

$$Q(z)f_j(z) - P_j(z) = \sum_{l=n+m+1}^{\infty} (c_l^j z^l + c_{-l}^j z^{-l}), \quad j \in \{1, \dots, k\}.$$

Рациональные дроби  $\pi_j(z) = \frac{P_j(z)}{Q(z)}$ ,  $j \in \{1, \dots, k\}$  будем называть аппроксимациями Эрмита-Лорана.

Важным отличием аппроксимаций Эрмита-Лорана от аппроксимаций Паде является то, что аппроксимации Эрмита-Лорана не всегда определяются однозначно. Это показывает следующий пример.

**Пример.** Пусть  $k=1$ ,  $n=2$ ,  $m=1$ , а

$$f_1^1(z) = \sum_{l=-\infty}^{\infty} f_l^1 z^l,$$

где

$$f_l^1 = \begin{cases} 0; l \in \{-1, 0, 1\} \\ 1; l \leq 3, l \in \{2, 3\} \\ 2; l \in \{-2, 4\} \\ 2^{-l}; l \geq 5. \end{cases}$$

*Н. С. Лукашевич*

*Науч. рук. Е. И. Сукач,*

*канд. техн. наук, доцент*

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИДЕМИИ С УЧЕТОМ ПРИОБРЕТЕННОГО ИММУНИТЕТА

Современные системы характеризуются большими масштабами, что приводит к большой сложности анализа и поиска решений, которые можно сделать обычными аналитическими методами. Для решения этих проблем используются методы имитационного моделирования. Они позволяют не рассматривать всю сложную систему целиком, а только акцентировать внимание на важных составляющих, что приводит к существенному упрощению анализа подобных систем. Так как объектом исследования является эпидемиологическая среда с очень большим количеством параметров, то построение и изучение аналитической модели становится невозможным. Поэтому был использован подход имитационного моделирования.

Для создания имитационной модели была взята за основу модель SEIRD, вариант модели SIR, относящихся к классу компартментальных моделей, где S – susceptible (восприимчивые), E – exposed (болезнь находится в инкубационном периоде), I – infectious (больные), R – recovered (выздоровевшие), D – dead (умершие). Данная модель была доработана путем добавления механизма иммунитета, который приобретают переболевшие люди. После некоторого времени иммунитет пропадает, и человек подвергается возможности заболеть заново. Это позволяет создать модель, которая будет более соответствовать реально протекающему процессу. Были созданы и протестированы модели, основанные на системно-динамическом и на агентном подходах.

В результате были разработаны модели, которые позволяют промоделировать процесс распространения заболевания COVID-19. Модель была разработана в среде разработки AnyLogic с использованием языка программирования Java и базы данных Microsoft Access.

Имитационное моделирование распространения эпидемии с учетом приобретенного иммунитета имеет большое значение в прогнозировании и контроле распространения эпидемии

и разработке эффективных мер противодействия. Данный подход позволяет изучить воздействие различных факторов на процесс распространения вируса, таких как приобретенный иммунитет и поведение человека.

**Н. И. Лукьянова**

*Науч. рук. Ю. В. Синюгина,*

*ст. преподаватель*

## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИГРОВЫХ ПРИЕМОВ В ВОЛЕЙБОЛЕ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА**

Цель данной работы – исследовать взаимосвязь игровых приемов в волейболе (подача, прием, атака и блок) и их влияние на результативность команды. Для этого использовались методы корреляционного и регрессионного анализа, позволяющие выявить наиболее значимые факторы, влияющие на исход игры.

В качестве объекта исследования были выбраны данные о 71 матче волейбольной команды «Динамо» (Москва) за период 2013–2023 годов. Программа, разработанная на языке C++, проводит полный статистический анализ, включая оценку дисперсий, коэффициентов корреляции, а также построение регрессионных моделей для каждой пары игровых приемов. Например, корреляция между атакой и приемом составила 0,81, что свидетельствует о высокой зависимости этих спортивных элементов [1].

Наибольшее влияние на количество набранных очков оказывает атака, что подтверждается результатами регрессионного анализа: коэффициент влияния атаки на результат равен 1,45, тогда как подача и блок имеют значительно меньший эффект [2]. Эти данные позволяют тренерам лучше понимать, какие элементы игры требуют особого внимания на тренировках для повышения общей результативности команды.

Полученные результаты могут быть применены для оптимизации тренировочного процесса, распределения нагрузки на спортсменов и разработки стратегий игры, направленных на усиление наиболее значимых приемов.

### **Литература**

1 Volleyball / Отчет о волейбольных играх [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.championat.com/volleyball/\\_msuperliga/tournament/989/teams/20707/result/](https://www.championat.com/volleyball/_msuperliga/tournament/989/teams/20707/result/). – Дата доступа: 21.02.2024.

2 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / Кобзарь А. И. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

**Д. В. Никитенко**

*Науч. рук. Л. Н. Марченко,*

*канд. техн. наук, доцент*

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ТРЕНДОВ НА РЫНКЕ ФЬЮЧЕРСОВ НА ДРАГОЦЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ**

Золото и серебро играют важную роль в мировой экономике, так как имеют статус безрисковых активов. Анализ динамики цен фьючерсов на золото и серебро проводился по историческим данным ежедневных в долларах США за период с 02.01.2015 по 01.05.2024 [1, 2]. В работе было построено и проанализировано несколько моделей в классе ARIMA (p, d, q) для прогнозирования динамики цен [3].