

УДК 314.382; 51.77

МЕТОД НЕЧЕТКОЙ РЕГРЕССИИ КАК ИНСТРУМЕНТ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ САХАРНОГО ДИАБЕТА У ДЕТЕЙ

Вараксин Сергей ВладимировичАлтайский государственный университет
доцент кафедры алгебры и математической логики,**Вараксина Наталья Владимировна**Алтайский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы
при президенте РФ
доцент кафедры государственного и муниципального управления,

Аннотация

В работе анализируется динамика распространения заболеваемости сахарным диабетом в России среди детей до 14 лет. В качестве инструмента математического моделирования и прогнозирования используется метод нечеткой линейной регрессии. Подобный метод рассматривается в качестве альтернативы классическому регрессионному анализу при моделировании временных рядов малой длины и отсутствии научно обоснованных предположений о типе распределения. С использованием данного метода найдены параметры линейной регрессии для динамики относительного количества поставленных диагнозов «сахарный диабет» детям до 14 лет. Сформулирован вывод о факторах, обуславливающих увеличение числа заболеваний сахарным диабетом и направлениях борьбы с данным заболеванием.

Ключевые слова: нечеткая линейная регрессия, детская заболеваемость, сахарный диабет, социальное прогнозирование в здравоохранении.

FUZZY REGRESSION METHOD AS A TOOL FOR SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE SPREAD OF DIABETES MELLITUS IN CHILDREN

Sergey V. VaraksinAltai State University
Associate Professor of the Department of Algebra and Mathematical Logic**Natalia V. Varaksina**Altai Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public
Administration
Associate Professor of the Department of State and Municipal Administration

ABSTRACT

The paper analyzes the dynamics of the prevalence of diabetes mellitus in Russia among children under 14 years of age. The method of fuzzy linear regression is used as a tool for mathematical modeling and forecasting. Such a method is considered as an alternative to classical regression analysis when modeling time series of short length and the absence of scientifically based assumptions about the type of distribution. Using this method, linear regression parameters were found for the dynamics of the relative number of diagnoses of "diabetes mellitus" in children under 14 years of age. The conclusion is formulated about the factors that cause an increase in the number of diabetes mellitus diseases and the directions of combating this disease.

Keywords: fuzzy linear regression, childhood morbidity, diabetes mellitus, social forecasting in healthcare.

Сахарный диабет – коварное и опасное своими осложнениями заболевание, которое становится мировой проблемой. Число поставленных диагнозов растет во всем мире, и Россия не является исключением. Особую опасность неизлечимое заболевание представляет для детского организма, которому предстоит бороться с ним всю жизнь. В целях сохранения здоровья населения страны и увеличения продолжительности активной жизни с 2019 года в Российской Федерации реализуются национальные проекты «Здравоохранение» и «Демография». В целях адекватного планирования производства медикаментов и работы организаций здравоохранения необходимо контролировать и прогнозировать динамику распространения заболеваемости. В данной работе продолжается использование авторами метода нечеткой линейной регрессии в целях математического моделирования и прогнозирования социально-демографических процессов. Нечеткий регрессионный анализ начал применяться в научных исследованиях несколько десятилетий назад, первоначально в технических и естественных науках, а потом и для моделирования социально-демографических процессов. В частности, авторы статьи использовали технику нечеткой авторегрессии для прогнозирования распространения онкологических, сердечнососудистых заболеваний и сахарного диабета [1].

Понятие нечеткого множества было определено американским математиком Л.Заде [2]. Нечеткое множество, как и обычное, определяется своей характеристической функцией. Значение характеристической функции обычного множества равно 1, если число лежит в множестве, и 0 в противном случае. Для нечеткого множества ее значение может принимать значения от 0 до 1 и показывает, с какой долей уверенности можно сказать, что число принадлежит множеству. Нечеткое множество с характеристической функцией, имеющей единственную точку максимума со значением 1 в этой точке, называется нечетким числом. Нечеткое число называют треугольным, если фигура, ограниченная ненулевой частью графика характеристической функции является треугольником, и называют симметричным, если этот треугольник равнобедренный. Преобразование обычного числа в нечеткое множество на основе некоторых правил называют фазификацией. Обратное преобразование нечеткого множества в обычное четкое число - это дефазификация. Последовательность нечетких значений, сопоставленных определенным моментам времени, называется нечетким временным рядом. Х. Танака [3] построил математическую линейную регрессионную модель в виде линейной функции $y = At + B$, где t - независимая переменная, а A и B - симметричные треугольные нечеткие числа. В нашей работе применяется частный случай этой модели, в которой A является обычным числом, а B -

симметричным нечетким. Значения исходного временного ряда считаются дефазификациями значений некоторого нечеткого временного ряда. В свою очередь эти нечеткие значения являются значениями нечеткой линейной функции, коэффициенты которой подбираются по принципу наибольшего правдоподобия. В работе [4] показано, что геометрически значения этой нечеткой линейной функции заполняют полосу наименьшей ширины между параллельными прямыми, содержащую все значения исходного временного ряда. Коэффициенты этих прямых можно определить при помощи методов линейного программирования.

Нечеткий регрессионный анализ представляется альтернативой классическому регрессионному анализу для временных рядов малой длины и отсутствия предположений о типе распределения величины.

В качестве исходных данных для построения математической модели служит статистика количества поставленных диагнозов «сахарный диабет» детям до 14 лет на 100 000 детей соответствующего возраста, опубликованная в статистическом сборнике «Здравоохранение в России» на сайте Госкомстата РФ [5] и приведенная в таблице 1.

Таблица 1 Число поставленных диагнозов «сахарный диабет» детям до 14 лет на 100 000 детей соответствующего возраста

Год	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Количество	8,6	9,8	10,6	9,9	10,4	11,1	11,6	11,4	11,7
Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009,00	2010	2011	2012
Количество	12,2	12,6	13,1	13,3	13,2	13,70	14,5	15	16,2
Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Количество	17	18,8	19,2	20,8	20,1	21	24	24	

Анализ этих статистических данных позволяет найти коэффициенты уравнения нечеткой линейной регрессии $y = 0.6091t - 1208 \pm 2$, график которой показан на рисунке 1.

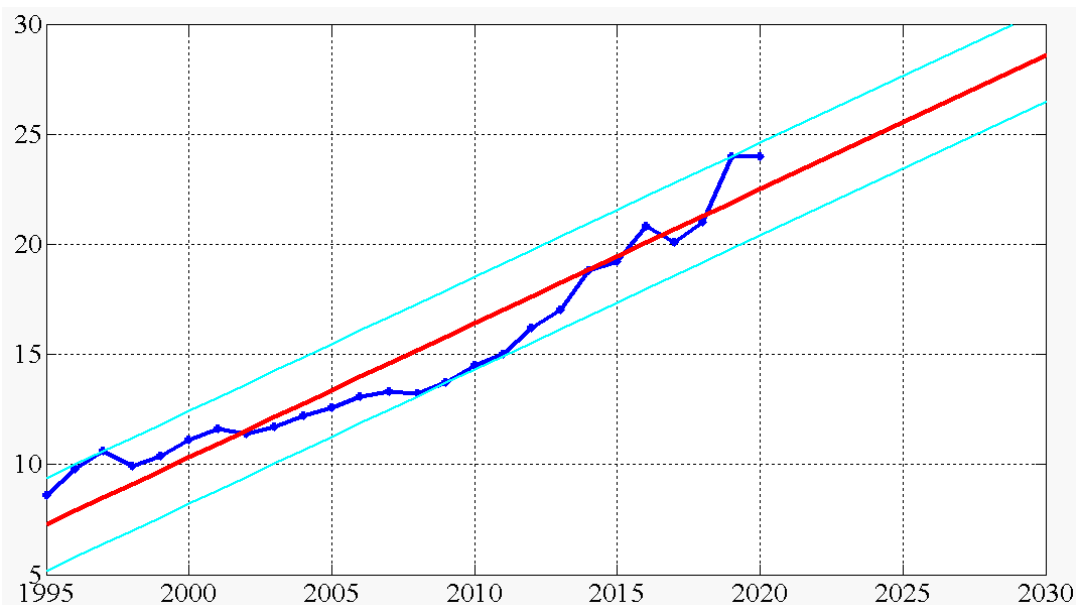


Рисунок 1. Число поставленных диагнозов «сахарный диабет» детям до 14 лет на 100 000 населения данной возрастной группы

Построенная модель говорит о прогнозируемом росте числа заболевших. В частности, к 2030 году прогнозируется 28 ± 2 поставленных диагнозов на 100 000 детей соответствующего возраста. Это тенденция, говорит о том, что требуются дополнительные меры по организации профилактических мер и развитию соответствующей медицинской помощи, подготовке медицинских кадров в сфере эндокринологии и расширению

производства необходимых лекарств на территории нашей страны. Заболевание диабетом не является приговором, своевременная диагностика и адекватная медикаментозная терапия позволяют вести больному полноценную активную жизнь. Данная математическая модель может быть использована для разработки целевых программ органов здравоохранения, направленных на профилактику, диагностику и лечение сахарного диабета у детей.

Полученный в работе результат говорит о высокой востребованности нечеткого регрессионного анализа при моделировании социально-демографических процессов, возможности использования его как вспомогательного инструмента при построении социальных прогнозов и разработке мер по своевременному реагированию на различные вызовы в социальной сфере.

Список литературы:

1. Вараксин С.В., Вараксина Н.В., Гончарова Н.П. Метод нечеткой авторегрессии как инструмент социологического прогнозирования динамики заболеваемости сахарным диабетом, болезнями системы кровообращения и онкологией в России в XXI веке // Политика и Общество.- 2019.- № 1. - С.1-9.
2. Zadeh L. A. Fuzzy sets // Information and Computation. - 1965. - V.8. - P.338-353.
3. Tanaka H., Uejima S., Asai K., Linear Regression Analysis with Fuzzy Model // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics.- 1982.- V. 12.- No. 6.- P. 903-907.
4. Пономарев И.В., Славский В.В. Нечеткая модель линейной регрессии // Доклады Академии наук. - 2009. - Т. 428. - №5. - С. 598-600.
5. Здравоохранение в России: Стат.сб./ Госкомстат России. - М., 2021. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13218> (дата обращения: 08.08.2022).

References:

1. Varaksin S.V., Varaksina N.V., Goncharova N.P. The method of fuzzy autoregression as a tool for sociological forecasting of the dynamics of the incidence of diabetes mellitus, diseases of the circulatory system and oncology in Russia in the XXI century // Politics and Society.- 2019.- No. 1. - p.1-9
2. Zadeh L. A. Fuzzy sets // Information and Computation.- 1965.- V.8.- P.338-353.
3. Tanaka H., Uejima S., Asai K., Linear Regression Analysis with Fuzzy Model // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics.- 1982.- V. 12.- No. 6.- P. 903-907.
4. Ponomarev I.V., Slavsky V.V. Fuzzy model of linear regression // Reports of the Academy of Sciences. - 2009. - Vol. 428. - No. 5. - pp. 598-600.
5. Healthcare in Russia: Stat.coll./ Goskomstat of Russia. - M., 2021. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13218> (accessed: 08.08.2022).