задание разбито на небольшие подзадачи, которые сгруппированы в смысловые разделы.

## 5. Заключение

В результате проведенной работы по разработке платформы Мирера-2023 и её апробации было выявлено преимущество использования технологии WebSocket на странице статистики над обновлением в фиксированный промежуток времени и необходимостью совмещения обоих способов. Было продемонстрировано применение модуля авторской системы антиплагиата для семантической проверки студенческих решений путем сравнения их с эталонным решением преподавателя. Глубокая интеграция общего модуля авторизации в платформу Мирера, а также использование социальных сетей для рассылок уведомлений улучшило опыт использования как для преподавателей, так и для учеников. Апробация курса, использующего новую модульную систему хранения, подтвердила методическую эффективность данного подхода.

В дальнейшем планируется доработка архитектуры модуля сбора посещаемости с возможностью учета посещаемости сразу несколькими способами для проведения гибридных занятий, а также возможность персонализации расписания для каждого студента и добавления периодических событий для быстрого создания и редактирования расписаний курсов. Помимо этого,

планируется введение понятия пространства университета для более удобной фильтрации и отображения списков только относящихся к пользователю курсов.

Работа выполнена в рамках госзадания FNEF-2022-0010 «Разработка, реализация и

внедрение семейства интегрированных многоязыковых сред программирования с автоматизированной проверкой заданий для учащихся образовательных организаций, ДОО, младшей, основной и старшей школы и студентов педагогических университетов». About Innovations in the Digital Educational Platform of Mirera

## About Innovations in the Digital Educational Platform of Mirera

I. A. Vasilyev, A. S. Karavaeva, A. G. Leonov, K. A. Mashchenko,  
A. V. Shlyakhov

**Abstract.** During the trial operation of educational platforms, there may be difficulties and needs for innovations or fixes that were not noticeable during development and testing. Timely improvements and changes contribute to improving the user experience and reduce the amount of effort spent on performing inconvenient actions in the system, which allows you to better concentrate on completing basic tasks, such as teaching or studying. This article describes the problems that users have encountered while using the set of modules of the digital educational platform of Mirera, and methods for solving them.

**Keywords:** digital educational platform, digital educational environment, Mirera, automatic verification, machine learning, neural networks, transformers, semantic verification, WebSocket, modular architecture.

### Литература

1. Платформа Мирера [Электронный ресурс] URL: <https://www.mirera.ru> (дата обращения: 11.10.2023)
2. Бахтеев О.Ю., Гафаров Ф.М., Гриншкун В.В., Дятлова О.В., Косарецкий С.Г., Кудинов В.А., Леонов А.Г., Сергеев А.Н., Щербатых С.В. Цифровая платформа образования, Вестник Российского фонда фундаментальных исследований, Том 1, No 113.
3. Шестаков В.С., Сагидуллин А.С. Применение технологии websocket в web-приложениях технологического назначения // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-tehnologii-websocket-v-web-prilozheniyah-tehnologicheskogo-naznacheniya>
4. Леонов А.Г., Дьяченко М.С., Машченко К.А., Орловский А.Е., Райко И.Г., Райко М.В. Новые подходы к автоматизации проверки заданий в цифровых курсах, в сборнике ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И МЕТОДИКА ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ: ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ Материалы VI Международной научной конференции, место издания Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева Красноярск, тезисы, с. 173-179
5. Дьяченко М.С., Домрина В.А., Леонов А.Г., Машченко К.А., Райко И.Г., Холькина А.А. Анализ методов проверки кода программ на плагиат в цифровой образовательной платформе Мирера, Труды НИИСИ РАН, Том 12, № 3.
6. Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Машченко К. А., Орловский А. Е., Райко М. В., Шляхов А. В. Опыт интеграции цифровой образовательной среды КуМир в платформу Мирера, Статья в сборнике тезисов конференции «Объединённая конференция «СПО: от обучения до разработки»», с. 24-29
7. Леонов А.Г., Первин Ю.А. Качественные оценки эффективности методики обучения элементов информатики в пропедевтическом курсе // Ярославский педагогический вестник, №5, с. 92-96
8. Леонов А.Г., Машченко К.А., Шляхов А.В., Холькина А.А. Подходы к учету посещаемости студентов в цифровой образовательной платформе Мирера, Труды НИИСИ РАН, Том 12, № 3
9. Иванова Е.В., Струева А.Ю. Система учета посещаемости на основе распознавания лиц // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2021 Т. 10, № 4 С. 60–73.

DOI: 10.14529/cmse210404. Seth Gilbert, Nancy Lynch, Brewer's conjecture and the feasibility of consistent, available, partition-tolerant web services, ACM SIGACT News, Volume 33, Issue 2, June 2002

10. А. Кушниренко, Быстрое преобразование Фурье, Научно-образовательный портал «Большая российская энциклопедия», Учредитель Правительство РФ, Номер 8, 2023, порядковый номер 9. DOI: 10.54972/00000001\_2023\_8\_9

11. А. Кушниренко, Дискретное преобразование Фурье, Научно-образовательный портал «Большая российская энциклопедия», Учредитель Правительство РФ, Номер 8, 2023, порядковый номер 10. DOI: 10.54972/00000001\_2023\_8\_10

12. A. Kushnirenko. Arnold's Piecewise Linear Filtrations, Analogues of Stanley–Reisner Rings and Simplicial Newton Polyhedra. // Mathematics 2022, 10 (23), 4445. DOI: 10.3390/math10234445. ISSN 2227-7390

Подписано в печать 15.11.2023 г.

Формат 60х90/8

Печать цифровая. Печатных листов 16.75

Тираж 100 экз. Заказ № 878

Отпечатано в ФГБУ «Издательство «Наука»

(Типография «Наука»)

121099, Москва, Шубинский пер., 6