

В результате работы была разработана полнофункциональная система мониторинга системных ресурсов с клиентом-визуализатором. Ключевым результатом является создание оптимизированного алгоритма работы с кольцевым буфером в разделяемой памяти, который взаимодействует с клиентским интерфейсом через эффективный механизм обмена данными, который обеспечивает задержки при передаче метрик и их последующей визуализации в реальном времени. Разработанное решение демонстрирует устойчивую работу при высоких нагрузках, сохраняя целостность данных и плавность графиков.

Разработка демона для мониторинга системных ресурсов с клиентом-визуализатором является эффективным и важным решением для упрощения взаимодействия пользователя с системными ресурсами. Реализация фоновой службы, функционирующей в изолированном окружении, обеспечивает непрерывный и бесперебойный сбор метрик, что является критически важным для корректной оценки метрик производительности. Интеграция клиента-визуализатора позволит грамотно организовать полученную информацию, тем самым снижая когнитивную нагрузку пользователя. Предложенное решение не только способствует оперативному выявлению аномалий системы, но и представляет собой основу для прогнозирования нагрузок и планирования масштабирования инфраструктуры.

#### Литература

1. Таненбаум, Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум, Х. Бос. – 4-е изд. – М. : Питер, 2020. – С. 45–46.
2. Немет, Э. UNIX и Linux. Руководство системного администратора / Эви Немет, Гарт Снайдер, Грент Хейн, Бэн Уэйли. – 4-е изд. – М. : Вильямс, 2012. – С. 125–128.
3. Райн, Д. Основы проектирования пользовательских интерфейсов / Д. Райн. – СПб. : Питер, 2022. – С. 78–81.

### **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ MOODLE**

**Р. Д. Голубев, И. Е. Сипаков**

*Витебский государственный университет имени П. М. Машерова,  
Республика Беларусь*

*Предлагается модель и алгоритмы программного модуля для LMS Moodle, предназначенного для автоматизированной оценки качества электронных образовательных ресурсов (ЭОР). Предложена трехуровневая архитектура модуля: идентификация типа файла, контентный анализ (PDF, DOCX, PPTX) и расчет интегрального показателя качества на основе метрик. Модель обеспечивает объективный контроль качества ЭОР и методическую поддержку преподавателям.*

**Ключевые слова:** Moodle, качество ЭОР, автоматизированная оценка, парсинг файлов, WCAG, интегральная оценка, модуль, образовательные технологии.

### **DEVELOPMENT OF A MODULE FOR AUTOMATED QUALITY ASSESSMENT OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES FOR THE MOODLE LMS**

**R. D. Golubev, I. E. Sipakov**

*Vitebsk State University named after P. M. Masherov, Republic of Belarus*

*A model and algorithms for a software module for the LMS Moodle designed for automated quality assessment of electronic educational resources (EER) are proposed. A three-tier*

*architecture is proposed for the module: file type identification, content analysis (PDF, DOCX, PPTX), and calculation of an integrated quality indicator based on metrics. The model ensures objective quality control of EER and methodological support for instructors.*

**Keywords:** Moodle, EER quality, automated assessment, file parsing, WCAG, integral score, module, educational technology.

Массовый переход к использованию систем управления обучением, таких как Moodle, в учреждениях образования Республики Беларусь привел к значительному росту количества создаваемых преподавателями электронных образовательных ресурсов (ЭОР) [1]. Однако этот рост не всегда сопровождается обеспечением должного дидактического и эргономического качества материалов. Ручная экспертиза каждого ресурса трудоемка. В связи с этим актуальной задачей является разработка инструментов для объективной и автоматизированной оценки качества ЭОР.

Цель работы – разработать архитектуру и алгоритмы работы программного модуля для LMS Moodle, способного проводить оценку качества ЭОР.

Предлагаемый модуль интегрируется в Moodle и срабатывает в момент загрузки преподавателем файла в учебный курс. Процесс анализа состоит из трех ключевых этапов:

1. Идентификация типа файла.
2. Контентный анализ по типам ЭОР.
3. Расчет интегрального показателя качества.

На первом этапе для надежного определения типа файла используется не расширение, а анализ «магических чисел» (magic numbers) – первых байтов файла, уникальных для каждого формата. В среде PHP, на которой построен Moodle, это решается с помощью функции `mime_content_type()`. Это позволяет точно отличить PDF-документ от текстового файла или презентации, даже при неверном расширении, и направить его на соответствующий обработчик.

На втором этапе файл передается в специализированный парсер для глубокого анализа. Для каждого типа ресурса применяются свои метрики, основанные на общепринятых требованиях к качеству ЭОР.

Анализ PDF-документов, осуществляемый с помощью PHP-библиотек, таких как Smalot/PdfParser, направлен на выявление наличия текстового слоя. Это позволяет отличить качественный цифровой документ от простого скана изображения, что критически важно для доступности и возможности поиска по тексту.

Для DOCX-файлов, являющихся по своей сути ZIP-архивами с XML-разметкой, модуль с помощью пакета PhpOffice/PhpWord анализирует не только содержание, но и структуру. Ключевым показателем качества является использование встроенных стилей вместо прямого форматирования, а также наличие автоматического оглавления в объемных документах.

Наиболее комплексный анализ проводится для презентаций PPTX. С помощью PhpOffice/PhpPresentation анализируются следующие метрики:

1. Когнитивная нагрузка (Lslide), где рассчитывается количество слов на каждом слайде и сравнивается с рекомендованным максимумом ( $w_{\max} \approx 30$ ). Метрика для слайда вычисляется в уравнении (1):

$$L_{slide} = 1 - \frac{w}{w_{\max}}, \text{ где } w \leq w_{\max}. \quad (1)$$

2. Проверяется, что кегль основного текста не ниже 24pt.

3. Коэффициент контрастности (CR): модуль извлекает HEX-коды цвета текста и фона, переводит их в RGB и вычисляет яркость (L) для каждого по формуле (2):

$$L = 0,2126 \cdot R_{sRGB} + 0,7152 \cdot G_{sRGB} + 0,0722 \cdot B_{sRGB}, \quad (2)$$

где  $R_{sRGB}$ ,  $G_{sRGB}$ ,  $B_{sRGB}$  – нормализованные значения каналов.

4. Затем рассчитывается коэффициент контрастности по стандарту WCAG, который должен быть  $\geq 4,5 : 1$ .

На финальном этапе каждая из  $n$  проверенных метрик ( $M_i$ ) нормализуется к значению от 0 до 1. Итоговая оценка качества ЭОР вычисляется как взвешенная сумма, где весовые коэффициенты ( $w_i$ ) задаются экспертно [см. формулу (3)]:

$$Q_{EER} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot M_i, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1. \quad (3)$$

Например, для презентации метрика контрастности (CR) будет иметь больший вес, чем проверка формата файла. По итогам расчета модуль формирует для преподавателя отчет с итоговым баллом и конкретными рекомендациями по улучшению.

Предложенная модель и алгоритмы работы программного модуля позволяют перейти от субъективной экспертной оценки качества ЭОР к автоматизированной, основанной на объективных метриках. Внедрение такого инструмента в LMS Moodle, используемую в образовательной системе Республики Беларусь, способно решить сразу две задачи: обеспечить единый стандарт качества учебных материалов и предоставить преподавателям удобный инструмент для самопроверки и профессионального развития.

#### Литература

1. Тербушева, Е. А. Аналитический потенциал платформы Moodle для мониторинга качества персонализированного обучения / Е. А. Тербушева, К. Р. Пиотровская // Общество. Коммуникация. Образование. – 2021. – Т. 12, № 4. – С. 19–34.

### ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ УЧЕБНОЙ АКТИВНОСТИ В LMS MOODLE: ПРЕДИКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ГРУППЕ РИСКА

Р. Д. Голубев, И. Е. Сипаков

*Витебский государственный университет имени П. М. Машерова,  
Республика Беларусь*

*Предложена концептуальная модель, использующая методы искусственного интеллекта для анализа больших данных, генерируемых системой управления обучением (LMS) Moodle. Описаны ключевые этапы построения модели. Модель направлена на повышение академической успеваемости и снижение отчисления студентов путем предоставления преподавателям инструмента для раннего выявления потенциальных проблем.*

**Ключевые слова:** аналитика обучения, предиктивная модель, LMS Moodle, искусственный интеллект, группа риска, образовательные данные, машинное обучение.