

## Труды НИИСИ РАН, Т. 12, № 3, 2022

### 1. Анализ методов проверки кода программ на плагиат в цифровой образовательной платформе Мирера (8 стр.)

М.С. Дьяченко<sup>1</sup>, В.А. Домрина<sup>2</sup>, А.Г. Леонов<sup>3</sup>, К.А. Машенко<sup>4</sup>, И.Г. Райко<sup>4</sup>,  
А.А. Холькина<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, mdyachenko@niisi.ru;

<sup>2</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, domrina@niisi.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, kirill010399@vip.niisi.ru;

<sup>5</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, ilya.rayko@niisi.ru;

<sup>6</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, kholkina@niisi.ru

**Аннотация.** Возможность копировать части кода программ участниками образовательных учебных курсов по программированию затрудняет объективное оценивание уровня знаний каждого обучающегося. В статье излагается вариант решения этой проблемы на примере авторской цифровой образовательной платформы Мирера. Поставлены требования к антиплагиат-анализу с учетом специфики цифровой образовательной платформы Мирера. Рассмотрены известные алгоритмы и методы для реализации антиплагиат-анализа, выделены их достоинства и недостатки. Реализован метод отпечатков на токенизированной программе, описаны примеры работы антиплагиат-анализатора. Отмечается возможность использования антиплагиат-анализа как инструмента для контролирования уровня освоения курса студентами.

**Ключевые слова:** цифровая образовательная платформа, цифровая образовательная платформа Мирера, антиплагиат, антиплагиат-анализ программного кода, метод отпечатков.

### 2. Определение эмоционального состояния обучаемого-ребенка в цифровой образовательной среде по статическим изображениям с применением нейросети (7 стр.)

М.С. Дьяченко<sup>1</sup>, А.Г. Леонов<sup>2</sup>, М.В. Райко<sup>3</sup>, А.А. Холькина<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, mdyachenko@niisi.ru;

<sup>2</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>3</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, rayko@niisi.ru;

<sup>4</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, kholkina@niisi.ru

**Аннотация.** В статье описаны исследования возможности распознавания детских эмоций на основе сверточных нейронных сетей для использования в цифровых образовательных средах таких как, например, ЦОС “ПиктоМир”. Рассмотрены альтернативные решения и изложен опыт создания собственной нейронной сети, обученной на экспериментальном наборе данных. Приводятся результаты тестирования системы с помощью различных метрик на основе валидационного набора данных и сравнение полученных результатов с наиболее популярными алгоритмами распознавания эмоций. Сделаны выводы о направлении дальнейших исследований, в частности, необходимость расширения обучающего набора данных, предложены дальнейшие шаги к доработке с целью интеграции в образовательную среду “ПиктоМир”.

**Ключевые слова:** нейросети, глубокое обучение, распознавание эмоций, классификация эмоций, ПиктоМир.

### **3. О подходах к построению надежной цифровой образовательной платформы (6 стр.)**

**М.С. Дьяченко<sup>1</sup>, М.А. Кузьменко<sup>2</sup>, А.Г. Кушниренко<sup>3</sup>, Г.О. Райко<sup>4</sup>,  
И.Г. Райко<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, [Mdyachenko@niisi.ru](mailto:Mdyachenko@niisi.ru);

<sup>2</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, [gmk@niisi.ru](mailto:gmk@niisi.ru);

<sup>3</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, [agk\\_@mail.ru](mailto:agk_@mail.ru);

<sup>4</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, [raiko@niisi.msk.ru](mailto:raiko@niisi.msk.ru);

<sup>5</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, [ilya.rayko@niisi.ru](mailto:ilya.rayko@niisi.ru)

**Аннотация.** В нашей стране активно идет процесс цифровой трансформации образования, который выдвигает требования создания цифровых образовательных платформ, обеспечивающих надежный доступ к разнообразным цифровым образовательным ресурсам. Такие платформы по сути своей являются распределенными вычислительными системами. Важность и критичность задач, выполняемых цифровыми образовательными ресурсами, определяет высокий уровень технических требований к платформам, на которых они реализованы. В статье рассмотрены критерии, обеспечивающие надежность платформ, проанализированы существующие популярные решения в области обеспечения надежности цифровых образовательных платформ и проведен анализ соответствия этих решений указанным критериям. Показано, что существующие цифровые образовательные платформы, в основном далеки от соответствия поставленным требованиям. Авторами предложен вариант цифровой образовательной платформы, удовлетворяющей сформулированным критериям.

**Ключевые слова:** цифровая образовательная платформа, вычислительные системы высокой надежности, территориально-распределенные вычислительные системы, цифровая образовательная платформа Мирера

#### **4. Подходы к учету посещаемости студентов в цифровой образовательной платформе Мирера (7 стр.)**

**А.Г. Леонов<sup>1</sup>, К.А. Машенко<sup>2</sup>, А.В. Шляхов<sup>3</sup>, А.А. Холькина<sup>4</sup>**

<sup>1</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>2</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, kirill.mashchenko@vip.niisi.ru;

<sup>3</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, shlyakhov@vip.niisi.ru;

<sup>4</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, kholkina@niisi.ru

**Аннотация.** При использовании образовательных платформ оперативность и эффективность содержательных взаимодействий преподавателя с его студентами заметно улучшаются, однако при этом остается недостаточно цифровизированным ряд рутинных процессов, которые отнимают время и силы педагога. К числу таких рутинных процессов относится учет посещаемости студентов. Учет посещаемости должен производиться педагогом вне зависимости от того, проводится ли занятие очно или дистанционно. Цифровизированный процесс учета посещаемости должен быть удобен для преподавателя, минимизируя время и усилия, затраченные преподавателем на регистрацию присутствующих студентов на каждом занятии. Процесс должен быть удобен и для самих обучающихся, не создавая дискомфортных ситуаций для студентов. В статье предлагается вариант решения задачи учета посещаемости на примере авторской цифровой образовательной платформы Мирера. Предлагаются сценарии использования механизма учета посещаемости для увеличения вовлеченности студентов в процесс обучения.

**Ключевые слова:** цифровая образовательная платформа, цифровая образовательная среда, Мирера, посещаемость, видеоконференция, геопозиция, нейронные сети

#### **5. Реализация нового типа задач «электронные таблицы» в цифровой образовательной платформе Мирера (6 стр.)**

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

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

<sup>2</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>3</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, kirill010399@vip.niisi.ru;

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

**Аннотация.** Электронные таблицы успешно используются во многих областях экономики, финансах, бизнесе и т.п. Для получения школьниками и студен-

тами компетенций по работе с электронными таблицами было принято решение добавить в цифровую образовательную платформу Мирера возможность использовать в курсах задания с электронными таблицами, для чего и был создан соответствующий авторский модуль. Изучение электронных таблиц определено ФГОСом по информатике основной школы, задачи на использование электронных таблиц входят в государственные итоговые испытания школьников. Разработанный модуль полностью покрывает требуемый объем знакомства с электронными таблицами и позволяет создавать конспекты с автоматизированной проверкой в цифровой образовательной платформе Мирера, не устанавливая на компьютер ученика какое-либо дополнительное программное обеспечение.

**Ключевые слова:** информатика, цифровая образовательная платформа Мирера, электронные таблицы, работа с данными, формулы

## **6. Визуализация алгоритмов реализации взаимоисключений средствами пиктограммной среды программирования (14 стр.)**

**И.Н.Грибанова<sup>1</sup>, А.С. Караваева<sup>2</sup>, А.Г. Леонов<sup>3</sup>, А.Г. Леонов<sup>4</sup>, Д.В. Машченко<sup>5</sup>, В.А. Оганисян<sup>6</sup>**

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

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

<sup>3</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, anton11-02@mail.com;

<sup>4</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>5</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, mashchenko.darya.vlad@yandex.ru;

<sup>6</sup>ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, kovyrshina@niisi.ru

**Аннотация.** Курсы по информатике и информационно-коммуникационным технологиям могут включать широкий набор тем от основ программирования и элементарных знаний об устройстве компьютеров до теории формальных грамматик, языков искусственного интеллекта, операционных систем, 3D-графики и т.п. Основную сложность при этом составляет математическая компонента курсов, что требует соответствующей подготовки слушателей. Однако, и в программировании есть темы, сложные для понимания студентами даже с глубокими академическими знаниями. Одной из таких тем является параллельное программирование, когда с одной стороны требуется изучить и написать учебные высокоэффективные алгоритмы решения задач для выполнения одновременных вычислений на различных ЭВМ или процессорах, с другой стороны, что не менее сложно для понимания - обеспечить параллельную работу различных частей программы с разделяемым доступом к общим данным. Освоение азов параллельного программирования усложняется отсутствием адекватной визуализации параллельной работы процессов на компьютере. Педагогам остается иллюстрировать тему описывая знакомые студентам ситуации из реального мира, например, задачу одновременного проезда четырех автомобилей через нерегулируемый перекресток. С другой стороны, современные тенденции требуют понижения возраста начала знакомства растущего ребенка

с элементами программирования и алгоритмизации. Дошкольники, дети четвертого года жизни, с успехом осваивают в игре основные понятия последовательного программирования, используя программно-управляемых роботов и их виртуальных двойников в цифровой образовательной среде ПиктоМир. Та же ЦОС ПиктоМир используется для пропедевтики программирования при преподавании для любого возраста, включая студентов университетов. ПиктоМир обладает не только простотой в освоении, но допускает использование в заданиях одновременно нескольких исполнителей-роботов, каждый из которых действует по собственной программе. Наглядность процесса выполнения программ в ПиктоМире привела авторов к мысли использовать ЦОС ПиктоМир для демонстрации работы классических алгоритмов взаимного исключения в курсах по параллельному программированию. Опыт авторов показал высокую эффективность подобного подхода, что позволило студентам за короткий срок понять проблему и успешно решить все задачи темы. Указанный подход апробировался в курсах Операционные системы (ИИС ГУУ) и Алгоритмы и структуры данных (Институт Детства МПГУ).

**Ключевые слова:** взаимное исключение, процесс, deadlock, критическая секция, ПиктоМир, операционные системы, алгоритмы.

## **7. Комплексная арифметика в ДССП для троичной машины (9 стр.)**

**А.А.Бурцев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, burtsev@niisi.msk.ru

**Аннотация.** Созданный в НИЛ троичной информатики на факультете ВМК МГУ программный комплекс ДССП-ТВМ можно использовать в качестве среды разработки и прогона программ для троичного компьютера. Первоначально в нём были предусмотрены лишь операции целочисленной арифметики. Затем ДССП-ТВМ был дополнен пакетом операций вещественной арифметики с плавающей точкой. Теперь на его основе создан пакет комплексной арифметики. В статье характеризуются основные возможности предлагаемого пакета, а также поясняются ключевые аспекты его реализации на языке ДССП-Т в среде интерпретатора ДССП/ТВМ.

**Ключевые слова:** троичная симметричная система счисления, троичная машина, троичная логика, троичная арифметика, ДССП, вещественная арифметика с плавающей точкой, комплексная арифметика, округление.

## **8. О произведении множеств с единичной плотностью и его дополнении (3 стр.)**

**Ю.Н. Штейников<sup>1</sup>**

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

**Аннотация.** В статье S.Bettin; D. Koukoulopoulos, C. Sanna «A note on the natural density of product sets», Bull. Lond. Math. Soc. 53, No. 5, 1407-1413, 2021 было доказано, что множество произведений двух произвольных множеств целых чисел

с единичной плотностью снова является множеством с плотностью единица. В этой же статье также были приведены верхние оценки для так называемых соответствующих дополняющих множеств при некоторых специальных ограничениях. В настоящей работе доказываются аналогичные оценки при более слабых ограничениях..

**Ключевые слова:** плотность, подмножества, произведение