

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Електронної та біомедичної інженерії  
(повна назва)

Кафедра біомедичної інженерії  
(повна назва)

## АНОТАЦІЯ кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти другий (магістерський)  
другий (магістерський)

Метод дослідження даних пацієнтів с інсулінорезистентністю  
(тема)

Виконав:  
студент 6 курсу, групи БМІм-19-1  
Алексєєва О.Є.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 163 – Біомедична інженерія  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Біомедична інженерія  
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф.Перова І.Г.  
(посада, прізвище, ініціали)

## ВСТУП

За даними Міжнародної діабетичної федерації, в 2017 році кількість цукрових діабетів у світі склала 412 млн. К 2040 р. очікується збільшення цього числа до 642 млн., що близько до численності населення Європи. Судячи з темпів зростання кількості хворих та поширеності захворювань, цукровий діабет 2 типу можна з повною впевненістю розглядати як неінфекційну пандемію XXI століття. Відповідно до сучасного визначення, цукровий діабет 2 типу - захворювання, яке розвивається в силу або переважною інсулінорезистентністю, і відповідною інсуліновою недостатністю, або переважним порушенням секреції інсуліну з інсулінорезистентністю та виявляється порушенням вуглеводного обміну. Тим не менше, інсулінорезистентність представляє собою найбільш ранній дефект, що формується ще на етапі зайвої ваги, що становить 90% більших супутників цукрового діабет 2 типу.

В Україні 211 411 пацієнтів отримують інсулінотерапію. Тобто у них такий важкий цукровий діабет. Захворюваність на діабет швидко зростає. В Україні поширення діабету становить 7,3%. І все частіше діабет почав діагностуватися серед молодого населення.

Інсулінорезистентність - це порушення біологічного відтворення на взаємодію ендогенного або екзогенного інсуліну тканини-мішеней - переважно печені, адипоцитів та скелетних мишей. До основних біологічних ефектів інсуліну відносяться регуляція всіх видів метаболізму (вуглеводного, жирового, білкового) та мітогенних процесів (роста, диференціація тканин, синтез ДНК, транскрипції генів).

Інсулінорезистентність також є одним з ключових ланок патогенезу таких захворювань, як серцево-судинна патологія, неалкогольна жирова хвороба печінки, синдром полікістозних яєчників, гестаційний діабет і багатьох інших[1].

Оскільки інсулінорезистентність бере участь в патогенезі різних захворювань, методи її діагностики і корекції мають велике значення в терапевтичній практиці.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

**Актуальність теми атестаційної роботи** зумовлена постійним зростанням кількості пацієнтів із цукровим діабетом та прогресуючим зниженням чутливості інсулінозалежних клітин до дії інсуліну з подальшим порушенням метаболізму глюкози і надходженням її в клітини. Тому роботи, що направлені на пошук нових рішень в цій області є актуальними.

**Метою даної роботи** є вивчення взаємодії ознак, діагнозів із розвитком інсулінорезистентності та програмна реалізація дослідження за допомогою використаних методів кластеризації даних.

Для цього необхідно вирішити наступні **завдання**:

- провести аналіз наявних методів і засобів діагностики інсулінорезистентності;
- розробити метод аналізу вибірок медичних даних пацієнтів з інсулінорезистентністю;
- визначити точність запропонованого методу аналізу даних;
- розробити структурної схеми системи дослідження медичних даних пацієнтів з інсулінорезистентністю;
- розробити програмно-алгоритмічного забезпечення та отримати експериментальні результати.

Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

У вступі наведено основні положення щодо актуальності розробки, її новизни, практичної цінності, мети, завдань та методів їх розв'язання.

В першому розділі розглянуто основні ознаки інсулінорезистентності та методи його дослідження.

Другий розділ описує детально методи кластеризації даних, які були використані для мого дослідження. Зроблено медико-технічне заключення.

Третій розділ містить в собі практичну частину дослідження, а саме апробацію методу на медичних даних.

У висновках наведено досягнуті результати обробки та аналізу медичних даних у рацієнтів з інсулінорезистентністю.

## ВИСНОВКИ

Проведена обробка та експериментальний аналіз даних різними методами кластеризації. Як результат, ми бачимо, що рівень глюкози відіграє найважливішу роль у визначенні того, хворий на діабет чи ні. Після цього важливу роль має індекс масі тела (ІМТ), вагітність та вік. Інші фактори мають не великий вплив на розвиток інсулінорезистентності.

Не дивно, що 80% жінок з діабетом страждали ожирінням, а 16% мали надлишкову вагу. Повідомлялося, що тільки 3% мали нормальну вагу. Серед жінок, у яких немає діабету, 50% страждали ожирінням, 27% мали надлишкову вагу і 20% були нормальними.

49% жінок, які страждають на діабет, мали позитивну реакцію на гіперглікемію, а 50% мали нормальний рівень глюкози. Дивно, але рівні глюкози, мабуть, чи не чітко розрізняють діабетиків. Очевидно, що люди з гіперглікемією більш схильні до діабету.

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

ГЛЮКООКСИДАЗА, ДІАБЕТ, ІНДЕКС НОМА-1R,  
ІНСУЛІНОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ, КЛАСТЕРІЗАЦІЯ, K-СЕРЕДНІХ, МЕТОД  
ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ(PCA), ЩІЛЬНІСНИЙ АЛГОРИТМ ПРОСТОРОВОЇ  
КЛАСТЕРІЗАЦІЇ З ПРИСУТНІСТЮ ШУМУ(DBSCAN),

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Инсулинорезистентность. Что такое индекс НОМА и зачем его определяют [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.10gkb.by/informatsiya/stati/insulinorezistentnost-chto-takoe-indeks-homa-i-zachem-ego-opredelyayut>.
2. Type A insulin resistance syndrome [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <https://medlineplus.gov/genetics/condition/type-a-insulin-resistance-syndrome/>.
3. Integrating Mechanisms for Insulin Resistance: Common Threads and Missing Links [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3294420/#:~:text=Insulin%20resistance%20is%20a%20complex,the%20pathogenesis%20of%20insulin%20resistance..>
4. Mechanisms of Insulin Action and Insulin Resistance [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6170977/>.
5. Prediabetes/Insulin Resistance Research [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.diabetes.org/research/prediabetesinsulin-resistance-research>.
6. Insulin Resistance [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.webmd.com/diabetes/insulin-resistance-syndrome>.
7. Insulin Resistance [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.diabetes.co.uk/insulin-resistance.html>.
8. Алишева Е. К., Красильникова Е. И., Шляхто Е. В. Методы диагностики инсулинорезистентности //Терапевтический архив. – 2002. – Т. 74. – №. 1. – С. 29-34.
9. Можливості оцінки інсулінорезистентності в осіб із цукровим діабетом 1-го типу [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://empendium.com/ua/chapter/B27.8.3.60..>

10. Зимин Ю. В. Происхождение, диагностическая концепция и клиническое значение синдрома инсулинорезистентности или метаболического синдрома X //Кардиология. – 1998. – Т. 6. – С. 71-81.
11. Витебская А. В., Васюкова О. В. Диагностика инсулинорезистентности у детей и подростков //Проблемы эндокринологии. – 2006. – Т. 52. – №. 6. – С. 39-41.
12. Исаак А., Кочубей О. А., Кочубей О. А. Современные методы диагностики инсулинорезистентности : дис. – ХНМУ, 2014.
13. Перова Н. В. и др. Методы раннего выявления и коррекции метаболического синдрома //Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2001. – Т. 4. – №. 1. – С. 18-18.
14. Кононенко И. В., Смирнова О. М. Инсулинорезистентность и пути ее коррекции при сахарном диабете 2-го типа //Лечащий врач. – 2006. – Т. 2. – С. 18-22.
15. Роль инсулинорезистентности в развитии сахарного диабета и других состояний. Современные возможности коррекции Оригинальная статья опубликована на сайте РМЖ (Русский медицинский журнал) [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.rmj.ru/articles/endokrinologiya/rol-insulinorezistentnosti-v-razvitii-sakharnogo-diabeta-i-drugikh-sostoyaniy-sovremennye-vozmozhnosti-korreksii/>.
15. Черезов Д. С., Тюкачев Н. А. Обзор основных методов классификации и кластеризации данных //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2009. – №. 2. – С. 25-29.
16. Нейский И. М. Классификация и сравнение методов кластеризации //Интеллектуальные технологии и системы. Сб. учебно-методических работ и статей аспирантов и студентов. М.: НОК «CLAIM. – 2006. – №. 8. – С. 130-142.
17. Кластеризация: алгоритмы k-means и c-means [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/67078/>.
18. Егоров А. В., Куприянова Н. И. Особенности методов кластеризации данных //Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2011. – Т. 124. – №. 11.

19. Подготовка данных для алгоритмов машинного обучения [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://blog.dataalytica.ru/2018/04/blog-post.html>.  
%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82-pca/.
20. Егорова А. Н., Феофанов М. А. Методы визуализации данных с помощью PYTHON //Информационные технологии и когнитивная электросвязь. – 2020. – С. 141-143.
21. Куанышев В. Т., Егорова А. Н., Феофанов М. А. Методы визуализации данных с помощью Python //European science forum. – 2020. – С. 88-91.
22. Ефремова А. Н., Полячкова М. А., Васильева Л. В. Средства визуализации данных в скриптах на языке Python //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2019. – Т. 2. – С. 62-67.
23. Соболева Е. Д., Попова И. А., Попова А. А. Визуализация многомерных наборов данных при помощи алгоритмов снижения пространства признаков PCA И T-SNE //StudNet. – 2020. – Т. 3. – №. 11.
24. Скачкова И. Н., Чечулин В. Л. Визуализация пространства заболеваний по данным симптомов, с сокращением размерности на примере заболеваний желудочно-кишечного тракта //Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века. – 2018. – С. 118-121.
25. Метод главных компонент (PCA) [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу:  
<https://craftappmobile.com/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4-%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82-pca/>.
26. PCA using Python (scikit-learn) [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://towardsdatascience.com/pca-using-python-scikit-learn-e653f8989e60>.
27. Кластеризация k-means с расстоянием Евклида и Махаланобиса [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/147973/>.

28. Обзор алгоритмов кластеризации данных [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/101338/>.
29. Евклидова, L1 и Чебышёва — 3 основные метрики, которые пригодятся в Data Science [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://tproger.ru/translations/3-basic-distances-in-data-science/>.
30. Предварительная обработка данных [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/511132/>.
31. Предварительная обработка данных в Python [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.machinelearningmastery.ru/data-preprocessing-in-python-b52b652e37d5/>.
32. Лекция 18: Процесс Data Mining. Начальные этапы [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/192?page=3>.
33. K-Means in Real Life: Clustering Workout Sessions [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.kdnuggets.com/2018/08/k-means-real-life-clustering-workout-sessions.html>.
34. Hartigan J. A., Wong M. A. Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm //Journal of the royal statistical society. series c (applied statistics). – 1979. – Т. 28. – №. 1. – С. 100-108.
35. K-Means Clustering in Python: A Practical Guide [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://realpython.com/k-means-clustering-python/>.
36. <https://python-scripts.com/question/9803>
37. Иерархическая кластеризация [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://ranalytics.github.io/data-mining/102-H-Clustering.html>.
38. Some methods for classification and analysis of multivariate observations [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www-m9.ma.tum.de/foswiki/pub/WS2010/CombOptSem/kMeans.pdf>.
39. CHAMELEON: A Hierarchical Clustering Algorithm Using Dynamic Modeling [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www-users.cs.umn.edu/~hanxx023/dmclass/chameleon.pdf>.

40. t-SNE in Python [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://reneshbedre.github.io/blog/tsne.html>.
41. Методы обучения без учителя [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: [https://nagornyy.me/courses/data-science/clustering\\_and\\_topic\\_modelling/#t-sne](https://nagornyy.me/courses/data-science/clustering_and_topic_modelling/#t-sne).
42. DBSCAN Clustering Algorithm in Machine Learning [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.kdnuggets.com/2020/04/dbscan-clustering-algorithm-machine-learning.html>.
43. Интересные алгоритмы кластеризации, часть вторая: DBSCAN [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/322034/>.
44. Logistic Regression in Python [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://realpython.com/logistic-regression-python/#logistic-regression-in-python>.
45. Логистическая регрессия в Python — Краткое руководство [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://coderlessons.com/tutorials/python-technologies/logisticheskaia-regressiia-v-python/logisticheskaia-regressiia-v-python-kratkoe-rukovodstvo>.
46. UCI Machine Learning. Pima Indians Diabetes Database [Электронный ресурс] / UCI Machine Learning – Режим доступа до ресурсу: <https://www.kaggle.com/uciml/pima-indians-diabetes-database>
47. Краткий обзор языка Python [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.helloworld.ru/texts/comp/lang/python/python2/index.htm>.
48. Язык программирования Python: плюсы, минусы, сфера применения. Каким языком является Python? [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://otus.ru/nest/post/1547/>.
49. Преимущества Python перед другими языками программирования [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.digest.pro/news/preimushhestva-python-pered-drugimi-jazykami-programmirovaniya/>.

50. I. Perova, Ye. Bodyanskiy Medical online neuro-fuzzy diagnostics system with active learning International Journal of Advances in Computer and Electronics Engineering Volume 2, Issue 7, July 2017, pp. 1–10
51. И.Г. Перова, Е.Н. Бражникова, И.П. Плисс Нео-фаззи подход в задачах online медико-биологической диагностики // Прикладная радиоэлектроника. Харьков: ХНУРЭ, 2016. – т.15, №1, с. 51-57.
52. Бодянский Е.В., Перова И.Г. Нейро-фаззи система для задач обработки медицинских данных в ситуациях множества диагнозов // Бионика интеллекта. – Харьков: ХНУРЭ, 2015. – Вып. 2 (85)
53. O. Turuta, A. Deineko, I. Perova , Y. Kutsenko M. Shalamov Evolving Neural Network for Kernel Principal Component Analysis // International Journal of Computer Science and Mobile Computing IJCSMC, Vol.4, Issue 9, 2015, P.356-363
54. O. Turuta, I. Perova, A. Deineko Evolving flexible neuro-fuzzy system for medical diagnostic tasks // International Journal of Computer Science and Mobile Computing IJCSMC, Vol.4, Issue 8, 2015, P.475-480
55. Перова И.Г. Адаптивная обработка данных медико-биологических исследований методами вычислительного интеллекта // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Х.: 2014. – №1(67), с. 24-28.
56. I. Perova, Ye. Bodyanskiy Adaptive fuzzy clustering based on Manhattan metrics in medical and biological applications // Вісник національного університету “Львівська політехніка” №826, 2015, p. 8-12.