

**В. Г. Билецкая**  
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМКНУТОЙ СЕТИ ГОРДОНА-НЬЮЭЛЛА С ТРЕМЯ УЗЛАМИ**

В закрытой сети 5 заявок. Обслуженная в первом узле заявка, мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью  $1/2$  направится во второй узел или с вероятностью  $1/2$  направится в третий узел. Заявка, обслуженная во втором узле, мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью  $1/4$  направится во второй узел или с вероятностью  $3/4$  направится в третий узел. Заявка, обслуженная в третьем узле, мгновенно и независимо от других заявок, с вероятностью  $3/4$  направляется в первый узел сети или с вероятностью  $1/4$  направляется во второй узел сети. Время обслуживания в приборах имеет показательное распределение с параметром  $\mu_i$ . Мест для ожидания в узлах бесконечное. Режим обслуживания заявок узлами – FCFS. Процессы обслуживания и поступления заявок предполагаются независимыми.

Исследуемая открытая сеть массового обслуживания является сетью Гордона-Ньюэлла [1].

Проведено исследование системы массового обслуживания с тремя узлами, представляющей собой модель изолированного узла сети. Для нее были составлены уравнения равновесия, продемонстрировано выполнение условий эргодичности, и найдено стационарное распределение [1–3].

Для рассмотренной модели сети были составлены уравнения глобального и локального равновесия, найдено стационарное распределение, составлены и решены уравнения трафика, показано выполнение условий эргодичности. Доказано, что найденное стационарное распределение является верным, укрепляя достоверность проведенного исследования.

### **Литература**

1 Буриков, А. Д. Теория массового обслуживания: учебное пособие по спецкурсу / А. Д. Буриков, Ю. В. Малинковский, М. А. Матальцкий. – Гродно : ГГУ, 1984. – 108 с.

2 Малинковский, Ю. В. Математическая статистика. Случайные процессы / Ю. В. Малинковский. – Минск : РИВШ, 2019. – 203 с.

3 Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – Москва : Наука, 1966. – 432 с.

**Е. В. Гаврилькова**

*(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИННОСТИ КУРСОВ ВАЛЮТ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ИНДЕКСОВ**

Валютный курс и курсы на криптовалюты, промышленные индексы являются одними из ключевых составляющих мировой экономики. Изменения курсов способны значительно повлиять на состояние экономики страны, торговлю. Понимание причинности курсов является важным шагом для анализа и прогнозирования последствий этих изменений [1].

В работе исследованы ежедневные курсы валют: RUB, GBP, EUR, CNY, CHF, JPY, Bitcoin по отношению к USD, и промышленные индексы: Доу Джонса, нефть Brent и газ. Информационной базой послужили ежедневные курсы за период с 01.01.2020 по 30.09.2023 [2].

Проведён казуальный анализ с использованием теста Грейнджера [3] с помощью ППП EViews. Была обнаружена двусторонняя зависимость между Bitcoin и валютами EUR, CHF, JPY, влияние RUB на Bitcoin, а Bitcoin на индекс Доу Джонса и нефть Brent.

Коинтеграционный анализ показал, что по отношению к курсам валют и промышленным индексам действуют долгосрочные рыночные механизмы корректировок курса Bitcoin. Определена функция импульсного отклика, описывающая реакцию динамического ряда в ответ на некоторые внешние шоки логарифмических темпов ежедневных курсов валют и промышленных индексов на финансовом рынке. На основе данной функции были построены графики откликов курсов валют и промышленных индексов.

При подаче импульса динамики курсов Bitcoin, она вернется на равновесную траекторию через 2 дня; при подаче импульса на динамику курса RUB, динамика курсов Bitcoin вернется на равновесную траекторию через 3 дня (рисунок 1).