

**Н. В. КАРЛОВИЧ<sup>1</sup>, О. С. СПИРИДОНОВА<sup>2</sup>, А.Л.ВОРОБЬЕВ<sup>3</sup>,  
С.В. СПИРИДОНОВ<sup>3</sup>**

1-РНПЦ Реабилитации и бальнеолечения,г.Минск [natkarlovich@gmail.com](mailto:natkarlovich@gmail.com)

2-Минский городской онкологический диспансер,г. Минск [spiry@mail.ru](mailto:spiry@mail.ru)

3-Технологический парк космонавтики ЛИНКОС г. Москва [linkos\\_k@mail.ru](mailto:linkos_k@mail.ru)

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АВТОЭНКОДЕРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ПАРАТГОРМОНА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК**

Рассматривается применение нейросетевого автоэнкодера (НСА) [1] для анализа медицинских данных - уровня паратгормона (ПТГ) и других ключевых параметров костного метаболизма у пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек (ХБП). НСА применяется для снижения размерности анализируемых данных и дальнейшего применения известных методов кластеризации для разбиения пациентов по группам риска. Результатом является алгоритм определения у пациентов наиболее оптимального уровня паратгормона.

The use of the neural network autoencoder (NSA) for the analysis of medical data - the level of parathyroid hormone (PTH) and other key parameters of bone metabolism in patients with end-stage chronic kidney disease (CKD) is considered in this article .[1] NSA is used to reduce the dimensionality of the analyzed data and further use the well-known clustering methods for dividing patients into risk groups. The result is an algorithm for determining the most optimal level of parathyroid hormone in patients.

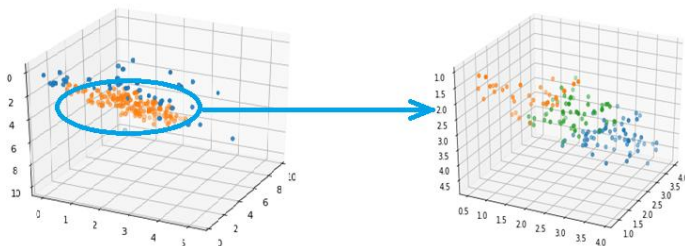
**Ключевые слова:** нейронные сети, автоэнкодер, кластеризация данных, почечная недостаточность.

Задача исследования - применение нейросетевых технологий для анализа базы медицинских данных с целью оценки оптимальных средних значений и доверительных интервалов уровня паратгормона (ПТГ) и ключевых параметров костного метаболизма у пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек. Задача автоэнкодера – снижение размерности анализируемых данных.

Для поддержания минерального и костного метаболизма у пациентов с почечной недостаточностью требуется более высокий уровень паратгормона (ПТГ), чем в общей популяции. В настоящее время нет единого мнения о нормальном уремическом уровне ПТГ как у диализных пациентов, так и у пациентов с додиализными стадиями ХБП. По этой причине определение целевого интервала ПТГ имеет первостепенное значение для планирования эффективной стратегии лечения и наблюдения.

Первоначальная задача при анализе данных заключалась в кластеризации пациентов на группы в зависимости от состояния костного обмена. Далее в каждой из групп проведен анализ распределения параметров минеральной плотности костей (МПК) и выделена группа с наиболее оптимальными показателями костного обмена. В выделенной группе проведена оценка уровня паратгормона, маркеров костного метаболизма (щелочной фосфатазы (ЩФ), остеокальцина (ОК), бетакросслапса (СТх)), показателей минеральной плотности костей (МПК), фосфорно-кальциевого обмена.

Для кластеризации пациентов по группам применялся нейросетевой автоэнкодер. Энкодер состоял из двух слоев, по 100 нейронов в первом слое и 50 нейронов во втором слое соответственно. Декодер имел соответствующую структуру, но слои располагались в обратном порядке. Скрытый слой состоял из 3 нейронов для графического 3D отображения. Данные для кластеризации снимались со скрытого слоя и обрабатывались с помощью методов кластеризации без учителя (метод k-средних, DBSCAN). Результаты кластеризации приведены на рисунке.



В результате работы был определен оптимальный целевой уровень паратгормона и других маркеров костного метаболизма (ОК, ЩФ, Стх) у диализных пациентов с ХБП. Методы кластеризации применялись не к исходным данным, а к данным свернутым автоэнкодером, что позволило кластеризовать пациентов по наиболее ключевым комбинациям признаков. Данные комбинации признаков стали линейно разделимы, а также разделимы по плотности, что обеспечило успешное применение методов DBSCAN, k-средних. Кластеризация пациентов с помощью автоэнкодера по

группам риска была коррелирована с данными, полученными при анализе выживаемости пациентов в каждом кластере.

*Список литературы*

1. Gondara Lovedeep. Medical image denoising using convolutional denoising autoencoders // CoRR. — 2016. — Vol. abs/1608.04667. — 1608.04667.