

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»**

**Научно-образовательный математический центр  
«Математический центр ДонГУ»**

## **ТЕЗИСЫ**

**ДОКЛАДОВ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**Донецк 2025**

ББК Б1<sub>2</sub>431  
Т299  
УДК 51(07)+53(07)

Тезисы докладов научной конференции студентов факультета математики и информационных технологий: Сб. науч. и науч.-метод. работ //Донецк: ДонГУ, 2025. – 51 с.

Рассматриваются актуальные проблемы фундаментальной и прикладной математики, методики преподавания математики, прикладной информатики.

Редактор к.ф.-м.н. Щепин Н.Н.

83055, г. Донецк, ул. Университетская, 24, Гл.корпус, комн. 801

Утверждено к печати Ученым Советом факультета математики и информационных технологий Донецкого государственного университета

©Донецкий государственный университет  
©Коллектив авторов

# **Подсекция математического анализа и дифференциальных уравнений**

**УДК 517.1**

## **ГЕОМЕТРИЯ МАСС И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ**

*Атаманова А.А.*

*Заставный В.П.*

**ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»**

Работа посвящена применению метода масс к решению задач геометрии.

Рассмотрим два шарика с массами  $m_1$  и  $m_2$ , соединённых жёстким «невесомым» стержнем. На этом стержне имеется такая точка  $Z$ , что если подвесить всю систему в этой точке, то она будет в равновесии – ни один из шариков не «перетянет». Эта точка  $Z$  есть центр масс двух рассматриваемых материальных точек с массами  $m_1$  и  $m_2$ . В работе приведено математическое определение центра масс конечной системы точек и доказаны его свойства:

- 1) Всякая система, состоящая из конечного числа материальных точек и общей ненулевой массой, имеет центр масс и притом единственный.
- 2) Центр масс двух материальных точек расположен на прямой, соединяющей эти точки; его положение определяется архimedовым правилом рычага и знаками масс в этих точках.
- 3) Если в системе, состоящей из конечного числа материальных точек, отметить несколько точек с ненулевой массой и массы всех отмеченных точек перенести в их центр масс, то от этого положение центра масс всей системы не изменится.

В работе рассмотрены теоремы Чевы, Менелая, Якоби, Лагранжа и теорема о связи барицентрических координат на плоскости с площадями. Приведены примеры решения задач следующих типов: пересечение нескольких прямых или отрезков в одной точке, отношение отрезков и площадей, расстояние между точками.

### *Литература*

1. Заставный В. П. Геометрия масс: учебное пособие / В. П. Заставный. – 2-е изд., изм. и доп. – Донецк, 2021. – 111 с.
2. Балк М.Б. Геометрия масс / М.Б. Балк, В.Г. Болтянский – Москва: Наука Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 160 с.

О ПОДЧИНЁННОСТИ МИНИМАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ  
ПОЛИНОМОВ В ПРОСТРАНСТВЕ  $L^\infty$

Бугаенко Е.Р.  
Лиманский Д.В.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

В настоящей работе исследуются структура и свойства линейного пространства минимальных дифференциальных полиномов, подчиненных данному дифференциальному оператору  $P(D)$  в пространстве  $L^\infty(\mathbb{R}^n)$ , т. е. пространства операторов  $Q(D)$ , удовлетворяющих априорной оценке:

$$\|Q(D)f\|_{L^\infty(\mathbb{R}^n)} \leq C[\|P(D)f\|_{L^\infty(\mathbb{R}^n)} + \|f\|_{L^\infty(\mathbb{R}^n)}], \quad (1)$$

где  $C > 0$  не зависит от выбора  $f \in C_0^\infty(\mathbb{R}^n)$ ;  $D_j = -i \frac{\partial}{\partial x_j}$ ;  $D = (D_1 \dots D_n)$ .

В работе рассмотрены необходимые и достаточные условия справедливости оценки (1) в терминах символов  $Q(\xi)$  и  $P(\xi)$  операторов  $Q(D)$  и  $P(D)$  соответственно. В частности, приведено свойство эквивалентности оценки (1) тождеству

$$Q(\xi) = M(\xi)P(\xi) + N(\xi), \quad \xi \in \mathbb{R}^n, \quad (2)$$

в котором  $M(\xi)$  и  $N(\xi)$  — мультиплекторы в  $L^\infty(\mathbb{R}^n)$  (см. [1 – 3]).

Кроме того, приведены необходимые условия справедливости оценки (1) для «анизотропного» случая операторов с квазиоднородной главной частью, т. е. операторов вида

$$Q(D) = \sum_{|\alpha:l| \leq 1} b_\alpha D^\alpha, \quad P(D) = \sum_{|\alpha:l| \leq 1} a_\alpha D^\alpha, \quad (3)$$

где  $a_\alpha$  и  $b_\alpha$  — константы,  $l = (l_1, \dots, l_n) \in \mathbb{N}^n$ ,  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) \in \mathbb{Z}_+^n$ ,  $|\alpha:l| = \frac{\alpha_1}{l_1} + \dots + \frac{\alpha_n}{l_n}$ ,  $D^\alpha = D_1^{\alpha_1} \dots D_n^{\alpha_n}$ .

С учётом тождества (2) приведены примеры операторов вида (3), для которых указанные выше условия справедливости оценки (1) являются также и достаточными.

*Литература*

1. De Leeuw K. A priori estimates for differential operators in  $L^\infty$  norm / K. de Leeuw, H. Mirkil // Illinois J. Math. - 1964. - V. 8. - № 3. - P. 112-124.
2. Лиманский Д.В. Эллиптические и слабо коэрцитивные системы операторов в пространствах Соболева / Д.В. Лиманский, М.М. Маламуд // Матем. сборник. – 2008. - Т. 199. - № 11. - С. 75-112.
3. Лиманский Д. В. Об условиях подчинённости для систем минимальных дифференциальных операторов / Д.В. Лиманский, М.М. Маламуд // Современная математика. Фундаментальные направления. – 2024. – Т. 70. – № 1. – С. 121-149.

О ФУНКЦИЯХ С НУЛЕВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ ПО СЕМЕЙСТВУ ИЗ  
РАВНОБЕДРЕННОГО ТРЕУГОЛЬНИКА И КВАДРАТА

*Власенко И.С.*

*Волчков В.В.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

**Введение и постановка задачи.** Рассмотрим в действительном евклидовом пространстве  $\mathbb{R}^n$  размерности  $n \geq 2$  со стандартной евклидовой нормой  $|\cdot|$  открытое множество  $D$  и компактное множество  $A$ . Как обычно, через  $M(n)$  обозначим группу движений  $\mathbb{R}^n$ ,  $Mot(A, D) = \{\lambda \in M(n) : \lambda A \subset D\}$ . Компактное множество  $A \subset \mathbb{R}^n$  называется множеством Помпейю в  $D$ , если локально суммируемая функция  $f: D \rightarrow \mathbb{C}$ , удовлетворяющая условиям

$$\int_{\lambda A} f(x) dx = 0$$

для всех  $\lambda \in Mot(A, D)$ , равна нулю почти всюду в  $D$ . Совокупность всех множеств Помпейю в  $D$  обозначим  $\mathcal{P}(D)$ . Классическая проблема Помпейю состоит в описании  $\mathcal{P}(\mathbb{R}^n)$ . Она была сформулирована румынским математиком Помпейю в прошлом веке, в настоящее время хорошо изучена (см. обзор [1] с обширной библиографией). Полностью эта проблема не решена. В [2] было получено, что если  $A \in \mathcal{P}(\mathbb{R}^n)$ , то  $A$  является множеством Помпейю в шаре  $\mathbb{B}_R = \{x \in \mathbb{R}^n : |x| < R\}$  радиуса  $R \geq 2r^*(A)$ , где  $r^*(A) = \inf\{R > 0 : Mot(A, \mathbb{B}_R) \neq \emptyset\}$ . В связи с этим в [2] поставлена

**Проблема 1.** Для данного компакта  $A \subset \mathbb{R}^n$  найти значение

$$\mathcal{R}(A) = \inf\{R > 0 : A \in \mathcal{P}(\mathbb{B}_R)\}.$$

Рассмотрим теперь некоторый фиксированный набор (семейство) компактных множеств  $\{A_j\}_{j=1}^m$ . Если для комплекснозначной локально суммируемой в шаре  $\mathbb{B}_R$  функции  $f$  из выполнения условия (1) при всех  $A = A_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) и  $\lambda \in Mot(A_j, \mathbb{B}_R)$  следует  $f = 0$  п.в. в  $\mathbb{B}_R$ , будем говорить, что  $\{A_j\}_{j=1}^m$  является семейством Помпейю в шаре  $\mathbb{B}_R$  и обозначать  $\{A_j\} \in \mathcal{P}(\mathbb{B}_R)$ .

Аналогично проблеме 1 возникает (см., например, [3])

**Проблема 2.** Для данного семейства  $\{A_j\}_{j=1}^m$  компактных множеств  $A_j \subset \mathbb{R}^n$  найти величину

$$\mathcal{R}(\{A_j\}) = \inf\{R > 0 : \{A_j\} \in \mathcal{P}(\mathbb{B}_R)\}.$$

Достаточно полное описание множеств, для которых решены указанные проблемы или получены оценки искомых величин, содержится

в [1-4]. В данной работе проблема 2 решена для семейства, состоящего из равнобедренного треугольника и квадрата в  $\mathbb{R}^2$ .

Рассмотрим равнобедренный треугольник  $T \subset \mathbb{R}^2$  с боковыми сторонами единичной длины и углом между ними  $\pi/6$

$$T = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : 0 \leq x \leq \cos(\pi/12), |y| \leq x \tan(\pi/12)\}$$

и квадрат со стороной единичной длины

$$K_1 = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : |x| \leq 1/2, |y| \leq 1/2\}.$$

Для компактного множества  $A \subset \mathbb{R}^n$  и числа  $\mu > 0$  определим множество  $\mu A = \{x \in \mathbb{R}^n : x/\mu \in A\}$ . Из определения следует, что для любых таких  $\mu$  и  $A$  имеет место равенство  $\mathcal{R}(\mu A) = \mu \mathcal{R}(A)$ .

Поскольку ранее было получено  $\mathcal{R}(T) = \sqrt{6}/4$  и  $\mathcal{R}(K_1) = \sqrt{5}/2$ , рассмотрим квадрат  $K = (\sqrt{30}/10)K_1$ . Тогда  $\mathcal{R}(T) = \mathcal{R}(K) = \sqrt{6}/4$ . Основной результат работы представляет

**Теорема 1.** Имеет место равенство

$$\mathcal{R}(\{T, K\}) = \sqrt{3}/3.$$

Для доказательства теоремы 1 были изучены размещения рассматриваемых множеств внутри круга, найдены экстремальные расстояния от центра круга до вершин и сторон множеств. Методами, традиционно применяемыми для решения подобных задач, был получен основной результат.

Решение локального варианта проблемы Помпейю имеет применения в различных областях математики. Рассмотрим применение в комплексном анализе.

Следующий результат является теоремой типа Мореры.

**Теорема 2.** Пусть  $f \in C(\mathbb{B}_R)$  и выполнено условие

$$\int_{\partial(\lambda T)} f(z) dz = 0 \text{ при всех } \lambda \in \text{Mot}(T, \mathbb{B}_R). \quad (*)$$

Тогда верны следующие утверждения:

- 1) если  $R > \mathcal{R}(T)$ , то  $f$  голоморфна в  $\mathbb{B}_R$ ;
- 2) если  $\frac{\sqrt{3}}{3} < R < \mathcal{R}(T)$ , то существуют неголоморфные, бесконечно дифференцируемые функции в  $\mathbb{B}_R$  с условием (\*).

Получили одно из уточнению теоремы Дзядыка.

**Теорема 3.** Пусть  $R > \mathcal{R}(T)$ , действительнозначные функции  $u, v \in C(\mathbb{B}_R)$ . Тогда для того, чтобы одна из функций  $u + iv$  или  $u - iv$  была голоморфной в  $\mathbb{B}_R$  необходимо и достаточно чтобы части поверхности графиков функции  $u, v$  и  $\sqrt{u^2 + v^2}$ , расположенные над каждым множеством  $\lambda T$ , где  $\lambda \in \text{Mot}(T, \mathbb{B}_R)$ , имели одинаковую площадь.

**Выводы.** В работе в явном виде получено значение величины  $\mathcal{R}(\{T, K\}) = \sqrt{3}/3 \approx 0,577$ . Общие соображения давали оценку  $\mathcal{R}(\{T, K\}) \leq \sqrt{6}/4 \approx 0,612$ . Таким образом, получено существенное уточнение искомой величины.

## Литература

1. Волчков, В.В. Элементы нетрадиционной интегральной геометрии / В.В. Волчков; Вит.В. Волчков // Вестник Донецкого национального университета. Сер. А: Естественные науки. – 2021. – №. 2. – С. 9 – 52. – EDN: GIWLZJ.
2. Volchkov, V.V. Integral Geometry and Convolution Equations / V.V. Volchkov. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. – 454 p. – DOI <https://doi.org/10.1007/978-94-010-0023-9>.
3. Машаров, П.А. Радиус Помпейю для семейства из сектора и полукруга / П.А. Машаров // Вестник Донецкого национального университета. Сер. А: Естественные науки. – 2022. – №. 2. – С. 77 – 88. – EDN: GIWLZJ.
4. Volchkov, V.V. Harmonic Analysis of Mean Periodic Functions on Symmetric Spaces and the Heisenberg Group / V.V. Volchkov, Vit.V. Volchkov. – London: Springer, 2009. – 671 p. – DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-533-8>.
5. Volchkov, V.V. Offbeat Integral Geometry on Symmetric Spaces / V.V. Volchkov, Vit.V. Volchkov. – Donetsk: Donetsk National University, 2009. – 573 p.

УДК 519.111.3

## ПРОИЗВОДЯЩИЕ ФУНКЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ КОМБИНАТОРИКИ

Зинченко В.Ю.  
Лиманский Д.В.

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Работа посвящена решению задач перечислительной комбинаторики и аддитивной теории чисел с помощью метода производящих функций.

**Определение** (см. [1-3]). Производящей функцией числовой последовательности  $a_0, a_1, \dots, a_n, \dots$  называется сумма формального степенного ряда

$$f(z) = \sum_{j=0}^{\infty} a_j z^j, \quad \text{где } z \in \mathbb{R} \text{ или } z \in \mathbb{C}.$$

Слово «формальный» в этом определении означает, что с рядом  $f(s)$  можно обращаться, как с конечной суммой, и не рассматривать вопрос о множестве его сходимости.

В работе решена следующая задача. Пусть  $n$  и  $s$  — натуральные числа. Найти число целых точек  $(x, y, z)$  в замкнутом кубе  $-n \leq x, y, z \leq n$ , удовлетворяющих условию  $-s \leq x + y + z \leq s$ .

Оказалось, что это число равно значению интеграла

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \left( \frac{\sin \frac{2n+1}{2}t}{\sin \frac{t}{2}} \right)^3 \frac{\sin \frac{2s+1}{2}t}{\sin \frac{t}{2}} dt.$$

При решении задачи, кроме метода производящих функций, используются свойства ряда Фурье по ортогональной системе  $\{e^{inx}\}_{x=-\infty}^{+\infty}$  в пространстве  $L^2(-\pi, \pi)$  (см. [4])

### Литература

1. Виленкин Н.Я. Комбинаторика/ Н.Я.Виленкин. - Москва: Наука, 1969, 367 с.
2. Ландо С.К. Комбинаторика/ С.К. Ландо, - Москва: Изд. Независимого московского университета, 1994, 78 с.
3. Полиа Г., Сеге Г. Задачи и теоремы из анализа/ Г.Полиа, Г. Сеге . - Москва: Наука, 1978, 174 с.
4. Гурвиц А., Курант Р. Теория функций/ А.Гурвиц, Р.Курант . - Москва: Наука, 1968, 648 с.

УДК 517.9

## О ПОДЧИНЁННОСТИ МИНИМАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛИНОМОВ В ПРОСТРАНСТВЕ $L^2(\Omega)$

*Лаврова Р.А.  
Лиманский Д.В.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»*

Пусть  $\Omega$  – ограниченная область в  $\mathbb{R}^n$ . Рассмотрим линейное пространство  $L(P)$  минимальных дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами  $Q(D)$ , подчинённых данному дифференциальному оператору  $P(D)$  в пространстве  $L^2(\Omega)$ , т. е. удовлетворяющих априорной оценке

$$\|Q(D)f\|_{L^2(\Omega)} \leq C_1 \|P(D)f\|_{L^2(\Omega)} + C_2 \|f\|_{L^p(\Omega)}, \quad (1)$$

где  $C > 0$  не зависит от выбора  $f \in C_0^\infty(\Omega)$ ;  $D_j = -i \frac{\partial}{\partial x_j}$ ;  $D = (D_1 \dots D_n)$ .

Л. Хёрмандер [1] доказал, что априорная оценка (1) равносильна алгебраическому неравенству

$$|Q(\xi)|^2 \leq C \sum_{\alpha \in \mathbb{Z}_+^n} |(D^\alpha P)(\xi)|^2, \quad \xi \in \mathbb{R}^n, \quad (2)$$

где  $Q(\xi)$  и  $P(\xi)$  – многочлены, являющиеся символами операторов  $Q(D)$  и  $P(D)$  соответственно, а суммирование в правой части (2) ведётся по всем частным производным  $p^{(\alpha)}(\xi)$  многочлена  $P(\xi)$ ,  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ ,  $\alpha_j \in \mathbb{Z}_+ = \mathbb{N} \cup \{0\}$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ . Для некоторых классов операторов  $P(D)$  пространства  $L(P)$  в ряде случаев описаны в [2, 3].

В настоящей работе линейные пространства  $L(P)$  описаны для конкретных дифференциальных операторов  $P(D)$  второго порядка с символами  $P(\xi)$ , зависящими от двух и трех переменных. В

доказательствах утверждений использовались как вышеупомянутый результат Хёрмандера, так и ряд классических числовых неравенств.

### *Литература*

1. Хёрмандер Л. К теории общих дифференциальных операторов в частных производных / Л. Хёрмандер. – Москва: ИЛ, 1959. – 131 с.
2. Лиманский Д. В. Эллиптические и слабо коэрцитивные системы операторов в пространствах Соболева / Д.В. Лиманский, М.М. Маламуд // Матем. сборник. – 2008. – Т. 199. – № 11. – С. 75-112.
3. Лиманский Д. В. Об условиях подчиненности для систем минимальных дифференциальных операторов / Д.В. Лиманский, М.М. Маламуд // Современная математика. Фундаментальные направления. – 2024. – Т. 70. – № 1. – С. 121-149.

УДК 517.521

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ТЕМЕ «ЧИСЛОВЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЯДЫ»

*Локтионова В.А.  
Агibalova A.B.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

В учебно-методическом комплексе изложены основные понятия, определения и положения теории числовых и функциональных рядов. Комплекс содержит входной контроль, большое количество примеров с подробным решением, практические задания для самопроверки, индивидуальные задания, проверочные контрольные работы, и демонстрационные варианты их выполнения. Теоретический материал и практические задания взяты из [1-3].

Учебно-методический комплекс может быть использован в качестве опорного конспекта лекций по теме «Ряды» и предназначен для использования как на лекционных и практических занятиях, так и при самостоятельной работе студентов направления подготовки 01.03.01 Математика.

### *Литература*

1. Ряды - Виленкин Н.Я., Щукерман В.В., Доброхотова М.А., Сафонов А.Н. 1982.- 161 с.
2. Л. Д. Кудрявцев Курс математического анализа. Т. I М.: ВШ, 1981.- 687 с.
3. Демидович Б.П. Сборник задач по математическому анализу. Учебное пособие, М.; Наука, 1979.

## РАЗРАБОТКА ЦИКЛА ЗАДАНИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЕ ШКОЛЬНИКОВ

*Нефедова А.В.*

*Иванов А.Ю.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Олимпиадное движение является важным инструментом развития интеллектуального потенциала страны и подготовки будущих специалистов высокого уровня.

Интеграция образовательного пространства ДНР в российскую систему образования сталкивается с рядом трудностей. Несмотря на общие исторические корни олимпиадного движения, в настоящее время наблюдается разрыв в качестве и характере подготовки кружков по олимпиадной математике. Это создаёт барьер для школьников ДНР, стремящихся к высоким результатам на всероссийском уровне. С целью выявления этих различий был разработан классификатор олимпиадных заданий, основанный на методах их решения. Использование данного классификатора позволило проанализировать частоту применения различных математических методов на Всероссийской олимпиаде школьников и выделить ключевые навыки и знания, необходимые для успешного участия.

Анализ частоты применения математических методов позволил определить приоритетные направления в подготовке к олимпиадам. Было установлено, что для успешного выступления учащихся 7-9 классов на олимпиадах необходимо уделять особое внимание изучению неравенств, делимости, геометрическим методам и методам оценки. Развитие навыков решения задач на доказательство также является важным фактором успеха. Кроме того, важно не только знать эти методы, но и уметь применять их в нестандартных ситуациях, комбинировать различные подходы [1].

Также в ходе исследования был проведён комплексный анализ Всероссийской олимпиады школьников. Особое внимание удалено нормативно-правовой базе, регламентирующей организацию и проведение ВОШ, включая систему оценивания. Все это позволило выявить ключевые аспекты, влияющие на успешность подготовки учащихся [2].

Результаты исследования были использованы для создания учебно-методического комплекса (УМК), предназначенного для помощи учителям, осуществляющим подготовку школьников к олимпиадам по математике. Данный УМК, разработанный на основе анализа наиболее востребованных методов и приёмов, включает в себя следующие компоненты: теоретический материал, систематизированный в соответствии с требованиями олимпиадных заданий; подборку задач с

подробными решениями, демонстрирующих применение теоретических знаний на практике; набор задач для самостоятельного решения с ключами, предназначенных для закрепления пройдённого материала. Использование данного УМК позволит повысить эффективность подготовки к олимпиадам, обеспечив более прагматичный подход к освоению необходимых навыков и знаний, что будет способствовать лучшей подготовке одарённых школьников ДНР к различным этапам ВОШ по математике.

Следует подчеркнуть, что олимпиадное движение в ДНР обладает значительным потенциалом для развития интеллектуального капитала региона и интеграции в российское образовательное пространство. Поддержка и развитие этой системы является критически важной задачей, требующей совместных усилий образовательных учреждений и государства. Активное использование передовых образовательных технологий, включая дистанционные формы обучения и онлайн-ресурсы, может существенно расширить возможности для участия в олимпиадах и повысить уровень подготовки, способствуя успешной интеграции юных дарований ДНР в систему российского образования.

### *Литература*

1. Васильев Н. Б. Задачи Всесоюзных математических олимпиад / Н. Б. Васильев, А. А. Егоров – Москва: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1988. - 288 с.
2. Вакилов Ш. М. Система подготовки учащихся общеобразовательных школ к олимпиадам по математике / Ш. М. Вакилов, И. М. Челябов, З. Г. Лахикова, А.-В. И. Элипханов // Мир науки, культуры, образования, 2016. – № 2 (57). – С. 229-237.

УДК 517.5

## УСТОЙЧИВЫЕ МНОГОЧЛЕНЫ

*Порфирев Д.М.  
Заставный В.П.*

*ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»*

В работе изучаются алгебраические многочлены, у которых все корни лежат в левой полуплоскости. Такие многочлены называются устойчивыми. Приведены критерии Гурвица и Рауса, которые по коэффициентам многочлена  $f(z) = a_0z^n + a_1z^{n-1} + \dots + a_n$  позволяют определить (без вычисления корней), устойчив он или нет.

**Теорема** (Гурвица). *Многочлен  $f$  с вещественными коэффициентами и положительным старшим коэффициентом  $a_0$ , тогда и только тогда устойчив, когда все его определители Гурвица положительны:*

$$D_1 > 0, D_2 > 0, \dots, D_n > 0.$$

**Теорема** (Рауса). *Многочлен  $f$  с вещественными коэффициентами и положительным старшим коэффициентом  $a_0$  тогда и только тогда устойчив, когда построение таблицы*

$c_0^{(1)}$	$c_1^{(1)}$	$c_2^{(1)}$	...
$c_0^{(2)}$	$c_1^{(2)}$	$c_2^{(2)}$	...
...	...	...	...
$c_0^{(p)}$	$c_1^{(p)}$	$c_2^{(p)}$	...

для этого многочлена не останавливается до  $(n+1)$ -й строки и все элементы начального столбца этой таблицы положительны.

Эта таблица называется схемой Рауса для многочлена  $f$ , а описанный метод установления устойчивости – алгоритмом Рауса.

Для выяснения устойчивости конкретных многочленов алгоритм Рауса удобнее теоремы Гурвица. Более того, если для такого многочлена надо вычислить определитель Гурвица, то проще всего (по крайней мере в регулярном случае) составить схему Рауса и вычислить определитель Гурвица. Однако для изучения устойчивости многочленов «в общем виде» (с буквенными коэффициентами) удобнее, конечно, критерий Гурвица.

В работе критерии Гурвица и Рауса реализованы в среде Maple. Приведены соответствующие коды программ и примеры их использования.

### Литература

- Постников М.М. Устойчивые многочлены / М.М. Постников // Изд. 2-е, стереотипное. – Москва: Едиториал УРСС, 2004 – 176 с.

УДК 519.21

## ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ, СВЯЗАННЫЕ С МНОЖЕСТВАМИ ПОМПЕЙЮ

Пилипенко И.С.

Волчков В.В.

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Данная работа посвящена исследованию экстремального радиуса для семейства, состоящего из единичного полукруга  $D$  и единичного квадрата  $K$  в  $\mathbb{R}^2$ , а также его использования при усилении некоторых теорем.

Обозначим открытый круг как  $\mathbb{B}_R = \{x \in \mathbb{R}^2 : \sqrt{x_1^2 + x_2^2} < R\}$ . Основным результатом работы является теорема.

**Теорема 1.** Пусть  $f \in L_{loc}(\mathbb{B}_R)$  и для любого единичного квадрата  $K \subset \mathbb{B}_R$  и любого единичного полукруга  $D \subset \mathbb{B}_R$

$$\int_K f(x, y) dx dy = \int_D f(x, y) dx dy = 0.$$

Тогда, если  $R > \frac{\sqrt{65}}{8}$ , то  $f = 0$ .

По поводу других результатов, связанных с Теоремой 1 смотри, например, [1] и [2].

Следующие результаты связаны с теоремами типа Мореры и Дзядыка.

**Теорема 2.** Пусть  $R > \frac{\sqrt{65}}{8}$ ,  $f$  непрерывна в открытом круге  $\mathbb{B}_R$  и

$$\int_{\partial K} f(z) dz = \int_{\partial D} f(z) dz = 0$$

для всех замкнутых единичных квадратов  $K$  и всех замкнутых единичных полукругов  $D$ , лежащих в  $B_R$ . Тогда  $f$  является голоморфной в круге  $\mathbb{B}_R$ .

**Теорема 3.** Пусть  $R > \frac{\sqrt{65}}{8}$ ,  $u, v$  – вещественновзначные функции класса  $C^1(\mathbb{B}_R)$ . Тогда для того, чтобы одна из функций  $u + iv$ ,  $u - iv$  была аналитическая в  $\mathbb{B}_R$ , необходимо и достаточно, чтобы

1) площади поверхностей графиков функций  $u, v, \sqrt{u^2 + v^2}$ , расположенных над любым замкнутым единичным квадратом  $K \subset \mathbb{B}_R$  были равны,

2) площади поверхностей графиков функций  $u, v, \sqrt{u^2 + v^2}$ , расположенных над любым замкнутым единичным полукругом  $D \subset \mathbb{B}_R$  были равны.

### Литература

1. Volchkov V. V. Integral Geometry and Convolution Equations / V. V. Volchkov. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. – 454 p.

## **Подсекция математического моделирования в задачах механики, криптографии и компьютерной графики**

УДК 004.9

### **АНАЛИЗ ДАННЫХ О ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК PYTHON ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА**

*Агапов Н.А.  
Авдюшина Е.В.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

В условиях нарастающих климатических изменений задачи построения точных и доступных моделей прогнозирования погоды становятся особенно актуальными. Настоящее исследование направлено на анализ погодных условий в Ростове-на-Дону за период 2014–2024 гг. с использованием языка программирования Python и специализированных библиотек: Pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn, Scikit-learn и Statsmodels.

Целью работы является построение прогнозных моделей на основе временных рядов климатических параметров. В ходе анализа применялись методы линейной регрессии, AR, MA, ARIMA и SARIMA. Полученные данные визуализировались и подвергались оценке точности с использованием метрик RMSE и MSE.

Практическая часть включала сбор данных через API библиотеки Meteostat, предварительную обработку данных, анализ сезонности и трендов, а также реализацию прогнозных моделей. Модель SARIMA продемонстрировала наилучшие показатели точности при прогнозировании средних температур.

Использование Python как инструмента для климатического анализа обусловлено его универсальностью, наличием открытых библиотек и доступом к качественным источникам данных. В отличие от традиционных методов прогнозирования, реализация моделей в среде Python позволяет оперативно обновлять прогнозы, визуализировать результаты и интегрировать их в прикладные системы мониторинга. Этот подход способствует повышению точности климатических оценок на локальном уровне и снижению затрат на метеоаналитику для муниципальных и частных структур.

Результаты исследования могут быть использованы для создания локальных климатических сервисов, а также в сельском хозяйстве, строительстве и экологии. Методика, реализованная в Python, может быть адаптирована под данные других регионов и временных диапазонов.

### *Литература*

1. Чернышевский А. В. Применение моделей временных рядов для прогноза аномалии глобальной температуры // Географический вестник. - 2019. - Т. 21, № 2. - С. 45–52.
2. Meteostat API Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.meteostat.net/> – Дата обращения: (20.04.2025).

**УДК 004.056**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ**

*Вихляев В.В.*

*Мирончук А.И.*

**ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»**

Современные избирательные системы сталкиваются с проблемами фальсификации, недостаточной прозрачности и уязвимости к кибератакам. Эти недостатки традиционных и электронных систем голосования подрывают доверие граждан к избирательным процессам. Блокчейн-технология, благодаря децентрализации, криптографической защите и неизменяемости данных, предлагает решение этих проблем, многократно повышая доверие избирателей [1].

Основной целью исследования является разработка архитектуры системы электронного голосования на базе блокчейн-технологии, соответствующей требованиям надежности, прозрачности и безопасности на законодательном уровне.

Разработанная система использует гибридный подход, сочетающий публичный блокчейн для обеспечения прозрачности и приватный блокчейн для защиты персональных данных. Архитектура включает децентрализованную сеть с множеством узлов (нод), смарт-контракты для автоматизации процессов, идентификации, подсчета и защиты от двойного голосования, а также механизмы криптографической защиты такие как асимметричная криптография, хэширование и доказательство с нулевым разглашением.

Приложение имеет удобный пользовательский интерфейс и демонстрирует отличную работоспособность, что подтверждает эффективность блокчейн-технологии, лежащей в основе системы электронного голосования. Также архитектура учитывает законодательные требования к прозрачности и безопасности избирательного процесса. Для проведения независимого аудита используется публичный блокчейн, доступ к которому есть у каждого избирателя. Для получения доступа к закрытой информации в приватном блокчейне необходимо ввести ключ доступа, который выдается каждому избирателю после успешного

голосования. Также при наличии приватного ключа избиратель может изменить свой выбор в пользу другого кандидата [2].

#### *Литература*

1. Петрова, С.М. Правовые аспекты внедрения систем электронного голосования в России : монография / С.М. Петрова. – Москва : Юрлитинформ, 2022. – 184 с.
2. Смирнов, И.Р. Децентрализованные технологии в избирательных процессах : учебное пособие / И.Р. Смирнов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. – 215 с.

*УДК 004.9*

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВОКСЕЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

*Воронин А.И.*

*Авдюшина Е.В.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Воксельное освещение — это метод моделирования световых эффектов, основанный на разбиении пространства на трехмерную сетку (воксели), где каждый элемент содержит информацию о яркости и отражающих свойствах. Такой подход позволяет достигать реалистичных эффектов глобального освещения: рассеянного света, мягких теней и цветового переливания — даже в условиях реального времени [1, 2].

Метод обеспечивает высокую производительность при визуализации сложных сцен благодаря использованию 3D-текстур и трассировки лучей. Он особенно актуален в интерактивных приложениях и играх, где важны и реалиズм, и высокая частота кадров.

Основные сложности связаны с высоким потреблением памяти и необходимостью обновления воксельных данных при изменении сцены. Современные алгоритмы оптимизации, включая иерархические структуры и адаптивные сетки, частично решают эти проблемы.

В рамках проекта спроектирована и реализована система освещения для воксельных моделей. Сцена визуализируется в реальном времени с учетом рассеянного освещения и глубины, используя модифицированный алгоритм трассировки лучей. Особое внимание уделено производительности — достигнута стабильная визуализация при высокой частоте кадров. Разработка ориентирована на интеграцию в игровой фреймворк Ebitengine с возможностью последующего расширения. Также определен способ хранения и обработки данных о сцене, включая поддержку многослойности, хранение параметров вокселя, таких как плотность, отражающая способность, цвет и светимость, а также возможность динамического обновления сцены в реальном времени, эффективный алгоритм распространения света на основе кэширования.

### *Литература*

1. Задорожный А.Г. Модели освещения и алгоритмы затенения в компьютерной графике. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. — 80 с.
2. Боресков А.В. Программирование компьютерной графики. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 372 с.

УДК 536.12

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРТОТРОПНЫЕ ПЛАСТИНЫ

*Гольцева Ю.А.*

*Моисеенко И.А.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Данная работа посвящена решению задачи о локальном температурном воздействии на ортотропные пластины, которые находятся в условиях теплового контакта с внешней средой. Рассмотрен случай одинакового теплообмена на лицевых поверхностях пластины и равномерного по толщине нагрева ортотропной пластины вдоль прямой линии. Эта задача моделирует технологический процесс двусторонней точечной сварки пластинчатого элемента с близким расположением электродов вдоль прямой линии. Температура внешней среды считалась равной нулю.

Решение задач на локальные воздействия основано на использовании формулы свёртки. Это свёртка фундаментальных решений дифференциальных уравнений, описывающих рассматриваемые процессы, с интенсивностью нагрузки в зоне локального воздействия. В самом общем случае эта формула имеет вид [1]

$$\mathbf{T}(\vec{r}) = \int_{\Omega} \mathbf{T}^0(\vec{r} - \vec{t}) \mathbf{W}(\vec{t}) d\Omega, \quad (1)$$

где  $\mathbf{T}$  - искомые компоненты температурного поля, средняя температура или температурный момент;  $\mathbf{T}^0$  - фундаментальные решения дифференциальных уравнений теплопроводности, соответствующие искомым компонентам температурного поля;  $\mathbf{W}$  - интенсивность распределения сосредоточенных источников тепла в зоне локального воздействия  $\Omega$ ;  $\vec{r}$  - вектор текущей точки;  $\vec{t}$  - вектор точки интегрирования по области  $\Omega$ .

В формуле (1) использовано фундаментальное решение  $\mathbf{T}^0$  для источника “средней температуры” в ортотропных пластинах с симметричным теплообменом. Оно представлено в виде ряда Фурье,

коэффициентами которого являются определённые интегралы от произведения тригонометрических функций и специальной G-функции [2].

Вычисление интеграла в решении (1) реализовано с помощью квадратурной формулы Гаусса для численного интегрирования.

#### *Литература*

1. Гузь А.Н. Механика композитов: В 12-ти т. – Т.7: Концентрация напряжений / А.Н. Гузь, А.С. Космодамианский, В.П. Шевченко и др. – Киев: А. С. К., 1998. – 392 с.
2. Гольцев А.С. Фундаментальное решение уравнений теплопроводности ортотропных пластин в общем случае теплообмена // Современные проблемы механики сплошной среды. Тр. III межд. конф., г. Ростов-на-Дону, 7-9 октября 1997 г. Т. 1. – Ростов-на-Дону: МП «Книга», 1997. – С. 97-101.

УДК 368.2

## АКТУАРНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ «БОНУС-МАЛУС» В АВТОМОБИЛЬНОМ СТРАХОВАНИИ

*Денисенко А.С.*  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Работа посвящена актуарному анализу системы «бонус-малус» в автостраховании Великобритании с использованием элементов теории конечных цепей Маркова. Модель с 5 классами представлена как цепь Маркова, позволяющая оценить долгосрочное распределение водителей по классам и влияние переходных вероятностей на среднюю стоимость страхового полиса. Для построения матрицы переходных вероятностей проанализированы данные о страховых случаях, при этом использовались конкретные данные о частоте страховых случаев в гипотетической страховой компании для водителей каждого класса. Для моделирования динамики продвижения страхователей по шкале «бонус-малу» и расчета стабильного распределения страхователей по уровням скидки применялся метод конечных цепей Маркова. Для определения стоимости полиса для каждого класса с учетом базовой ставки использовались актуарные методы расчета страховых премий. На основании данных о вероятности предъявления требования с учетом оговоренных правил перехода по уровням скидки вычислены вероятности перехода из одного состояния в другое.

$$\begin{aligned} p_{11} &= P\{X_n = 1 / X_{n-1} = 1\} = P\{\text{наличие убытка}\} = 0,4; \\ p_{12} &= P\{X_n = 2 / X_{n-1} = 1\} = P\{\text{отсутствие убытка}\} = 0,6; \\ p_{13} &= P\{X_n = 3 / X_{n-1} = 1\} = P\{\emptyset\} = 0; \\ p_{14} &= P\{X_n = 4 / X_{n-1} = 1\} = P\{\emptyset\} = 0; \\ p_{15} &= P\{X_n = 5 / X_{n-1} = 1\} = P\{\emptyset\} = 0 \text{ и т.д.} \end{aligned}$$

Матрица переходных вероятностей соответствующей цепи Маркова имеет вид

$$P = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,6 & 0 & 0 & 0 \\ 0,4 & 0 & 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0,4 & 0 & 0,6 & 0 \\ 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0,6 \\ 0 & 0 & 0 & 0,4 & 0,6 \end{pmatrix}.$$

Сделан вывод: применение теории цепей Маркова позволяет моделировать динамику системы «бонус-малус» и прогнозировать долгосрочное распределение водителей по классам. Это дает возможность страховым компаниям более точно оценивать риски и устанавливать справедливые тарифы, учитывая влияние переходных вероятностей между классами.

*Литература*

1. Кемени Дж. Дж, Снелл Дж. Л. Конечные цепи Маркова.– М.: Наука, 1970.– 271с.

УДК 004.056

## РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗ ЕЕ УСТОЙЧИВОСТИ

*Корнейчук А.А.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»*

Работа посвящена разработке и анализу гибридной криптографической системы, сочетающей алгоритмы симметричного шифрования 3DES и асимметричного алгоритма Эль-Гамаля. Актуальность исследования обусловлена растущими требованиями к безопасности данных и необходимостью комбинирования преимуществ разных типов шифрования.

Разработана программная реализация криптографических алгоритмов, объединяющая стандарты 3DES и Эль-Гамаля в комбинированную систему шифрования. Метод Эль-Гамаля генерирует пару ключей (открытый/закрытый), обеспечивая безопасность через сложность задачи дискретного логарифмирования. Алгоритм 3DES выполняет шифрование данных симметричным методом с сеансовым ключом, который затем шифруется открытым ключом Эль-Гамаля.

Процесс дешифрования включает два последовательных этапа: сначала закрытым ключом Эль-Гамаля восстанавливается сеансовый ключ, затем им расшифровываются данные. Такая схема исключает необходимость безопасной передачи ключа, гарантирует

конфиденциальность и оптимизирует управление ключами в распределенных системах.

Основные преимущества системы включают оптимальное сочетание скорости 3DES и безопасности Эль-Гамаля, решение проблемы распределения ключей и сокращение количества ключей в крупных системах. К ограничениям относятся усложненная архитектура, увеличенный размер ключевых данных, повышенные вычислительные затраты и требования к подбору параметров.

Криптостойкость обеспечивается для 3DES сложностью порядка  $2^{112}$  операций с учетом атаки "meet-in-the-middle", а для Эль-Гамаля - сложностью порядка  $2^{\log(\rho)}$  операций, где  $\rho$  представляет большое простое число. Гибридный подход демонстрирует эффективное сочетание производительности и безопасности, сохраняя основные преимущества каждого алгоритма.

#### *Литература*

1. Карпов А. В. Введение в криптографию: учебное пособие / А. В. Карпов, Р. А. Ишмуратов. – Казань: Казан. ун-т, 2024. – С. 24-29.
2. Тимофеев А. М. Симметричные крипtosистемы: Стандарт DES. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие / А. М. Тимофеев. – Минск: БГУИР, 2024. – С. 35-41.

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «РАЦИОН ПИТАНИЯ ONLINE»

*Кульбачка Д.В.  
Авдюшина Е.В.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Деятельность пищеблока любой организации, связана с ежедневной обработкой большого количества информации о меню, блюдах, их составе, количестве порций на каждый прием пищи. В настоящее время развитие вычислительной техники привело к возможности автоматизации учета расходов продуктов, что позволяет значительно упростить и ускорить выполнение многих задач.

Программа разработана для сотрудников пищеблока, которым необходимо систематизировать и обработать информацию о расходах продуктов и составу блюд [1-3]. Информационная система будет использоваться для поиска, изменения, расчета уже внесенной информации, внесения новой информации, вывода отчетов по расходам продуктов. Разрабатываемый проект предназначен для упрощения работы пользователя с базой данных.

Разработано многоуровневое приложение, которое построено на основе спроектированной информационной модели. Спроектирован и внедрен в приложение уровень данных, учитывающий все данные и пользователей системы. Средствами разработки выбраны: язык программирования высокого уровня — C#, платформа Microsoft .NET Framework 4.5, среда разработки —Microsoft Visual Studio и платформа Windows Forms. Возможности данных средств позволяют разработать программный продукт с графическим интерфейсом.

По результатам работы создан программный продукт, который носит информационный характер, то есть он выполняет функции систематизации, накопления и хранения больших объёмов информации, осуществляя их обработку и представляя результат в виде наглядных документов. Функциональным назначением программы является автоматизация процессов создания, сбора, хранения и обработки информации о составе блюд, меню и затратах продуктов на день.

*Литература*

1. Шевченко В.И. Автоматизация процессов управления на предприятиях общественного питания / В.И. Шевченко. - М.: Экономика, 2018. - 320 с.
2. Сидорова Т.А., Иванов Р.П. Автоматизация учета продуктов на предприятиях общественного питания / Т.А. Сидорова, Р.П. Иванов. - Вестник информационных технологий. – 2020. Т. 5, № 2.- С.34-40.
3. Петров А.С. Разработка программного обеспечения для автоматизации ресторанных бизнеса / А.С. Петров. - Журнал вычислительной техники и информатики, 2021, 12(4), 78-85.

УДК 004.921

## РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ИГР В СРЕДЕ UNITY

*Литвинова С.Д.*  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Создание пользовательского интерфейса — это процесс, требующий умения и знаний. Важно чтобы разработанный интерфейс был простым, интересным и интуитивно понятным. Данная работа посвящена созданию пользовательского интерфейса для фэнтези игры, разработанной на Unity. До начала разработки необходимо разобраться с фундаментальными и психологическими принципами построения интерфейса [1]. После анализа человеческих факторов был разработан набросок первой страницы интерфейса в фотошоп. Все фреймы, что были использованы при его разработке, были найдены в свободном доступе в интернете и разбиты по категориям на атласы для оптимизации интерфейса. Все иконки интегрированы в Unity, для каждого элемента зафиксировано место якорем

для адаптивного интерфейса. Созданные кнопки «Играть», «Настройки» и «Выход» реагируют на нажатие с помощью скриптов, написанных на C# [2]. Первая кнопка анимирована и переключает игрока на основную сцену игры, выйти из игры в меню можно с помощью внутреннего меню паузы. Вторая кнопка переключает игрока на новый фрейм не меняя сцены. В меню настроек можно изменить настройки графики, разрешения экрана, настроить громкость звуков (при запуске игры запускается фоновая музыка, которая играет на протяжении всех сцен) и сменить язык интерфейса. Последняя кнопка выполняет выход из игры. Интерфейс является адаптивным и меняется в зависимости от используемого устройства и разрешения экрана. Также на протяжении разработки всего проекта учитывались правила оптимизации, для того чтобы максимально повысить производительность реализуемого интерфейса.

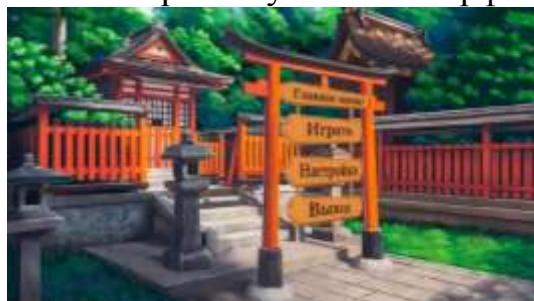


Рисунок 1 – главное меню пользовательского интерфейса

*Литература*

1. Jane, L. Игровые интерфейсы / L. Jane. – 2022 URL: <https://www.calameo.com/read/007043396e41e3853bd66> (Дата обращения: 12.02.2025)
2. Романов Д. С. Разработка мультиплерной игры на платформе Unity 3D / Д. С. Романов // Научный журнал. – 2018. – №6 (29) – С. 30-35.

УДК 519.25

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ  
ДАННЫХ

*Малышев Ф.К.*

*Золотая А.В.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Оптимизация процессов обработки исходных данных – важная задача, которая стоит перед специалистами в области анализа данных и управления. Данная работа посвящена изучению и систематизации методов статистического анализа, которые являются эффективным инструментом, применяемым при работе с системами управления базами данных.

Рассмотрены следующие подходы [1]:

- использование описательных статистик;
- использование статистических критериев (критерий Стьюдента, критерий Колмогорова-Смирнова, критерий Шапиро-Уилка, критерий  $\chi^2$ );
- использование элементов теории корреляционного анализа;
- использование элементов теории регрессионного анализа.

В практической части исследования был проведен анализ содержания демонстрационной базы данных «Авиаперевозки» с использованием SQL и Python.

Найдены описательные статистики задержек рейсов (медиана, межквартильный размах, дисперсия, стандартное отклонение, медианная абсолютная девиация и др.); проведены тесты (Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка) с целью исследования генеральной совокупности задержек на нормальность распределения; определены: корреляция задержек и количества пассажиров, корреляция между стоимостью билета и дальностью полета; также были построены две регрессионные модели: линейная модель (между ценой билета и дальностью полёта) и множественная линейная модель (между ценой билета и дальностью полета, классом обслуживания).

В результате проведенного исследования сделаны выводы и сформулированы рекомендации. Полученные результаты могут быть применены для оптимизации бизнес-процессов и улучшения принятия управлеченческих решений.

#### *Литература*

1. Каган Е.С. Прикладной статистический анализ данных: учебное пособие / Е.С. Каган, О.П. Долгополова // Кемерово: Лань, 2018. – 235 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/134318> (дата обращения: 25.09.2024).

УДК 368.914

## СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ РАЧЁТА ВЫПЛАТ НЕТТО-ПРЕМИЙ

*Миронов С.Д.*  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Работа посвящена созданию оптимальной модели расчёта выплат нетто-премий при заключении контракта по страхованию пенсии. Были использованы следующие параметры: текущий возраст страхователя ( $x$ ); срок, на который выплата пенсий откладывается ( $n$ ); срок выплаты пенсии ( $k$ ); сумма ежемесячной выплаты пенсии ( $S$ ); срок выплаты премий ( $y$ );

количество выплат премий в год ( $m$ ); выплаты пенсий ( $A_x$ ). Модель приведена в виде блок-схемы (Рисунок 1).

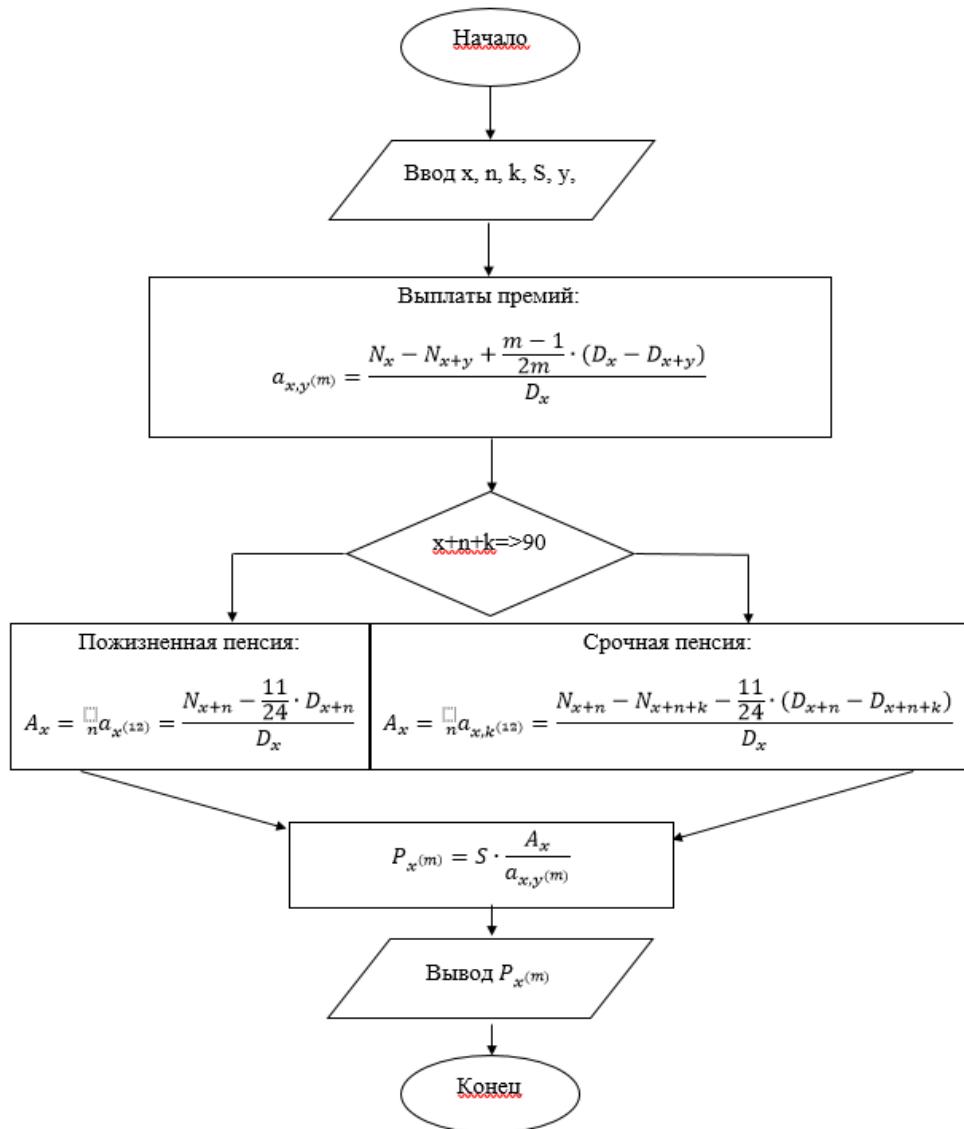


Рисунок 1 – Модель расчёта выплат нетто-премий

Сделан вывод: данная модель оптимизирует работу пенсионного фонда в связи с чем повышается его конкурентоспособность.

УДК 517.948

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ СОВРЕМЕННЫХ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

*Назаренко К.А.*  
ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет»

Современные криптографические алгоритмы, такие как AES, RSA, ECC, широко применяются для защиты информации в цифровых системах.

Однако из-за их математической сложности процесс обучения часто затруднён для студентов без углублённой подготовки. Одним из эффективных решений данной проблемы является применение интерактивных обучающих систем, которые сочетают визуализацию, пользовательское взаимодействие и автоматизированный контроль знаний.

Интерактивный подход к обучению криптографии обладает следующими преимуществами:

1. *Наглядность процессов*: визуальное представление этапов шифрования и дешифрования облегчает понимание математических операций, лежащих в основе алгоритмов.
2. *Активное вовлечение студента*: возможность самостоятельно задавать параметры алгоритмов, видеть результат в реальном времени и экспериментировать с различными входными данными повышает интерес к предмету.
3. *Гибкость и адаптивность*: система может подстраиваться под уровень подготовки пользователя, предлагая как базовые, так и углублённые сценарии обучения.
4. *Доступность*: web-технологии позволяют использовать систему на любом устройстве с браузером без необходимости установки специального ПО.

Таким образом, реализация обучающих систем с элементами интерактивности значительно повышает эффективность усвоения сложных технических дисциплин, таких как криптография, и может быть рекомендована для использования в образовательных учреждениях технической направленности.

#### *Литература*

1. Жельников В. Криптография от папируса до компьютера. – М.: АВФ, 1996. – 335 с.
2. Фомичёв В.М. Дискретная математика и криптология. – М.: Диалог-МИФИ, 2013. – 397 с.

УДК 368.914

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ НЕГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЕНСИОННЫХ ФОНДОВ

*Непорада А.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»*

Пенсионное обеспечение в РФ осуществляется из трех источников: государственными пенсионными системами (в рамках социального

страхования), пенсионными фондами, страховыми компаниями и иными финансовыми организациями. Важными институтами, обеспечивающими пенсиями по старости, нетрудоспособности значительную часть населения, являются пенсионные фонды предприятий, фирм, профессиональных союзов. Такие фонды обычно называют частными или производственными [1].

В функционировании производственного пенсионного фонда достаточно важным является вопрос о создании пенсионного резерва, который должен обеспечивать обусловленные выплаты. Рассмотрим задачу. Пусть в момент времени  $n$  существует точный баланс накопленных премий и будущих выплат для участников фонда. Но и в любой момент  $t \in (n+l; w)$  для  $l=1; \dots; w-n$  резерв, должен соответствовать будущим выплатам пенсий, здесь  $w$ -пределный срок жизни, обычно  $w \in [80; 90]$ . Поэтому, в общем случае, без учета инвестирования накопленных средств, пенсионный резерв в любой момент времени  $t \in (x; w)$  должен определяться как разность современной стоимости будущих пенсионных выплат и современной стоимости будущих взносов (премий). Обозначим  ${}_T R_x$  – пенсионный резерв в момент  $x+T$  после заключения контракта клиентом в возрасте  $x$  лет ( $0 \leq T < w-x$ ). Тогда если  $T \in [0; m]$ , то есть в периоде  $[x; x+m]$ :

$${}_T R_x = {}_n a_{x+T} - {}_{x+m} \Pi_{x+T} + b_x$$

Последнее слагаемое учитывает тот факт, что оценка резерва производится в начале года и премия за этот год уже уплачена. Если же  $T \in (m; n-x]$ , то есть в периоде  $(x+m; n]$  формула для вычисления резерва имеет вид:  ${}_T R_x = {}_n a_{x+T}$ , и если  $T \in (n-x; w-x]$ :  ${}_T R_x = {}_w a_{x+T}$ .

Актуарное оценивание основных параметров деятельности производственного пенсионного фонда является основой реализации задач реформирования пенсионного обеспечения, что дает возможность перейти к более высоким стандартам материального обеспечения пенсионеров.

#### *Литература*

1. Четыркин Е.М. Актуарные расчеты в негосударственном пенсионном и медицинском страховании / Е.М. Четыркин. – М.: «Дело» АНХ, 2009. –256 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ  
В АДДИТИВНЫХ МОДЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ  
РЕСУРСОВ

Николаев Е.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Метод динамического программирования применяется в аддитивных моделях управления распределением ресурсов как поэтапное построение оптимального управления. Исследованы как модель с вложением доходов в производство, так и модель распределения ресурсов в условиях неоднородности этапов. Анализируется и решается задача о распределении ресурсов между  $k$  отраслями  $k=1,2,\dots,n$ . При этом для каждой  $j$ -й отрасли заданы: функция дохода  $f_i^{(j)}(x)$ , выражающая доход, зависящий от средств  $x$ , вложенным в  $j$ -ю отрасль на  $i$ -м шаге, функция затрат  $\phi_i^{(j)}(x)$ , показывающая, до какой величины убывает количество средств  $x$ , вложенное в  $j$ -ю отрасль на  $i$ -м шаге. В качестве фазового пространства выбрано многомерное обобщение треугольника – множество точек  $k$ -мерного пространства, удовлетворяющих условиям:  $\sum_j x^{(j)} \leq Z_0; x^{(j)} \geq 0, j=1,2,\dots,k$  [2]. Решена задача нахождения максимального дохода и соответствующее оптимальное управление  $X^*$ , указывающее, какое количество средств на каждом этапе нужно выделять в каждую из  $k$  отраслей.

Рассмотрена также модель распределения ресурсов по неоднородным этапам [1]. Такая неоднородность возникает, если, например, учитывается зависимость доходности от общего уровня развития производства, достигнутого к определённому сроку, или учитываются условия производства в зависимости от времени года, температурного режима и пр. Исходная задача обобщена на случай, когда доход и убыль средств на различных этапах неодинаковы; средства, вложенные в различные отрасли, дают на  $i$ -м шаге доход  $f_{1i}(x), f_{2i}(x), \dots, f_{ki}(x)$ , и уменьшаются до  $\phi_{1i}(x) \leq x_1, \phi_{2i}(x) \leq x_2, \dots, \phi_{ki}(x) \leq x_k$ .

*Литература*

1. Ахметшин А. А. Новый подход к повышению эффективности деятельности предприятия / А.А. Ахметшин // Инновационная наука. – 2016 – № 1-1 (13). – С. 16–18.
2. Кинаш И. А Организация системы управления ресурсосбережением на предприятии / Кинаш И. А // Austrian Journal of Humanities and Social Sciences – 2015. – №11-12.

## РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛА ЛИЧНОГО КАБИНЕТА ПАЦИЕНТА С ПОДДЕРЖКОЙ ОНЛАЙН ЗАПИСИ НА БАЗЕ WORDPRESS

*Сандул Д.А.  
Авдюшина Е.В.*  
ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет»

В современных условиях цифровизации здравоохранения особую актуальность приобретает разработка удобных инструментов для пациентов. Платформа WordPress, благодаря своей гибкости и обширным возможностям, представляет оптимальный выбор для создания медицинских информационных систем.

Разработанная система строится по модульному принципу, ключевыми компонентами являются: API-интерфейс для взаимодействия с другими сервисами и мобильного приложения; система безопасности с многоуровневой аутентификацией и разграничением прав доступа; база данных для хранения информации; панель администратора [1, 2].

Технологиями, используемые для разработки функциональности информационной модели, являются: WordPress REST API для создания веб-сервиса и обеспечения взаимодействия компонентов; Ajax-запросы для обеспечения динамичности интерфейса и быстрой обработки данных; JavaScript для клиентской части, валидации данных и интерактивных элементов; PHP для серверной обработки данных и бизнес-логики; MySQL для хранения информации и обеспечения быстрого доступа к данным.

Система онлайн-запись к врачу обладает рядом преимуществ: настраиваемость под конкретные потребности медицинского учреждения; масштабируемость для работы с различным количеством пациентов и врачей; интеграция с существующими медицинскими информационными системами; удобство использования для пациентов и медицинского персонала; безопасность хранения персональных данных и медицинской информации; гибкая система обновлений и добавления новых функций.

Разработанное решение позволит создать современный инструмент для организации медицинской помощи, сочетающий удобство использования, безопасность данных и широкие возможности для развития.

### *Литература*

1. Основные этапы разработки сайтов / Интернет-ресурс. – Режим доступа: www. URL: <http://webarty.net/ru/usefull/1294334817> (дата обращения: 28.03.2025)
2. Защищенные и открытые каналы связи / Интернет-ресурс. – Режим доступа: www. URL: <http://www.internet-web.ru/topic174.html> (дата обращения: 28.03.2025)

РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ГЕНЕРАЦИИ ГРАФИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ  
МОДЕЛЕЙ И ШАБЛОНОВ

*Святец А.Е.  
Авдюшина Е.В.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»*

Современные технологии генеративного искусственного интеллекта открывают новые возможности в создании графических ресурсов для мультимедийных проектов, геймдева, дизайна и других креативных индустрий. Однако, чтобы использовать потенциал таких моделей, как LoRa и ControlNet, пользователю требуется определённый уровень технической подготовки и понимания принципов работы нейросетей.

В ходе работы разработан веб-сервис, упрощающий процесс генерации изображений за счёт интеграции шаблона ComfyUI с комбинированными моделями. Предложенное решение позволяет пользователю гибко задавать параметры генерации через API и получать готовые изображения без необходимости глубоко разбираться в архитектуре нейросетевых решений [1, 2]. Шаблон позволяет использовать преимущества LoRa — для тонкой стилизации, и ControlNet — для точного контроля композиции с помощью поз, контуров и других входных условий.

Основные преимущества разработанного сервиса:

- упрощённый доступ к мощным инструментам генерации изображений;
- повышенная точность и управляемость результатов за счёт комбинации моделей;
- гибкость архитектуры благодаря использованию API и шаблонного подхода.

Таким образом, предложенная система позволяет значительно ускорить процесс создания графических материалов, снизить входной порог для дизайнеров и разработчиков, а также повысить качество итогового контента за счёт адаптивных и настраиваемых нейросетевых решений.

*Литература*

1. Гудфелло И. Generative Adversarial Networks / И. Гудфеллоу, Ж. Пужет-Абади, М. Мирза, Б. Сьюй, Д. Уорд-Фарли, Ш. Озэр, А. Курвиль, Й. Бенжио // arXiv, 2014. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1406.2661>, свободный.

2. Ромбах Р. High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models / Р. Ромбах, Т. Блахенс, Д. Лоренц, П. Эссер, Б. Омер // arXiv, 2022. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2112.10752>, свободный.

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ-МЕССЕНДЖЕРА ДЛЯ ДЕЛОВОГО ОБЩЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ ИИ-ПОМОЩНИКОМ

*Стогний Б.В.  
Авдюшина Е.В.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Данная работа направлена на исследование информационных моделей мессенджеров, представленных на рынке мобильных приложений, анализ их функциональных особенностей, а также разработку программного решения для корпоративного общения с интеграцией ИИ-ассистента [1-2].

На текущий момент наблюдаются следующие тенденции: разнообразие мессенджеров и приложений с пересекающимся функционалом, что связано с растущим спросом пользователей на специализированные функции; актуальность создания государственных и корпоративных мессенджеров с усиленными механизмами безопасности; активное внедрение ИИ-ассистентов в корпоративные коммуникационные платформы для повышения эффективности взаимодействия внутри и вне компаний. Эти аспекты подчеркивают значимость выбранной темы.

Для реализации клиентской части приложения был применён архитектурный шаблон Model-View-ViewModel (MVVM), адаптированный под платформу Windows с использованием технологии Windows Presentation Foundation (WPF). Разработка осуществлялась на языке Kotlin, преимущества которого были сопоставлены с возможностями Java. В процессе работы были проанализированы различные среды разработки, такие как IntelliJ IDEA, Eclipse, NetBeans и Android Studio, при этом предпочтение было отдано последней.

В рамках проекта изучены ключевые ресурсы Android и способы их использования в программном коде. Проведен обзор современных инструментов разработки для Android, а также эмуляторов, среди которых наиболее удобным оказался встроенный эмулятор. Дополнительно исследовались технологии подключения чат-ботов, включая интеграцию ChatGPT в Android-приложение.

В результате выполненных работ создана информационная модель мессенджера с широким функционалом и реализована её программная часть.

*Литература*

1. Медникс З., Дорнин Л. Программирование под Android. / З. Медникс, Л. Дорнин. – СПб.: Питер, 2013. – 560 с.
2. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. – М.: Вильямс, 2015. - 1408 с.

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БОТА -  
АССИСТЕНТА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА  
ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

*Стукало А.С.  
Сошина Е.И.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Данная работа посвящена разработке и реализации чат-бота-ассистента для использования в учебном процессе средствами языка программирования Python. Был проведен анализ существующих решений и опыта применения чат-ботов в образовательной среде; сформирован перечень ключевых требований к функционалу бота; разработана архитектура программного продукта; осуществлена программная реализация с использованием актуальных библиотек Python и проведено тестирование разработанного решения среди студентов.

В ходе выполнения работы создан бот, функционирующий на платформе Telegram. В качестве основных технологий были использованы язык программирования Python и асинхронная библиотека aiogram для обработки пользовательских запросов. Для хранения информации о расписании, преподавателях была применена база данных SQLite. Бот реализует функции предоставления актуального расписания на выбранный промежуток даты и времени, информации о преподавателях, а также обратной связи между студентами и преподавателями. В разработке предусмотрена возможность масштабирования функционала в будущем, в том числе интеграции новых сервисов и элементов персонализации.

Результаты тестирования показали, что использование чат-бота значительно упрощает доступ к необходимой учебной информации, повышает вовлечённость студентов и снижает нагрузку на преподавателей за счёт автоматизации часто задаваемых вопросов. Применение Python обеспечило быструю разработку, гибкость при внесении изменений и удобную работу с различными модулями и базами данных. Таким образом, разработанный бот-ассистент представляет собой действенный инструмент дистанционного обучения и демонстрирует перспективы дальнейшего развития подобных решений в образовательной среде.

### *Литература*

1. Тищенко Н.С. Использование чат-ботов в образовании школьников и студентов // ["Использование чат-ботов в образовании школьников и студентов"] — [2024].
2. Шумилина М.А., Коробко А.В. Разработка чат-бота на языке программирования Python в мессенджере "Telegram" // [2022].
3. Лыжникова Е. Как применять чат-боты в сфере образования // — [2025].
4. Горячкина Б.С. и др. Эффективность использования чат-ботов в образовательном процессе // — [2021 ].

УДК 519.25

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПРОВЕРКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

*Уварова О.С.  
Золотая А.В.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Современные вызовы в российском здравоохранении требуют научно обоснованных решений, которые необходимо принимать на основе достоверных статистических данных. Теория проверки статистических гипотез является ключевым инструментом для анализа больших массивов медицинских данных, результаты которого могут быть использованы при разработке национальных проектов в реалиях современной цифровизации.

Данная работа посвящена некоторым аспектам применения теории проверки статистических гипотез при исследовании состояния здоровья населения Российской Федерации.

В рамках поставленных задач:

- изучен понятийный аппарат и этапы проверки статистических гипотез в медико-демографических исследованиях [1, 2];
- проведена оценка преимуществ и ограничений использования параметрических и непараметрических критериев применительно к российским данным;
- рассмотрены примеры использования современных статистических методов и цифровых платформ для мониторинга и прогнозирования состояния здоровья населения [3].

Результаты работы подтверждают тот факт, что применение теории проверки статистических гипотез для рассмотренного круга задач обеспечивает научную обоснованность управленческих решений, позволяет выявлять значимые различия и тенденции, минимизировать ошибки и риски, а сама теория является методологической основой для

формирования современной системы мониторинга и прогнозирования состояния здоровья населения страны.

#### *Литература*

1. Суворов А.Ю. Проверка статистических гипотез: общие подходы в практике медицинских исследований / А.Ю. Суворов, Н.М. Буланов, А.Н. Шведова, Е.А. Тао, Д.В. Бутнару, М.Ю. Надинская, А.А. Заикин // Сеченовский медицинский журнал. – 2022. DOI: 10.47093/2218-7332.2022.426.08
2. Бланд Дж.М. Статистические методы оценки согласия между двумя методами клинических измерений / Дж.М. Бланд, Д.Г. Альтман // The Lancet. – 1986. – Т. 327, № 8476. – С. 307–310. DOI: 10.1016/S0140-6736(86)90837-8.
3. Faul F. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses / F. Faul, E. Erdfelder, A. Buchner, A.-G. Lang // Behavior Research Methods. – 2009. – Vol. 41. – P. 1149–1160.

УДК 004.94

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКИ ИГРОВЫХ ОБЪЕКТОВ В СРЕДЕ UNITY

*Щегильский А.В.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»*

Моделирование движения объектов и симуляция их поведения в игровых средах является одной из ключевых задач в разработке компьютерных игр. В этом контексте Unity, как один из самых популярных игровых движков, предоставляет разработчикам мощные инструменты для реализации физики и динамики объектов.

Чтобы имитировать поведение, основанное на физике, такое как движение, гравитация и столкновения, необходимо настроить элементы игровой сцены в качестве твердых тел в системе Unity's PhysX и назначить им компонент Rigidbody [1].

Коллайдеры определяют физические границы жесткого тела. Чтобы физический движок имел возможность обрабатывать столкновения, необходимо добавить коллайдеры в игровой объект в качестве компонента вместе с компонентом Rigidbody. Если одно твердое тело сталкивается с другим, физический движок вычисляет столкновение только в том случае, если к обоим игровым объектам подключен коллайдер.

Обнаружение столкновений – это процесс, используемый физическим движком для определения того, когда физическое тело вступает в контакт с коллайдером. Unity предоставляет различные алгоритмы обнаружения столкновений для различных ситуаций, так что всегда существует возможность выбрать наиболее эффективный подход для каждого отдельного физического тела в игровой сцене [2]. Различные алгоритмы

обеспечивают разный уровень точности, но более точные алгоритмы требуют больше вычислительных ресурсов.

В ходе работы организованы и проведены серии экспериментов для анализа различных методов реализации физических взаимодействий в Unity, включая выбор подходящих технологий и инструментов, а также обоснован выбор конкретных методологий на основе анализа существующих литературных источников.

*Литература*

1. Ивашевич Д. С. Разработка компьютерной игры на базе платформы Unity с использованием трехмерных моделей / Д. С. Ивашевич. – 2022. – URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/49038> (дата обращения: 20.01.2025).
2. Козлов С. В. Использование программного приложения Unity для 3D-моделирования физических объектов / С. В. Козлов, Ю. О. Жорнова // Информационно-вычислительные технологии и их приложения: сборник статей XXVI Международной научно-технической конференции, Пенза, 15–16 августа 2022 года. – Пенза, 2022. – С. 110-116. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49395407> (дата обращения: 20.01.2025).

## **Подсекция математического моделирования и информационных технологий**

**УДК 517.948**

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КРИПТОВАЛЮТЫ «TONCOIN» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

*Асеев И.С.  
Шевцов Д.В.*

**ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»**

Работа посвящена разработке модели машинного обучения, предназначеннной для прогнозирования стоимости криптовалюты.

Рост популярности цифровых активов и высокий интерес к криптовалютам делают задачу предсказания их поведения особенно актуальной. Цель исследования – разработка и оценка ансамблевого метода прогнозирования высоковолатильных временных рядов, повышение точности и надёжности предсказания.

В качестве метода прогнозирования выбрана комбинация рекуррентных нейронных сетей (RNN) и градиентного бустинга [1]. RNN, в частности, модификация GRU (Gated Recurrent Unit), позволяет улавливать сложные временные зависимости. Осуществляется сбор и предобработка данных Тонкоин: цены открытия, закрытия, максимума и минимума, объёма торгов. Далее GRU извлекает признаки, формируя скрытое состояние – вектор  $\textcolor{blue}{h}_t$ , описывающий поведение данных во времени. К этому вектору добавляются индикаторы технического анализа, лаги (значения переменных с временным сдвигом) и данные новостного фона, включая тональность [2]:

$$\textit{sentiment}_t = \frac{1}{n_t} \sum_{i=1}^{n_t} \textit{score}(\textit{news}_{i,t}) \# (1)$$

На финальном этапе данные подаются модели градиентного бустинга, формирующей итоговое предсказание стоимости.

Исследования показали высокий потенциал точности и адаптивности модели, что делает её перспективной не только для прогнозирования цен криптовалют, но и для более широкого круга задач, связанных с применением нелинейных временных рядов.

#### *Литература*

1. Yamin M. A., Chaudhry M. Cryptocurrency market trend and direction prediction using Machine Learning: A Comprehensive Survey [Электронный ресурс] // Authorea Preprints. –

2023. – Режим доступа: <https://doi.org/10.22541/au.167285886.66422340/v1>. – Дата обращения: 15.04.2025.

2. Bhatt S., Ghazanfar M., Amirhosseini M. Sentiment-Driven Cryptocurrency Price Prediction: A Machine Learning Approach Utilizing Historical Data and Social Media Sentiment Analysis // Machine Learning and Applications: An International Journal. – 2023. – Vol. 10, № 2/3. – P. 1–15. – DOI: 10.5121/mlaij.2023.10301.

## **Подсекция прикладной механики и компьютерных технологий**

**УДК 004.9**

### **ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СПОРТИВНОЙ СБОРНОЙ НА ОСНОВЕ УЧАСТИЯ ДЕТЕЙ В СОРЕВНОВАНИЯХ РАЗНОГО УРОВНЯ**

*Бражников А.Р.  
Мельник А.-В.В.*

**ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»**

Современный подход к формированию спортивных сборных команд требует комплексного переосмысления. В условиях цифровизации общества и неоднородного развития спортивной инфраструктуры в регионах, традиционный отбор, основанный исключительно на результатах отдельных соревнований, не отражает полной картины потенциала ребёнка. Как отмечает В.Н. Платонов, системность и многофакторность анализа — необходимое условие устойчивой подготовки спортивного резерва [2]. Участие в соревнованиях зависит от уровня подготовки, условий тренировок, а также социального положения семьи. Это создаёт препятствия для талантливых детей из удалённых и социально незащищённых территорий. Современные исследователи подчёркивают необходимость использования цифровых платформ для сбора объективных данных, формирования электронного досье спортсмена и прогнозирования развития с применением ИИ [4, 5]. Особую ценность представляют технологии анализа качества выступлений — например, в шахматах — где цифровая оценка позволяет выявить уровень стратегического мышления независимо от результата партии. Целью настоящей работы является выявление проблем действующей системы отбора и обоснование направлений её совершенствования на основе интеграции цифровых и педагогических решений. Предлагается перейти от формального отбора к индивидуализированному сопровождению, учитывающему динамику развития, психологические особенности и социальные условия. Такой подход обеспечит равные возможности для всех категорий детей, усилит эффективность подготовки сборных и будет способствовать выявлению одарённых спортсменов в регионах.

#### *Литература*

1. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры. — М.: Физкультура и спорт, 2010.
2. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. — Киев: Олимпийская литература, 2013.
3. Петренко И.И. Критерии отбора одарённых спортсменов // Теория и практика физической культуры. — 2019. — №6.

4. Кудрявцев М.Д. Информационные технологии в управлении детским спортом // Педагогика и психология спорта. — 2020. — №2.
5. Зверева И.М. Спортивная одаренность: от отбора к сопровождению. — М.: Педагогическое общество России, 2022.

УДК 004.4

## СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-САЙТА ДЛЯ ДОСТАВКИ ЕДЫ

*Горбунов А.В.*

*Гольцов А.С.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Онлайн-платформы доставки еды дают ресторанам новые возможности: они упрощают заказ через интернет, привлекают больше клиентов и ускоряют обслуживание.

Основной целью выполненной работы являлась разработка функционального веб-сайта для доставки еды, включающего современный интерфейс, модуль управления меню и систему приёма и обработки заказов.

В функционал системы входят:

- просмотр каталога блюд с фильтрами по категориям и цене;
- добавление позиций в корзину и расчёт общей суммы заказа;
- оформление заказа с выбором адреса доставки и способа оплаты;
- административная панель для управления меню, акциями и отслеживания статистики.

При разработке информационной системы были использованы следующие инструменты:

- HTML5 и CSS3 для разметки и адаптивного дизайна;
- JavaScript (jQuery) для динамических элементов;
- PHP для серверной логики и хранения данных;
- CMS WordPress с собственной темой [1];
- плагин WooCommerce для обработки заказов и корзины;
- плагин Fake Pay for WooCommerce для тестовой оплаты;
- Advanced Custom Fields (ACF) для гибкой настройки полей;
- локальная среда LocalWP для разработки и отладки.

Разработанная система полностью обеспечивает процессы онлайн-заказа и доставки еды, демонстрирует высокое удобство и масштабируемость, и может быть использована в качестве шаблона для запуска аналогичных сервисов.

### *Литература*

1. Документация WordPress [Электронный ресурс] // WordPress URL: <https://wordpress.org/documentation/>

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕККУРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

*Карасевич К.Я.*  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

В рамках работы выполнено исследование задачи прогнозирования температуры воздуха с помощью использования искусственной рекуррентной нейронной сети. Актуальность работы обусловлена необходимостью построения решения задачи прогноза временных рядов в целом и необходимостью описания алгоритма для выполнения прогнозирования.

В процессе выполнения работы была проанализирована необходимая литература и сформированы знания о предметной области, после чего выполнена разработка алгоритма прогнозирования и произведена его программная реализация.

Для формирования мнения о качестве прогноза, получаемого с помощью рекуррентной нейронной сети, были включены замеры 14 различных метеорологических показателей (таких как температура воздуха, атмосферное давление, влажность), выполняющиеся каждые 10 минут с 2009 по 2016 год, проведены точечные и интервальные прогнозы, выведены кривые потерь на этапах обучения и проверки.

По результатам выполнения прогнозов был сделан вывод, что обученная модель успешно справляется с прогнозами будущих значений температуры.

### *Литература*

1. Антонио Д. Библиотека Keras - инструмент глубокого обучения / Д. Антонио. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 294 с.
2. Верещагин Н.К. Информация, кодирование и предсказание / Н.К. Верещагин, Е.В. Щепин. – Москва: ФМОП, МЦНМО, 2012. – 238 с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕК РЕНДЕРИНГА 3D МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ

*Крючков Я.В.*  
*Щепин Н.Н.*  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Данная работа посвящена проектированию и разработке библиотек рендеринга 3D моделей с помощью метода трассировки лучей, который

позволяет программистам быстро и эффективно создавать рендер трехмерных моделей для своих программ. Актуальность темы заключается в том, что на сегодняшний день рендер методом трассировки лучей является самым физически корректным методом рендеринга из-за чего многие компании, связанные с компьютерной графикой, развиваются в этом направлении, особенно в реал-тайм рендеринге. Компания nVidia выпускает видеокарты серии RTX для рендеринга методом трассировки лучей. DirectX и Vulkan также развиваются исследованиями в данном направлении, добавляя поддержку аппаратного ускорения ray-tracing в свои API. Это открывает новые возможности для разработчиков, позволяя создавать реалистичную графику с меньшими затратами ресурсов.

В ходе работы были проанализированы различные алгоритмы метода ray-tracing, включая path tracing, photon mapping и hybrid approaches. Были выделены плюсы и минусы этих алгоритмов и сравнение их работы с точки зрения производительности, качества изображения и сложности реализации. Также были рассмотрены оптимизационные техники, такие как bounding volume hierarchy (BVH) и spatial partitioning, которые позволяют ускорить процесс трассировки лучей. Кроме того, были рассмотрены сферы применения метода трассировки лучей в реальных проектах, включая киноиндустрию, видеоигры и архитектурную визуализацию.

В ходе выполнения работы была спроектирована и реализована модульная библиотека рендера методом трассировки лучей, поддерживающая основные функции, такие как загрузку 3D-моделей, настройку материалов и освещения. Библиотека была протестирована на различных сценах для оценки её производительности и качества рендеринга.

УДК 004.032.26

## ПРИМЕНЕНИЕ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЙРОПОДОБНЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМАХ С РАСПОЗНАВАНИЕМ ДВИЖЕНИЯ

*Кучерявых Е.С.  
Бондаренко Н.С.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

В рамках работы исследована задача повышения характеристик нейроподобных сетей посредством совместного использования конечных автоматов в системах распознавания движения. Разработана структура (Рисунок 1), в которой каждый автомат, закреплённый за точкой

изображения, фиксирует изменения среды и передаёт своё состояние на вход нейронной сети.

Разработана упрощённая симуляция автомобильного движения в рамках платформы для разработки компьютерных игр Unity. На её базе реализован прототип системы распознавания движущихся объектов, а также проведено моделирование простой симуляции управления автомобилем: система анализирует изменения в окружающей среде, определяет положение и траекторию движения объектов и на основе этой информации принимает решения о выборе безопасного маршрута. Полученные результаты показывают работоспособность предложенного подхода для задач динамического анализа сцены и автономного управления.

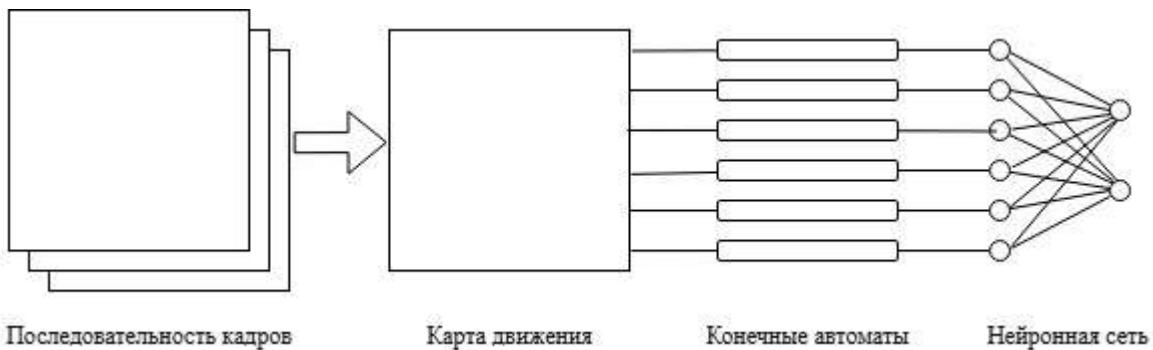


Рисунок 1 – Устройство системы распознавания движения на базе конечных автоматов на входе нейронной сети

#### *Литература*

1. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов – Москва: Горячая линия - Телеком, 2002. – 382 с.

УДК 534

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧЕ СРЕТЕНСКОГО

*Логвиненко Б.Д.*  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Современные технические устройства часто включают тонкостенные резервуары с жидкостью. Движение жидкости внутри может создавать нестабильность из-за колебаний поверхности и упругости корпуса. Задачи механики о движении тел с такими резервуарами – классические, но их сложные математические модели трудно анализировать теоретически. Поэтому численное исследование актуально. Существует два подхода:

моделирование методом конечных элементов (требует много ресурсов) и численно-аналитические исследования упрощённых моделей (менее требовательно к ресурсам, позволяет выявить интересные механические эффекты и закономерности). Данная работа использует второй, менее ресурсоемкий подход.

В работе была разработана программа расчета статического прогиба упругих днищ цилиндрического резервуара с жидкостью, инструментарий для решения задачи на собственные колебания, программа для численного определения собственных частот и поиска аналитических выражений собственных форм совместных колебаний днищ и жидкости, программа для расчета частот и форм колебаний в задаче Л.Н. Сретенского, модуль для построения геометрической модели механической системы и анимации её движения.

#### *Литература*

1. Аладьев В.З. Программирование и разработка приложений в Maple / В.З. Аладьев, В.К. Бойко, Е.А. Ровба – Гродно : ГрГУ; Таллинн : Межд. Акад. Ноосфера, Балт. отд. – 2007, С. 458.
2. Василенко Н.В. Теория колебаний. – К. : Высшая школа, 1992. – С. 430.

УДК 004.9

## РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАВЕДЕНИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

*Миротадзе К.Д.*

*Мельник А.-В.В.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

При выборе заведений общественного питания пользователи сталкиваются с избытком информации и всё чаще ориентируются на отзывы, а не на рекламу. Это повышает значимость систем, обеспечивающих персонализированные рекомендации.

Результатирующий выбор пункта питания зависит от множества факторов: кухня, цена, удобства, график работы, расстояние. В незнакомом районе выбор особенно сложен. Существующие платформы не позволяют фильтровать заведения по совокупным предпочтениям, удобствам, удалённости и эмоциональной оценке [1]. Поэтому актуальна разработка агрегатора с фильтрацией по предпочтениям и ограничениям.

Существует три подхода к построению рекомендательных систем: контентные, коллаборативные и гибридные, сочетающие их преимущества [2, 3]. С учётом структуры данных и информации, предоставляемой

пользователем (как индивидуальных предпочтений, выставленных для пользователя в целом, так и оценок пунктов питания, выставленных для подмножества посещенных пунктов питания), целесообразно использовать гибридную модель, объединяющую матричную факторизацию и контентное сравнение. Прогноз оценки рассчитывается по формуле:

$$\hat{r}_{ui} = \mu + b_u + b_i + p_u^T q_i$$

где  $\mu$  — средний рейтинг,  $b_u$ ,  $b_i$  — смещения  $p_u$ ,  $p_i$  — векторы признаков.

Применение фильтров и прогноза оценки на основе указанной формулы является основой для алгоритма, который позволяет наилучшим образом подобрать заведение, соответствующее предпочтениям пользователя. Это является основой для конкуренции и улучшает качество услуг в регионе, выявляя востребованные виды пунктов питания для последующих инвестиций и расширения.

### *Литература*

1. Яндекс. Матричная факторизация в рекомендательных системах [Электронный ресурс]. — URL: <https://education.yandex.ru/handbook/ml/article/matrichnaya-faktorizaciya> (дата обращения: 22.04.2025).
2. Фальк К. Рекомендательные системы на практике: практическое пособие. — М.: ДМК Пресс, 2020. — 448 с.
3. Николенко С. Рекомендательные системы [Электронный ресурс]. — URL: [https://logic.pdmi.ras.ru/~sergey/slides/N14\\_SNAHackathon.pdf](https://logic.pdmi.ras.ru/~sergey/slides/N14_SNAHackathon.pdf) (дата обращения: 22.04.2025).

УДК 004.4

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОМПАНИИ RAVEDELIVERY

*Руденко В.В.  
Щепин Н.Н.*

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

В последнее время интернет-торговля становится неотъемлемой частью нашей жизни, и это требует от компаний внедрения новых технологий для повышения качества обслуживания клиентов и оптимизации бизнес-процессов. В рамках данной работы была разработана информационная система для компании RaveDelivery, целью которой являлось создание эффективной платформы для управления заказами, взаимодействия с клиентами и улучшения операционной эффективности бизнеса.

В ходе работы был выполнен анализ текущих бизнес-процессов компаний. Выявлены ключевые задачи, требующие автоматизации, и определены требования к функционалу системы. При разработке системы

был создан удобный и интуитивно понятный интерфейс, который обеспечивает пользователям доступ ко всем основным функциям системы, таким как выбор товаров, оформление заказа, а также получение актуальной информации о специальных предложениях компании.

Для реализации информационной системы был разработан современный веб-сайт, который включает в себя все необходимые функции для взаимодействия с клиентами. Важным этапом работы стало проектирование базы данных, которая позволяет эффективно управлять информацией о товарах, заказах и клиентах. Это решение значительно улучшило обработку заказов и ускорило работу системы.

Для создания веб-интерфейса использовались технологии HTML и CSS, что позволило сделать сайт адаптивным и удобным для пользователей при работе с различных платформ. В серверной части была использована технология PHP, что обеспечило стабильную работу сайта, а для хранения данных выбрана система управления базами данных MySQL.

После завершения разработки система прошла этап тестирования, в ходе которого были выявлены и устраниены выявленные ошибки. Проведенные тесты показали высокую производительность работы сайта.

В дальнейшем разработанная информационная система может быть расширена и дополнена новыми функциями, такими как интеграция с различными платежными системами и улучшение интерфейса для персонализированного обслуживания клиентов. Мобильное приложение, создание которого планируется в будущем, обеспечит высокий уровень удобства и надежности функционирования для пользователей.

УДК 004.032.26

## ОБУЧЕНИЕ КАСКАДНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ

*Русин С.В.  
Бондаренко Н.С.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»*

Рост объёма данных требует высокоточной и быстрой классификации, что делает развитие каскадных нейросетевых классификаторов перспективным направлением. Каскадная архитектура позволяет последовательно отбрасывать «простые» образцы на ранних стадиях, снижая вычислительную нагрузку на «тяжёлые» модели.

*Каскадный классификатор* – это последовательность моделей (элементарных или сложных), каждая из которых отбирает образцы для передачи на следующий уровень.

*Основная цель каскада* – быстрое разделение «явно положительных» и «явно отрицательных» примеров, что позволяет минимизировать объём данных для дальнейшей глубокой обработки.

*К архитектурным вариантам каскадных классификаторов относятся:*

- однотипный каскад – серия одинаковых нейронных сетей с нарастающей сложностью (увеличение количества слоёв/нейронов);
- гетерогенный каскад – комбинация простых персепtronов, свёрточных сетей и полносвязных слоёв;
- динамический каскад, предполагающий адаптивное добавление/удаление звеньев во время обучения на основе метрик качества.

*К методам обучения на различных уровнях каскада относятся:*

- поэтапное обучение, когда каждая ступень обучается отдельно, используя образцы, не отобранные предыдущими;
- совместное обучение, предполагающее градиентный спуск по всем уровням сразу, с учётом потерь на каждом звене;
- усиленное обучение отказам, в рамках которого осуществляется введение специального «отказного» класса для отбора сложных случаев.

*Преимуществами каскадного подхода являются:*

- снижение среднего времени предсказания за счёт раннего «отсечения» однозначных примеров;
- гибкость: можно балансировать между скоростью и точностью, регулируя число уровней и пороги передачи;
- повышенная устойчивость к шуму: «простые» уровни фильтруют грубые аномалии.

*Выводы и перспективы.* Каскадные нейросетевые классификаторы демонстрируют существенное ускорение при незначительном падении точности. В перспективе предполагается их интеграция с онлайн-обучением и адаптивное изменение структуры каскада в производственных системах.

УДК 004.65

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОВОКЗАЛЫ ДОНБАССА

Султанов К.М.  
Щепин Н.Н.

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

В современных условиях развития информационных технологий и постоянного роста пассажиропотока, предприятие «Автовокзалы Донбасса» нуждается в автоматизированной системе, которая позволит

повысить качество обслуживания пассажиров, сократить очереди и оперативно управлять расписаниями рейсов. Для достижения данной цели разработана информационная система, обеспечивающая доступ к актуальным данным о расписании, стоимости билетов и услугах автовокзалов.

В рамках работы проведен анализ существующих решений и выбраны технологии веб-разработки (PHP, MySQL, JavaScript, AJAX) на основе архитектурного паттерна MVC. Спроектирована база данных, позволяющая эффективно хранить и обрабатывать информацию о расписаниях и связанных справочных данных, а также реализована система ролей (администратор, кассир) с дифференцированным доступом к операциям. Для пассажиров предусмотрен быстрый поиск рейсов, фильтрация и просмотр подробной информации.

Внедрение данной системы упрощает взаимодействие с пассажирами - предоставляя возможность онлайн-бронирования и покупки билетов (при интеграции с платёжными сервисами), а также своевременного информирования о задержках и изменениях в расписании. Для администраторов реализована панель управления расписанием, новостями и данными об автовокзалах, что сокращает ручные операции и снижает риск ошибок.

Проведенное тестирование показало стабильную работу системы при возрастающих нагрузках, удобство использования пользовательского интерфейса, а также корректную защиту от SQL-инъекций и несанкционированного доступа. Разработанная информационная система «Автовокзалы Донбасса» повышает эффективность работы предприятия, экономит ресурсы и улучшает сервис для пассажиров, что способствует конкурентоспособности автовокзалов в современной цифровой среде.

УДК 004.032.26

## КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Тарнавская А.Э.  
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»

Данная работа посвящена разработке алгоритма распознавания текста на изображении при помощи свёрточной нейронной сети. В результате выполнения работы был спроектирован, реализован и протестирован алгоритм, позволяющий распознать на изображении буквы слова и перевести распознанные на изображении буквы в печатный текст.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- изучены виды нейронных сетей и их применение;
- изучено строение свёрточной нейронной сети и алгоритм свёртки;
- реализована свёрточная нейронная сеть с использованием библиотек машинного обучения Tensorflow и Keras;
- выполнено обучение свёрточной нейронной сети с использованием датасета рукописных английских букв и цифр EMNIST;
- реализованы функции преобразования исходного изображения для нахождения контуров символов с использованием библиотеки OpenCV.

Для тестирования работоспособности алгоритма на вход системы подавались изображения, имеющие различные особенности, такие как:

- наименование символов английского алфавита;
- цвет символов;
- яркость цвета символов;
- размер символов;
- цвет фона изображения.

По результатам тестирования написанной программы были выявлены её недостатки, а также предложены варианты её улучшения. Помимо этого, были построены таблицы и графики, показывающие эффективность алгоритма.

### *Литература*

1. Антонова П. Введение в искусственный интеллект: Теоретические основы СИИ / П. Антонова. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 64 с.
2. Чару А. Нейронные сети и глубокое обучение / А. Чару. – Вильямс, 2020 – 752 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПОДСЕКЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

<i>Атаманова А.А., Заставный В.П.</i>	ГЕОМЕТРИЯ МАСС И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ	3
<i>Бугаенко Е.Р., Лиманский Д.В.</i>	О ПОДЧИНЁННОСТИ МИНИМАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛИНОМОВ В ПРОСТРАНСТВЕ $L^\infty$	4
<i>Власенко И.С., Волчков В.В.</i>	О ФУНКЦИЯХ С НУЛЕВЫМИ ИНТЕГРАЛАМИ ПО СЕМЕЙСТВУ ИЗ РАВНОБЕДРЕННОГО ТРЕУГОЛЬНИКА И КВАДРАТА	5
<i>Зинченко В.Ю., Лиманский Д.В.</i>	ПРОИЗВОДЯЩИЕ ФУНКЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ КОМБИНАТОРИКИ	7
<i>Лаврова Р.А., Лиманский Д.В.</i>	О ПОДЧИНЁННОСТИ МИНИМАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛИНОМОВ В ПРОСТРАНСТВЕ $L^2(\Omega)$	8
<i>Локтионова В.А., Агабалова А.В.</i>	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ТЕМЕ «ЧИСЛОВЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЯДЫ»	9
<i>Нефедова А.В., Иванов А.Ю.</i>	РАЗРАБОТКА ЦИКЛА ЗАДАНИЙ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЕ ШКОЛЬНИКОВ	10
<i>Порфиров Д.М., Заставный В.П.</i>	УСТОЙЧИВЫЕ МНОГОЧЛЕНЫ	11
<i>Пилипенко И.С., Волчков В.В.</i>	ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ, СВЯЗАННЫЕ С МНОЖЕСТВАМИ ПОМПЕЙЮ	12

### ПОДСЕКЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ, КРИПТОГРАФИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

<i>Агапов Н.А., Авдюшина Е.В.</i>	АНАЛИЗ ДАННЫХ О ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК PYTHON ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА	14
<i>Вихляев В.В., Мирончук А.И.</i>	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ	15
<i>Воронин А.И., Авдюшина Е.В.</i>	ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВОКСЕЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ	16
<i>Гольцева Ю.А., Моисеенко И.А.</i>	МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРТОТРОПНЫЕ ПЛАСТИНЫ	17
<i>Денисенко А.С.</i>	АКТУАРНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ «БОНУС-МАЛУС» В АВТОМОБИЛЬНОМ СТРАХОВАНИИ	18
<i>Корнейчук А.А.</i>	РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ КРИПТОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗ ЕЕ УСТОЙЧИВОСТИ	19

<b>Кульбачка Д.В., Авдюшина Е.В.</b>	РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «РАЦИОН ПИТАНИЯ ONLINE»	20
<b>Литвинова С.Д.</b>	РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ИГР В СРЕДЕ UNITY	21
<b>Малышев Ф.К., Золотая А.В.</b>	СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ	22
<b>Миронов С.Д.</b>	СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ РАЧЁТА ВЫПЛАТ НЕТТО-ПРЕМИЙ	23
<b>Назаренко К.А.</b>	ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ СОВРЕМЕННЫХ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ	24
<b>Непорада А.</b>	МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ НЕГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЕНСИОННЫХ ФОНДОВ	25
<b>Николаев Е.</b>	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В АДДИТИВНЫХ МОДЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ РЕСУРСОВ	27
<b>Сандул Д.А., Авдюшина Е.В.</b>	РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛА ЛИЧНОГО КАБИНЕТА ПАЦИЕНТА С ПОДДЕРЖКОЙ ОНЛАЙН ЗАПИСИ НА БАЗЕ WORDPRESS	28
<b>Святец А.Е., Авдюшина Е.В.</b>	РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ГЕНЕРАЦИИ ГРАФИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ И ШАБЛОНОВ	29
<b>Стогний Б.В., Авдюшина Е.В.</b>	РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ-МЕССЕНДЖЕРА ДЛЯ ДЕЛОВОГО ОБЩЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ ИИ-ПОМОЩНИКОМ	30
<b>Стукало А.С., Сошина Е.И.</b>	РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БОТА - АССИСТЕНТА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON	31
<b>Уварова О.С., Золотая А.В.</b>	ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПРОВЕРКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ	32
<b>Щегильский А.В.</b>	МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКИ ИГРОВЫХ ОБЪЕКТОВ В СРЕДЕ UNITY	33

## ПОДСЕКЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

<b>Асеев И.С., Шевцов Д.В.</b>	ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КРИПТОВАЛЮТЫ «TONCOIN» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	35
--------------------------------	--	----

## **ПОДСЕКЦИЯ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

<b><i>Бражников А.Р., Мельник А.-В.В.</i></b> ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СПОРТИВНОЙ СБОРНОЙ НА ОСНОВЕ УЧАСТИЯ ДЕТЕЙ В СОРЕВНОВАНИЯХ РАЗНОГО УРОВНЯ	37
<b><i>Горбунов А.В., Гольцев А.С.</i></b> СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-САЙТА ДЛЯ ДОСТАВКИ ЕДЫ	38
<b><i>Карасевич К.Я.</i></b> ПРИМЕНЕНИЕ РЕККУРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	39
<b><i>Крючков Я.В., Щепин Н.Н.</i></b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕК РЕНДЕРИНГА 3D МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ	39
<b><i>Кучерявых Е.С., Бондаренко Н.С.</i></b> ПРИМЕНЕНИЕ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НЕЙРОПОДОБНЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМАХ С РАСПОЗНАВАНИЕМ ДВИЖЕНИЯ	40
<b><i>Логвиненко Б.Д.</i></b> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧЕ СРЕТЕНСКОГО	41
<b><i>Миротадзе К.Д., Мельник А.-В.В.</i></b> РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАВЕДЕНИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ	42
<b><i>Руденко В.В., Щепин Н.Н.</i></b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОМПАНИИ RAVEDELIVERY	43
<b><i>Русин С.В., Бондаренко Н.С.</i></b> ОБУЧЕНИЕ КАСКАДНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ	44
<b><i>Султанов К.М., Щепин Н.Н.</i></b> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОВОКЗАЛЫ ДОНБАССА	45
<b><i>Тарнавская А.Э.</i></b> КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	46

# **ТЕЗИСЫ**

ДОКЛАДОВ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

Редактор к.ф.-м. н. Щепин Н.Н.