

Ю. С. Харин,
д-р физ.-мат. наук, профессор,
академик НАН Беларуси,
БГУ (г. Минск)
e-mail: kharin@bsu.by

ДИСКРЕТНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ: ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Теория статистического анализа временных рядов глубоко развита для «непрерывных данных» $X_t \in A$, когда пространство наблюдения A является евклидовым пространством и описывается векторами с координатами – действительными числами. На практике, однако, из-за цифровизации общества приходится иметь дело с дискретными временными рядами (ДВР) [1], когда дискретно не только время $t \in \{1, 2, \dots\}$, но и пространство A .

Универсальная модель ДВР – N -мерный двоичный временной ряд $X_t = (x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{tN}) \in V^N$, являющийся однородной векторной цепью Маркова некоторого достаточно высокого порядка s , характеризуемой семейством условных распределений вероятностей $P\{X_t = J_t | X_{t-1} = J_{t-1}, \dots, X_{t-s} = J_{t-s}\}$, где $x_{tl} \in V = \{0, 1\}$ – двоичная (бинарная) случайная величина, задающая компоненту номер $l \in \{1, \dots, N\}$ временного ряда в дискретный момент времени t , $J_t = (j_{tl}) \in V^N$ – значение двоичного случайного вектора X_t в момент времени t , s – глубина памяти исследуемого процесса. Пример такого ДВР – последовательность, получаемая при проведении опросов физических или юридических лиц в динамике, когда каждый из N вопросов анкеты предусматривает только два возможных ответа.

В докладе рассматривается ситуация, когда при фиксированной s -предыстории S_t : $X_{t-1} = J_{t-1}, \dots, X_{t-s} = J_{t-s}$ случайные величины x_{t1}, \dots, x_{tN} условно независимы: $P\{X_t = J_t | X_{t-1} = J_{t-1}, \dots, X_{t-s} = J_{t-s}\} = \prod_{l=1}^N P\{x_{tl} = j_{tl} | S_t\}$, где условное распределение l -го бита представимо в виде:

$$P\{x_{tl} = j_{tl} | S_t\} = \{p_l(S_t), \text{ если } j_{tl} = 1; 1 - p_l(S_t), \text{ если } j_{tl} = 0\}.$$

Эта вероятностная модель имеет вычислительную сложность $O(2^{Ns})$, и для ее уменьшения необходимо использовать малопараметрические модели [1, 2]. Разработаны две малопараметрические модели (индекс компоненты l опущен для упрощения обозначений).

1) малопараметрическая модель на основе базисных функций: $p = p(J) = F\left(\sum_{k=1}^m b_k \psi_k(J)\right)$, $J \in V^{Ns}$, где F – некоторая дважды непрерывно дифференцируемая функция распределения $0 < F(x) < 1$, $B = (b_k)$ -вектор столбец неизвестных параметров модели, $\{\psi_k(J)\}$ – семейство линейно независимых на V^{Ns} базисных функций.

2) малопараметрическая нейросетевая модель: $p = p(J) = F\left(\sum_{k=1}^m b_k F_k\left(\sum_{l=1}^{Ns} a_{kl} j_l\right)\right)$, $J \in V^{Ns}$, где F_1, \dots, F_m – некоторые заданные абсолютно непрерывные функции распределения, $B = (b_k)$ и $A_k = (a_{k1}, \dots, a_{kNs})$, $k = \{1, \dots, m\}$ – неизвестные вектор-столбцы коэффициентов (параметры).

Для оценивания вектора параметров моделей в докладе применяется FBE-метод, основанный на многомерных частотах [2]. Для построенных статистических оценок доказана состоятельность. Построенные оценки применяются при прогнозировании будущих значений ДВР. В докладе приведены результаты экспериментов на модельных и реальных экономических данных.

Список использованных источников

1. Харин, Ю. С., Шибалко, С. А. Статистический анализ многомерных двоичных временных рядов на основе нейросетевой модели. – Доклады Национальной академии наук, 2024. Том 68, № 4. – С. 271–281.

2. Kharin Yu., Voloshko V. Robust estimation for Binomial conditionally nonlinear autoregressive time series based on multivariate conditional frequencies. – Journal of Multivariate Analysis, 2022, vol. 185(2), p. 11–27.

О. А. Харина,
канд. полит. наук,
НИУ ВШЭ (г. Москва)
e-mail: oa.kharina@hse.ru

ЦИФРОВАЯ ДИПЛОМАТИЯ ИНДИИ: АНАЛИТИКА ДАННЫХ И СТРАТЕГИИ МЕЖДУНАРОДНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Цифровая дипломатия играет все более важную роль в системе международных отношений, предоставляя государствам новые инструменты для внешнеполитического влияния. Индия активно использует цифровые технологии для продвижения своих национальных интересов на мировой арене, что становится частью ее глобальной стратегии.

Цель автора – провести статистический анализ цифровой дипломатии Индии для выявления ключевых тенденций, эффективности инструментов международного взаимодействия.

Одним из ключевых направлений цифровой дипломатии Индии является использование социальных сетей, онлайн-платформ и искусственного интеллекта в дипломатической практике. В рамках национальной программы «Digital India» активно развиваются цифровые коммуникационные каналы, которые позволяют Министерству иностранных дел Индии и зарубежным дипломатическим представительствам вести активный диалог с международным сообществом и индийской диаспорой.

Одним из важнейших инструментов цифровой дипломатии становится аналитика данных. Использование больших данных (Big Data) позволяет индийскому правительству отслеживать глобальные тренды, прогнозировать развитие международной обстановки и формировать внешнеполитические стратегии. Мониторинг общественного мнения через цифровые платформы, анализ международных СМИ и социальных сетей дают возможность Индии оперативно реагировать на вызовы и адаптировать свою дипломатическую тактику.

Особого внимания заслуживают успешные кейсы цифровой дипломатии Индии. Программы цифрового взаимодействия с диаспорой, такие как Pravasi Bharatiya Divas и платформа MADAD, помогают индийцам за рубежом получать поддержку и участвовать в жизни страны. Проект «Digital Embassies» позволяет консульским учреждениям обеспечивать круглосуточную поддержку граждан Индии в различных странах, а активное использование социальных сетей делает официальные заявления индийского МИД более доступными для широкой аудитории. Кроме того, в кризисных ситуациях, таких как пандемия COVID-19, цифровые технологии позволили Индии эффективно координировать эвакуационные операции и предоставлять актуальную информацию своим гражданам.