

Татьянкин Владислав Михайлович

студент

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»
г. Ханты-Мансийск, ХМАО – Югра

СПОСОБЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ

Аннотация: в статье рассматривается вопрос прогнозирования численности популяции. В качестве способов прогнозирования рассматриваются нейронные сети и экспоненциальная модель численности популяции. Проведён сравнительный анализ численных результатов, полученных с использованием рассмотренных способов.

Ключевые слова: прогноз, нейронные сети, экспоненциальная модель, численность популяции.

Введение

Развитие и внедрение технологий прогнозирования, планирования социально – экономических процессов, является актуальной задачей в современном мире. Это связано с повышением эффективности и оперативности процессов управления муниципальными образованиями. В то же время не существует универсальных инструментов прогнозирования и для каждого процесса, требуется индивидуальная адаптация существующих способов [1; 4; 6; 7]. В связи с этим практическое сравнение способов прогнозирования является актуальным.

Описание задачи

Требуется оценить прогноз численности населения г. Москвы, полученный используя нейронные сети и экспоненциальную модель численности популяции. В качестве начальных данных, используется временной ряд описывающий численность населения г. Москвы с 1985 по 2016 г., представленный в табл. 1.

Таблица 1

Численность населения г. Москвы с 1985 по 2016 гг.

Год	Численность	Год	Численность
-----	-------------	-----	-------------

1985	8652000	2001	10114203
1986	8527000	2002	10269900
1987	8815000	2003	10386903
1988	8769117	2004	10535681
1989	8880124	2005	10726429
1990	8950649	2006	10923762
1991	9017415	2007	11091428
1992	9067808	2008	11186851
1993	9066025	2009	11281631
1994	9066612	2010	11503501
1995	9085457	2011	11776764
1996	9246727	2012	11856578
1997	9411236	2013	11979529
1998	9604297	2014	12108257
1999	9783242	2015	12197596
2000	9932932	2016	12330126

Для оценки достоверности прогноза, разделим временной ряд в таблице 1, на два ряда: обучающий (с 1985 года по 2011 год) и проверяющий (с 2012 по 2016 год). Обучающий ряд будет использоваться для обучения однослойной нейронной сети и определения коэффициентов модели (1). Проверяющий ряд будет выступать в качестве эталонных значений для сравнения результатов прогнозирования, полученных с использованием модели (1) и однослойной нейронной сети (далее ОНС). Окончательный способ прогнозирования, будет определяться согласно, наименьшей ошибки, полученной по следующей формуле:

$$E^j = \sum_{t=2012}^{2016} |(I(t) - P(t)^j)| \quad j = 1, 2, \quad (1)$$

где $I(t)$ – проверяющий ряд; $P(t)^j$ – прогноз численности популяции; t – время; $j=1$ – прогноз, полученный с использованием модели (1); $j = 2$ – прогноз, полученный с использованием однослойной нейронной сети.

Прогнозирование популяции с использованием экспоненциальной модели роста

Для определения коэффициентов C , k воспользуемся способом, предложенным в [2]. Предложенный способ позволяет получить оптимальные коэффициенты:

$$C = 0,0000601, k = 0,0129215, \quad (2)$$

Используя коэффициенты (2) сделаем прогноз численности населения г. Москвы с 2012 по 2016 года, который представлен на рисунке 1.

Прогнозирование популяции с использованием ОНС

Используя начальные данные из таблицы 1 и способы, описанные в [3; 5], спрогнозируем численность населения г. Москвы с 2012 по 2016 год.

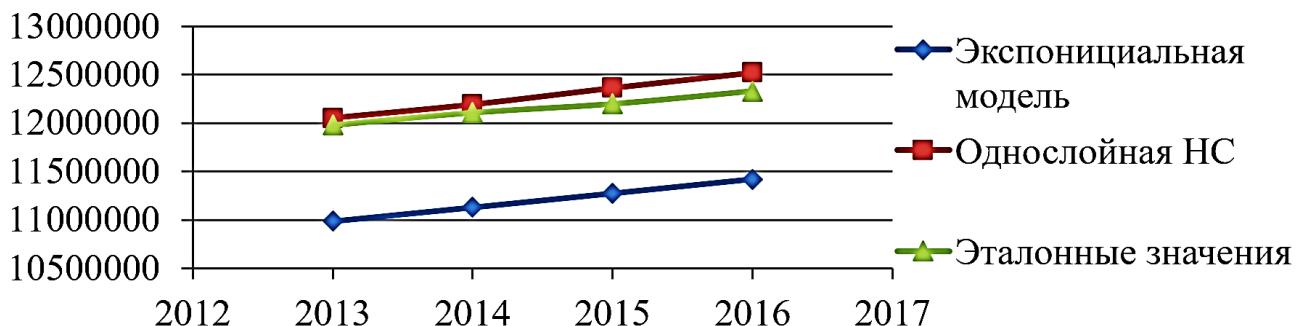


Рис. 1. Сравнение способов прогнозирования численности населения

На рисунке 1 красной линией представлена прогнозная численность населения г. Москвы при использовании ОНС, зелёной линией, реальные значения, синей с использованием экспоненциальной модели. Используя формулу (1) найдём ошибки получившихся прогнозов:

$$E^1 = 951335, E^2 = 127951. \quad (3)$$

Заключение

Согласно выражениям (3) и рисунку 1, прогноз численности населения г. Москвы, полученный с использованием однослойной нейронной сети, имеет наименьшую ошибку.

Список литературы

1. Татьянкин В.М. Прогнозирование популяции императорских пингвинов при помощи однослойной нейронной сети [Текст] / В.М. Татьянкин, И.С. Дюбко, В.Ю. Петроченко // Приоритетные направления развития науки и образования: Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 4 дек. 2015 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – №4 (7). – С. 205–207.
2. Татьянкин В.М. Определение оптимальных коэффициентов в экспоненциальной модели численности популяции [Текст] / В.М. Татьянкин // Актуаль-

ные направления научных исследований: от теории к практике: Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 9 сент. 2016 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – №3 (9). – С. 118–120.

3. Татьянкин В.М. Алгоритм формирования оптимальной архитектуры многослойной нейронной сети [Текст] / В.М. Татьянкин // Новое слово в науке: перспективы развития: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 30 дек. 2014 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2014. – С. 187–188.

4. Татьянкин В.М. Использование многослойных нейронных сетей в прогнозирование временных рядов [Текст] / В.М. Татьянкин // Приоритетные направления развития науки и образования: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 4 дек. 2014 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2014. – С. 195–197.

5. Татьянкин В.М. Модифицированный алгоритм обратного распространения ошибки [Текст] / В.М. Татьянкин // Приоритетные направления развития науки и образования: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 04 дек. 2014 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2014. – №3 (3). – С. 197–198.

6. Татьянкин В.М. Прогноз кадровой потребности ХМАО – Югры в 2020 году по уровням образования и специальностям [Текст] / В.М. Татьянкин // Новое слово в науке: перспективы развития: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 30 дек. 2014 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2014. – №2 (2). – С. 192–195.

7. Косыгин А.Н. Пример прогнозирования временных рядов с помощью многослойной нейронной сети [Текст] / А.Н. Косыгин, В.М. Татьянкин // Приоритетные направления развития науки и образования: Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 4 дек. 2015 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – №4 (7). – С. 187–189.