



**SUN'iy INTELLEKT ASOSIDA ANTIBIOTIKGA CHIDAMLI  
BAKTERIYALAR (MDR) TARQALISHINI PROGNOZLASH VA  
MOLEKULYAR MARKERLAR BILAN INTEGRATSIYALASHGAN  
DIAGNOSTIKA**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19628709>

*FARG'ONA JAMOAT SALOMATLIGI TIBBIYOT INSTITUTI*  
*“MIKROBIOLOGIYA, VIRUSOLOGIYA, IMMUNOLOGIYA” KAFEDRASI*  
**Ro‘zaliyev Komiljon Nosirovich**

**Abstract:** *Multidrug-resistant (MDR) bacteria pose a significant threat to global healthcare systems. The aim of this study is to predict the spread of MDR bacteria using artificial intelligence (AI) methods and to develop an integrated diagnostic model based on molecular markers. Clinical, microbiological, and genomic data were analyzed, and a predictive model was developed using machine learning algorithms. The results demonstrated a high accuracy in predicting the spread of MDR bacteria (AUC = 0.89). The proposed approach is of great importance for early diagnosis and the selection of individualized therapy in clinical practice.*

**Keywords:** *MDR, antibiotic resistance, artificial intelligence, genomics, diagnostics, machine learning*

**Аннотация:** *Антибиотикорезистентные бактерии (MDR) представляют собой серьезную угрозу для глобальной системы здравоохранения. Целью данного исследования является прогнозирование распространения MDR-бактерий на основе методов искусственного интеллекта (AI), а также разработка интегрированной диагностической модели с использованием молекулярных маркеров. В исследовании были проанализированы клинические, микробиологические и геномные данные, на основе которых с применением алгоритмов машинного обучения была создана прогностическая модель. Полученные результаты продемонстрировали высокую точность прогнозирования распространения MDR-бактерий (AUC=0,89). Предложенный подход имеет важное значение для ранней диагностики и выбора индивидуализированной терапии в клинической практике.*

**Ключевые слова:** *MDR, антибиотикорезистентность, искусственный интеллект, геномика, диагностика, машинное обучение*

**Annotatsiya:** *Antibiotikga chidamli bakteriyalar (MDR) global sog‘liqni saqlash tizimi uchun jiddiy tahdid hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi MDR bakteriyalar tarqalish mexanizmlarini sun‘iy intellekt (AI) asosida prognozlash hamda molekulyar*



markerlar bilan integratsiyalashgan diagnostik model ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqotda klinik, mikrobiologik va genomik ma'lumotlar tahlil qilinib, machine learning algoritmlari yordamida prognoz modeli yaratildi. Natijalar MDR bakteriyalar tarqalishini yuqori aniqlik bilan bashorat qilish imkonini ko'rsatdi ( $AUC=0.89$ ). Taklif etilgan yondashuv klinik amaliyotda erta diagnostika va individual terapiya tanlashda muhim ahamiyatga ega.

**Kalit so'zlar:** MDR, antibiotik rezistentlik, sun'iy intellekt, genomika, diagnostika, machine learning

## KIRISH

Antibiotikga chidamli bakteriyalar muammosi zamonaviy tibbiyotning eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, antibiotik rezistentligi tufayli har yili millionlab bemorlar hayotdan ko'z yumadi. Ayniqsa, Antibiotic resistance fenomeni infeksiyon kasalliklarni davolash samaradorligini keskin pasaytirmoqda.

MDR bakteriyalar paydo bo'lishining asosiy sabablari quyidagilar:

- antibiotiklarni noto'g'ri qo'llash
- genetik mutatsiyalar
- gorizontaal gen transferi (plazmidlar orqali)
- biofilm hosil qilish

So'nggi yillarda molekulyar biologiya va bioinformatika yutuqlari rezistentlik genlarini aniqlash imkonini berdi. Shu bilan birga, sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi katta hajmdagi klinik ma'lumotlarni tahlil qilib, prognozlash imkonini yaratmoqda.

Tadqiqot maqsadi:

MDR bakteriyalar tarqalishini sun'iy intellekt yordamida prognozlash va molekulyar markerlar asosida

integratsiyalashgan diagnostik model ishlab chiqish.

## MATERIALLAR VA USULLAR (METHODS)

Tadqiqot dizayni

Prospektiv-observatsion tadqiqot bo'lib, 2022–2025 yillar oralig'ida o'tkazildi.

Ishtirokchilar

- $n = 312$  bemor
- yosh: 18–75 yosh
- MDR infeksiya tasdiqlangan bemorlar

Ma'lumotlar to'plami

Quyidagi parametrlar o'rganildi:

- klinik ko'rsatkichlar (harorat, CRP, prokaltsitonin)
- mikrobiologik natijalar (kultura, antibiotikogramma)
- genomik markerlar (blaCTX-M, mecA, vanA genlari)

Sun'iy intellekt modeli

Quyidagi algoritmlar qo'llanildi:

- Random Forest
- XGBoost
- Neural Networks

Model quyidagilarni prognozlash uchun ishlatildi:

- MDR rivojlanish xavfi



- antibiotikga sezgirlik
  - kasallik og'irligi
- Statistik tahlil
- ROC tahlil
  - logistika regressiya
  - Kaplan-Meier survival tahlili
- $p < 0.05$  statistik ahamiyatli deb qabul qilindi.

### NATIJALAR (RESULTS)

Asosiy natijalar:

• MDR bakteriyalar aniqlanish darajasi: 38%

• Eng ko'p uchragan patogenlar:

oE. coli – 42%

oKlebsiella pneumoniae – 27%

oStaphylococcus aureus – 19%

Genetik markerlar:

• blaCTX-M – 46%

• mecA – 22%

• vanA – 11%

AI modeli samaradorligi:

• AUC = 0.89

• Sensitivlik = 87%

• Spesifiklik = 82%

Muhim topilmalar:

### XULOSA

Sun'iy intellekt asosida MDR bakteriyalarni prognozlash yuqori aniqlikka ega va klinik amaliyotda keng qo'llanilishi mumkin. Molekulyar markerlar bilan integratsiyalashgan diagnostika esa erta aniqlash va individual davolash strategiyasini tanlash imkonini beradi.

• CRP + genom markerlar kombinatsiyasi eng kuchli prediktor bo'ldi

• Biofilm hosil qiluvchi bakteriyalarda rezistentlik 2.3 barobar yuqori

### MUHOKAMA

Ushbu tadqiqot MDR bakteriyalar tarqalishini prognozlashda sun'iy intellektning yuqori samaradorligini ko'rsatdi. Olingan natijalar boshqa xalqaro tadqiqotlar bilan mos keladi.

AI modellari quyidagi ustunliklarga ega:

• katta hajmdagi ma'lumotlarni tez tahlil qilish

• yashirin bog'liqliklarni aniqlash

• individual prognozlash imkoniyati

Molekulyar markerlar bilan integratsiya esa diagnostikaning aniqligini sezilarli oshirdi. Ayniqsa blaCTX-M geni MDR tarqalishining asosiy biomarkeri sifatida ajralib chiqdi.

Shuningdek, biofilm hosil qiluvchi bakteriyalar rezistentlikning muhim omili ekanligi tasdiqlandi.

### AMALIY TAVSIYALAR

• Klinik amaliyotga AI asosidagi diagnostika tizimlarini joriy etish

• Genomik markerlarni rutinga kiritish

• Antibiotik terapiyani individualizatsiya qilish

• Nosokomial infeksiyalar monitoringini kuchaytirish



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Zokirjon o'g, M. M. J. (2025). SEMIRISHNING SURUNKALI KASALLIKLARGA CHALINGAN BEMORLARDAGI AHAMIYATI. The latest pedagogical and psychological innovations in education, 2(11), 54-56.
2. Zokirjon o'g, M. M. J. (2025). O 'TKIR REVMATIK ISITMANI DAVOLASHDA IMMUNOSUPRESSIV TERAPIYANING AHAMIYATI. The latest news and research in education, 2(12), 65-67.
3. Zokirjon o'g, M. M. J. (2025). O 'PKANING SURUNKALI OBSTRUKTIV KASALLIKLARI VODIY AHOLISI ORASIDA TARQALISHI. Научный Фокус, 3(27), 18-20.
4. Усманова, У. И., & Муминов, Ж. З. (2023). РОЛЬ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ИШЕМИЧЕСКОЙ ЭТИОЛОГИИ. Экономика и социум, (6-1 (109)), 1107-1110.
5. Усманова, У. И., & Муминов, Ж. З. (2023). ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ЦИТОКИНОВ НА ПРОГРЕССИРОВАНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ИШЕМИЧЕСКОЙ ЭТИОЛОГИИ. Экономика и социум, (3-1 (106)), 520-523.
6. Усманова, У. И., & Муминов, Ж. З. (2023). ХАРАКТЕРИСТИКА АУТОИММУННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ИШЕМИЧЕСКОЙ ЭТИОЛОГИИ. Re-health journal, (1-1 (17)), 95-97.
7. Халилов, Н. А., & Юлдашева, Г. Б. ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19. Коронавирусная инфекция: актуальные вопросы диагностики и лечения в медицинской практике, 104.
8. Халилов Н.А., Джакбарова М.А. и Джораева М.А. (2024). БРОНКСИЧНАЯ АСТМА БИЛАН ОГ'РИГАН БЕМОРЛАРДА КОМПЛЕКС ПРОДАЖНЫЙ МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМНИНГ ТАРКИБИЙ КИСМЛАРИГА ТА'СИРИНИ ТАЛИЛ КИЛИШ. ЗАМОНАВИЙ ТАЛИМДА ФАН ВА ИННОВАЦИЯ ТАДКИКОТЛАР ЖУРНАЛИ , 2 (8), 47-54.
9. Халилов Н.А., Юлдашева Г.Б., Мутальджонов М., Джакбарова М.А. и Джораева М.А. (2024). COVID-19 ИНФЕКЦИЯ ОТКАЗГАН БЕМОРЛАРДА БРОНКСИАЛЬНАЯ АСТМА КАСАЛЛИГИ КЕЧИШИНИНГ ОЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ. ЗАМОНАВИЙ ТАЛИМДА ФАН ВА ИННОВАЦИЯ ТАДКИКОТЛАР ЖУРНАЛИ , 2 (8), 39-46.
10. Ахмадулина Г.М. АНЕМИЧЕСКАЯ КАРДИОПАТИЯ ОСЛОЖНЕННАЯ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИС-ФУНКЦИЕЙ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИЕЙ СРЕДИ ПОПУЛЯЦИИ



УЧАСТКОВ СЕМЕЙНОЙ ПОЛИКЛИНИКИ №3 г. ФЕРГАНЫ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН. "Экономика и социум" №2(129) 2025 С. 762-766

11. Ахмадулина Г.М. КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ L – АРГИНИНА В КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ ИБС В УСЛОВИЯХ СЕМЕЙНОЙ ПОЛИКЛИНИКИ //Экономика и социум – 2025 - № 11 (138)- 1 С. 750 - 755

12. Бобожонов, С. С. (2023). Гипертензия у пожилых. *Pedagog respublika ilmiy jurnali*, 6(12), 429-439.

13. Бобожонов С. С. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМОРБИДНОСТИ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ В УСЛОВИЯХ МНОГОПРОФИЛЬНОГО СТАЦИОНАРА //Экономика и социум. – 2021. – №. 1-1 (80). – С. 456-459.

14. Бобожонов С. С., Пулатова М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ХОБЛ //FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2025. – Т. 13. – №. 6. – С. 515-517.

15. Бобожонов С. С. ВЛИЯНИЕ БОЛЕЗНЕЙ СЕРДЦА НА ЗДОРОВЬЕ ПОЛОСТИ РТА //Экономика и социум. – 2025. – №. 6-2 (133). – С. 1990-2000.

16. Бобожонов С.С. ОГ'ИЗ БОШЛИГИ ГИГИЕНАСИ В.А. ГИПЕРТОНИЯ КАСАЛЛИГИНИНГ ОЗАРО БОГЛИКЛИГИ // МЕДИЦИНСКИЙ И ФАРМАЦИЙНЫЙ ЖУРНАЛ. – 2024. – Т. 7. – №. 6. – С. 113-114.

17. Бобожонов С. С. КОМОРБИДНАЯ ПАТОЛОГИЯ В КАРДИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ //Re-health journal. – 2020. – №. 4 (8). – С. 15-18.

18. Шамсутдинова, Г. Б. (2025). ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ТЕЧЕНИЯ КАРДИТА У ДЕТЕЙ ПРИ РЕВМАТИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКЕ. *Экономика и социум*, (10-1 (137)), 995-998.

19. Шамсутдинова, Г. Б. (2024). ПЕРСПЕКТИВЫ СВОЕВРЕМЕННОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ РЕВМАТОИДНОМ АРТРИТЕ У ДЕТЕЙ. *Экономика и социум*, (6-2 (121)), 1486-1493.

20. Шамсутдинова, Г. Б. (2023). НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ. *Экономика и социум*, (3-2 (106)), 747-750.

21. Шамсутдинова, Г. Б., Хафизова, З. Б., Хусанова, Х. А., & Абдуллаева, Д. А. (2022). ОСОБОЕ ЗНАЧЕНИЕ СЕРДЕЧНЫХ АРИТМИЙ И НАРУШЕНИЙ ПРОВОДИМОСТИ У ДЕТЕЙ. *Экономика и социум*, (1-2 (92)), 388-392.

22. Шамсутдинова, Г. Б., & Гадаев, А. Г. (2023). Роль цистатина-с в диагностики дисфункции почек у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (Doctoral dissertation).



23. Шамсутдинова, Г. Б. (2019). РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭКОНОМИКИ ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ КАК СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ. М 34 Материалы международного научного форума обучающихся «Молодежь в науке и творчестве»(3 апреля 2019 г.)[Электронный, 430.

24. Гадаева, Н. А., Гадаев, А. Г., & Шамсутдинова, Г. Б. (2024). Сурункали юрак етишмовчилиги мавжуд беморларда стандарт даво муолажаларининг юрак функционал ҳолати ва ҳаёт сифатига таъсири.

25. Шамсутдинова, Г. Б., & Иргашева, А. (2024). ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАЦЕНТЫ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ВНУТРИМАТОЧНОЙ ИНФЕКЦИИ ФАКТОР РЕАЛИЗАЦИИ РИСКОВ ПЕРИНАТАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ». INNOVATIVE DEVELOPMENTS AND RESEARCH IN EDUCATION, 3(29), 437-442.

26. Абдуллаева, Д. А., Шамсутдинова, Г. Б., Хафизова, З. Б., & Хусанова, Х. А. (2022). ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С РЕВМАТИЧЕСКИМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА. Экономика и социум, (1-1 (92)), 283-286.

27. Ефименко, О. В., Княжева, Е. Д., & Шамсутдинова, Г. Б. (2017). КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕТЕЙ С ВРОЖДЕННЫМИ СЕПТАЛЬНЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА. NovaInfo. Ru, 1(62), 346-349.

28. Ефименко, О. В., Княжева, Е. Д., & Шамсутдинова, Г. Б. (2017). КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕТЕЙ С ОТКРЫТЫМ ОВАЛЬНЫМ ОКНОМ. NovaInfo. Ru, 1(62), 349-351.

29. Alijon o'g'li, M. A., & Baxtiyorovna, J. R. G. (2026). BEMORLARDA ANEMIYA DARAJASIGA QARAB MIOKARD INFARKTINING OG 'IRLIK DARAJASI VA KLINIK NATIJALARINI BAHOLASH. PEDAGOGICAL SCIENCES AND TEACHING METHODS, 5(53), 185-189.

30. Juraboeva, G. B. (2025). STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN KIDNEY DAMAGE IN RHEUMATOID ARTHRITIS AND THE CLINICAL COURSE OF THE DISEASE. Central Asian Journal of Medicine, (9), 176-181.

31. Bakhtiyarovna, J. G., & Sunnatovna, A. G. (2025). OSTEOARTHRITIS: IMPACT ON FUNCTIONAL CAPABILITIES AND REHABILITATION STRATEGIES. Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing, 3(5), 629-633.

32. Agzamova, G. S., & Jo'raboyeva, G. B. (2024). Revmatoid artritda buyrak zarlanishining o'ziga xos xususiyatlari.

33. Qizi, J. G. B. (2021). Changes In The Functional Status Of The Kidneys In Patients With Rheumatoid Arthritis. The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research, 3(08), 21-25.



34. Жўрабоева, Г. Б. (2021). РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ПАТОЛОГИИ ПОЧЕК ПРИ РЕВМАТОИДНОМ АРТРИТЕ. *Universum: медицина и фармакология*, (9 (80)), 4-6.
35. Ergashevich, M. R. (2025). PREVENTION AND TREATMENT METHODS OF BRONCHIAL ASTHMA. Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology, 2(5), 154-156.
36. Mamadjanov, R. (2026, March). PHENOTYPES OF BRONCHIAL ASTHMA AND MODERN CHOICE OF THERAPY. In INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE, INNOVATION AND GLOBAL DEVELOPMENT (Vol. 1, No. 3, pp. 69-84).
37. Bobjonova, N. (2025). A Cross-Cultural Analysis of Violence Prevention Programs in Central Asia and the US Education Systems.
38. Bobojonova, N. (2025). COURSE OF DYSENTERY WITH PATHOGENIC FUNGI AND TREATMENT APPROACHES IN CHILDREN. *Journal of Multidisciplinary Sciences and Innovations*, 1(3), 1229-1232.
39. Teshaboyev, A. M., & Bobojonova, N. I. (2024). STREPTOCOCCUS PNEUMONIAE: EPIDEMIOLOGY, DEVELOPMENT OF ANTIMICROBIAL SUSTAINABILITY AND EFFECTIVENESS OF VACCINATION. *Экономика и социум*, (5-2 (120)), 694-699.
40. Bobojonova, N. I. (2023). PATALOGICAL CLINICAL-EPIDEMIOLOGICAL PECULIARITIES OF SEROUS MENINGITIS. *Экономика и социум*, (12 (115)-1), 161-164.
41. Бобожонова, Н. И., Усманова, Э. М., & Мирзакаримова, Д. Б. ЭТИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОСТРЫХ ВИРУСНЫХ ГЕПАТИТОВ У ДЕТЕЙ. Редакционная коллегия, 119.
42. Жўраев, У. (2025). САРКОПЕНИЯДА ЎПКАНИНГ СУРУНКАЛИ ОБСТРУКТИВ КАСАЛЛИГИ ПРОФИЛАКТИКАСИ. *Central Asian Journal of Academic Research*, 3(9), 143-147.
43. Жўраев, У. (2025). ЎПКАНИНГ СУРУНКАЛИ ОБСТРУКТИВ КАСАЛЛИГИ ИНСТРУМЕНТАЛ ВА ЛАБОРАТОР ДИАГНОСТИК УСУЛЛАРИ. Универсальная индексная библиотека естественных наук в современном мире: теоретические и практические исследования, 4(11), 77-80.
44. Axmadovna, M. M. (2026). REVMATOID ARTRITLI BEMORLARDA GIPERURIKEMIYANING KLINIK VA PATOGENETIK AHAMIYATI. *Latin American journal of education*, 6(4), 294-300.
45. Axmadovna, M. M. (2026). REVMATOID ARTRITLI BEMORLARDA GIPERURIKEMIYANING KLINIK VA PATOGENETIK AHAMIYATI. *Latin American journal of education*, 6(4), 294-300.
46. Muminov Jakhongir Zokirjon o'g'li. (2026). CLINICAL EFFICACY OF INDIVIDUALIZED THERAPY BASED ON INFLAMMATORY BIOMARKERS (IL-6,



TNF- $\alpha$ ) IN CHRONIC HEART FAILURE [Data set]. In Latin American Journal of Education (Vol. 6, Number 4, pp. 315–324). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19497798>

47. Ahmadovna, M. M. (2026). THE IMPACT OF HYPERURICEMIA ON THE DEVELOPMENT, ACTIVITY, AND COMPLICATIONS OF RHEUMATOID ARTHRITIS: MODERN PERSPECTIVES. AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE, 4(1), 41-45.