



Факультет медицины и здравоохранения  
Казхакого национального университета имени аль-Фараби

# СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Международной научно - практической  
студенческой конференции  
«GENETICS + CLIMATE: частота как вызов»  
04 марта 2026 года

«GENETICS + CLIMATE: жиілігі сын қатер»  
халықаралық студенттік конференция  
04 наурыз 2026 ж.

**International Student Scientific and Practical Conference  
"GENETICS + CLIMATE: Frequency as a Challenge"  
on March, 4, 2026.**

Алматы 2026

УДК 616-06:616-08:035.037

«GENETICS + CLIMATE: частота как вызов»: Сборник материалов Международной научно-практической конференции (г. Алматы, 4 марта 2026 года) / / Под ред. Г.М.Курмановой, А.М. Курмановой, В.Р. Токаревой – Алматы, 2026. – 207 с.  
ISBN 978-601-04-5525-2

В сборнике материалов Международной Научно - Практической Студенческой конференции «GENETICS + CLIMATE: частота как вызов»: опубликованы работы молодых учёных и профессорско-преподавательского высших учебных заведений.

## ВВЕДЕНИЕ

В данный сборник включены материалы Международной Научно - Практической Студенческой конференции «GENETICS + CLIMATE: частота как вызов»: 4 марта 2026 года.

4 марта 2026 года. на базе Казахского национального университета имени аль-Фараби Кафедрой Общей Врачебной Практики была проведена Международная Студенческая научно - практическая конференция на тему «GENETICS + CLIMATE: частота как вызов». Конференция прошла в гибридном формате, включая оффлайн-участие и онлайн-трансляцию, что позволило привлечь широкую аудиторию.

С приветственным словом выступили Декан Факультета Медицины и Здравоохранения к.м.н. Калмаханов С.Б.:

- "Наука и образование играют ключевую роль в развитии нашего общества. Ваше участие в этой конференции подтверждает вашу заинтересованность в поиске новых знаний и стремление к профессиональному совершенствованию. Уверен, что сегодня прозвучат интересные доклады, возникнут продуктивные дискуссии и родятся новые идеи, которые найдут практическое

применение. Выражаю искреннюю благодарность организаторам мероприятия, а также всем участникам за вклад в успех этой конференции. Желаю вам вдохновения, плодотворной работы и новых открытий. Спасибо за внимание, и давайте начнём нашу программу!"

Конференция была посвящена ключевым вызовам XXI века: влиянию климатических изменений и экологических факторов на распространённость генетических и орфанных заболеваний, а также трансформации медицины под воздействием цифровых технологий и искусственного интеллекта.

Участники конференции: В мероприятии приняли участие представители всех медицинских вузов Казахстана, а также ведущие специалисты и эксперты в области медицины.

Мероприятие стало площадкой для обмена знаниями и дискуссий между студентами, молодыми учёными и экспертами в области медицины, биологии и технологий.

В рамках конференции было 44 докладчика, которые привлекли внимание 106 слушателей. Научная программа также включала два постерных доклада, дополнившие дискуссию и расширившие спектр представленных исследований.

Каждый участник получил индивидуальную номинацию и

сертификат, отражающую уникальность его научного вклада.

Конференция завершилась резюмированием выводов и благодарностью организаторам, участникам и докладчикам за активное участие и высокий уровень представленных материалов.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Public awareness of epigenetic mechanisms and the influence of environmental factors on gene expression.</b>	
Imasheva Bayan ,Yawar Fayaz.....	9
<b>2. Изучение распространенности аллергических заболеваний на примере бронхиальной астмы в XXI веке.</b>	
Строк Алина, Тронин Артём.....	22
<b>3. Social media addiction: Mechanisms of development, cognitive and mental health effects, and relapse processes - a systematic review.</b>	
Nurtayeva Galiya, Serik Dias.....	32
<b>4. Role of epigenetics in climate adaptation: Evidence from mouse models and human population.</b>	
Lazzat Sarsenova, Husam Abdo Mohammed Mohammed Abdulrazzaq, Abdallah Omer Ahmed Mohammed.....	4
<b>5. Artificial intelligence in medicine: From diagnosis to predicting future health.</b>	
Baidullayeva Gulzhakhan, Baimurat Shugyla.....	62
<b>6. Искусственный интеллект: будущее клинической фармакологии и медицины.</b>	
Зординова Карамят, Орынғалиев Сырым, Галимуллина Дания.....	66
<b>7. Генеративный искусственный интеллект в академической среде: опыт эмпирического исследования.</b>	
Строк Алина, Зайцева Юлия, Винниченко Алиса .....	71
<b>8. Этические и правовые аспекты применения искусственного интеллекта в системе скорой медицинской помощи Республики Казахстан.</b>	
Жубатканова Ж.К., Мулбаева Ырысгуль, Упағали Зейнеп .....	79

<b>9. The complexity of differential diagnosis of mis-a, still's disease and viral sepsis: A clinical case.</b>	
Gauhar Kurmanova, Gulzhan Trimova, Khan Mohammad Iqbal.....	83
<b>10. Применение искусственного интеллекта для раннего прогнозирования диабета и метаболических нарушений у детей.</b>	
Казденова Айша.....	86
<b>11. Электр жылулық сәулелендірудің жасушалық биостимуляциялық әсері: Агроөнеркәсіптік және медициналық биофизикадағы салыстырмалы талдау.</b>	
Байдуллаева Гульжахан , Асылғазы Аяна .....	94
<b>12. Оптимизация диагностики и прогнозирования течения герпесвирусного кератита.</b>	
Исаханова Джамия , Исмуханова Балым .....	102
<b>13. Сравнительный анализ моделей систем на основе искусственного интеллекта, используемых для ранней диагностики и прогнозирования сепсиса у госпитализированных пациентов.</b>	
Хохлова Юлия , Елемесова Камила, Ким Дмитрий, Ким Мария, Пернебаев Азамат, Ригерт Валерия.....	116
<b>14. Patient-specific digital twin models for predicting onset and progression of alzheimer's disease.</b>	
Sarybayeva Madina, Salimi Ehsanullah, Darmani Zahra.....	135
<b>15.Эпигенетика стресса:как среда переписывает наследственность.</b>	
Бондаренко Анастасия, Ақылбекова Әнел, Сейдханов Достон .....	146

**16. Rare Diseases of the Oral Cavity: Clinical Case Reports and Diagnostic Challenges**

Tokarieva Valeriya, Alsafi Zahraa Abdulsalam, Detochkina Xeniya....154

**17. The impact of Artificial Intelligence in early diagnosis and treatment prediction in rheumatology: a scoping review.**

Gulzhan Trimova, Rami Abdalla, Aya Malek, Muhammad Shariq Mehmood....169

**18. Psychosocial and physiological adaptation to Ramadan fasting among international students studying in Kazakhstan.**

Vangay A, Bakr Alyaseen, Yahia Zaqut.....186

**19. Dopamine Behavioral Addictions: Neurobiological and Behavioral Consequences of Digital Reward Overstimulation among different age groups.**

Teleubayeva A, Muhammad Hamada Taha, Mohamed Khaled Alyeldin, Mohammad Thaer Kaddorah, Atharv Jangid.....200

**ПОСТЕРНЫЕ ДОКЛАДЫ**

**1. Генеративный искусственный интеллект в академической среде: опыт эмпирического исследования.**

Строк А.Б, Зайцева Ю.....227

**2. The impact of air pollution on public health in kazakhstan: analysis of the current situation and prospects for pollution reduction.**

Raushanova A., Hadisa Kazemi, Fahima Ahadi.....228

# **Public Awareness Of Epigenetic Mechanisms And The Influence Of Environmental Factors On Gene Expression**

**Imasheva Bayan Imashkyzy**

Master of Public Health, Senior Lecturer at the Department of  
Obstetrics and Gynecology

*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

**Yawar Fayaz**

Fifth year student

*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

## *Abstract*

**Background:** Climate change and increasing environmental burdens intensify exposure to chronic stressors, highlighting the need to better understand gene–environment interactions mediated by epigenetic mechanisms.

**Aim of the study:** To assess public awareness of the impact of chronic stress and environmental factors on epigenetic regulation of gene expression and to analyze deterministic beliefs and urban–rural differences.

**Methods:** A pilot cross-sectional online survey was conducted between January and February 2026. Participants’ knowledge of epigenetics, perceptions of environmental stressors, and understanding of biological effects were evaluated using a structured questionnaire. Data were analyzed descriptively.

**Results:** Although 78.1% of respondents had heard the term “epigenetics,” 40.6% incorrectly identified gene mutation as an epigenetic mechanism, and 43.8% expressed genetically deterministic views. Meanwhile, 81.2% recognized environmental influences on gene expression, and 75.0% reported willingness to adopt preventive lifestyle changes. Urban participants more frequently reported environmental stressors (38.9% vs. 16.7% in rural areas), yet only 59.4% associated stress with biological changes.

**Conclusions:** A substantial awareness–comprehension gap persists, underscoring the need for mechanism-based health education to address climate-related environmental health risks.

**Keywords:** Epigenetics, DNA modification, environmental factors, climate, stress.

## **Introduction**

In the context of climate change and increasing environmental burden, exposure to chronic stressors—including air pollution, heat extremes, and psychosocial stress—is intensifying and is increasingly recognized as a significant risk factor for the development of chronic diseases [1]. Contemporary epigenetic research demonstrates that such exposures can alter the regulation of gene expression without changes in DNA sequence, leading to long-term biological consequences and

shaping individual health trajectories [2].

Despite growing scientific and public attention to epigenetics, population-level understanding of gene–environment interactions remains limited [3]. Genetically deterministic beliefs persist, whereby health is perceived as fully predetermined by heredity, while the role of modifiable factors—particularly chronic stress and environmental conditions—is underestimated. Such conceptual confusion may reduce engagement in preventive behaviors and hinder recognition of climate-related health risks [4]. Furthermore, little is known about how these perceptions differ between urban and rural populations experiencing unequal environmental exposures and stress burdens [5].

This pilot study aims to assess public awareness of epigenetic mechanisms, with a specific focus on perceptions of chronic stress and environmental influences on gene expression. The study further examines the prevalence of deterministic attitudes and explores differences between urban and rural respondents in exposure profiles and depth of understanding of gene–environment interactions. By integrating primary survey data with empirical epigenetic research, this work seeks to identify priority targets for health education that support health literacy and contribute to reducing environmentally driven health

inequities.

The aim of the study

The aim of this pilot study was to evaluate public awareness of the impact of chronic stress and environmental factors on epigenetic regulation of gene expression and to analyze deterministic beliefs and urban–rural differences among respondents.

## **2. Materials and methods**

This pilot cross-sectional study was conducted between January 10 and February 10, 2026, using an online survey format and included 32 participants. Data were collected through a structured author-developed questionnaire designed based on contemporary concepts in epigenetics, gene–environment interactions, and public health, as well as previous studies addressing public perceptions of epigenetics and genetic determinism. The questionnaire consisted of five thematic sections:

Section A — demographic characteristics (age, sex, living conditions);

Section B — basic knowledge of genetics and the presence of deterministic beliefs regarding the role of heredity in health;

Section C — awareness of epigenetics, sources of information, and understanding of its basic definition;

Section D — perceptions of the effects of chronic stress and environmental factors (air pollution, climate, nutrition, physical activity) on gene expression, as well as understanding of underlying biological mechanisms;

Section E — behavioral attitudes, including willingness to modify lifestyle and views on the need for earlier education in epigenetics.

Statistical analysis was descriptive in nature, with results presented as percentage distributions. Comparative analyses were additionally performed between urban and rural respondents. Participation was voluntary and anonymous.

## **Results and discussion**

Participants were predominantly young adults, with females comprising 56.2% of the sample and males 43.8%; the median age was 24 years. Regarding residence, 56.2% lived in urban areas, 21.9% in semi-urban settings, and 18.8% in rural areas.

### **3. Public Understanding of Epigenetics: Awareness versus Comprehension**

#### **3.1 High Awareness, Limited Mechanistic Understanding**

Survey results revealed that 78.1% of participants had previously heard the term “epigenetics,” primarily through university education, with additional exposure via scientific articles, social media, and other sources. This level of awareness

aligns with findings reported by Lynch et al., who documented widespread recognition of epigenetic terminology but substantial gaps in conceptual understanding [6].

When asked to identify epigenetic mechanisms from a multiple-choice list, 59.4% correctly selected DNA methylation and 37.5% identified histone modification. However, 40.6% incorrectly selected gene mutation, and 37.5% chose change in DNA sequence, both of which represent genetic rather than epigenetic processes. This confusion reflects a fundamental misconception that may undermine accurate risk perception and health-related decision-making.

### **3.2 Persistence of Genetic Determinism**

Despite exposure to epigenetic concepts, deterministic beliefs remained prevalent. A total of 43.8% of respondents agreed or expressed uncertainty that genes alone determine health. Similarly, 31.2% believed that possessing a disease-associated gene inevitably leads to disease development.

These findings echo the work of Waggoner and Uller, who argue that epigenetic mechanisms are often portrayed as decisive drivers of traits and health outcomes, effectively reproducing reductionist thinking. Rather than displacing biological determinism, such framing risks repackaging it as “epigenetic determinism” [7].

### **3.3 Recognition of Environmental Influences**

Encouragingly, 81.2% of respondents agreed that environmental factors such as pollution, diet, and climate can affect gene expression, and 75.0% expressed willingness to modify their lifestyle if informed that such changes could influence gene expression.

When asked which factors influence health beyond genetics, respondents most frequently selected stress (87.5%), physical activity (78.1%), diet (71.9%), and environment (68.8%). These results indicate a receptive audience for mechanism-based education explaining how modifiable exposures translate into biological changes through epigenetic pathways.

## **4. Environmental Health Risks and Epigenetic Mechanisms**

### **4.1 Heat Exposure and Epigenetic Aging**

Recent epigenetic research demonstrates that short-term exposure to high heat is associated with accelerated epigenetic aging, even when air pollution levels are low, whereas air pollution alone shows weaker and inconsistent effects [8].

These findings are particularly relevant given that 12.5% of respondents identified climate-related factors, including heat and weather extremes, as major stressors, primarily among urban residents. The biological embedding of heat stress through epigenetic aging pathways represents an important but

underrecognized mechanism linking climate change to health disparities.

## **4.2 Air Pollution and DNA Methylation**

Air pollution is among the most extensively studied environmental exposures in epigenetic epidemiology and is associated with increased risks of cardiovascular, metabolic, and respiratory diseases through alterations in DNA methylation and inflammatory pathways [9, 10].

Urban respondents reported environmental stressors such as noise, pollution, and overcrowding nearly twice as frequently as rural respondents (38.9% vs. 16.7%). However, only 68.8% of the total sample recognized environment as a determinant of health, highlighting a disconnect between exposure and awareness.

## **4.3 Noise Pollution as an Epigenetic Stressor**

Transportation noise represents an underrecognized environmental health risk with documented epigenetic effects, including changes in DNA methylation, histone modification, and microRNA expression [11, 12].

Among urban respondents who reported stress, 38.9% identified environmental conditions including noise as major stressors, compared with 16.7% of rural respondents. However, only 59.4% associated stress with biological changes in the body,

while 21.9% believed stress causes only immediate symptoms, suggesting limited understanding of chronic biological embedding through epigenetic mechanisms.

## **5. The Urban–Rural Divide in Stress, Exposure, and Knowledge**

Analysis by residence revealed distinct stress profiles. Urban residents most frequently reported academic pressure (66.7%), environmental conditions (38.9%), financial concerns (38.9%), interpersonal issues (27.8%), and climate-related stressors (22.2%). In rural settings, academic, family, and interpersonal stressors predominated.

Environmental and climate-related exposures were reported primarily by urban respondents, consistent with frameworks emphasizing urban–rural gradients in clustered environmental risks and epigenetic vulnerability.

The central finding of this study is a substantial gap between awareness and comprehension of epigenetics. While most respondents had heard the term, confusion between genetic and epigenetic processes persisted, alongside genetically deterministic beliefs.

At the same time, the majority expressed willingness to adopt healthier behaviors, indicating strong potential for preventive interventions. These findings support calls for mechanism-

focused education that clarifies the probabilistic nature of epigenetic effects and avoids simplistic determinism. Evidence linking heat, air pollution, and noise exposure to DNA methylation and epigenetic aging provides a tangible biological model of environmental embodiment. Communicating that epigenetic changes are measurable, potentially reversible, and unequally distributed due to structural factors may help bridge individual and societal narratives in climate and environmental health.

## **Conclusions**

This pilot study reveals a substantial gap between public awareness of epigenetics and mechanistic understanding of gene–environment interactions. Although most respondents were familiar with the term “epigenetics,” confusion between genetic and epigenetic processes and persistent deterministic beliefs remained common. At the same time, the majority recognized the role of environmental factors and chronic stress in health and expressed willingness to adopt preventive behaviors, highlighting both existing misconceptions and significant educational potential.

Urban respondents reported greater exposure to environmental stressors, including noise, pollution, and climate-related factors, yet understanding of the biological consequences of these

exposures was limited across geographic settings. These findings underscore the need for mechanism-based health education that clarifies the probabilistic nature of epigenetic effects and links environmental conditions to long-term health outcomes, particularly in the context of increasing climate-related risks.

### **References:**

1. Jain, R., & Epstein, J. A. (2024). Epigenetics. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 1441, pp. 341–364). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-44087-8\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-031-44087-8_18)
2. Zhang, M., Hu, T., Ma, T., Huang, W., & Wang, Y. (2024). Epigenetics and environmental health. *Frontiers in Medicine*, 18(4), 571–596. <https://doi.org/10.1007/s11684-023-1038-2>
3. Lynch, F., Lewis, S., Macciocca, I., & Craig, J. M. (2022). Public knowledge and opinion of epigenetics and epigenetic concepts. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, 13(4), 431–440. <https://doi.org/10.1017/S2040174421000520>
4. Kubota, T., Miyake, K., & Hirasawa, T. (2012). Epigenetic understanding of gene–environment interactions in psychiatric disorders: A new concept of

- clinical genetics. *Clinical Epigenetics*, 4(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.1186/1868-7083-4-1>
5. Favé, M. J., Lamaze, F. C., Soave, D., Hodgkinson, A., Gauvin, H., Bruat, V., Grenier, J. C., Gbeha, E., Skead, K., Smargiassi, A., Johnson, M., Idaghdour, Y., & Awadalla, P. (2018). Gene-by-environment interactions in urban populations modulate risk phenotypes. *Nature Communications*, 9, Article 827.  
<https://doi.org/10.1038/s41467-018-03202-2>
  6. Waggoner, M. R., & Uller, T. (2015). Epigenetic determinism in science and society. *New Genetics and Society*, 34(2), 177–195.  
<https://doi.org/10.1080/14636778.2015.1033052>
  7. Van Dang, K., Choi, E. Y., Crimmins, E., Finch, C., & Ailshire, J. (2025). The joint effects of exposure to ambient long-term air pollution and short-term heat on epigenetic aging in the Health and Retirement Study. *The Journals of Gerontology: Series A*, 80(7), Article glaf092.  
<https://doi.org/10.1093/gerona/glaf092>
  8. Rider, C. F., & Carlsten, C. (2019). Air pollution and DNA methylation: Effects of exposure in humans. *Clinical Epigenetics*, 11, Article 131.  
<https://doi.org/10.1186/s13148-019-0713-2>

9. Baradaran Mahdavi, S., & Kelishadi, R. (2023). DNA methylation as a potential mediator between environmental pollutants and osteoporosis: A current hypothesis. *BioImpacts*, 13(6), 521–523. <https://doi.org/10.34172/bi.2023.27717>
10. Zhang, X., Liu, Y., Zhang, L., Yang, Z., Yang, L., Wang, X., Jiang, C., Wang, Q., Xia, Y., Chen, Y., Wu, O., & Zhu, Y. (2015). Associations of genetic variations in EYA4, GRHL2 and DFNA5 with noise-induced hearing loss in Chinese population: A case–control study. *Environmental Health*, 14, Article 77. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0063-2>
11. Leso, V., Fontana, L., Finiello, F., De Cicco, L., Ercolano, M. L., & Iavicoli, I. (2020). Noise induced epigenetic effects: A systematic review. *Noise & Health*, 22(107), 77–89. [https://doi.org/10.4103/nah.NAH\\_17\\_20](https://doi.org/10.4103/nah.NAH_17_20)
12. Kuo, P. L., Moore, A. Z., Lin, F. R., & Ferrucci, L. (2021). Epigenetic age acceleration and hearing: Observations from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13, Article 790926. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.790926>.

**Изучение распространенности аллергических  
заболеваний на примере бронхиальной астмы в XXI  
веке**

**Строк Алина Борисовна**

Кандидат медицинских наук, ассистент кафедры общей и  
клинической фармакологии

*Российский университет дружбы народов, Россия*

**Тронин Артём Николаевич**

Студент III курса

*ФГАОУ ВО Российский Университет Дружбы Народов  
им. Патриса Лумумбы, Россия*

**Аннотация:** *Бронхиальная астма остаётся одним из наиболее распространённых хронических заболеваний: число больных в мире превышает 250 млн человек и продолжает расти. В работе рассматриваются основные факторы роста заболеваемости — загрязнение воздуха, урбанизация, климатические изменения и перинатальные факторы риска — а также современные подходы к терапии, включая биологические препараты. Подчёркивается необходимость комплексных профилактических мер и устранения глобального неравенства в доступе к лечению.*

**Ключевые слова:** бронхиальная астма, урбанизация,

загрязнение воздуха, изменение климата

Бронхиальная астма (БА) одно из основных хронических неинфекционных заболеваний у взрослых и детей, ассоциировано с высокой социально-экономической нагрузкой на общество, как отмечает Всемирная организация здравоохранения. На данный момент в мире насчитывается около 300 миллионов больных БА [1]. Согласно исследованию Global Burden of Disease (GBD) 2021 года к 2050 году ожидается 275 миллионов (224–330) случаев астмы[2]. К 2024 году оценки возросли до более 250 миллионов человек по данным ВОЗ. Абсолютное число пациентов продолжает увеличиваться вследствие экологических факторов, урбанизации, образа жизни и т.д. [2,3,4,5]

В Российской Федерации заболеваемость тяжелой бронхальной астмой существенно занижена, а значительная часть из 8,5 миллиона больных астмой не получают адекватного лечения.[6]

### **Факторы, влияющие на рост заболеваемости.**

Загрязнение атмосферного воздуха как один из ключевых факторов развития астмы.

Установлено, что загрязнение воздуха напрямую влияет на заболеваемость астмой у взрослых. Было обнаружено, что

каждые дополнительные 5 мкг/м<sup>3</sup> концентрации мелкодисперсных частиц PM<sub>2,5</sub> увеличивают риск развития астмы у взрослых на 7%, а каждые 10 мкг/м<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> — на 11%. [3] Важно отметить, что дети более уязвимы к воздействию загрязнения воздуха, чем взрослые. [4] Атмосферные загрязнители действуют на нескольких уровнях: они активируют как типовые, так и нетипичные воспалительные пути, стимулируют высвобождение эпителиальных цитокинов (TSLP, IL-33, IL-25), нарушают барьерную функцию дыхательного эпителия, усиливают оксидативный стресс и тем самым предрасполагают к развитию астмы

Урбанизация.

Урбанизация является одним из ключевых экологических факторов роста распространённости детской астмы. Городские условия жизни характеризуются повышенным воздействием наружных загрязнителей (PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, озон), усиленной экспозицией внутрикомнатных аллергенов (клещи домашней пыли, тараканы, плесневые грибки), сниженным контактом с микробным разнообразием окружающей среды и изменением пищевых привычек.[4,5] Совокупность этих факторов ведёт к дисрегуляции иммунной системы. В развивающихся странах, прежде

всего в Китае, стремительная урбанизация, по данным исследований, выступает одним из главных факторов, объясняющих рост заболеваемости астмой.[4]

«Гигиеническая гипотеза».

Гигиеническая гипотеза объясняет рост аллергических заболеваний тем, что жизнь в городских условиях с минимальным контактом с микробами в раннем возрасте нарушает нормальное созревание иммунной системы и смещает иммунный ответ в сторону Th2-пути, что, в свою очередь, предрасполагает к атопии. Исследования показывают, что дети, выросшие на фермах и имевшие контакт с разнообразными микробными агентами, реже страдают аллергическими заболеваниями. В противоположность этому, городские дети с ограниченной микробной экспозицией проявляют повышенную чувствительность к аллергенам[4]. Этот механизм по-прежнему рассматривается как один из центральных в объяснении глобального роста аллергических заболеваний.

Климатические изменения и новые экологические угрозы.

Изменения климата становятся всё более весомым фактором в эпидемиологии астмы и аллергических заболеваний. ВОЗ признаёт климатический кризис главной угрозой здоровью человечества в XXI веке. Рост

глобальных температур и увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  способствуют удлинению сезонов пыления и повышению аллергенности пыльцы, а значит — усилению симптомов у пациентов с аллергической астмой.[7] Экстремальные погодные явления (лесные пожары, ураганы, наводнения) ухудшают качество воздуха и стимулируют рост плесневых грибов, что дополнительно увеличивает аллергенную нагрузку. В педиатрической практике подчёркивается, что урбанизация и климатические изменения действуют синергично: городские тепловые острова усиливают образование озона приземного слоя, вредоносного для органов дыхания, тогда как пыльца и другие аэроаллергены становятся более агрессивными под воздействием высоких концентраций  $\text{CO}_2$ . [4]

### **Перинатальные и ранние жизненные факторы.**

Начало астмы ассоциировано с рядом перинатальных и ранних жизненных факторов: малым весом при рождении, недоношенностью, внутриутробным воздействием табачного дыма, перенесёнными вирусными инфекциями в раннем детстве, урбанизацией среды обитания и профессиональными воздействиями в старшем возрасте. [1] Эти данные указывают на то, что снижение бремени астмы требует превентивных стратегий, выходящих далеко за

рамки непосредственного клинического ведения пациентов: необходимы меры по охране здоровья беременных, снижению воздействия табачного дыма и улучшению качества городской среды. Раннее формирование иммунного ответа в критический период развития определяет дальнейшую предрасположенность к аллергическим заболеваниям на протяжении всей жизни.[1]

## **Современные подходы к терапии.**

### **Стандартная терапия и её ограничения.**

Согласно действующим клиническим рекомендациям GINA (Глобальная инициатива по бронхиальной астме), базисная терапия взрослых и подростков включает ингаляционные кортикостероиды (иГКС) в сочетании с формотеролом — либо в режиме «противовоспалительного купирования» (AIR), либо в режиме поддерживающей и противовоспалительной терапии (MART). [1] Данный подход позволяет эффективно контролировать симптомы у большинства пациентов. Однако около 5–10% пациентов страдают тяжёлой астмой, сохраняющейся, несмотря на максимальные дозы иГКС и дополнительных контролирующих препаратов. Эта часть пациентов характеризуется высокой смертностью: по имеющимся данным, ежегодные дополнительные расходы, связанные с

тяжёлой астмой только в США и ЕС, исчисляются десятками миллиардов евро.[1]

## **Терапия генно-инженерными биологическими препаратами (ГИБП).**

Разработка таргетных биологических препаратов стала наиболее значимым достижением в лечении тяжёлой Т2-высокой астмы за последние два десятилетия.[1] В настоящее время в России одобрено пять биологических агентов, применяемых при Т2-высокой астме. Омализумаб (анти-IgE антитело) направлен против свободного IgE и показан пациентам с аллергической астмой. Меполизумаб и реслизумаб (анти-ИЛ-5 антитела) снижают эозинофилию за счёт подавления ключевого цитокина дифференцировки и выживаемости эозинофилов. Бенрализумаб (анти-ИЛ-5 $\alpha$  антитело) непосредственно связывается с рецептором ИЛ-5 на поверхности эозинофилов, вызывая их апоптоз. Дупилумаб (анти-ИЛ-4 $\alpha$  антитело) блокирует сигнализацию как ИЛ-4, так и ИЛ-13, воздействуя на оба ключевых Т2-цитокина одновременно. Тезепелумаб (анти-TSLP антитело) работает на наиболее раннем этапе воспалительного каскада, блокируя TSLP — один из главных эпителиальных аларминов, инициирующих Т2-воспаление. Все зарегистрированные биологические

препараты наиболее эффективны при наличии выраженных T2-биомаркеров. Это свидетельствует о ключевой роли правильного отбора пациентов в достижении клинического результата.

### **Стратегии профилактики.**

#### **Изменение экологической политики.**

Профилактика бронхиальной астмы должна быть комплексной, многоуровневой и реализовываться задолго до появления клинических симптомов. На уровне популяции критически важны жёсткие нормативы качества воздуха и активные меры по сокращению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов, снижение концентрации PM<sub>2,5</sub> и NO<sub>2</sub> позволило бы ежегодно предотвращать миллионы новых случаев астмы.[5]

Доступность медицинской помощи: глобальное неравенство.

Один из наиболее актуальных аспектов глобальной проблемы астмы - неравенство в доступе к диагностике и лечению. Более 80% смертей, связанных с астмой, происходят в странах с низким и средним уровнем дохода, где не обеспечивается доступ даже к базовой терапии ингаляционными кортикостероидами. Биологические препараты, при всей их клинической эффективности,

доступны практически исключительно в странах с высоким уровнем дохода. [1] В Российской Федерации значительная часть пациентов не охвачена ни диспансерным наблюдением, ни адекватным лечением, несмотря на их номинальную доступность.[6] Решение этой проблемы требует как расширения страхового покрытия и субсидирования базисной терапии, так и создания национальных реестров для мониторинга заболеваемости астмой.

### **Заключение.**

Долгосрочная стратегия борьбы с ростом заболеваемости астмой неотделима от климатической повестки. Прогнозируемое к 2050 году вовлечение около 590 миллионов человек в число страдающих заболеваниями дыхательной системы подчёркивает масштаб предстоящих вызовов. Снижение выбросов парниковых газов не только замедлит климатические изменения, но и непосредственно уменьшит воздействие загрязнителей воздуха на дыхательные пути. Грамотная экологическая политика может продемонстрировать потенциальный двойной выигрыш: борьбу с изменением климата и одновременное снижение заболеваемости астмой.

### **Список использованных источников.**

1. Jayasooriya SM, Devereux G, Soriano JB et al. Asthma: epidemiology, risk factors, and opportunities for prevention and treatment. *Lancet Respiratory Medicine*. 2024. DOI: 10.1016/S2213-2600(24)00383-7.
2. GBD 2021 Asthma and Allergic Diseases Collaborators. Global, regional, and national burden of asthma and atopic dermatitis, 1990-2021, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Respir Med*. 2025 May;13(5):425-446. doi: 10.1016/S2213-2600(25)00003-7.
3. Lee S, Tian D, He R, Cragg JJ, Carlsten C, Giang A, Gill PK, Johnson KM, Brigham E. Ambient air pollution exposure and adult asthma incidence: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health*. 2024 Dec;8(12):e1065-e1078. doi: 10.1016/S2542-5196(24)00279-1.
4. Pham TT, Akinbolagbe Y, Nguyen TH, Phipatanakul W. Urbanization and childhood asthma. *Pediatr Allergy Immunol*. 2025 Jul;36(7):e70137. doi: 10.1111/pai.70137.
5. Ni R et al. Long-term exposure to PM<sub>2.5</sub> has significant adverse effects on childhood and adult asthma: A global meta-analysis and health impact assessment. *One Earth*. 2024. DOI: 10.1016/j.oneear.2024.09.009.

6. Быстрицкая Е.В., Биличенко Т.Н. Обзор общей заболеваемости населения Российской Федерации бронхиальной астмой. Пульмонология. 2022;32(5):651-660. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-5-651-660>
7. Andersen ZJ, Vicedo-Cabrera AM, Hoffmann B, Melén E. Climate change and respiratory disease: clinical guidance for healthcare professionals. *Breathe (Sheff)*. 2023 Jun;19(2):220222. doi: 10.1183/20734735.0222-2022.

**Social Media Addiction: Mechanisms of Development,  
Cognitive and Mental Health Effects, and Relapse Processes  
— A Systematic Review**

**Galiya Kadyrkhanovna Nurtayeva**

PhD, Associate Professor, Department of Normal Physiology  
with a Course of Biophysics

*Asfendiyarov Kazakh National Medical University*

*Almaty, Kazakhstan*

**Serik Dias Berikuly**

Student, Faculty of General Medicine

*Asfendiyarov Kazakh National Medical University*

*Almaty, Kazakhstan*

**Abstract:** *Social media addiction, particularly among adolescents, is a growing behavioral concern with cognitive and psychological implications. This review examines prevalence, mechanisms, neurocognitive effects, and mental health outcomes. Across 63 samples from 32 countries, prevalence ranged from 0% to 82%, with adolescents more affected than adults. Addiction is driven by dopamine-mediated reward systems, variable reinforcement, and emotional factors, including instant gratification, perceived irreplaceability, separation anxiety, and fear of missing out, which also contribute to relapse. Neurocognitive studies show impaired prefrontal cortex function, altered Beta and Gamma activity, and reduced attention span. Psychologically, addiction correlates with anxiety, depression, low self-esteem, and diminished academic performance.*

**Keywords:** *social media addiction, addiction mechanisms, relapse, neurocognitive effects, cognitive impairment, mental health impact, reward system, adolescents.*

## **Introduction**

Social media platforms have become ubiquitous and deeply integrated into modern life, with over 4.9 billion active users worldwide spending an average of 2.5 hours per day on these platforms [1]. While social media provides substantial benefits

in terms of connectivity and entertainment, its widespread use has been accompanied by the emergence of social media addiction, particularly among adolescents. This condition is characterized by excessive screen time, compulsive checking behaviors, and negative impacts on interpersonal relationships and academic responsibilities [2].

Data derived from 63 independent samples across 32 countries and seven global regions demonstrate considerable variability in the prevalence of social media addiction, with reported rates ranging from 0% to 82% [3]. Other studies identified parallels between adolescent social media addiction and substance use disorders, highlighting shared neurobiological mechanisms such as impaired impulse control and altered reward processing. Neuroimaging studies indicate that individuals with social media addiction exhibit increased activation in reward-related brain regions, resembling patterns observed in substance dependence[4].

Notably, social media platforms employ variable reward mechanisms similar to those used in gambling and substance-related behaviors, reinforcing compulsive usage patterns [5]. Excessive social media use has been associated not only with psychological consequences, including low self-esteem, anxiety, depression, reduced academic performance, and eating disorders

[2], but also with neurocognitive alterations. The prefrontal cortex, a region essential for executive function and decision-making, undergoes functional changes during excessive social media use, resulting in heightened impulsivity and a preference for immediate rewards over long-term outcomes [5].

The purpose of this study is to examine the underlying mechanisms of social media addiction and to evaluate its neurocognitive and mental health impacts.

## **Methods**

A systematic literature review was performed using PubMed, ScienceDirect, Research Gate, and Google Scholar. Articles published between 2012 and 2025 were selected based on relevance to social media addiction, neurocognitive mechanisms, and mental health outcomes.

## **Results**

### Definition of Social Media Addiction

Multiple Studies report that social media addiction is defined by persistent and compulsive patterns of use that interfere with daily functioning and overall well-being. It extends beyond prolonged time spent online and includes behaviors such as repetitive checking, anxiety during periods of disconnection, and adverse effects on interpersonal relationships and personal responsibilities. This condition may present through neglect of

social, academic, or occupational obligations, as well as significant psychological distress when access to social media platforms is restricted. [2]

### Prevalence of Social Media Addiction

Evidence suggests that over 4.9 billion active users worldwide are spending an average of 2.5 hours per day on social media platforms. [1] Previous studies report that 49 studies, comprising 63 independent samples and a total of 34,798 participants from 32 countries across seven global regions, examined social media addiction. The mean age of participants was 24 years. Sample types included adolescents (21%), university or college students (54%), and community adults (25%), with adolescents generally exhibiting higher prevalence rates. Specifically, social media addiction affected approximately 35% of adolescents, 23% of university students, and 19% of community adults. Overall, a random-effects meta-analysis indicated a pooled prevalence of 24%. However, prevalence varied considerably across studies and nations, ranging from as low as 0% to as high as 82%. [3]

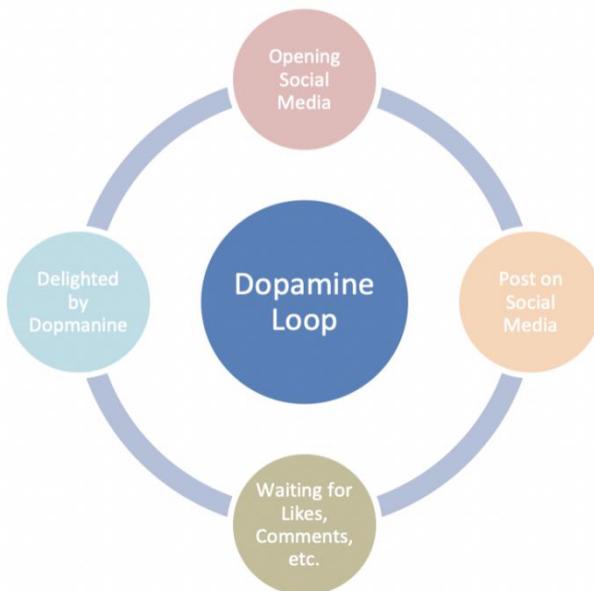
### **Mechanisms of addiction**

#### Dopamine-driven reward systems

Dopamine is an important element in people's brains that regulates daily behavior; it may be involved in addiction.

Indulging in an activity that secretes massive or continuous amounts of dopamine, such as scrolling on social media, causes dopamine receptors to get overwhelmed and adapt to the large amounts of dopamine received over time. To obtain the same feeling of dopamine going forward, a person must use social media for a longer period of time. As time goes on, the receptors get even more adapted to the large amounts of dopamine, resulting in addiction. This situation is often referred to as the dopamine loop [6].

The following figure shows the dopamine loop of social media use [6]:



## Figure 1. Dopamine loop

Studies indicate that Social media platforms use the same variable reward system as gambling and substance addiction to get users hooked. Likes and comments in social media have been found to stimulate the ventral striatum, which is rich in dopamine and is involved in reward anticipation. Recent research has used electroencephalography (EEG) to investigate brainwave activity and explore the neurocognitive effects associated with social media addiction. It was found that TikTok's algorithm causes dopamine to spike when funny videos are followed by serious political videos. There was more Gamma wave (30-100 Hz) activity during high-reward moments, and Gamma power went up by 62% compared to when participants viewed neutral content. According to research, using infinite scrolling interfaces can weaken inhibitory control in the prefrontal cortex, which results in more Beta waves (12-30 Hz) and makes it harder to stop using the interface. The study of 500 users over six months revealed that those who spent more than two hours a day scrolling had a 35% drop in prefrontal impulse control, as shown by a decrease in Beta wave variability. These results are consistent with prior findings comparing social media's "pull-to-refresh" feature to slot machines, where intermittent rewards perpetuate attention

through sporadic dopamine release [5].

### **Mechanisms of relapse in social media addiction**

Recent studies have applied the Stimulus–Organism–Response (S-O-R) framework to explain mechanisms underlying social media addiction relapse. Within this model, emotional stimuli—including instant gratification, perceived irreplaceability, separation anxiety, and fear of missing out (FOMO)—influence both approach and avoidance urges, which subsequently increase relapse risk.

“Approach urge” refers to the motivational drive to engage with social media in pursuit of positive rewards such as enjoyment, social connection, and self-enhancement. In contrast, “avoidance urge” reflects the tendency to return to social media to alleviate negative emotional states, including anxiety, irritability, or fear of exclusion.

Instant gratification reinforces usage by enhancing positive emotions and temporarily reducing negative affect. Perceived irreplaceability describes the belief that social media uniquely fulfills essential emotional and informational needs, fostering psychological dependence. Additionally, strong emotional attachment to smartphones may lead to separation anxiety, while FOMO heightens sensitivity to potential social exclusion, prompting compulsive checking behaviors.

Collectively, these emotional factors have been positively associated with relapse in individuals attempting to reduce or discontinue social media use.[7]

### Effects on Neurocognitive Function

Recent research used EEG to examine the effects of social media addiction on the brain based on the specific brain wave activity happening during engagement in social media.

During a 30-minute social media session, EEG recordings from 100 participants revealed significant variations in neural activity across the five key frequency bands: Alpha, Beta, Theta, Delta, and Gamma. Figure 1 shows that Alpha amplitude decreased during social media engagement, while Beta and Gamma amplitudes increased and remained elevated after use [5].

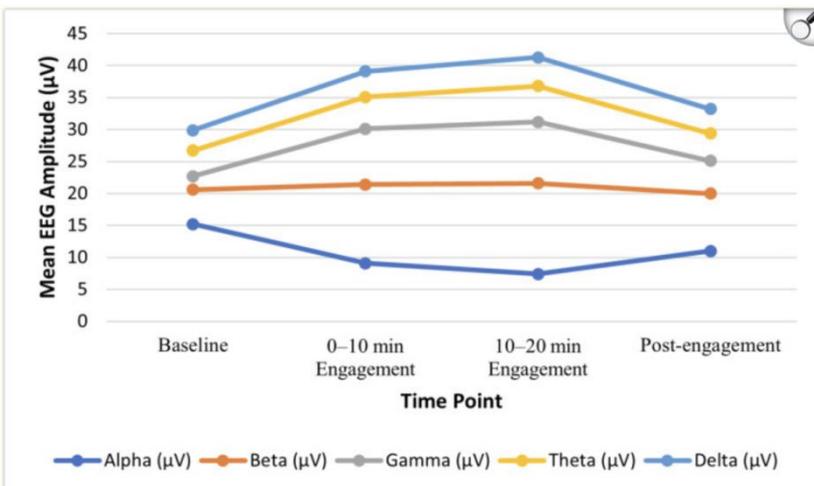


Figure 2. Brainwave activity during social media engagement.

Alpha activity was notably elevated during the baseline period, indicating a relaxed and disengaged mental state. Upon entering social media platforms, Alpha amplitude decreased, reflecting increased cognitive engagement. This suppression was especially prolonged in participants exposed to emotionally or cognitively demanding content, suggesting delayed recovery of a calm neural state post-interaction [5].

In contrast, Beta activity increased substantially during active engagement such as scrolling, commenting, or reacting to content, indicating heightened attention and mental stimulation. This elevation frequently persisted beyond the engagement period, which may suggest continued cognitive excitation or rumination. Gamma activity followed a similar trend, starting low during rest, peaking sharply during exposure to emotionally charged or intellectually demanding posts, and remaining transiently elevated post-interaction. These Gamma waves may reflect higher-order cognitive integration processes triggered by intense media content [5].

The Prefrontal Cortex, critical for executive function, undergoes significant changes during social media use. A 22% reduction in PFC Beta power has been observed after just 20 minutes of

engagement, impairing users' decision-making abilities. Participants displayed heightened impulsivity, opting for immediate rewards such as ad clicks rather than long-term gains. Further evidence shows that emotionally charged content, particularly outrage-inducing posts, increases coupling between the amygdala and the prefrontal cortex. Combined fMRI-EEG data revealed Gamma surges (35-45 Hz) during such exposure, indicating that emotional stimuli can override rational cognitive control [5].

In the visual domain, Beta and Gamma dominance in the occipital lobe has been observed during Instagram use, particularly in response to high-contrast imagery such as neon graphics . Building on this, recent data reveal up to a 25% increase in Beta and Theta activity in the parietal lobe during multitasking across platforms (e.g., switching from TikTok to Twitter), signifying a substantial rise in cognitive load compared to single-platform usage [5].

The excessive use of social media has been shown to negatively impact cognitive function and reduce attention span. Social media platforms' constant digital stimulation encourages attention to be diverted and affects the ability to focus on tasks for an extended amount of time. Both educational achievement and the ability to engage deeply and meaningfully with the

subject matter might be impacted by this brief attention span.[2]

### **Effects on mental health**

Teenagers who use social media regularly are more inclined to struggle with anxiety, depression, and a general decline in life satisfaction, according to multiple research studies [2].

According to research, social media addiction can often result in distraction from learning responsibilities, which has an adverse effect on students' performance in educational settings, particularly among adolescents [2].

### **Conclusion**

Social media addiction has emerged as a significant behavioral concern in the context of widespread global digital engagement. The evidence reviewed in this study demonstrates that excessive social media use is associated with measurable neurocognitive alterations, particularly within reward-processing systems and the prefrontal cortex, leading to impaired impulse control, heightened emotional reactivity, and reduced executive functioning.

The findings further indicate that social media platforms utilize variable reward mechanisms that reinforce compulsive behaviors in a manner comparable to established addictive processes. Emotional drivers such as instant gratification, perceived irreplaceability, separation anxiety, and fear of

missing out play a central role not only in the development of addiction but also in relapse among individuals attempting to reduce usage.

Importantly, social media addiction is associated with adverse mental health outcomes, including increased anxiety, depressive symptoms, reduced academic performance, and diminished overall well-being, particularly among adolescents and young adults.

Given the growing prevalence of digital platform use worldwide, greater awareness of the cognitive and psychological consequences of excessive engagement is essential. Future research should focus on longitudinal investigations and evidence-based intervention strategies aimed at prevention, early identification, and sustainable behavioral regulation.

## References

1. A research on social media addiction and dopamine-driven feedback. Macit HB, Macit G, Güngör O. J Mehmet Akif Ersoy Univ Econ Adm Sci Fac. 2018;5:882–897
2. Amirthalingam J, Khera A. Understanding Social Media Addiction: A Deep Dive. Cureus. 2024 Oct 27;16(10):e72499. doi: 10.7759/cureus.72499. PMID:

39600781; PMID: PMC11594359.

3. Cecilia Cheng, Yan-ching Lau, Linus Chan, Jeremy W. Luk, Prevalence of social media addiction across 32 nations: Meta-analysis with subgroup analysis of classification schemes and cultural values, *Addictive Behaviors*, Volume 117, 2021, 106845, ISSN 0306-4603
4. Alavi SS, Ferdosi M, Jannatifard F, Eslami M, Alaghemandan H, Setare M. Behavioral Addiction versus Substance Addiction: Correspondence of Psychiatric and Psychological Views. *Int J Prev Med*. 2012 Apr;3(4):290-4. PMID: 22624087; PMID: PMC3354400.
5. Satani A, Satani KK, Barodia P, Joshi H. Modern Day High: The Neurocognitive Impact of Social Media Usage. *Cureus*. 2025 Jul 8;17(7):e87496. doi: 10.7759/cureus.87496. PMID: 40777702; PMID: PMC12329480.
6. Ogun D. Neurobiological and behavioral correlates of excessive social media use in adolescents: Impact of social media use on adolescents. *J Surg Med [Internet]*. 2025 Oct. 17 [cited 2026 Feb. 12];9(10):199-206.
7. Cao, X., Gao, S. & Najaf, M. Psychological triggers and behavioral mechanisms of relapse in social media addiction. *Sci Rep* 15, 40858 (2025).

# **Role of Epigenetics in Climate Adaptation: Evidence from Mouse Models and Human Populations**

**Lazzat Sarsenova**

Associate Professor of Medical Genetics, Department of  
Fundamental Medicine

*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

**Husam Abdo Mohammed Mohammed Abdulrazzaq**

**Abdallah Omer Ahmed Mohammed**

Second-year medical students

*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

## ***Abstract***

*Climate change represents one of the most significant environmental challenges facing organisms in the 21st century. The ability of species to adapt to rapidly shifting environmental conditions depends not only on genetic variation but increasingly on epigenetic mechanisms that may enable phenotypic plasticity without alterations to the underlying DNA sequence. This narrative review examines the emerging role of epigenetics in climate adaptation, drawing evidence from both mouse models and human populations. We explore how DNA methylation, histone modifications, and non-coding RNAs may mediate responses to temperature extremes, altitude-related hypoxia, and other climate-related stressors. The review weaves*

*together findings from foundational theoretical frameworks, experimental studies in controlled mouse models, and population-level studies in humans living under diverse climatic conditions. Our comparative analysis reveals both remarkable conservation of epigenetic stress-response pathways between mice and humans, as well as species-specific adaptations that reflect different evolutionary histories and physiological constraints. Understanding these mechanisms has important implications for predicting species resilience to ongoing climate change and for developing targeted interventions in human health.*

*Keywords: Epigenetics, climate adaptation, DNA methylation, mouse models, human populations, temperature stress, high-altitude adaptation.*

## **Background**

The Earth's climate is undergoing rapid environmental changes that challenge the adaptive capacity of many species [1]. While classical evolutionary theory emphasizes adaptation through genetic variation, emerging evidence suggests that epigenetic mechanisms may contribute to rapid physiological responses to environmental stress [2]. Epigenetics refers to heritable changes in gene expression that occur without altering the DNA sequence, providing a molecular interface between

environmental conditions and phenotype [6]. Epigenetic regulation, including DNA methylation and histone modification, enables organisms to adjust gene expression in response to environmental signals such as temperature and hypoxia [5]. Epigenetic plasticity may facilitate adaptation by allowing rapid phenotypic responses before genetic changes occur [4]. Some studies also suggest that environmentally induced epigenetic modifications may persist over time, potentially influencing long-term biological responses [3]. Experimental studies in mouse models demonstrate that environmental stress, including heat exposure, can induce lasting epigenetic changes, providing mechanistic insight into adaptation processes [7]. Comparative research indicates that core epigenetic regulatory mechanisms are conserved between mice and humans, supporting the relevance of mouse models for studying environmental epigenetics [10]. Evidence from human populations living in extreme environments further supports a role for epigenetic mechanisms in environmental response. Distinct epigenetic profiles have been observed in high-altitude populations, particularly at genes involved in oxygen sensing and hypoxia response [14]. This narrative review synthesizes evidence on the role of epigenetics in climate adaptation, comparing findings from mouse models and human populations

to identify conserved mechanisms and species-specific differences.

## **Materials and Methods**

This narrative review synthesizes evidence on epigenetic mechanisms in climate adaptation. Literature was identified through searches of PubMed, Google Scholar, and Web of Science using combinations of keywords including "epigenetics," "climate adaptation," "DNA methylation," "histone modification," "heat stress," "high-altitude adaptation," "hypoxia," "epigenetic aging," "mouse model," and "human population." Boolean operators (AND, OR) were used to refine searches and identify studies addressing the intersection of environmental stress and epigenetic regulation.

Priority was given to peer-reviewed publications and recent studies (2015–2025), while foundational studies were included where necessary.

## **Results**

Mouse models provide a valuable system for investigating epigenetic responses to environmental stress due to their genetic homogeneity, short generation times, and the ability to control environmental exposures. These advantages allow researchers to examine causal relationships between environmental factors and epigenetic regulation. Blewitt and Whitelaw (2013)

demonstrated that mouse models enable precise analysis of epigenetic mechanisms through controlled experimental conditions and genetic manipulation [9]. However, important differences exist between mice and humans, including variation in developmental timing and epigenetic reprogramming processes, which may influence the interpretation of experimental findings [10].

Experimental evidence shows that environmental heat stress induces significant epigenetic modifications in mice. Murray et al. (2022) reported that heat exposure alters DNA methylation and histone modification patterns across multiple tissues, affecting genes involved in stress response and metabolic regulation [7]. The magnitude and nature of these changes depend on the intensity and duration of exposure, with moderate stress associated with adaptive responses and severe stress linked to maladaptive epigenetic alterations [7]. Further evidence demonstrates that exertional heat stroke causes persistent epigenetic reprogramming in skeletal muscle, indicating long-term molecular consequences of environmental stress [8].

Recent studies have highlighted the importance of genome-wide epigenomic approaches for understanding environmentally induced epigenetic changes [12]. In addition, physiological

adaptations such as torpor have been shown to influence epigenetic aging. Jayne et al. (2025) demonstrated that torpor-like states in mice slow epigenetic aging, suggesting the existence of protective mechanisms that preserve epigenetic stability under environmental stress conditions [11].

Studies of human populations living in extreme environments provide evidence of environmentally associated epigenetic variation. Kalyakulina et al. (2023) identified distinctive DNA methylation patterns in the Yakutian population of Siberia, particularly at genes involved in metabolic regulation, immune function, and cold adaptation [13]. Some of these epigenetic differences appeared independent of genetic variation, suggesting direct environmental influence on epigenetic regulation.

High-altitude populations also exhibit characteristic epigenetic adaptations. Wang et al. (2024) reported differential DNA methylation patterns at genes involved in oxygen sensing and erythropoiesis in populations adapted to hypoxic environments [14]. These findings support the interaction between genetic and epigenetic mechanisms in environmental adaptation [16]. Developmental exposure to hypoxia may also produce lasting epigenetic modifications that influence physiological function later in life [15].

Environmental heat exposure has also been associated with epigenetic changes in humans. Choi et al. (2025) reported that exposure to high ambient temperatures was associated with accelerated epigenetic aging, suggesting potential long-term health effects of climate-related heat stress [17]. Similarly, Roberts et al. (2025) observed persistent DNA methylation changes following exertional heat stroke, particularly in genes involved in inflammation and stress response, indicating long-lasting epigenetic consequences of acute environmental stress [18].

### **Comparative Analysis: Conserved and Divergent Mechanisms**

Comparative analysis indicates substantial conservation of core epigenetic regulatory mechanisms between mice and humans, including DNA methylation and histone modification processes [10]. Environmental stressors such as heat exposure induce persistent epigenetic changes in both species, supporting the relevance of mouse models for studying environmentally induced epigenetic regulation [7, 8, 18]. Similar epigenetic responses have also been observed in hypoxic environments, where DNA methylation changes affect genes involved in oxygen sensing in high-altitude adaptation [5, 14].

Despite these similarities, important differences exist. Mice

possess physiological adaptations, such as torpor, that are not present in humans and may influence epigenetic stability [11]. In contrast, human populations exhibit long-term epigenetic signatures associated with environmental adaptation, particularly in Arctic and high-altitude populations [13, 14, 15, 16]. These findings suggest that both conserved biological mechanisms and species-specific physiological differences contribute to epigenetic responses to environmental stress.

## Discussion

This narrative review synthesizes evidence that epigenetic mechanisms are increasingly recognized as potentially important contributors to biological responses to climate-related environmental stress. The comparative analysis reveals both conserved mechanisms and species-specific adaptations. The finding that core epigenetic machinery is highly conserved between mice and humans provides confidence that findings from mouse models can illuminate aspects of human biology. The conservation of heat stress responses is particularly noteworthy, as both mice and humans demonstrate persistent epigenetic alterations following severe heat exposure [7, 8, 18]. The evidence from human populations provides ecologically valid support for the relevance of epigenetic mechanisms in climate adaptation. The distinctive epigenetic signatures

observed in Arctic populations (Kalyakulina et al., 2023) and high-altitude populations (Wang et al., 2024; Childebayeva et al., 2021) suggest that local environmental conditions can leave lasting marks on the epigenome. The observation that some epigenetic differences appear independent of genetic variation (Kalyakulina et al., 2023) supports the hypothesis that epigenetic mechanisms allow populations to respond to environmental conditions through mechanisms that complement genetic adaptation.

The integration of genetic and epigenetic perspectives provides a more complete understanding of adaptation. Basak and Thangaraj (2021) argue convincingly that genetic variants facilitating adaptation may operate partly by influencing epigenetic responses. The concept of "genetic assimilation" (Giuliani et al., 2015) suggests that initially plastic epigenetic responses might become genetically encoded over evolutionary time, explaining why populations with long histories under specific climatic conditions show both genetic and epigenetic signatures of adaptation.

Epigenetic mechanisms may provide a buffer against rapid environmental change, potentially allowing populations to persist under novel conditions while genetic adaptation catches up. This capacity for rapid response is particularly relevant

given unprecedented rates of contemporary climate change. However, evidence reveals limits to epigenetic adaptation. Murray et al. (2022) emphasize that epigenetic responses can be either adaptive or maladaptive depending on exposure intensity and duration. The finding that severe heat stress causes lasting epigenetic damage (Murray et al., 2024; Roberts et al., 2025) suggests extreme weather events may have health consequences extending far beyond acute events. The association between environmental heat and accelerated epigenetic aging (Choi et al., 2025) raises concerns about long-term health impacts of rising global temperatures.

The demonstration that torpor slows epigenetic aging in mice (Jayne et al., 2025) reveals that natural protective mechanisms exist, though humans lack torpor capability. Understanding how torpor protects the epigenome may suggest strategies for inducing similar protective effects through pharmacological or behavioral interventions. As climate change progresses, the balance between adaptive and maladaptive epigenetic responses will likely shift toward the maladaptive, as extreme weather events become more frequent and environmental conditions exceed the range to which populations are adapted.

Despite growing evidence supporting a role for epigenetics in climate adaptation, several important limitations remain. Many

human studies are observational and cannot establish causality, as epigenetic patterns may also be influenced by genetic variation, lifestyle, diet, and other environmental factors. Findings from mouse models must also be interpreted cautiously due to differences in physiology, lifespan, and environmental exposure compared to humans. In addition, the stability, persistence, and functional significance of environmentally induced epigenetic modifications remain incompletely understood, as some changes may be reversible or reflect short-term physiological responses rather than long-term adaptation. Technical limitations, including tissue-specific variation and differences in analytical methods, may also contribute to inconsistent findings. Future research should focus on longitudinal and multi-generational studies to clarify the persistence and heritability of epigenetic modifications, as well as integrative approaches combining genetic, epigenetic, and environmental data. Emerging technologies such as single-cell epigenomics and multi-omics analysis may provide deeper insight into cell-specific responses and improve understanding of the mechanisms underlying adaptive and maladaptive epigenetic regulation in response to climate-related environmental stress.

## Conclusions

This narrative review synthesizes evidence that epigenetic mechanisms—including DNA methylation, histone modifications, and non-coding RNAs—may contribute to responses to climate-related stressors including temperature extremes and high-altitude hypoxia. Comparative analysis reveals substantial conservation of epigenetic stress-response mechanisms between mice and humans, supporting mouse model relevance for understanding human biology. However, important differences exist, including developmental timing of reprogramming, species-specific adaptations such as torpor, and evolutionary history reflected in human population-level adaptations.

Epigenetic mechanisms are increasingly recognized as potentially important contributors to biological responses to climate-related environmental stress, potentially allowing populations to persist under novel conditions. However, this capacity is not unlimited—severe environmental stress can cause lasting epigenetic damage with health implications. The balance between adaptive and maladaptive epigenetic responses depends critically on stress intensity and duration, with implications for predicting population-level responses to climate change. Understanding this balance will be essential for developing interventions to enhance resilience in the face of

ongoing climate change.

## References

1. Zetzsche, J., & Fallet, M. (2024). To live or let die? Epigenetic adaptations to climate change-a review. *Environmental epigenetics*, 10(1), dvae009. <https://doi.org/10.1093/eep/dvae009>
2. Skinner M. K. (2022). Environmental epigenetics and climate change. *Environmental epigenetics*, 9(1), dvac028. <https://doi.org/10.1093/eep/dvac028>
3. Breton, C. V., Landon, R., Kahn, L. G., Enlow, M. B., Peterson, A. K., Bastain, T., Braun, J., Comstock, S. S., Duarte, C. S., Hipwell, A., Ji, H., LaSalle, J. M., Miller, R. L., Musci, R., Posner, J., Schmidt, R., Suglia, S. F., Tung, I., Weisenberger, D., Zhu, Y., ... Fry, R. (2021). Exploring the evidence for epigenetic regulation of environmental influences on child health across generations. *Communications biology*, 4(1), 769. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02316-6>
4. Giuliani, C., Bacalini, M. G., Sazzini, M., Pirazzini, C., Franceschi, C., Garagnani, P., & Luiselli, D. (2015). The epigenetic side of human adaptation: hypotheses, evidences and theories. *Annals of human biology*, 42(1), 1–9. <https://doi.org/10.3109/03014460.2014.961960>.

5. Julian C. G. (2017). Epigenomics and human adaptation to high altitude. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 123(5), 1362–1370. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00351.2017> .
6. Mifsud, K. R., Gutiérrez-Mecinas, M., Trollope, A. F., Collins, A., Saunderson, E. A., & Reul, J. M. H. M. (2011). *Epigenetic mechanisms in stress and adaptation. Brain, Behavior, and Immunity*, 25(7), 1305–1315. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2011.06.005>
7. Murray, K. O., Clanton, T. L., & Horowitz, M. (2022). Epigenetic responses to heat: From adaptation to maladaptation. *Experimental physiology*, 107(10), 1144–1158. <https://doi.org/10.1113/EP090143> .
8. Murray, K. O., Brant, J. O., Spradlin, R. A., Thome, T., Laitano, O., Ryan, T. E., Riva, A., Kladde, M. P., & Clanton, T. L. (2024). Exertional heat stroke causes long-term skeletal muscle epigenetic reprogramming, altered gene expression, and impaired satellite cell function in mice. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 326(2), R160–R175. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00226.2023>
9. Blewitt, M., & Whitelaw, E. (2013). The use of mouse models to study epigenetics. *Cold Spring Harbor*

- perspectives in biology*, 5(11), a017939.  
<https://doi.org/10.1101/cshperspect.a017939>
10. Hanna, C. W., Demond, H., & Kelsey, G. (2018). Epigenetic regulation in development: is the mouse a good model for the human?. *Human reproduction update*, 24(5), 556–576.  
<https://doi.org/10.1093/humupd/dmy021>
11. Jayne, L., Lavin-Peter, A., Roessler, J., Tyshkovskiy, A., Antoszewski, M., Ren, E., Markovski, A., Sun, S., Yao, H., Sankaran, V. G., Gladyshev, V. N., Brooke, R. T., Horvath, S., Griffith, E. C., & Hrvatin, S. (2025). A torpor-like state in mice slows blood epigenetic aging and prolongs healthspan. *Nature Aging*, 5, 437–449.  
<https://doi.org/10.1038/s43587-025-00830-4>
12. Zaccaria, E., van der Valk, E., Kar, S. K., Rebel, J. M. J., & Schokker, D. (2025). Mini review: Studying epigenomic alterations can shed light on coping and adaptive abilities during heat stress in monogastric livestock. *Frontiers in genetics*, 16, 1561804.  
<https://doi.org/10.3389/fgene.2025.1561804>.
13. Kalyakulina, A., Yusipov, I., Kondakova, E., Bacalini, M. G., Giuliani, C., Sivtseva, T., Semenov, S., Ksenofontov, A., Nikolaeva, M., Khusnutdinova, E., Zakharova, R.,

- Vedunova, M., Franceschi, C., & Ivanchenko, M. (2023). Epigenetics of the far northern Yakutian population. *Clinical epigenetics*, *15*(1), 189. <https://doi.org/10.1186/s13148-023-01600-y>.
14. Wang, S., Hong, Q., Zheng, Y., Duan, S., Cai, G., & Chen, X. (2024). Epigenetics in high-altitude adaptation and disease. *Science bulletin*, *69*(24), 3806–3811. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2024.11.008>.
15. Childebayeva, A., Goodrich, J. M., Leon-Velarde, F., Rivera-Chira, M., Kiyamu, M., Brutsaert, T. D., Dolinoy, D. C., & Bigham, A. W. (2021). Genome-Wide Epigenetic Signatures of Adaptive Developmental Plasticity in the Andes. *Genome biology and evolution*, *13*(2), evaa239. <https://doi.org/10.1093/gbe/evaa239>
16. Basak, N., & Thangaraj, K. (2021). High-altitude adaptation: Role of genetic and epigenetic factors. *Journal of biosciences*, *46*, 107. <https://doi.org/10.1007/s12038-021-00228-5>
17. Choi, E. Y., & Ailshire, J. A. (2025). Ambient outdoor heat and accelerated epigenetic aging among older adults in the US. *Science advances*, *11*(9), eadr0616. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adr0616>

18. Roberts, B. M., Istanbouli, M., Yang, R., Gautam, A., & colleagues. (2025). Changes in DNA methylation following exertional heat exhaustion, heat injury, or heat stroke in humans. *Physiology*, 40(Suppl 1), 0199. <https://doi.org/10.1152/physiol.2025.40.S1.0199>

## **Artificial Intelligence in Medicine: From Diagnosis to Predicting Future Health**

**Baimurat Shugyla Muratkyzy**

First – year student

S. D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University,  
Almaty, Kazakhstan

**Supervisor: Baidullayeva Gulzhakhan Eltaevna**

**Keywords:** artificial intelligence, machine learning, biophysics, biosignals, medical imaging, risk prediction.

### ***Motivation and aim:***

*Modern clinical decisions are built on measurements: ECG/EEG/PPG, pulse oximetry, ultrasound, CT and MRI capture biophysical phenomena such as electric potentials, optical absorption, acoustic propagation, and magnetic relaxation. Artificial intelligence (AI) can extract complex patterns from these signals to support diagnosis and,*

*increasingly, to estimate risks of deterioration, complications, or relapse—moving toward predicting a patient’s future health trajectory. This thesis summarizes the shift from ‘diagnosis’ to ‘prediction’ and highlights the biophysical constraints that determine model reliability.*

Materials and methods:

This is a narrative review based on foundational reviews on AI in healthcare [1,2], WHO guidance on ethics and governance of AI for health [3], FDA resources on AI/ML Software as a Medical Device and the AI-enabled medical device list [4,5], and wearable-sensor studies demonstrating early detection and forecasting of health states [6,7]. Key biophysical factors (noise, artifacts, calibration, sampling rate, sensor–skin interface) were considered when interpreting reported performance.

### **Results:**

Across applications, performance is strongly linked to measurement physics: image resolution/contrast and artifacts in imaging; filtering, sampling and motion artifacts in biosignals. Beyond classification, AI can integrate multi-modal and time-series data to model a ‘health trajectory’ and estimate future risks [2]. Continuous wearable monitoring can detect deviations from an individual’s baseline and provide early warning before overt symptoms in some contexts [6,7].

Table 1. Biophysical data types and AI use (diagnosis → prediction)

Data type (measurement)	Example	AI use
Imaging (radiation/acoustics/magnetism)	CT/MRI/US	segmentation → prognosis
Biosignals (electric/optical)	ECG/PPG, HRV	detection → risk prediction
Wearables (multimodal)	temp/sleep/activity	early warning → forecasting
Bioimpedance	hydration/edema	monitoring → prediction

**Conclusion:**

AI is evolving from assisting diagnosis to predicting future health, but its reliability is grounded in biophysics: measurement quality, signal-to-noise ratio, sampling, and artifact control. Safe clinical deployment requires standardization, multi-center validation, and ethics/regulatory alignment [3–5].

**References:**

1. Yu KH, Beam AL, Kohane IS. Artificial intelligence in healthcare. *Nat Biomed Eng.* 2018;2(10):719–731. <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z>
2. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44–56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>
3. World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. 2021. ISBN: 9789240029200. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>
4. U.S. Food and Drug Administration. Artificial Intelligence in Software as a Medical Device (SaMD). <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-software-medical-device>
5. U.S. Food and Drug Administration. Artificial Intelligence-Enabled Medical Devices (AI Device List). <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-enabled-medical-devices>
6. Quer G, Radin JM, Gadaleta M, et al. Wearable sensor data and self-reported symptoms for COVID-19

detection. Nat Med. 2021.  
<https://doi.org/10.1038/s41591-020-1123-x>

7. Gadaleta M, Radin JM, Quer G, et al. Passive detection of COVID-19 with wearable sensors and explainable ML. npj Digit Med. 2021. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00533-1>
8. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature. 2017;542:115–118.  
<https://doi.org/10.1038/nature21056>

**Искусственный интеллект: будущее клинической  
фармакологии и медицины**

**Зординова Карамят Ахметовна**

доктор медицинских наук, профессор, заведующая курсом  
терапии послевузовского образования

*Казахстанско-Российский медицинский университет,  
Казахстан*

**Орынғалиев Сырым Абайұлы**

резидент 1 года обучения по специальности «Клиническая  
фармакология»

*Казахстанско-Российский медицинский университет,  
Казахстан*

## **Галимуллина Дания Равильевна**

Резидент 1 года обучения по специальности «Клиническая фармакология»

*Казахстанско-Российский медицинский университет,  
Казахстан*

### **Актуальность**

*В настоящее время искусственный интеллект (ИИ) следует рассматривать как новый фундамент медицины. Он превращает данные в прозрения, стандартные протоколы — в персонализированные стратегии, а лечение — в точное предвидение. Это переход от «лечения болезней» к «проектированию здоровья» для каждого человека.*

### **Цель исследования**

Цель данной работы — систематизировать современные достижения, оценить потенциальное влияние и обозначить ключевые барьеры на пути интеграции ИИ в медицинскую науку и практику.

### **Материалы и методы**

Объектом исследования является современная база по ИИ, использование инструментов и стратегий ИИ в медицине, в частности, в клинической фармакологии. Машинное обучение: алгоритмы, способные обучаться на данных без

явного программирования; глубокое обучение: многослойные нейронные сети, особенно эффективные в обработке изображений и естественного языка; основные архитектуры: сверточные нейронные сети (CNN) для медицинской визуализации, рекуррентные нейронные сети (RNN) для временных рядов, трансформеры для анализа текстов; обработка естественного языка (NLP): извлечение информации из медицинских записей, научной литературы; анализ субъективных симптомов и жалоб пациентов; компьютерное зрение: анализ медицинских изображений (рентген, МРТ, КТ, гистологические срезы).

## **Результаты**

Применение ИИ в клинической фармакологии: открытие и разработка лекарственных средств; сокращение времени и затрат : ИИ ускоряет идентификацию мишеней и скрининг соединений; генеративная химия: создание новых молекулярных структур с заданными свойствами; предсказание эффективности и токсичности: моделирование взаимодействий "структура-активность". Интегрированные идеи: ускоряется цикл разработки - база данных мишеней + виртуальный скрининг → выбор топ-100 кандидатов; генеративная химия → создание новых структур; предсказание токсичности и эффективности →

фильтрация безопасных кандидатов; минимальные лабораторные тесты → ускорение перехода в preclinical; такой цикл сокращает разработку с 10–15 лет до 3–5 лет, при значительном уменьшении затрат. Предсказание структуры белков — beyond AlphaFold ESMFold (Meta AI). Практика: массовое предсказание протеомов. Использование в виртуальном докинге - возможность быстрого старта drug discovery без лаборатории. Deep generative protein design; ИИ генерирует новые белки, а не только предсказывает существующие. Реализация: Diffusion models Protein language models - создание ферментов, которых нет в природе. Многомодальный анализ: онкология (персонализация терапии)

ИИ объединяет: WGS RNA-seq клинику – радиомика - предсказание ответа на иммунотерапию. Репозиционирование лекарств: ИИ предложил Baricitinib для COVID-19 (через анализ путей JAK-STAT). Реализация: Network medicine- Pathway enrichment- быстрое клиническое внедрение. Фармакогеномика : предсказание индивидуального ответа на лекарства на основе генетических данных. Оптимизация дозировок : алгоритмы для расчета персонализированных доз, особенно для препаратов с узким терапевтическим окном. Предсказание

лекарственных взаимодействий : анализ сложных фармакокинетических и фармакодинамических взаимодействий. Клинические испытания: дизайн исследований : оптимизация протоколов и критериев включения пациентов. Набор пациентов : идентификация подходящих кандидатов на основе электронных медицинских записей. Мониторинг безопасности : раннее выявление нежелательных лекарственных реакций.

### **Заключение**

Таким образом, в ближайшие годы ИИ несет следующие радикальные изменения: революция в РКИ: широкое использование синтетических контрольных групп и адаптивных дизайнов, управляемых ИИ; клинические Decision Support Systems (CDSS) следующего поколения: не просто напоминание о взаимодействии, а системы, предлагающие индивидуальную схему лечения на основе всех данных пациента, одобренные клиническими рекомендациями; генеративный ИИ для научного синтеза: модели, подобные GPT, будут анализировать всю мировую научную литературу по препарату и давать сводные, постоянно обновляемые заключения по эффективности и безопасности для разных подгрупп.

### **Список источников:**

1. Topol E.J. (2019). Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again.
2. FDA. (2021). Artificial Intelligence and Machine Learning in Software as a Medical Device.
3. CPIC. CPIC® Guideline for Clopidogrel and CYP2C19. (2022 update).
4. Lee C.R., et al. Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium (CPIC) Guideline for CYP2C19 Genotype and Clopidogrel Therapy: 2022 Update. (PDF).
5. Pereira N.L., et al. CYP2C19 Genetic Testing for Oral P2Y12 Inhibitor Therapy. Circulation. 2024

**Генеративный искусственный интеллект в академической среде: опыт эмпирического исследования.**

**Строк Алина Борисовна**

Кандидат медицинских наук, ассистент кафедры общей и клинической фармакологии

*Российский университет дружбы народов, Россия*

**Зайцева Юлия Михайловна**

Студентка четвертого курса

*Российский университет дружбы народов, Россия*

# Винниченко Алиса Владимировна

Студентка четвёртого курса

*Российский университет дружбы народов, Россия*

*Современные генеративные нейросети (ChatGPT, Midjourney и др.) стремительно входят в академическую среду [1]. Студенты всё чаще обращаются к ним для выполнения учебных задач, что порождает дискуссии об этичности, эффективности и долгосрочных последствиях такого использования. Цель данной работы – на основе эмпирических данных опроса студентов выявить частоту, цели и отношение к применению искусственного интеллекта (ИИ) в образовательном процессе.*

**Методология.** В феврале 2026 года был проведён анонимный онлайн-опрос среди студентов Российского университета дружбы народов с разных направлений подготовки: специалитета, магистратуры и аспирантуры (n=27). Анкета включала вопросы о демографических характеристиках, частоте и сценариях использования ИИ, этических аспектах, восприятию влияния на навыки и отношении к возможным запретам со стороны преподавателей. Обработка данных выполнена методами описательной статистики.

**Результаты.**

В выборке преобладают девушки (59,3%, n=16), юноши составляют 40,7% (n=11). Распределение по направлениям подготовки представлено в таблице 1.

**Таблица 1. Распределение респондентов по направлениям подготовки**

<b>Направление</b>	<b>Количество</b>	<b>Доля, %</b>
Медицина	11	40,7
Инженерные науки / Технологии / IT	7	25,9
Естественные науки (физика, химия, биология)	6	22,2
Гуманитарные науки / Искусство	1	3,7
Социальные науки / Экономика / Право	0	0
Нет ответа	2	7,4

Около половины опрошенных (44,4%, n=12) используют ИИ несколько раз в неделю, 25,9% (n=7) – ежедневно, 14,8% (n=4) – несколько раз в месяц, 11,1% (n=3) – редко, и 3,7% (n=1) никогда не применяли ИИ в учёбе.

Самые популярные сценарии – поиск и обобщение информации (его отметили 74,1% респондентов), написание текстов (37,0%), проверка грамматики и редактирование (33,3%), создание изображений и презентаций (29,6%), помощь в программировании (22,2%) и решение математических задач (22,2%).

Отношение к академической честности оказалось неоднозначным. Полностью согласны с тем, что использование ИИ для написания текста без разрешения преподавателя – это мошенничество, только 11,1% (n=3), скорее согласны – 37,0% (n=10), скорее не согласны – 33,3% (n=9), полностью не согласны – 18,5% (n=5). При этом 70,4% (n=19) никогда не отправляют на проверку текст, полностью сгенерированный ИИ, 22,2% (n=6) делают это редко и лишь один человек (3,7%) – иногда.

Большинство респондентов (44,4%, n=12) не указывают факт использования ИИ в работах, 37,0% (n=10) делают это только по требованию, и лишь 3,7% (n=1) готовы это указывать.

Экономия времени оценивается высоко: средний балл по шкале от 1 до 5 составил 4,0 (медиана – 4, мода – 5). Распределение ответов: 1 – 3,7%, 2 – 7,4%, 3 – 11,1%, 4 – 29,6%, 5 – 48,1%.

Влияние регулярного использования ИИ на «живые» навыки респонденты оценивают по-разному: 37,0% (n=10) считают, что ИИ помогает развивать критическое мышление, 37,0% (n=10) – что вредит самостоятельности, а 25,9% (n=7) воспринимают ИИ как нейтральный инструмент (по аналогии с калькулятором).

Интересно, что 40,7% (n=11) сталкивались с ситуацией, когда одни преподаватели разрешают ИИ, а другие – нет, 25,9% (n=7) отметили, что многие преподаватели против, 18,5% (n=5) не сталкивались с обсуждением этой темы, и 14,8% (n=4) сообщили, что преподаватели поощряют использование или не замечают его.

Большинство опрошенных (59,3%, n=16) считают необходимым официальное обучение студентов грамотному использованию ИИ (промт-инжиниринг, проверка данных), 33,3% (n=9) полагают, что это факультативно, и лишь 7,4% (n=2) высказались за обучение только фундаментальным знаниям без ИИ.

**Обсуждение.** Полученные данные свидетельствуют о высокой степени проникновения ИИ в студенческую среду: три четверти респондентов используют его не реже нескольких раз в неделю. Основная функция – информационно-поисковая, что согласуется с представлением об ИИ как об «умной Википедии». Вместе с тем значительная доля студентов применяет генеративные модели для создания текстов и кода, что ставит вопросы о развитии письменных и аналитических компетенций.

Парадоксально, но при высокой частоте использования большинство не считает копирование текста без изменений приемлемым и редко практикует его.

Это указывает на сформированное понимание академической этики, хотя официальное цитирование ИИ пока не стало нормой.

Высокая оценка экономии времени (средний балл 4) подтверждает практическую ценность инструментов, однако поляризация мнений о влиянии на навыки (ровно по 37% за развитие и за вред) требует дальнейших исследований.

**Заключение.** Опрос выявил активное использование ИИ студентами различных направлений, преимущественно для поиска и обработки информации. Несмотря на широкое применение, студенты сохраняют критическое отношение к этическим аспектам и высказываются за институционализацию обучения работе с ИИ. Результаты могут быть полезны преподавателям и администрации вузов при разработке политик академической честности и интеграции цифровых инструментов в образовательный процесс.

### **Список источников**

1. Раицкая Л. К. и др. Перспективы применения ChatGPT для высшего образования: обзор

международных исследований //Интеграция  
образования. – 2024. – Т. 28. – №. 1. – С. 10-21

**Этические и правовые аспекты применения  
искусственного интеллекта в системе скорой  
медицинской помощи республики казахстан**

**Мулбаева Ырысгуль Джарылгаповна**

**Упағали Зейнеп Жасұланқызы**

Студенты 6 и 1 курсов

*КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова, Казахстан*

**Научный руководитель: м.м.н., асс.проф.**

**Жубатканова Ж.К.**

*КазНМУ им. С.Д.Асфендиярова, кафедра СМП,*

*Казахстан*

**Актуальность исследования обусловлена**  
*Посланием Президента К.К. Токаева (2025),  
ставящим задачу тотального внедрения  
искусственного интеллекта (ИИ) для модернизации  
экономики Казахстана. В сфере скорой  
медицинской помощи (СМП) ИИ обладает высоким  
потенциалом для автоматизации интерпретации  
ЭКГ, интеллектуальной сортировки вызовов и*

*поддержки принятия клинических решений.*

*Целью исследования является изучить этические и правовые барьеры, а также сформулировать принципы безопасной интеграции ИИ в практику СМП РК.*

В ходе исследования был проведен комплексный анализ нормативно-правовой базы Республики Казахстан, включая Закон «Об искусственном интеллекте» (2025) и Кодекс «О здоровье народа». Применялся метод этического анализа принципов ВОЗ в контексте экстренной медицины. Также был изучен практический опыт использования систем поддержки принятия решений и алгоритмов автоматического анализа ЭКГ на догоспитальном этапе.

В результате исследования были определены ключевые параметры внедрения ИИ:

Этический каркас: Установлено, что приоритетом является принцип «не навреди» и сохранение человеческого достоинства. Алгоритмы должны быть прозрачными и недискриминационными, обеспечивая равную эффективность для городских и

сельских жителей.

Правовой статус: ИИ классифицируется исключительно как инструмент, а не субъект права.

Юридическая ответственность за медицинские манипуляции и безопасность пациента полностью сохраняется за врачом и организацией.

Технические требования: Системы ИИ требуют обязательной сертификации как медицинских изделий и должны строго соответствовать действующим клиническим протоколам СМП.

Безопасность данных: Использование персональных данных пациентов допустимо строго в медицинских целях при условии шифрования и жесткого контроля доступа.

Искусственный интеллект существенно повышает эффективность работы СМП за счет скорости обработки данных и приоритизации вызовов. Однако его применение ограничено этическим требованием обязательного контроля со стороны человека (human-in-the-loop). Дальнейшие исследования должны быть направлены на совершенствование механизмов документирования

действий ИИ в медицинских картах для обеспечения прозрачности при разборе сложных клинических случаев.

**Список источников:**

1. Закон РК «Об искусственном интеллекте» № 230-VIII ЗРК, 2025
2. Кодекс РК «О здоровье народа и системе здравоохранения», 2020
3. Закон РК «О персональных данных и их защите» № 94-V, 2013
4. Приказ МЗ РК «Об утверждении клинических протоколов оказания СМП»
5. Topol E. High-performance medicine, Nature Medicine, 2019

**The complexity of differential diagnosis of MIS-A,  
Still's disease and Viral Sepsis: a clinical case  
Khan Mohammad Iqbal , Gauhar Kurmanova,  
Gulzhan Trimova**

Al- Farabi Kazakh National University

***Introduction:** The differential diagnosis of multisystem inflammatory syndrome in adults (MIS-A), adult-onset Still's disease (AOSD), and sepsis represents a significant clinical challenge due to substantial overlap in key manifestations, including high-grade fever, systemic inflammatory response (leukocytosis, hyperferritinemia, elevated C-reactive protein), cutaneous involvement, and potential multiorgan dysfunction, in the absence of specific diagnostic tests. Multisystem inflammatory syndrome in adults (MIS-A) develops after COVID-19 infection and leads to damage to internal organs and systems such as the heart, lungs, kidneys, skin, eyes, and brain. MIS-A affects adults over 21 years of age. The main symptoms include fever, red eyes, swelling of the hands and feet, rash, and gastrointestinal problems, and may resemble those of Still's disease, Kawasaki disease, or toxic shock*

*syndrome. Importantly, a negative SARS-CoV-2 PCR test does not exclude a post-infectious immune-mediated process.*

Case presentation: 35-year-old woman at 24 weeks' gestation with fever, monoarthritis of the right knee, persistent urticarial rash, odynophagia, marked hyperferritinemia (2875.6 ng/mL), and elevated CRP (110 mg/L). AOSD was initially suspected. However, the presence of lymphopenia, the atypical nature of the rash, and negative autoimmune serology (ANA, RF) were not fully consistent with established diagnostic criteria and necessitated further evaluation to exclude MIS-A and sepsis. Pregnancy, as an immunomodulatory state, may further obscure the clinical picture and increase the risk of diagnostic misinterpretation.

Therefore, the following principles are essential in clinical practice comprehensive assessment of clinical and laboratory findings, including detailed post-infectious history, exclusion of bacterial sepsis prior to initiation of immunosuppressive therapy, careful consideration of atypical features not fully compatible with classical AOSD criteria and early multidisciplinary

management involving rheumatology, infectious disease, and obstetrics specialists.

**Conclusion:** Timely diagnosis is crucial, as treatment strategies differ fundamentally. In the post-COVID era, MIS-A should be systematically included in the differential diagnosis of patients with hyperferritinemia and a systemic inflammatory response of unknown etiology, especially in young adults and pregnant women.

**References:**

1. About MIS.” Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 3 Jan. 2023, [www.cdc.gov/mis/about.html](http://www.cdc.gov/mis/about.html). Accessed 29 Aug. 2023.
2. Fautrel B, Mitrovic S, De Matteis A, et al. EULAR/PReS recommendations for the diagnosis and management of Still’s disease, comprising systemic juvenile idiopathic arthritis and adult-onset Still’s disease *Annals of the Rheumatic Diseases* 2024;83:1614-1627.
3. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, et al. Surviving Sepsis Campaign: international

guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. Crit Care Med. 2021 Nov;49(11):e1063-e1143.

**Применение искусственного интеллекта для  
раннего прогнозирования диабета и  
метаболических нарушений у детей**

**Казденова Айша Алмасқызы**

интерн VI курса

*НАО «Карагандинский медицинский университет»,*

*г. Караганда, Казахстан*

Сахарный диабет у детей — это нарушение углеводного и других видов обмена веществ, в основе которого лежат инсулиновая недостаточность и/или инсулинорезистентность, приводящие к хронической гипергликемии. Актуальность данной проблемы обусловлена её высокой распространённостью во всём мире. По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), диабет 1-го типа ранее назывался юношеским или детским диабетом; в 2017 году в мире насчитывалось около 9 миллионов человек с

данным типом заболевания. Диабет 2-го типа традиционно считался заболеванием взрослых, однако в последние годы он всё чаще диагностируется у детей, что связывают с ростом распространённости ожирения, снижением физической активности и влиянием генетических факторов [1]. В Республике Казахстан за последние 15 лет отмечается значительный рост распространённости сахарного диабета: количество больных увеличилось в 3,5 раза. По состоянию на начало 2021 года на диспансерном учёте состояло 382 тысячи человек, из них около 30 тысяч — пациенты с сахарным диабетом 1-го типа и 352 тысячи — пациенты с сахарным диабетом 2-го типа, что отражает неблагоприятную эпидемиологическую тенденцию, затрагивающую и детскую популяцию [2].

Сахарный диабет у детей сопровождается выраженными метаболическими нарушениями. Помимо расстройств углеводного обмена, наблюдаются нарушения липидного и белкового обмена: повышается уровень общего холестерина и

триглицеридов, формируется атерогенная дислипидемия, усиливаются катаболические процессы белкового обмена. Совокупность этих изменений способствует развитию метаболического синдрома — комплекса патологических состояний, включающего артериальную гипертензию, гипергликемию, атерогенную дислипидемию, микроальбуминурию и нарушения системы гемостаза, что повышает риск раннего развития сердечно-сосудистых осложнений, поражения почек и сосудистых нарушений.

**Цель:** оценить потенциал применения методов искусственного интеллекта (ИИ) для раннего выявления сахарного диабета и метаболических расстройств у детей на основе мультиомных, клинических и биомедицинских данных. **Материалы и методы:** исследование основано на ретроспективном анализе современных публикаций, включая работы S. Ellahham (2020), Z. Guan, H. Li (2023) и M. Khalifa (2024), посвящённые применению методов ИИ для прогнозирования сахарного диабета и метаболических нарушений у

детей. Модели ИИ обучались на анонимизированных клинических и биомедицинских данных, включая транскриптомные профили, с целью выявления ранних биомаркеров риска и классификации пациентов по вероятности прогрессирования заболевания. Выполнялся сравнительный анализ эффективности различных алгоритмов ИИ для раннего прогнозирования метаболических нарушений.

**Результаты:** применение ИИ демонстрирует высокую точность прогнозирования риска развития диабета у детей на доклинических стадиях, то есть до появления клинических симптомов [3]. Использование одноклеточных транскриптомных данных позволяет классифицировать детей с аутоантителами по вероятности прогрессирования заболевания, а интеграция мультиомных данных с клиническими параметрами — включая антропометрические показатели, лабораторные данные и семейный анамнез — значительно повышает точность прогнозирования [4]. Такой

подход позволяет выявлять метаболические нарушения, включая гестационный диабет и ранние стадии инсулинорезистентности.

**Обсуждение:** применение искусственного интеллекта в изучении сахарного диабета открывает возможности выявления скрытых паттернов, прогнозирования скорости прогрессирования заболевания и формирования индивидуализированных стратегий наблюдения. Основными ограничениями остаются необходимость стандартизации данных, интерпретируемость моделей и потребность в крупных проспективных когортных исследованиях. Тем не менее, ИИ способствует переходу к превентивной медицине и оптимизации клинических решений у детей с высоким риском метаболических нарушений [5].

Современная диагностика сахарного диабета у детей основывается на клинических проявлениях и лабораторных методах: определении уровня глюкозы плазмы натощак, измерении гликемии при наличии симптомов, проведении перорального

глюкозотолерантного теста и определении уровня гликированного гемоглобина (HbA1c). Для дифференциации типов диабета применяются методы определения аутоантител, исследование уровня С-пептида и молекулярно-генетическое тестирование при подозрении на моногенные формы [6]. Раннее выявление осложнений включает анализ мочи на микроальбуминурию, оценку липидного профиля, контроль артериального давления, офтальмологический скрининг и неврологическое обследование. Дополнительно внедряются современные технологии, такие как системы непрерывного мониторинга глюкозы, что повышает точность контроля заболевания и эффективность персонализированного наблюдения. Таким образом, сахарный диабет у детей представляет собой системное метаболическое заболевание с нарастающей распространённостью [7]. Использование методов искусственного интеллекта расширяет возможности раннего прогнозирования, стратификации риска и своевременной профилактики метаболических

нарушений, что является важным направлением развития современной педиатрической эндокринологии.

### **Список источников:**

1. Roglic G. WHO Global report on diabetes: A summary. *International Journal of Noncommunicable Diseases*. 2016;1(1):3. doi:<https://doi.org/10.4103/2468-8827.184853>
2. Ainagul Beissova, Vitaly Kamkhen, Turbekova M, Maulen Malgazhdarov, Sabira Koshkimbayeva, Lyaila Kozhabek. Epidemiological Features of Diabetes in Kazakhstan in 2018-2021 (Population Study). *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. Published online March 20, 2023. doi:<https://doi.org/10.47176/mjiri.37.35>
3. Guan Z, Li H, Liu R, et al. Artificial intelligence in diabetes management: Advancements, opportunities, and challenges. *Cell Reports Medicine*. 2023;4(10):101213-101213. doi:<https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2023.101213>
4. Ellahham S. Artificial Intelligence: The Future

- for Diabetes Care. *The American Journal of Medicine*. 2020;133(8):895-900.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2020.03.033>
5. Khalifa M, Albadawy M. Artificial intelligence for diabetes: enhancing prevention, diagnosis, and effective management. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*. 2024;5(100141):1-14.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2024.100141>
6. Sheng B, Krithi Pushpanathan, Guan Z, et al. Artificial intelligence for diabetes care: current and future prospects. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2024;12(8):569-595.  
doi:[https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(24\)00154-2](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(24)00154-2)
7. Nomura A, Noguchi M, Kometani M, Furukawa K, Yoneda T. Artificial Intelligence in Current Diabetes Management and Prediction. *Current Diabetes Reports*. 2021;21(12).  
doi:<https://doi.org/10.1007/s11892-021-01423-2>

**Электр жылулық сәулелендірудің жасушалық  
биостимуляциялық әсері: Агроөнеркәсіптік және  
медициналық биофизикадағы салыстырмалы  
талдау**

**Асылғазы Аяна Саматқызы**

студент I курса факультета общей медицины  
*С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық  
Медицина Университеті, Алматы, Қазақстан*

**Байдуллаева Гульжахан Елтаевна**

ассоциированный профессор кафедры нормальной  
физиологии с курсом биофизики

*С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық  
Медицина Университеті, Алматы, Қазақстан*

**Аннотация:** *Мақалада тірі жасушаларға электр сәулелерінің биостимуляциялық әсерінің биофизикалық механизмдері зерттеліп, бұл талдаулардың агроөнеркәсіп пен медицина саласындағы ортақ артықшылықтары мен қолдану бағыттары салыстырмалы түрде талданады. Электртермиялық өңдеуден өткен астық тұқымдарында орын алатын метаболитикалық, жасушалық тыныс алу кезіндегі*

*белсенділік өз кезегінде адам ағзасында қолданылатын төмен қарқынды инфрақызыл сәулелік терапиямен салыстырылады. Жасушалық деңгейдегі энергия алмасу, оны өндіру және биофотондық процестер негізінде ортақ механизмдер нәтижесінде электр жылулық сәулелендірудің биофизикалық әсері түсіндіріледі.*

**Кілт сөздер:** *инфрақызыл сәуле, электрохимиялық өңдеу, медициналық биофизика, биостимуляция, электромагниттік сәулелену.*

Электр ілімі пайда болғаннан бері электр энергиясын кәсіптік түрде алу әдістері ойлап табылғалы бері электр техникалық ғылымдар электр энергиясын кәсіби қолдану саласында үнемі жұмыс істеп келеді.

Электр технологиясы – электр энергиясын жылулық, магниттік, механикалық және басқа энергия түрлеріне түрлендіру процестерін зерттейтін ғылыми-техникалық сала. Электр энергиясын жылуға айналдыруға негізделген процестер электртермиялық үрдістер деп аталады.

Электромагниттік сәулеленудің тірі жүйелерге

әсері қазіргі биофизиканың маңызды зерттеу бағыттарының бірі болып табылады. Инфрақызыл (ИК) диапазондағы сәулелену энергиясы биологиялық ұлпалармен жұтылып, жасушаішілік процестердің белсенділігін арттыру қабілетіне ие.

Инфрақызыл сәулелену – толқын ұзындығы шамамен 700 нм–1 мм аралығындағы электромагниттік толқындар. Биологиялық ұлпаларда оның энергиясы негізінен су молекулалары мен органикалық қосылыстар арқылы жұтылады.

Сәулелену әсерінен:

- жасушаішілік температураның микроартуы байқалады;
- ферменттік реакциялар жылдамдайды;
- мембраналық потенциал өзгеруі мүмкін;
- митохондриядағы тыныс алу тізбегі белсенеді.

түрі мен спектр түрін, сонымен қатар интенсивтілігін таңдау маңызды Жасуша деңгейінде қарастыратын болсақ, бұл процесс энергия көзі болып табылатын аденазинүшфосфат (АТФ)

синтезінің біршама артуына алып келеді. АТФ жасуша ішілік үрдістердің қызғаушы күші болғандықтан, АТФ концентрациясының артуы жасуша белсенділігіне себепші болады.

Ауыл шаруашылығында инфрақызыл сәулелендіру кеңінен қолданылады, себебі ол материалдың ішкі құрылымына терең әсер етіп, энергияны тиімді таратады. Тұқымның бастапқы күйін ескергендегі әрбір ауыл шаруашылық дақылының тіршілік әрекетін жандандыру үшін оған сәйкес келетін электромагниттік әсердің түрі мен спектр түрін, сонымен қатар интенсивтілігін таңдау маңызды.

Бидай тұқымдарын инфрақызыл сәулелендіру арқылы өңдеу кезінде келесі өзгерістер байқалады:

- өну энергиясының біршама өсуі;
- ферментативтік белсенділіктің күшеюі;
- тыныс алу қарқындылығының артуы;
- жасуша ішілік зат алмасуының жандану.

Бұл құбылыс биостимуляция эффектісі ретінде сипатталады және дозаға тәуелді өзгермелі

көрініс береді: оптималды деңгейде стимуляция байқалса, шамадан тыс әсер тежеушіболуы мүмкін.

Дәнді-дақыл тұқымдарын өңдеудің электрофизикалық әдістерінің анализі қарапайымдылығы мен сенімділігіне байланысты инфрақызыл сәулелерді пайдаланудың тиімділігін көрсетті. Егер осы зерттеулерге сәйкес агроөнеркәсіптегі инфрақызыл сәулелері сапалық артықшылықтарға ие болса, медицина саласындағы терапияғада қозғаушы күш бола алады.

Медициналық биофизикадағы инфрақызыл терапияда осы механизмдерге негізделген. Ағзамызды тұтас құрайтын жасушадағы бұл үрдістер қазіргі терапия негіздері десек те болады. Олай болса медицинада төмен қарқынды инфрақызыл сәулелендіру:

- жараның жазылуын жеделдетеді;
- қабыну процестерін азайтады;
- қан айналымын жақсартады;
- тіндердің регенерациясын

ынталандырады.

Бұл сәйкестік электр жылулық сәулеленудің

эмбебап биофизикалық әсер механизімі негізінде екенін дәлелдейді. Агроинженерия саласындағы оптимальды сәулелену режимдерін анықтау қазіргі медицина саласындағы биостимуляция құрылғыларын ары қарай тиімді жетілдіруде модель ретінде пайдаланылуы әбден мүмкін.

**Қорытынды.** Электр жылулық (инфрақызыл) сәулелендірудің тірі жасушаларға әсерін салыстырмалы талдаулар нәтижесі оның эмбебап биофизикалық механизмге негізделетінін дәлелдеді. Сәулелену энергиясының жасушаішілік құрылымдармен, әсіресе митохондриялық тыныс алу тізбегімен өзара әрекеттесуі нәтижесінде аденозинүшфосфат (АТФ) синтезі күшейеді, ферменттік белсенділік артады және метаболикалық процестер қарқындай түседі. Бұл құбылыс өсімдік тұқымдарының өну энергиясының жоғарылауымен, жылдамдығының артуымен сәйкесінше адам тіндерінің регенеративті қабілетінің артуымен сипатталады.

Агроөнеркәсіптік тәжірибеде электр жылулық сәулелендіру тұқымның физиологиялық

белсенділігін арттырып, өнімнің сапалық және сандық артықшылықтарға ие болуына мүмкіндік береді. Ал медициналық биофизикада осыған ұқсас механизмдер төмен қарқынды инфрақызыл терапияның негізін құрайды. Жасушалық деңгейдегі ортақ нысана – митохондрия және оның ферменттік жүйелері – екі саладағы әсердің функционалдық бірлігін дәлелдейді.

Зерттеу нәтижелері электр жылулық сәулелендірудің шамасына сәйкес тәуелділікке ие екенін және биостимуляциялық әсердің оптималды параметрлерді таңдаумен тығыз байланысты екенін айқындады. Бұл фактор сәулеленудің шамадан тыс әсерінен болатын тежеуші, кері ықпалдардың алдын алуға мүмкіндік береді. Сондықтан сәулелену режимдерін ғылыми негізде оңтайландыру агроинженерлік және медициналық құрылғыларды жобалауда шешуші мәнге ие.

Осылайша, электр жылулық сәулелендірудің жасушалық биостимуляциялық әсерін зерттеу тек агротехнологиялық міндеттерді шешумен шектелмей, регенеративті медицина, медициналық

биофизика және биоинженерия салаларында жаңа ғылыми бағыттардың дамуына негіз бола алады. Болашақ зерттеулер сәулеленудің молекулалық сигналдық жолдарға, ген экспрессиясына және антиоксиданттық жүйелерге әсерін тереңдетіп талдауға бағытталуы тиіс деп білемін.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:**

1. Худоногов, А.М. Применение ИК-биостимуляторов семян в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области: рекомендации– Иркутск, 2011. – 43 с. Сборники научных трудов
2. Федотов, В.А. Предпосевная обработка семян растений с применением электротехнологического оборудования/В.А.Федотов// Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: сб. студ. науч. конф.– Иркутск: ИрГСХА, 2009. – С. 175–177.
3. Chung, H., Dai, T., Sharma, S.K., Huang, Y.Y., The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy // Annals of Biomedical Engineering. –

2012. – Vol. 40(2). – P. 516–533.

**Оптимизация диагностики и прогнозирования  
течения герпесвирусного кератита**

**Исмуханова Балым Сериккалиқызы**

резидент 1 года обучения по офтальмологии

*Казахский национальный университет имени аль-  
Фараби, Казахстан*

**Исаханова Джамиля Еркиновна**

кандидат медицинских наук, научный руководитель

*Казахский национальный университет имени аль-  
Фараби, Казахстан*

**Аннотация.** *Герпесвирусный кератит (ГВК) является одной из ведущих клинических форм офтальмогерпеса и одной из основных причин воспалительных заболеваний роговицы, приводящих к стойкому снижению зрительных функций. Высокая частота рецидивов, разнообразие клинических форм, высокая частота осложнений обуславливают изучение факторов, влияющих на тяжесть течения и прогноз патологического процесса. Целью настоящего исследования явилось*

*изучение клинических форм ГВК и оценка влияния триггерных механизмов на частоту рецидивов и глубину поражения. Проведён ретроспективный анализ 182 пациентов с ГВК за период (2021–2025 гг.) Оценивались клинические формы заболевания, факторы риска реактивации, результаты клинко-лабораторных исследований, ПЦР-РВ (слеза, слюна). Установлено, что наиболее значимыми триггерами являлись переохлаждение и психоэмоциональный стресс. Наличие микст-инфекции ДНК ВПГ-1/2 и ЦМВ в биологических средах (слеза, слюна) ассоциируется с более тяжёлым течением заболевания, увеличением частоты глубоких форм кератита и пролонгированием воспалительного процесса.*

*Ключевые слова: герпесвирусный кератит, рецидив, герпесвирусная инфекция, стромальный кератит, древовидный кератит*

### **Актуальность.**

Герпесвирусный кератит остаётся одной из ведущих причин инфекционных поражений роговицы и значимого снижения зрения у пациентов

трудоспособного возраста. По данным литературы, частота рецидивов заболевания достигает 50% в течение 5 лет. Рецидивирование герпесвирусного кератита связано со способностью герпесвируса длительно персистировать в организме и реактивироваться под влиянием неблагоприятных средовых и иммунологических факторов. В последние годы на фоне климатических колебаний, урбанизации и роста психоэмоциональной нагрузки возрастает роль средовых триггеров реактивации герпесвирусов. Несмотря на проводимую противовирусную терапию, проблема рецидивирования остаётся актуальной, что обосновывает необходимость комплексного междисциплинарного подхода к ведению пациентов с офтальмогерпесом.

### **Цель исследования.**

Оценить эффективность современных методов диагностики и лечения герпесвирусного кератита как одной из ведущих клинических форм офтальмогерпеса.

### **Материалы и методы.**

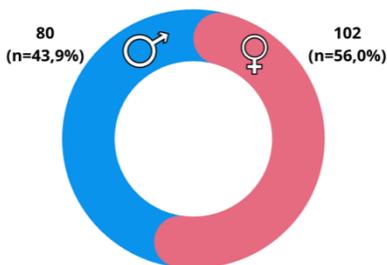
В группу исследования были включены 182 пациента с герпесвирусным кератитом на клинической базе КазНУ им. аль-Фараби — в клинике «Oftalmo-Medical» за период 2021–2025 гг. Оценивались клинические формы заболевания, факторы риска реактивации, результаты серологических (ИФА) и молекулярно-генетических (ПЦР) исследований. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программы Microsoft Excel.

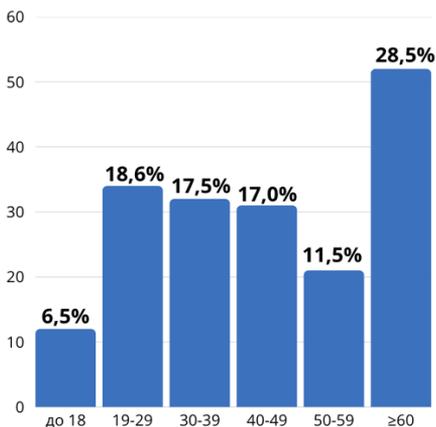
### **Результаты исследования и обсуждение.**

В исследование включены 182 пациента с герпесвирусным кератитом. Первичный процесс выявлен у 18,1% (n=33), постпервичный — у 81,8% (n=149), одностороннее поражение роговицы отмечалось у 77,5% (n=141), двухсторонний процесс — у 22,5% (n=41). Двухстороннее поражение отмечалось в основном при ЦМВ-ассоциированном кератите и микст инфекциях (ВПГ-1/2+ЦМВ). Это обусловлено реактивацией латентных очагов, высокой вирусной нагрузкой и снижением местного иммунитета, что способствовало более длительному

рецидивизирующему процессу.

В структуре обследованных пациентов отмечено преобладание лиц женского пола 56,0% (n=102), мужчины составили 44,0% (n=80). Средний возраст обследованных составил  $45,5 \pm 19,7$  года. Наибольшая доля наблюдений приходилась на старшие возрастные группы, что связано с уменьшением иммунологической памяти и увеличением вирусной экспозиции у возрастных пациентов. Половозрастная структура обследованных представлена на рис. 1.





*Рис. 1. Половозрастная характеристика пациентов с герпесвирусным кератитом.*

При анализе эпизодов герпесвирусного кератита первичный процесс составил 17,6%, 2–5 рецидивов — 55,1%, свыше 5 рецидивов — 27,3%. Полученные данные демонстрируют выраженное преобладание рецидивирующих форм ГВК над первичным, что свидетельствует о хронической персистенции ГВИ, недостаточной эффективности иммунного контроля и высокой вероятности реактивации вируса.

В структуре клинических форм преобладали стромальный (45,6%) и поверхностный (42,3%) кератит, реже встречались эндотелиальный (9,8%) и

некротический (2,1%) варианты (рисунки 2-3).



*Рис. 2–3. Структура эпизодов и клинических форм герпесвирусного кератита.*

В исследуемой группе пациентов (n=182) методом ПЦР в реальном времени ДНК ВПГ-1/2 и ЦМВ выявлена у 39% обследованных. Наиболее часто

выявлялась ДНК ВПГ1/2, при этом доля микстинфекции (ВПГ-1/2 ЦМВ) превышала пятую часть всех случаев, что свидетельствует о значительной распространенности сочетанной герпесвирусной персистенции при данной патологии (таблица 1)

Таблица 1

ВГЧ	Частота выявления ДНК герпесвирусов		
	ВПГ 1/2	ЦМВ	Сочетание ВПГ 1/2 + ЦМВ
Рецидивирующий кератит n=182	71 (39.25%)	53 (29.24%)	39 (21.57%)

Анализ факторов риска показал, что реактивация ГВК наиболее часто ассоциировалась с переохлаждением — 31,8% (n=58), психоэмоциональным стрессом — 21,9% (n=40), ОРВИ — 18,6% (n=34), хроническим психоэмоциональным напряжением — 9,8% (n=18), травмами роговицы — 4,3% (n=8), оперативными

вмешательствами — 2,7% (n=5) и другими факторами — 10,4% (n=19), что подтверждает мультифакторный характер реактивации ВПГ. Основные факторы риска реактивации представлены на рис. 4.



*Рис. 4. Структура факторов риска реактивации герпесвирусной инфекции.*

## **Клинический случай. Герпесвирусный кератит (ЦМВ ассоциированный) с положительной динамикой на фоне комплексной терапии**

Женщина 63 лет обратилась в офтальмологическую клинику с жалобами на покраснение, плену, слезотечение и светобоязнь правого глаза (OD), сохраняющиеся в течение 10 дней. Максимальная скорректированная острота зрения (МКОЗ) OD при поступлении составляла 2/10. При осмотре в щелевой лампе выявлены: гиперемия конъюнктивы и древовидный инфильтрат на роговице в оптической и параоптической зонах, положительная проба с флуоресцеином, снижение чувствительности роговицы, что соответствовало клинике герпесвирусного кератита. Левый глаз (OS)— без патологических изменений. Пациентке проведено комплексное лабораторное обследование. По результатам ПЦР-РВ выявлена ДНК ЦМВ в слюне — 42,56; в слезе результат отрицательный; ДНК ВПГ-1/2 в слюне и слезе-отрицательный. По результатам ИФА обнаружены положительные антитела к IgG ВПГ, ЦМВ, VCA ВЭБ и ВГ-6, что

свидетельствовало о хронической герпесвирусной инфекции. Назначенная местная и системная противовирусная, противовоспалительная, иммуномодулирующая и кератопротекторная терапия дала положительную клиническую картину уже на 3-е сутки лечения — уменьшение зоны флуоресцеинового окрашивания, регресс болевого синдрома, купирования слезотечения и светобоязни. В дальнейшем, к 10-му дню проводимого лечения мы видим уменьшение активности воспалительного процесса и разрешение инфильтрата роговицы МКОЗ повысилась до 5/10.

В данном клиническом случае комплексная местная и системная терапия обеспечила выраженный регресс роговичного поражения и улучшение зрительных функций.





23.12.2025г

25.12.2025г

04.01.2026г

*Рис. 5. Динамика герпесвирусного кератита: а — при поступлении; б — на 3-е сутки лечения; в — на 10-е сутки лечения.*

### **Заключение.**

Проведённый нами анализ показал, что герпесвирусный кератит характеризуется высокой частотой рецидивирования и мультифакторным механизмом реактивации герпесвируса. Ведущими триггерами в исследуемой выборке являлись переохлаждение и психоэмоциональный стресс. Высокая доля повторных эпизодов подтверждает, что ГВК в большинстве случаев представляет собой не острое, а хроническое рецидивирующее заболевание. Частота рецидивов свидетельствует о выраженной хронической персистенции вируса и недостаточности противовирусного иммунного

контроля. Микст-инфекция (ВПГ-1/2+ЦМВ) ассоциируется с более тяжелым течением, высокой частотой рецидивов и хронизацией воспалительного процесса. В таких случаях необходима более длительная противовирусная терапия

Таким образом, высокая клиническая настороженность врача, анамнестические данные, оценка чувствительности роговицы, ПЦР-диагностика обеспечивает быструю и эффективную диагностику кератита герпесвирусной этиологии.

Ранняя и адекватная противовирусная терапия, способствует укорочению сроков заболевания, снижению количества рецидивов, и профилактике осложнений офтальмогерпеса.

#### **Список источников:**

1. Herpetic Eye Disease Study Group. Acyclovir for the prevention of recurrent herpes simplex virus eye disease. *New England Journal of Medicine*. 1998. DOI: 10.1056/NEJM199807303390503.
2. Farooq A.V., Shukla D. Herpes simplex epithelial and stromal keratitis: an epidemiologic update. *Survey of Ophthalmology*.

2012;57(5):448–462.

3. Zhang X., Wang L., et al. Advances in the diagnosis and management of herpes simplex keratitis. *Frontiers in Medicine*. 2022. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9397127/>
4. Liu S., Chen Y., et al. Current perspectives on herpesvirus ocular infections. *Frontiers in Medicine*. 2022. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9600940/>
5. Young R.C., Hodge D.O., Liesegang T.J. Epidemiology of ocular herpes simplex virus infection. *Ophthalmology*. 2013. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3652623/>

**Сравнительный анализ моделей систем на  
основе искусственного интеллекта,  
используемых для ранней диагностики и  
прогнозирования сепсиса у  
госпитализированных пациентов**

**Хохлова Юлия Анатольевна**

Ассистент-профессор кафедры внутренних болезней  
*Карагандинский Медицинский Университет,  
Казахстан*

**Елемесова Камила Бахбергенкызы, Ким  
Дмитрий Дмитриевич, Ким Мария Андреевна,  
Пернебаев Азамат Маратұлы, Ригерт Валерия  
Владиславовна**

студенты IV курса

*Карагандинский Медицинский Университет,  
Казахстан*

**Аннотация**

*Сепсис остаётся одной из ведущих причин госпитальной смертности, что обуславливает необходимость разработки инструментов его раннего выявления. Цель исследования: провести сравнительный анализ моделей систем на основе*

искусственного интеллекта, используемых для ранней диагностики прогнозирования сепсиса у госпитализированных пациентов с оценкой их дискриминационной способности, прогностической ценности и влияния на клинические исходы. В работе проанализированы алгоритмы Epic Sepsis Model (ESM), TREWS и COMPOSER (включая версию COMPOSER-LLM) на основании опубликованных ретроспективных и проспективных исследований. Оценивались показатели AUC, прогностическая ценность положительного результата (PPV), частота ложных тревог и ассоциация использования алгоритмов с клиническими исходами. Показано, что ESM продемонстрировала снижение операционных характеристик при независимой валидации и высокий уровень ложноположительных срабатываний, способствующий развитию феномена *alarm fatigue*. В то же время TREWS и COMPOSER характеризуются более стабильными метриками и лучшим контролем ложных тревог, а в ряде исследований - ассоциацией с улучшением

*клинических исходов. Несмотря на обнадеживающие результаты, отсутствие крупных рандомизированных исследований ограничивает возможность окончательной оценки клинической эффективности систем. Использование искусственного интеллекта в диагностике сепсиса обладает значительным потенциалом, однако требует дальнейшей независимой валидации.*

*Ключевые слова: сепсис, искусственный интеллект, машинное обучение, AUC, прогностическая ценность (PPV), COMPOSER, TREWS, Epic Sepsis Model.*

**Актуальность.** Несмотря на значительный прогресс в развитии интенсивной и антимикробной терапии, сепсис представляет собой значительную глобальную проблему здравоохранения и остаётся одной из ведущих причин смертности во всём мире [1, 2, 4]. По данным глобальных эпидемиологических исследований ВОЗ, ежегодно в мире регистрируется около 48,9 млн. случаев сепсиса, до 11 млн. летальных исходов в 2017 году

[4]. Альтернативные оценки указывают на 31,5 млн случаев и 5,3 млн смертей в год [9]. Около 40% случаев сепсиса приходится на детей младше 5 лет [4]. По данным ВОЗ, ежегодно в мире выявляется около 3 миллионов случаев сепсиса среди новорожденных и 1,2 миллиона среди детей. Показатель смертности от сепсиса колеблется от 11% до 19% на 100 000 живорожденных [8].

Основными проблемами ранней диагностики сепсиса являются неспецифичность клинической картины и быстрое прогрессирование заболевания, тогда как современные методы диагностики часто не располагают необходимой скоростью и точностью, что часто становится причиной несвоевременного вмешательства, это особенно выражено в уязвимых группах населения, таких как пожилые люди, пациенты отделений интенсивной терапии и лица с иммунодефицитами [5, 6]. Несмотря на значительный объём международных данных, эпидемиология сепсиса в странах постсоветского пространства остаётся недостаточно изученной. В Республике Казахстан имеются лишь

отдельные локальные исследования, не отражающие полной картины заболеваемости, летальности и этиологической структуры возбудителей сепсиса [8].

В целях повышения эффективности ранней диагностики сепсиса в современной клинической практике осуществляется внедрение в работу медицинских организаций искусственного интеллекта - технологий, позволяющих эффективно прогнозировать развитие сепсиса и летальность пациентов в отделениях интенсивной терапии [7].

**Цель.** Провести сравнительный анализ моделей систем на основе искусственного интеллекта, используемых для ранней диагностики и прогнозирования сепсиса у госпитализированных пациентов.

**Материалы и методы.** Методологическую основу исследования составил сравнительный анализ публикаций, представленных в международных научных базах данных PubMed, JAMA Network, ATS Journals, в журнале *npj Digital Medicine* и специализированных медицинских источниках.

Объектом исследования являются модели систем на основе искусственного интеллекта, разработанные для ранней диагностики и прогнозирования сепсиса у госпитализированных пациентов. После проверки исследований на релевантность и актуальность окончательная база данных обзора состояла из 17 статей с датами публикаций с 2020 по 2025 года. Для анализа эффективности использовались результаты исследований, опубликованные в вышеуказанных базах данных. Оценивались показатели дискриминационной способности (AUC), прогностической ценности положительного результата (PPV), чувствительности и частоты ложных тревог.

## **Результаты.**

### **1.Epic sepsis module.**

Epic Sepsis Model (ESM), созданная Epic System Corporation - это частная модель, встроенная в цифровую карту пациента, которая каждые 15 минут анализирует около 80 диагностических показателей (артериальное давление, температуру тела, частоту сердечных сокращений, лабораторные

показатели) и оценивает по ним степень риска начала сепсиса. Высоким риском считались показатели от 5-8 и выше, на их основании лечащим врачам отправлялись «системные предупреждения», указывающие о возможном скором развитии сепсиса. Компания Epic заявляла диапазон площади под ROC-кривой (AUC)  $\approx 0,76 - 0,83$ , указывающий на высокую производительность и точность системы [9, 10].

Результаты независимой внешней валидации прогностической модели ESM, проведенной на выборке из 38 500 госпитализаций, продемонстрировали значительное снижение ее операционных характеристик в сравнении с данными разработчика. Дискриминационная способность модели, оцененная через AUC, составила 0,63, что существенно ниже первоначально заявленного диапазона 0,76 - 0,83 [9, 11].

Наблюдалась критически низкая чувствительность: алгоритм не идентифицировал 67% случаев сепсиса. Частота ложноположительных срабатываний

оставалась высокой. Прогностическая ценность положительного результата (PPV) составила лишь 12%, что свидетельствует о крайне низкой клинической специфичности: из 8 пациентов, классифицированных системой как лица с высоким риском, диагноз подтверждался только у одного. Анализ в подгруппах показал, что 1709 пациентов с развившимся впоследствии сепсисом были ошибочно определены моделью в категорию низкого риска [9, 12].

Чрезмерная частота генерации системных уведомлений привела к когнитивной перегрузке медицинского персонала и развитию феномена *alarm fatigue* (усталости от предупреждений), вследствие чего предиктивные сигналы стали восприниматься как избыточный информационный шум, а их клиническая значимость - снижаться. Массовое игнорирование медицинским персоналом уведомлений, ставшее следствием низкой клинической релевантности модели, критически ограничило её роль в системе поддержки принятия врачебных решений [9, 12].

## **2.TREWS (Targeted Real-time Early Warning System)**

TREWS (Targeted Real-time Early Warning System) - это передовая система раннего предупреждения сепсиса на основе машинного обучения, разработанная командой из Университета Джонса Хопкинса, интегрированная в электронные медицинские записи и работающая в режиме реального времени. Алгоритм анализирует витальные показатели, лабораторные данные, анамнез и динамику состояния пациента. Исследователи разрабатывали и совершенствовали TREWS в течение многих лет, достигнув **AUC 0,97** для выявления сепсиса и отметив **82%** случаев [13]. Эффективность системы TREWS оценивалась в рамках проспективного многоцентрового исследования - подхода, существенно повышающего достоверность полученных результатов. В ходе исследования осуществлялся мониторинг 590 736 пациентов, при этом в центре анализа находилась когорта из 6 877 пациентов с сепсисом, идентифицированных системой до начала

антибактериальной терапии. Своевременная верификация тревожного сигнала лечащим врачом в течение трех часов ассоциировалась со статистически значимым снижением госпитальной летальности: TREWS ассоциировалось со статистически значимым снижением относительного риска летальности на **18,7%**, абсолютного снижения на **3,3%** и сокращением времени до инициации целевой антибактериальной терапии. Также снижаются показатели по органной недостаточности, длительности госпитализации и сокращения времени до назначения антибиотиков. Наибольший эффект отмечается у пациентов группы высокого риска [13, 14].

Дополнительным ограничивающим фактором является действующая регуляторная политика. Управление по контролю за продуктами и лекарствами США (FDA) допускает к применению преимущественно «фиксированные» версии алгоритмов, не предусматривающие их дальнейшего самообучения или адаптации к изменяющимся

клиническим условиям. Такой подход ограничивает возможность динамического обновления моделей и потенциально может приводить к постепенному снижению их точности и прогностической эффективности по мере изменения клинической среды и характеристик популяции пациентов. Частный характер большинства моделей дополнительно усложняет независимую валидацию и прозрачность их работы [15].

### **3.COMPOSER (Conformal Multidimensional Prediction of Sepsis Risk)**

**COMPOSER** - это система раннего прогнозирования сепсиса, разработанная исследовательской группой Калифорнийского университета в Сан-Диего (UCSD) как клинический инструмент поддержки принятия решений с акцентом на снижение ложных тревог и устойчивость к различиям в системах между медицинскими учреждениями [16]. Алгоритм анализирует структурированные данные электронной медицинской карты - витальные показатели, лабораторные данные, демографию,

сопутствующие заболевания и назначенную терапию, прогнозируя развитие сепсиса в ближайшие часы.

Разработка модели проводилась на основе ретроспективных данных отделений интенсивной терапии (ICU) и неотложной помощи (ED) с последующей внешней валидацией на независимой когорте другой больницы, что позволило оценить возможность использования алгоритма в другом учреждении [16]. В исходной когорте ICU и ED модель продемонстрировала высокий показатель AUC - 0,953 и 0,945 соответственно - при PPV 38% и 20,1% и низком уровне ложных тревог (0,031 и 0,042 на пациент-час). Дополнительно сообщалось о снижении потока ложных срабатываний по сравнению с базовой нейросетевой моделью [16].

В последующей работе 2025 года та же исследовательская группа UCSF провела ретроспективную разработку и затем проспективную валидацию расширенной версии COMPOSER-LLM в двух отделениях неотложной помощи своей системы здравоохранения [17]. В

данной версии к алгоритму был добавлен анализ клинических заметок с использованием языковой модели. Это позволило увеличить PPV до 52,9 - 58,2% и снизить частоту ложных тревог до 0,0086 - 0,0087 на пациент-час без существенного снижения чувствительности [17]. Вместе с тем исследования носили наблюдательный характер и проводились преимущественно в рамках одной академической сети, что ограничивает обобщаемость полученных данных. Отсутствуют крупные рандомизированные контролируемые исследования, подтверждающие причинно-следственную связь между внедрением алгоритма и снижением смертности [16, 17]

**Заключение.** Анализ современных моделей систем на основе искусственного интеллекта для ранней диагностики и прогнозирования сепсиса свидетельствует о значительном технологическом прогрессе, однако клиническая эффективность алгоритмов остается неоднородной. Частные модели, такие как Epic Sepsis Model, продемонстрировали существенный разрыв между заявленными разработчиком характеристиками и

результатами независимых валидаций, включая снижение AUC и прогностической ценности положительного результата, а также высокий уровень ложноположительных срабатываний, способствующий развитию феномена alarm fatigue.

В то же время более современные модели, такие как TREWS и COMPOSER, показали более устойчивые показатели дискриминационной способности и лучший контроль частоты ложных тревог. В отдельных исследованиях была продемонстрирована ассоциация использования алгоритмов с улучшением клинических исходов, включая снижение госпитальной летальности и сокращение времени до начала антибактериальной терапии.

Большинство опубликованных данных основаны на наблюдательных исследованиях, часто в рамках одной академической системы здравоохранения. Отсутствие крупных рандомизированных контролируемых исследований ограничивает возможность установления причинно-следственной связи между внедрением алгоритмов и улучшением

исходов. Частный характер большинства моделей дополнительно усложняет независимую валидацию и прозрачность их работы. Таким образом, дальнейшее внедрение искусственного интеллекта в диагностику сепсиса требует независимой многоцентровой валидации, оценки долгосрочной клинической эффективности и анализа потенциальных рисков, связанных с автоматизированной поддержкой принятия решений.

### **Список литературы**

1. Font MD, Thyagarajan B, Khanna AK. Sepsis and Septic Shock - Basics of diagnosis, pathophysiology and clinical decision making. Med Clin North Am. 2020 Jul;104(4):573-585. doi: 10.1016/j.mcna.2020.02.011. Epub 2020 May 12. PMID: 32505253.
2. Gauer R, Forbes D, Boyer N. Sepsis: Diagnosis and Management. Am Fam Physician. 2020 Apr 1;101(7):409-418. PMID: 32227831.
3. Srzić I, Neseck Adam V, Tunjić Pejak D. SEPSIS DEFINITION: WHAT'S NEW IN THE

TREATMENT GUIDELINES. *Acta Clin Croat.* 2022 Jun;61(Suppl 1):67-72. doi: 10.20471/acc.2022.61.s1.11. PMID: 36304809; PMCID: PMC9536156.

4. Arina P, Hofmaenner DA, Singer M. Definition and Epidemiology of Sepsis. *Semin Respir Crit Care Med.* 2024 Aug;45(4):461-468. doi: 10.1055/s-0044-1787990. Epub 2024 Jul 5. PMID: 38968960.
5. Lin TH, Chung HY, Jian MJ, Chang CK, Lin HH, Yen CT, Tang SH, Pan PC, Perng CL, Chang FY, Chen CW, Shang HS. AI-Driven Innovations for Early Sepsis Detection by Combining Predictive Accuracy With Blood Count Analysis in an Emergency Setting: Retrospective Study. *J Med Internet Res.* 2025 Jan 24;27:e56155. doi: 10.2196/56155. PMID: 39854695; PMCID: PMC11809270.
6. Bignami EG, Berdini M, Panizzi M, Domenichetti T, Bezzi F, Allai S, Damiano T, Bellini V. Artificial Intelligence in Sepsis Management: An Overview for Clinicians. *J Clin*

- Med. 2025 Jan 6;14(1):286. doi: 10.3390/jcm14010286. PMID: 39797368; PMCID: PMC11722371.
7. Nicolaou A, Stylianides C, Sulaiman WA, Antoniou Z, Palazis L, Vavlitou A, Pattichis CS, Panayides AS. An Overview of Explainable AI Studies in the Prediction of Sepsis Onset and Sepsis Mortality. *Stud Health Technol Inform.* 2024 Aug 22;316:808-812. doi: 10.3233/SHTI240534. PMID: 39176915.
  8. Kolesnichenko SI, Lavrinenko AV, Akhmaltdinova LL. Bloodstream Infection Etiology among Children and Adults. *Int J Microbiol.* 2021 Mar 1;2021:6657134. doi: 10.1155/2021/6657134. PMID: 33727928; PMCID: PMC7939735.
  9. Wong A, Otles E, Donnelly JP, et al. External Validation of a Widely Implemented Proprietary Sepsis Prediction Model in Hospitalized Patients. *JAMA Intern Med.* 2021;181(8):1065–1070. doi:10.1001/jamainternmed.2021.2626
  10. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1902.07276>

10. Cull J, Brevetta R, Gerac J, Kothari S, Blackhurst D. Epic Sepsis Model Inpatient Predictive Analytic Tool: A Validation Study. *Crit Care Explor.* 2023 Jun 30;5(7):e0941. doi: 10.1097/CCE.0000000000000941. PMID: 37405252; PMCID: PMC10317482.
11. Wong A, Otles E, Donnelly JP, Krumm A, McCullough J, DeTroyer-Cooley O, Pestrue J, Phillips M, Konye J, Penzoza C, Ghous M, Singh K. External Validation of a Widely Implemented Proprietary Sepsis Prediction Model in Hospitalized Patients. *JAMA Intern Med.* 2021 Aug 1;181(8):1065-1070. doi: 10.1001/jamainternmed.2021.2626. Erratum in: *JAMA Intern Med.* 2021 Aug 1;181(8):1144. doi: 10.1001/jamainternmed.2021.3907. PMID: 34152373; PMCID: PMC8218233.
12. Schinkel M, van der Poll T, Wiersinga WJ. Artificial Intelligence for Early Sepsis Detection: A Word of Caution. *Am J Respir Crit Care Med.* 2023 Apr 1;207(7):853-854. doi: 10.1164/rccm.202212-2284VP. PMID:

36724366; PMCID: PMC10111986.

13. Adams R, Henry KE, Sridharan A, Soleimani H, Zhan A, Rawat N, Johnson L, Hager DN, Cosgrove SE, Markowski A, Klein EY, Chen ES, Saheed MO, Henley M, Miranda S, Houston K, Linton RC, Ahluwalia AR, Wu AW, Saria S. Prospective, multi-site study of patient outcomes after implementation of the TREWS machine learning-based early warning system for sepsis. *Nat Med.* 2022 Jul;28(7):1455-1460. doi: 10.1038/s41591-022-01894-0. Epub 2022 Jul 21. PMID: 35864252.
14. Qayyum SN, Ullah I, Rehan M, Noori S. AI integration in sepsis care: a step towards improved health and quality of life outcomes. *Ann Med Surg (Lond).* 2024 Apr 4;86(5):2411-2412. doi: 10.1097/MS9.0000000000002012. PMID: 38694371; PMCID: PMC11060188.
15. Shashikumar, S.P., Wardi, G., Malhotra, A. *et al.* Artificial intelligence sepsis prediction algorithm learns to say “I don’t know”. *npj Digit. Med.* 4, 134 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41746-021->

00504-6

16. Sashikumar, S.P., Mohammadi, S., Krishnamoorthy, R. *et al.* Development and prospective implementation of a large language model based system for early sepsis prediction. *npj Digit. Med.* 8, 290 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41746-025-01689->

**Patient-Specific Digital Twin Models for Predicting Onset and Progression of Alzheimer's Disease**

**Dr. Sarybayeva Madina**

Doctor of Medical Sciences

*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

**Salimi Ehsanullah**

**Darmani Zahra**

Third-year students

*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

*Annotation: Alzheimer's disease (AD) is a progressive multifactorial neurodegenerative disorder with heterogeneous clinical trajectories and high therapeutic failure rates. This review analyzes the emerging application of patient-specific digital twin models for*

*early diagnosis, disease progression forecasting, and clinical trial optimization. Evidence from recent peer-reviewed studies demonstrates that integration of electroencephalography-based digital biomarkers, artificial intelligence algorithms, multi-omics datasets, and patient-derived brain organoids enables dynamic simulation of individual disease pathways. Digital twin–assisted prognostic modeling has reduced variance in clinical trial endpoints and improved predictive accuracy of conversion from subjective cognitive decline to mild cognitive impairment. Despite technological promise, limitations include computational complexity, regulatory uncertainty, and ethical governance concerns.*

**Keywords:** *digital twin, Alzheimer’s disease, artificial intelligence, precision medicine.*

## **Introduction**

Alzheimer’s disease (AD) represents the most common cause of dementia worldwide and is characterized by progressive cognitive decline, memory impairment, and functional deterioration. The neuropathological hallmarks of AD include extracellular  $\beta$ -amyloid plaque

deposition, intracellular neurofibrillary tangles composed of hyperphosphorylated tau protein, chronic neuroinflammation, oxidative stress, and progressive synaptic and neuronal loss. Current diagnostic strategies rely on neuropsychological testing, neuroimaging techniques, and cerebrospinal fluid biomarkers; however, these approaches often identify pathology after substantial neuronal damage has already occurred. The heterogeneity of disease progression and variable patient responses to therapy contribute to high clinical trial failure rates, emphasizing the need for predictive and individualized modeling approaches.

### **Concept of Digital Twins in Medicine**

The concept of the digital twin originated in engineering and refers to a virtual replica of a physical system that continuously updates using real-time data. In medicine, digital twins integrate patient-specific clinical, molecular, imaging, and physiological data to construct computational models capable of simulating disease evolution and therapeutic response. Such models operate through bidirectional interaction between the physical patient and the virtual representation, allowing

dynamic updating and scenario testing. In neurodegenerative disorders, digital twins enable simulation of neuronal network degeneration, biomarker evolution, and cognitive decline trajectories.

### **Aim and motivation**

Alzheimer's disease (AD) is a progressive neurodegenerative disorder characterized by complex pathophysiological mechanisms and heterogeneous clinical progression, which complicate early diagnosis and therapeutic development. The disease involves  $\beta$ -amyloid accumulation, tau hyper phosphorylation, neuroinflammation, synaptic dysfunction, and neuronal loss, ultimately leading to cognitive decline. Current diagnostic approaches—such as cognitive testing, neuroimaging, and cerebrospinal fluid (CSF) biomarker analysis—often detect AD only after significant and irreversible neuronal damage has occurred, limiting treatment effectiveness. This limitation is particularly critical during preclinical stages like subjective cognitive decline (SCD), where early intervention could be most beneficial. Moreover, Alzheimer's clinical trials continue to exhibit extremely high failure rates,

largely due to variability in disease progression and heterogeneous treatment responses, underscoring the need for predictive and individualized models.

Digital twin technology, defined as a continuously updated virtual representation of a biological system, offers a promising precision-medicine approach. By integrating multimodal clinical, imaging, and molecular data, patient-specific digital twins can simulate disease onset, predict progression, and model therapeutic responses. Therefore, this review aims to evaluate current evidence on the application of digital twin models in Alzheimer's disease, with emphasis on their potential to improve early diagnosis, optimize clinical trials, and advance personalized treatment strategies.

## **Materials and Methods**

A structured literature review was conducted using PubMed, Scopus, Google Scholar, and UpToDate to identify peer-reviewed studies published between 2021 and 2025. The search strategy included combinations of the terms “digital twin,” “Alzheimer's disease,” “patient-specific modeling,” “early diagnosis,” “disease progression,” “machine learning,” and “artificial

intelligence.”

The initial search yielded 15 publications addressing digital twin applications in Alzheimer’s disease. After screening titles and abstracts for relevance, full-text articles were evaluated according to predefined inclusion criteria: original research or high-quality reviews, peer-reviewed status, and direct application of digital twin methodologies to AD diagnosis, prognosis, clinical trial optimization, or therapeutic modeling.

These studies were selected for detailed narrative synthesis based on methodological rigor and translational significance. These included clinical validation of EEG-based digital biomarkers, AI-driven models enhancing clinical trial efficiency, integration of patient-specific brain organoids with digital twin frameworks, and multi-omics–based digital platforms for drug discovery. The selected works employed advanced computational and experimental methodologies, including conditional restricted Boltzmann machines, prognostic covariate adjustment (PROCOVA), induced pluripotent stem cell–derived organoid systems, and large-scale whole-brain network

simulations.

## **Result**

Analysis of 15 peer-reviewed studies indicates that patient-specific digital twin models show significant potential across multiple areas of Alzheimer's disease research and clinical application. For early diagnosis, the Digital Alzheimer's Disease Diagnosis (DADD) model reconstructs individualized neurodegeneration parameters from non-invasive electroencephalography (EEG). In a cohort of 124 participants, including healthy controls and individuals with subjective cognitive decline (SCD), the model achieved 88% accuracy in detecting cerebrospinal fluid (CSF) biomarker positivity and 87% accuracy in predicting progression from SCD to mild cognitive impairment (MCI) one year before clinical diagnosis—substantially outperforming conventional EEG biomarkers (54–58%). Key digital biomarkers, including connectivity degeneration (cp) and neuroplastic rewiring (np), reflected established mechanisms such as synaptic dysfunction and network disruption.

In clinical trial settings, AI-generated digital twins

trained on data from 6,736 participants across 29 studies improved prognostic modeling. In the Phase 2 AWARE trial, digital twin scores correlated with major cognitive outcomes ( $r = 0.30\text{--}0.39$ ) and reduced residual variance by 9–15%, allowing meaningful reductions in required sample sizes while maintaining statistical power.

At the preclinical level, integration of induced pluripotent stem cell–derived brain organoids with digital twin platforms enabled simulation of core AD features, including  $\beta$ -amyloid accumulation, tau pathology, and neuroinflammation. Combined with multi-omics integration and large-scale neural network simulations, these systems support personalized drug testing and mechanistic modeling.

Despite promising advances, challenges remain, including multimodal data standardization, computational complexity, limited representation of sporadic AD cases, and the need for regulatory validation and ethical governance frameworks.

## **Conclusion**

Patient-specific digital twins offer transformative potential in Alzheimer’s disease research and

management. They enable earlier detection, individualized trajectory forecasting, and optimization of clinical trial design. Continued interdisciplinary collaboration among clinicians, neuroscientists, bioinformaticians, and regulatory bodies is essential to ensure safe, effective, and equitable implementation.

**List of sources:**

1. Amato L.G., Lassi M., Vergani A.A., et al. Digital twins and non-invasive recordings enable early diagnosis of Alzheimer's disease // *Alzheimers Research & Therapy*. 2025. Vol. 17. P. 125.
2. Wang D., Florian H., Lynch S.Y., et al. Using AI-generated digital twins to boost clinical trial efficiency in Alzheimer's disease // *Alzheimer's & Dementia*. 2025. Vol. 11. E70181.
3. Dolciotti C., Righi M., Grecu E., et al. The translational power of Alzheimer's-based organoid models in personalized medicine // *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2025. Vol. 19. Art. 1553642.
4. Ren Y., Pieper A.A., Cheng F. Utilization of

- precision medicine digital twins for drug discovery in Alzheimer's disease // *Neurotherapeutics*. 2025. Vol. 22. E00553.
5. Bang S., Chen Y., Wang J., et al. Digital twins support cross-modal and cross-centric classification of mild cognitive impairment // *Alzheimer's & Dementia*. 2026. Vol. 22. P. 204–218.
  6. Jiang Y., Li X., Zhao H., et al. Identifiability-guided assessment of digital twins in Alzheimer's disease clinical research and care // *Alzheimers Research & Therapy*. 2025. Vol. 17. P. 99.
  7. Rohrs S., Heumann M., Kuhlmann J., et al. From conflicting data to predictive insights: a digital twin approach for ADRD risk and resilience // *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2025. Vol. 17. P. 1021.
  8. Hancerliogullari Koksalmis E., Zhang Q., Singh P., et al. Artificial intelligence for personalized prediction of Alzheimer's disease progression // *Journal of Alzheimer's Disease*. 2025. Vol. 88. P. 1123–1140.

9. HDTwin Consortium. Building a human digital twin using large language models for cognitive diagnosis // *Alzheimers Research & Therapy*. 2025. Vol. 17. P. 133.
10. PREDICTOM Study Group. Prediction of Alzheimer's disease using an AI-driven screening platform // *Alzheimer's & Dementia*. 2025. Vol. 21. P. 167–180.
11. Unlearn.AI. Validation of digital twins in the Phase 2 AWARE trial (NCT02880956) // *Alzheimers Research & Therapy*. 2025. Vol. 17. P. 110.
12. Wang H., Liu Z., Zhang F., et al. Multiscale virtual models for drug discovery in Alzheimer's disease using digital twins // *Alzheimers Research & Therapy*. 2025. Vol. 17. P. 140.
13. Ruffini G., Dunne S., Ortega G., et al. The Neurotwin project: predicting the impact of personalized brain stimulation in Alzheimer's disease // *Frontiers in Neuroscience*. 2025. Vol. 19. P. 2250.
14. Abirami P., Karthikeyan S. DTHS: a digital twin-

based healthcare system for neurodegeneration // Computers in Biology and Medicine. 2025. Vol. 155. P. 106580.

15. Moore R., Fisher-Kolmogorov L., et al. Artificial intelligence and the acceleration of Alzheimer's research // Nature Reviews Neurology. 2026. Vol. 22. P. 55–72.

**Эпигенетика стресса: как среда переписывает наследственность**

**Бондаренко Анастасия Сергеевна**

*Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Казахстан*

**Ақылбекова Әнел Ерболқызы**

**Сейдханов Достон Алимжанұлы**

студенты II курса

*Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Казахстан*

**Аннотация:** Эпигенетика, быстро развивающаяся область биологии, и эпигеном наиболее пластична внутриутробном периоде. Эпигенетика стресса имеет широкий спектр воздействия и вовлечена в

*патогенез различных психических расстройств, включая шизофрению, ПТСР, зависимость от психоактивных веществ и аутизм.*

В данной статье рассматривается всесторонний обзор: влияние эпигенетики стресса, как событие детства на показатели здоровья во взрослом возрасте. Особое внимание уделяется эпигенетическим изменениям в работе гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси (HPA)-ключевой системы регуляции стрессовой реакции. Эти изменения включают метилирование ДНК, модификации гистонов, влияние некодирующих РНК и ремоделирование хроматина, что приводит к изменению экспрессии генов, участвующих в стресс-ответе и нейропластичности. В частности, эпигенетические нарушения затрагивают гены FKBP5 (FKBP prolyl isomerase 5), NR3C1 (ядерный рецептор подсемейства 3, группа С, член 1), BDNF (нейротрофический фактор мозга) и SLC6A4 (переносчик серотонина), которые регулируют чувствительность к кортизолу, функцию глюкокортикоидных рецепторов, нейрональную

адаптацию и серотонинергическую передачу. Дисрегуляция этих генов нарушает нормальную реакцию организма на стресс, повышает риск развития ПТСР и может способствовать передаче повышенной уязвимости к травме между поколениями.

**Актуальность исследования:** Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) — это тяжёлое психоневрологическое состояние, возникающее после экстремальных травм (угрозы жизни, насилия), с высокой распространённостью травм у населения (~70%), но относительно низкой частотой реального развития ПТСР (~6-7%). Это указывает на **существенную роль индивидуальной восприимчивости и адаптивности**, обусловленной эпигенетическими механизмами, такими как метилирование ДНК, модификации гистонов, некодирующие РНК, ремоделирование хроматина. Эти механизмы влияют на регуляцию **гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой (НРА) оси** — ключевого компонента стресс-реакции, что делает их важными как для развития ПТСР, так и для

устойчивости к стрессу (резилиентности). В условиях современной эпидемиологии психических расстройств, а также необходимости персонализированных терапевтических подходов, глубокое понимание эпигенетики HPA-оси является критически важным для медицины и психиатрии.

**Цель исследования:**Целью работы является анализ роли эпигенетических модификаций HPA-оси в патогенезе ПТСР и формировании стрессовой резилиентности с оценкой их клинко-биологического значения.

**Материалы и методы:**Работа выполнена в формате аналитического обзора современных экспериментальных и клинических исследований, посвящённых эпигенетической регуляции стресс-ответа. Проведён анализ публикаций, изучающих метилирование промоторных участков генов NR3C1 и FKBP5, особенности ацетилирования и деацетилирования гистонов, влияние микроРНК на посттранскрипционную регуляцию, а также изменения экспрессии нейротрофических факторов, включая BDNF. Оценены данные о гормональных

показателях НРА-оси, в том числе уровне кортизола и соотношении ДНЕА/кортизол, и их корреляции с клинической выраженностью ПТСР. Сопоставлены результаты исследований, посвящённых межпоколенной передаче эпигенетических изменений и их влиянию на стрессовую восприимчивость.

**Результаты и обсуждение:** Анализ данных показал, что эпигенетические изменения генов НРА-оси тесно связаны с формированием патологического стресс-ответа. Изменение метилирования гена NR3C1 приводит к нарушению регуляции глюкокортикоидных рецепторов и снижению эффективности отрицательной обратной связи, что сопровождается дисбалансом кортизоловой секреции. Дисрегуляция FKBP5 усиливает чувствительность к стрессовым воздействиям за счёт модификации рецепторного комплекса глюкокортикоидов. Нарушения ацетилирования гистонов изменяют транскрипционную активность генов, вовлечённых в формирование памяти страха и тревожных реакций. Установлено, что

эпигенетическая модификация гена BDNF ассоциирована со снижением нейропластичности гиппокампа и нарушением процессов консолидации памяти. Кроме того, микроРНК участвуют в регуляции экспрессии белков, контролирующих нейротрансмиттерные системы и адаптивные механизмы. Показано, что повышенное соотношение ДНЕА/кортизол и более стабильная регуляция НРА-оси коррелируют с феноменом резилиентности. Таким образом, эпигенетические механизмы выступают связующим звеном между воздействием стрессора и устойчивыми нейроэндокринными и поведенческими изменениями.

**Заключение:** Эпигенетическая регуляция гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси является ключевым механизмом, определяющим развитие посттравматического стрессового расстройства и индивидуальную стрессовую резилиентность. Метилирование ДНК, гистоновые модификации и регуляция микроРНК формируют молекулярную основу дисфункции стресс-ответа и

клинической симптоматики ПТСР. Идентификация специфических эпигенетических маркеров открывает перспективы для создания прогностических диагностических инструментов и разработки таргетной эпигенетической терапии.

**Ключевые слова:** Посттравматическое стрессовое расстройство; гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось; эпигенетика; метилирование ДНК; NR3C1; FKBP5; BDNF; микроРНК; резилиентность; стресс.

### **Использованная литература:**

1. Khan Z., El Messiri N., Iqbal E., et al. *On the role of epigenetic modifications of HPA axis in posttraumatic stress disorder and resilience.* J Neurophysiol. 2025. PMID: 39842807 — обзор эпигенетических механизмов HPA-оси, включая метилирование ДНК, гистоновые модификации и ncRNA.
2. Miller O., Shakespeare-Finch J., Bruenig D., Mehta D. *DNA methylation of NR3C1 and FKBP5 is associated with posttraumatic stress disorder, posttraumatic growth, and resilience.*

- Psychol Trauma. 2020. PMID: 32212777 — экспериментальное исследование связи метилирования NR3C1 и FKBP5 с PTSD и резилиентностью.
3. Wilker S., et al. *Epigenetics of traumatic stress: The association of NR3C1 methylation and posttraumatic stress disorder symptom changes in response to narrative exposure therapy*. Transl Psychiatry. 2023. PMID: 36658116 — эпигенетические изменения NR3C1 в контексте терапии PTSD.
  4. McGowan P.O. *Epigenomic mechanisms of early adversity and HPA dysfunction: considerations for PTSD research*. Front Psychiatry. 2013. PMID: 24133457 — классический обзор эпигенетических механизмов HPA-оси в ответе на ранние травмы.
  5. Dunlop B.W., Wong A. *The hypothalamic-pituitary-adrenal axis in PTSD: pathophysiology and treatment interventions*. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry. 2019. PMID: 30342071 — обзор HPA-оси,

включающий обсуждение эпигенетических модификаций.

6. Zhang K., Wang L., Li G., et al. *Correlation between hypothalamic-pituitary-adrenal axis gene polymorphisms and posttraumatic stress disorder symptoms*. *Horm Behav.* 2020. PMID: 31655035 — исследование генетических и

## **Rare Diseases of the Oral Cavity: Clinical Case Reports and Diagnostic Challenges**

**Tokarieva Valeriya Robertovna**

Senior lecturer, Department of General Medical Practice

Department

*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

**Alsafi Zahraa Abdulsalam**

*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan*

**Detochkina Xeniya**

*Astana Medical University, Kazakhstan*

### ***Abstract***

*Background: COVID-19, caused by SARS-CoV-2, can lead to a wide range of clinical symptoms, differing disease durations, and new long-term health issues.*

*Scientific understanding of its effects continues to develop. Recent evidence points to a rise in certain immune-related and hematologic conditions, including Immune Thrombocytopenia (ITP), in the post-pandemic period.*

**Keywords:** *Long COVID; SARS-CoV-2; Oral Manifestations; Immune Dysregulation; Oral Lichen Planus; Mucous Membrane Pemphigoid; Erythema Multiforme; Immune Thrombocytopenia.*

### ***Introduction***

*Long COVID, also known as Post-COVID Syndrome, Long Haulers, Post-Acute COVID Syndrome (PACS), or LTC-19, can persist for at least three months following SARS-CoV-2 infection. Symptoms vary and may fluctuate over time 1.*

*While many patients experience mild respiratory issues, some develop severe systemic illness affecting multiple organs that it resembling pneumonia, the cold, or a flu, some develop severe illness, and the infection may affect multiple organ systems 2.*

SARS-CoV-2 can alter immune function, causing lymphocytopenia, hypercytokinemia, and other immune

changes. Overactive immune responses may damage tissues, contributing to post-viral complications. Recent evidence suggests these immune disturbances may manifest in the oral cavity, making it a potential diagnostic window for Long COVID. Immune-mediated oral conditions—including oral lichen planus, mucous membrane pemphigoid, erythema multiforme, and ITP or oral manifestations linked to hematologic disorders—have been increasingly reported after COVID-19. These findings underscore the importance of careful oral examination in patients recovering from COVID-19 for the early detection of systemic alterations and rare immune-related disorders 3 .

Environmental and climatic changes may also influence the incidence and severity of immune-mediated conditions such as temperature, humidity, air quality, and exposure to stressors may also impact immune function, potentially contributing to the onset or exacerbation of rare oral and systemic diseases. When combined with post-viral immune dysregulation in Long COVID, these factors may increase susceptibility to conditions like oral lichen planus, mucous membrane

pemphigoid, erythema multiforme, and ITP.

The angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) receptor, highly expressed in oral tissues, serves as the main entry point for SARS-CoV-2. Viral interaction with ACE2 in oral tissues and the presence of SARS-CoV-2 in saliva can trigger local immune dysregulation, leading to inflammation, taste disturbances, ulcers, and xerostomia( dry mouth ) 4 .

Currently, there is very limited research exploring the specific connection between Long COVID and immune-mediated oral diseases. How post-COVID immune changes manifest in the oral cavity remains unclear, highlighting a gap in understanding these potential complications. This study aims to evaluate the oral cavity as a diagnostic window for identifying systemic post-viral changes.

#### Case report

Several published case reports have indicated that immune-mediated oral disorders can develop following SARS-CoV-2 infection. For example, new instances of oral lichen planus have been observed several months after COVID-19, typically presenting as symmetrical

white streaks and erosive areas on the buccal mucosa 5 . Erythema multiforme has also been reported in post-COVID patients, manifesting as ulcerative lesions and red patches on both the tongue and buccal surfaces 6 . Recurring episodes of erythema multiforme appear to be linked to immune disturbances triggered by SARS-CoV-2 infection 6 . Cases Similarly, cases of oral lichenoid mucositis, resembling lichen planus, have emerged or worsened after SARS-CoV-2 infection or vaccination, suggesting a post-viral immune-mediated mechanism 7 .

Although not directly caused by COVID-19, recent evidence suggests that SARS-CoV-2 infection may influence the clinical course of hematologic disorders such as immune thrombocytopenia (ITP) by altering immune responses and systemic inflammation. Patients with ITP have shown more severe COVID-19 outcomes and prolonged immune dysregulation, which can lead to increased disease activity, secondary oral manifestations, or delayed recovery 8 .

These observations underscore that while COVID-19 may not be the primary cause of ITP, the infection can

act as a triggering or exacerbating factor in susceptible individuals. This indicates that SARS-CoV-2 can act as a trigger or aggravating factor in patients already predisposed to immune or hematologic disorders.

Overall, these findings emphasize that COVID-19 can provoke or reveal immune-mediated oral conditions and interact with underlying hematologic diseases, supporting the concept that careful oral examination may provide early insight into systemic post-viral changes.

### **Case 1**

On February 10, 2021, a 40-year-old male patient presented to the dental clinic complaining of persistent white lesions inside the oral cavity accompanied by a mild burning sensation. The patient had been infected with SARS-CoV-2 in September 2020. He had no comorbidities and was not taking any long-term medications.

During the acute phase of COVID-19, the patient reported only loss of smell (anosmia) and loss of taste (ageusia), without respiratory complications. He was quarantined for 14 days and did not require

hospitalization. After recovery, olfactory and gustatory functions gradually returned; however, he reported altered taste perception (dysgeusia), describing previously preferred foods and beverages as having an unpleasant or distorted taste.

The patient stated that the oral lesions first appeared during the active phase of COVID-19 infection and persisted after recovery. He denied smoking or alcohol consumption and reported maintaining a balanced diet.

Intraoral examination revealed bilateral white reticular striations on the buccal mucosa with mild surrounding erythema, clinically consistent with oral lichen planus. No ulceration or spontaneous bleeding was observed. Oral hygiene status was satisfactory, and the patient reported only mild discomfort, particularly when consuming spicy foods.

Panoramic radiographic examination showed no pathological changes in the underlying bone structures. Based on clinical presentation and temporal association with SARS-CoV-2 infection, a diagnosis of oral lichen planus potentially related to post-viral immune dysregulation was established. Topical corticosteroid

therapy was initiated, and the patient was scheduled for regular follow-up.

**Oral Lichen Planus Associated with SARS-CoV-2 Infection**



**Case 2**

On July 12, 2021, a 58-year-old male patient presented to the dental clinic complaining of persistent gingival bleeding, painful oral erosions, and burning sensation of the lips and palate. The patient had been infected with SARS-CoV-2 in November 2020. He had no significant medical history prior to COVID-19 and was not on long-term medication.

During the acute phase of infection, he experienced fever, fatigue, and mild respiratory symptoms but did not require hospitalization. Approximately two months after recovery, the patient began noticing gingival

redness and increased sensitivity, which gradually progressed to blistering lesions and spontaneous bleeding in the oral cavity.

The patient reported no previous history of autoimmune or dermatological diseases. He denied smoking and alcohol consumption and maintained a balanced diet.

Intraoral examination revealed desquamative gingivitis, erythematous areas on the attached gingiva, hemorrhagic erosions on the palate, and fragile mucosa with positive signs of epithelial detachment. Spontaneous bleeding was observed during examination. No cutaneous involvement was noted at that time.

Panoramic radiographic examination did not reveal any pathological changes in the bone structures. Based on the clinical findings and temporal relationship with SARS-CoV-2 infection, a diagnosis of mucous membrane pemphigoid was established. The onset of the disease was considered likely associated with post-COVID immune dysregulation, as SARS-CoV-2 infection is known to induce immune imbalance and autoantibody production in susceptible individuals.

The patient was referred to a specialist in oral medicine for further immunological evaluation and management. Topical and systemic corticosteroid therapy was initiated, and close follow-up was recommended due to the chronic autoimmune nature of the condition.

### **Mucous Membrane Pemphigoid Following SARS-CoV-2 Infection**



### **Case 3**

On August 3, 2021, a 36-year-old male patient presented to the dental clinic complaining of painful oral ulcers and difficulty eating. The patient had been infected with SARS-CoV-2 in December 2020. He reported mild COVID-19 symptoms, including fever, fatigue, anosmia, and ageusia. He did not require

hospitalization and recovered within two weeks.

Approximately six weeks after recovery, the patient began experiencing sudden onset of multiple painful ulcerative lesions in the oral cavity, accompanied by erythematous patches and lip crusting. He denied any recent medication changes, allergies, or previous history of similar lesions.

The patient was a non-smoker, did not consume alcohol, and had no significant systemic diseases.

Intraoral examination revealed multiple irregular ulcerations on the buccal mucosa and lateral borders of the tongue, surrounded by erythematous halos. Hemorrhagic crusting was observed on the lips. The lesions were tender on palpation, and the patient reported significant discomfort while eating and speaking. No significant periodontal pathology was noted.

Panoramic radiographic examination showed no pathological changes in the underlying bone structures.

Based on the acute clinical presentation and the temporal relationship with recent SARS-CoV-2 infection, a diagnosis of erythema multiforme was

established. The condition was considered likely triggered by post-viral immune dysregulation associated with COVID-19, as viral infections are recognized precipitating factors for erythema multiforme.

Supportive therapy, including topical corticosteroids and antiseptic mouth rinses, was initiated. The lesions showed gradual improvement, with complete resolution observed within three weeks. The patient was scheduled for periodic follow-up to monitor for recurrence.

### **Erythema Multiforme Following SARS-CoV-2 Infection**



## **Discussion**

Post-COVID patients present diverse oral and systemic symptoms that means “ Each case presents unique general and oral symptoms, which may persist for months “ Immune-mediated oral manifestations can arise due to immune dysregulation, stress, or reduced immunity. Oral ulcers resembling aphthae and other lesions generally respond to topical treatments and supportive care, emphasizing the role of oral hygiene and patient management. Immune-related oral conditions appear to be influenced by factors such as compromised immunity, stress levels, and the overall health of the patient 5, 6 .

Lesions often last 2–6 months, emphasizing the role of post-viral immune disturbances. Expression of ACE2 receptors in oral tissues highlights the susceptibility of the mouth to SARS-CoV-2 infection<sup>4</sup>. Immune-related oral conditions, such as lichen planus, mucous membrane pemphigoid, erythema multiforme, and immune thrombocytopenia, demonstrate increased frequency following COVID-19, illustrating the broad impact of the virus on immune homeostasis. Detailed oral examination is crucial for early detection and

management of these complications 8.

Notably, these four immune-mediated oral conditions are among millions of diseases, yet their incidence increased significantly after 2020 in the post-COVID era. Many were previously extremely rare but now present more frequently, illustrating the profound impact of SARS-CoV-2 on immune homeostasis. Continuous monitoring and detailed oral examinations are crucial for early diagnosis of systemic and oral complications in post-COVID patients. So importantly to know that the four immune-mediated oral conditions discussed—oral lichen planus, mucous membrane pemphigoid, erythema multiforme, and Immune Thrombocytopenia with oral manifestations—were historically very rare but have become more frequently reported since 2020. This trend underscores the significant impact of SARS-CoV-2 on immune regulation. Continuous monitoring and thorough oral examination are crucial for early detection of both systemic and oral complications in patients recovering from COVID-19.

## **Conclusion**

The oral cavity can serve as an early indicator of systemic immune dysregulation in Long COVID. Conditions such as oral lichen planus, mucous membrane pemphigoid, erythema multiforme, and immune thrombocytopenia may develop or worsen following SARS-CoV-2 infection. Careful monitoring and longitudinal studies are essential to clarify causal links and guide interventions for post-COVID immune-mediated diseases.

### **References:**

1. Xu H, Zhong L, Deng J, et al. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. *Int J Oral Sci.* 2020;12:8 — <https://www.nature.com/articles/s41368-020-0074-x>
2. Saleh K, et al. Oral lichen planus after COVID-19, a case report. PubMed — <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34786190/>
3. Zhao Y, et al. Erythema multiforme as a post-COVID-19 manifestation: case series. PubMed
4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35745508/>

5. Paradowska A, et al. Oral lichenoid lesions after SARS-CoV-2 infection or vaccination. PubMed
6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38415994/>
7. Immune thrombocytopenia secondary to COVID-19: a systematic review and meta-analysis
8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35025706/>

**The impact of Artificial Intelligence in early  
diagnosis and treatment prediction in  
rheumatology: a scoping review**

**DR.Gulzhan Trimova PhD**

Department of Internal Medicine

*Al- Farabi Kazakh National University*

**Rami Abdalla, Aya Malek, Muhammad Shariq**

**Mehmood**

Third year medical student

*Al- Farabi Kazakh National University*

**Introduction:** Rheumatic diseases, including rheumatoid arthritis (RA), ankylosing spondylitis (AS), osteoarthritis (OA), and systemic lupus erythematosus (SLE), are chronic inflammatory conditions that present

significant diagnostic and therapeutic challenges due to their biological heterogeneity and complex, fluctuating courses. Conventional diagnostic methods often fail to capture this complexity, leading to delayed interventions and suboptimal patient outcomes, particularly as 30–40% of patients fail to respond adequately to first-line advanced therapies (1). Artificial intelligence (AI), specifically machine learning (ML) and deep learning (DL), offers a transformative data-driven approach to overcome these barriers by identifying hidden patterns within multimodal datasets such as imaging, multi-omics, and electronic health records. Research has demonstrated that AI-powered models can achieve high precision in automated radiographic scoring, such as using two-stage HRNet and ResNet architectures for AS severity or surpassing expert accuracy in diagnosing RA from hand and foot radiographs.<sup>1</sup> However, despite this potential, many AI tools remain in the proof-of-concept stage due to persistent challenges regarding algorithmic bias, a lack of external validation, and the opaque "black box"

---

<sup>1</sup>

nature of deep learning. This <sup>21</sup>review synthesizes the findings of these six pivotal articles to evaluate the current impact and clinical readiness of AI in enhancing diagnostic precision and therapeutic decision-making in rheumatology

### **Methodology:**

With the rapidly growing use of artificial intelligence (AI) techniques in the diagnosis and treatment of rheumatological diseases, and due to the broad scope of this field, a brief scoping review was conducted with consideration for transparency and reliability, following elements of the PRISMA-ScR framework. A comprehensive literature search was performed across major medical research databases, including PubMed, the Cochrane Library, ResearchGate, and Google Scholar. The following keywords were used: “Artificial Intelligence,” “Machine Learning,” “Deep Learning,” “Rheumatology,” “Rheumatoid Arthritis,” “Osteoarthritis,” “Systemic Lupus Erythematosus”.

Articles were considered eligible if they applied any form of AI technology in adult patients and assessed the

effectiveness of these methods in early diagnosis prediction or treatment response. Studies were excluded if they were published in languages other than English, did not use AI-based interventions, or did not report intervention effectiveness. Initially, seven articles were identified; three were excluded after abstract screening, one after full-text review, and three were ultimately included, another reviewer added four articles. Formal risk-of-bias assessment tools (e.g., Cochrane RoB) were not applied due to the broad scope and heterogeneity of the included studies.

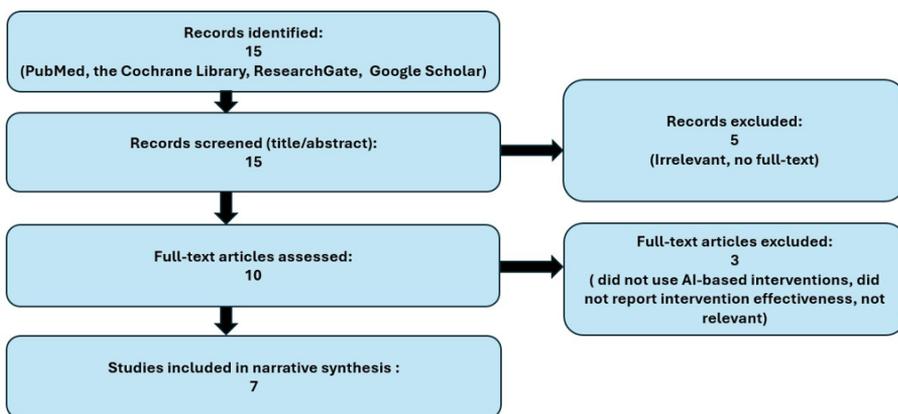


Figure. 1. Flow diagram of literature search and study selection process

**Results:** The collective research results across the analyzed articles demonstrate that AI models, particularly deep learning and ensemble architectures, provide high-precision diagnostic and predictive capabilities that often match or exceed human performance in rheumatology. Significant findings include a 90.6% accuracy rate for diagnosing rheumatoid arthritis (RA) using artificial neural networks, a 92.9% accuracy in grading knee osteoarthritis (OA) severity via DenseNet201, and an 81.3% mean accuracy in evaluating ankylosing spondylitis (AS) severity using a two-stage model that correctly identified 97.4% of advanced mSASSS score 3 instances. Additionally, AI frameworks achieved an AUC of 0.95 for identifying systemic lupus erythematosus (SLE) and an 80% AUROC for forecasting RA flare risks, with the latter leading to a 30% increase in clinician confidence regarding treatment de-escalation. Despite these promising benchmarks, the sources conclude that widespread adoption remains in the proof-of-concept stage due to a

persistent lack of external validation—noted in only 17.5% to 25% of studies—and the need for more Explainable AI (XAI) tools to overcome the opaque "black box" nature of deep learning.

### Methodology and Results: Ankylosing Spondylitis (AS)

One of the most technically detailed studies focuses on the development of a **severity inspection model for AS** using the modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score (mSASSS1. Methodological Pipeline)

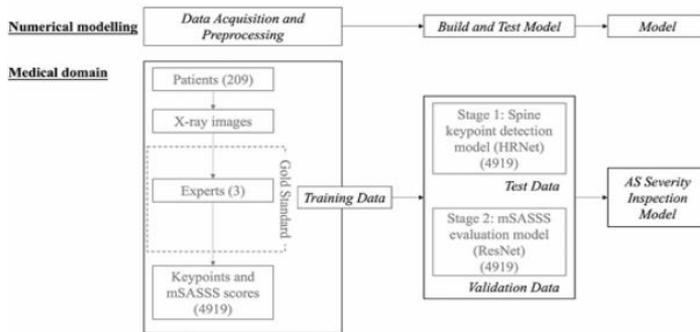


Figure .2. Framework for numerical simulation and its application in the medical domain (HRNet: High-Resolution network; ResNet: Residual network) .

The researchers employed a two-stage numerical simulation architecture to automate the laborious task of manual radiographic scoring.

- **Data Preprocessing (The "Gold Standard"):** To ensure the reliability of the training data, the study recruited 222 confirmed AS patients. A group of three experts reviewed approximately 25 X-ray images per patient. They followed a rigorous consensus-based labeling protocol: two experts independently scored the images; if they disagreed, a third expert provided a tie-breaking assessment, and final labels were reached only through joint discussion.
- **Stage 1: Keypoint Detection (HRNet):** The first stage utilized a Deep High-Resolution Network (HRNet). This architecture is unique because it maintains high-resolution representations throughout the process by connecting multi-resolution sub-streams in parallel. The goal was to detect 19 specific spine key points that represent the centers of segmented anatomical areas.<sup>3</sup>
- **Stage 2: Severity Evaluation (ResNet):** Once key points were located, the spine was cropped into 256 × 256 pixel patches and fed into a Deep Residual Network (ResNet). This 50-convolution-layer network utilized "shortcut connections" to perform non-linear feature

---

3

extraction and classify each patch into mSASSS scores of 0 (normal) to 3 (total bony bridging).

- **Handling Imbalance:** Because patients with a score of 1 were significantly more numerous than those with other scores, researchers used **stratified splitting** to maintain consistent class distribution and **class weighting** to penalize the model more heavily for misclassifying rarer, severe cases.

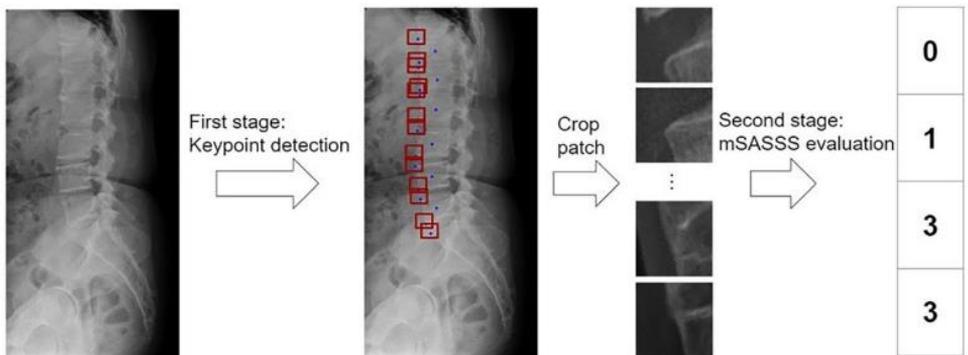


Figure.3.

## 2. Experimental Results

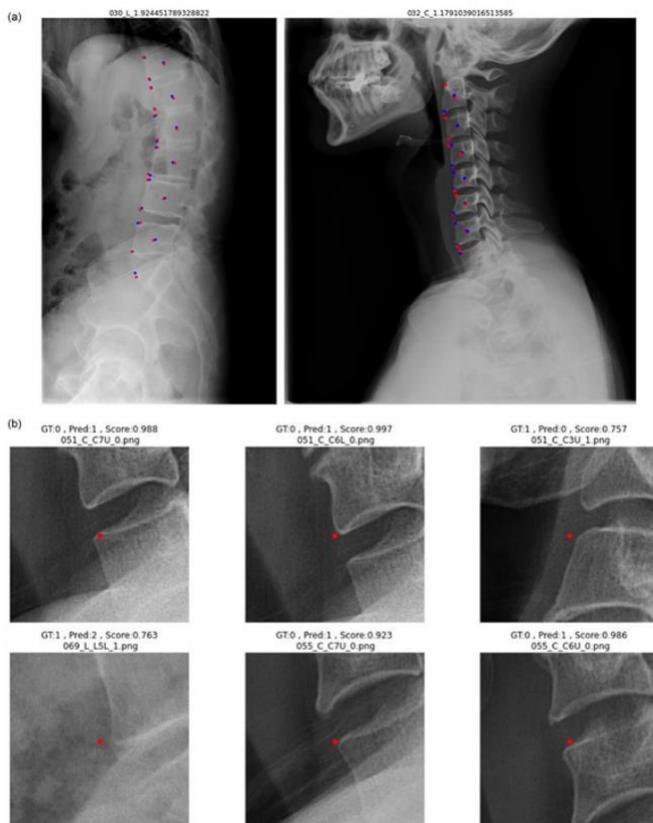


Figure 4. Results of the model: (a) detected spine points by the first-stage model (red points: ground truth; blues points: the model predictions); (b) some prediction failure cases (GT: ground truth; pred: the model predictions); (c) ROC-AUC curve of each mSASSS result [25].

The developed AI-based model consisted of two stages, and each stage utilized one neural network. The model was trained to automatically identify and evaluate the

mSASSS of the lumbar vertebrae image or cervical spine image. Figure 6(a) shows a typical image of the detected spine points by the first-stage model, where the red points denote the ground truth and blue points represent the model predictions. It can be observed that red points and blue points agree well with each other. The first stage key point detection network achieved 1.57 micrometers in mean error distance with ground truth. This reveals that the spine point detection at the first stage can be accurate. Figure 6(b) presents some prediction failure cases obtained from the mSASSS evaluation model, in which the prediction values and the ground truth are different. Overall, the model was accurate, although some points were not accurately predicted

- Precision in Detection: The HRNet achieved a mean error distance of only 1.57 micrometers compared to the ground truth expert labels.
- Accuracy in Scoring: The evaluation model reached a mean accuracy of 0.813.
- Disease Severity Sensitivity: The model demonstrated near-perfect accuracy for advanced disease, correctly

identifying 97.4% of instances with an mSASSS score of 3 (AUC of 0.999). However, it showed lower precision in early stages, sometimes misclassifying score 0 as score 1 or 2.

## Methodology and Results: Rheumatoid Arthritis (RA)

RA research focuses on two pillars: improving early diagnostic accuracy and predicting therapeutic response to reduce "trial-and-error" prescribing.

### 1. Diagnostic Imaging Methods

AI models, particularly Convolutional Neural Networks (CNNs) and Artificial Neural Networks (ANNs), are used to mimic biological vision by processing image layers to detect structural damage.

- X-Ray Interpretation: In a study of 670 participants, an AI-powered ANN surpassed expert rheumatologists, achieving 90.6% diagnostic accuracy by detecting subtle joint erosions and space narrowing in hand and foot radiographs.<sup>4</sup>

- Robotic Ultrasound: A novel approach integrated the robotic ultrasound system ARTHUR V.2.0 with the AI model DIANA V.2.0. In 30 RA patients, this system

achieved an 85.5% scanning success rate, matching the repeatability and accuracy of human expert assessments for synovial hypertrophy.

Methodology and Results: Osteoarthritis (OA) and SLE AI applications in OA focus on automating grading, while Systemic Lupus Erythematosus (SLE) research priorities risk stratification.

### 1. OA Grading and Rehabilitation

- Automated KL Grading: Researchers tested eight transfer-learning models on 2,068 knee radiographs. The DenseNet201 model achieved a 92.9% accuracy rate in Kellgren-Lawrence (KL) grading, significantly outperforming medical trainees who averaged only 74% accuracy<sup>5</sup>.
- Kinetic Pattern Recognition: In a pilot study of 32 participants using a "Slider" home rehab device, unsupervised hierarchical clustering was used to identify distinct recovery movement patterns. BMI was found to be the most influential predictor for recovery clusters in the right knee, while gender was the strongest determinant for the left.

---

<sup>5</sup>

## 2. SLE Risk Stratification

- **Diagnostic Prediction:** A study of 219 patients used the CatBoost algorithm with recursive feature selection to identify SLE presence. The model achieved a 0.95 AUC and identified five critical predictors: alopecia, renal disorders, acute cutaneous lupus, hemolytic anemia, and age.
- **Lupus Nephritis (LN):** ML models, specifically Random Forest, achieved an AUC of 0.88 in predicting proliferative LN risk when renal biopsies were not feasible.

17.5% to 25% of studies), which limits current generalizability.

### Treatment Response and Flare Prediction

AI has shown significant promise in reducing "trial-and-error" prescribing by predicting how patients will respond to specific therapies

**Response to b/tsDMARDs in RA:** A scoping review of 24 studies reported AUC values ranging from 0.54 to 0.92, with a mean of 0.71. Neural networks (Mean AUC 0.79) and boosted tree algorithms (Mean AUC 0.72) were identified as the most effective architectures for

these tasks.

**Integration of Multi-Omics:** Models that incorporated richer datasets—combining clinical information with genomic, proteomic, or transcriptomic data—consistently reported higher predictive power than those using clinical data alone. Flare

**Risk Management:** The "Rheuma Care Manager" (RCM) tool predicted RA flare risks with an 80% AUROC. Its use led to a 30% increase in treatment reduction decisions by physicians, demonstrating AI's ability to boost clinical confidence in tapering medications. **Lupus Nephritis (LN) Risk:** Random forest models achieved an AUC of 0.88 in predicting the risk of proliferative LN, providing a potential non-invasive diagnostic alternative when renal biopsies are not feasible

**Conclusion:** The evidence synthesized from this review indicates that Artificial Intelligence (AI) holds transformative potential for rheumatology by enabling earlier diagnostic precision and guiding personalized treatment strategies. Research benchmarks demonstrate that deep learning and machine learning models can

match or exceed human accuracy in specific tasks, such as achieving a 90.6% diagnostic accuracy for rheumatoid arthritis (RA) and a 92.9% accuracy in grading knee osteoarthritis (OA) severity. Furthermore, automated architectures like the two-stage HRNet and ResNet model for ankylosing spondylitis (AS) have achieved an 81.3% mean accuracy, with near-perfect identification of advanced structural damage. In the realm of therapeutic management, algorithms such as neural networks and boosted trees (Mean AUC 0.71–0.79) show significant promise in predicting responses to biologic and targeted synthetic DMARDs, particularly when clinical data is integrated with multi-omics and imaging.<sup>6</sup>

However, the field remains primarily in the "proof-of-concept" stage. Widespread clinical adoption is currently hindered by the lack of external validation in real-world datasets—noted in only 17.5% to 25% of studies—and the opaque "black box" nature of deep learning, which necessitates the development of Explainable AI (XAI) tools to build clinician trust.

---

6

Moving forward, the future of rheumatologic care lies in a hybrid human-AI collaboration, where machine precision acts as a decision-support tool to reduce "trial-and-error" prescribing and improve patient outcomes through seamless integration into clinical workflows.

### **References:**

1. Benavent, D., Carmona, L., García Llorente, J. F., et al. (2025). *Artificial intelligence to predict treatment response in rheumatoid arthritis and spondyloarthritis: A scoping review*. *Rheumatology International*, 45, 91. <https://doi.org/10.1007/s00296-025-05825-3>
2. Chen, C.-W., Tsai, H.-H., Yeh, C.-Y., Yang, C.-K., Tsou, H.-K., Leong, P.-Y., & Wei, J.-C. (2025). *Application of artificial intelligence in rheumatic disease classification: An example of ankylosing spondylitis severity inspection model*. *Journal Name*, Volume(Issue), Article number. <https://doi.org/10.1080/07853890.2025.2512131>
3. Khaled Aldhuaina, K., Gupta, D., Bashir, U., Nnap, L. M., Rawat, A., Dolphin, J., ... Rai, M.

- (2025). *Artificial intelligence in rheumatology: Clinical applications in rheumatoid arthritis, osteoarthritis, and systemic lupus erythematosus*. *Cureus*, 17(12), e99108. <https://doi.org/10.7759/cureus.99108>
4. Stoel, B. (2020). *Use of artificial intelligence in imaging in rheumatology – current status and future perspectives*. *RMD Open*, 6(1), e001063. <https://doi.org/10.1136/rmdopen-2019-001063>
5. Sun, Y., Lin, J., & Chen, W. (2025). *Artificial intelligence in rheumatoid arthritis*. *Rheumatology & Autoimmunity*, 5(2), 92–104. <https://doi.org/10.1002/rai2.12171>
6. Zhao, J., Li, L., Li, J., Zhang, L., & Zhang, W. (2024). *Application of artificial intelligence in rheumatic disease: A bibliometric analysis*. *Clinical and Experimental Medicine*, 24(1), 196. <https://doi.org/10.1007/s10238-024-01453-6>

**Psychosocial and physiological adaptation to  
Ramadan fasting among international students  
studying in Kazakhstan**

Dr. Vangay A

**Bakr Alyaseen**

Faculty of Medicine

Al-Farabi Kazakh National University

Almaty, Kazakhstan

***Abstract***

*Background: Ramadan fasting is not only a physiological experience but also a social and psychological practice embedded in cultural identity. International students may experience additional psychosocial demands during Ramadan due to disrupted routines, academic workload, and reduced family support.*

*Objective: To explore psychosocial and physiological adaptation to Ramadan fasting among international medical students studying in Kazakhstan, with particular attention to mood, physical activity, dietary patterns, and body composition changes.*

*Methods:* International medical students ( $n=43$ ; 31 men, 12 women; age  $21.9\pm 1.4$  years) were assessed before and after Ramadan. Anthropometry (weight, BMI) and bioimpedance-derived compartments were measured; a structured questionnaire captured physical activity, exercise load, dietary regularity, and perceived mood.

***Results:*** Self-reported mood was stable or improved in 50.0% and 47.6% of students, with only 2.4% reporting a decline. Mild activity remained the most common pattern (55.8%), while 25.6% reported no exercise. Among physically active students ( $n=31$ ), heavy training loads were reported by 41.9%. Irregular dietary patterns were reported by 60.5%. Weight decreased modestly from  $76.6\pm 17.4$  kg to  $75.7\pm 17.0$  kg ( $\Delta -0.93\pm 1.49$  kg), and BMI from  $25.4\pm 4.3$  to  $25.1\pm 4.1$  kg/m<sup>2</sup> ( $\Delta -0.33\pm 0.61$ ).

***Conclusion:*** In this cohort of international medical students, Ramadan fasting abroad was not accompanied by deterioration in perceived mood. Findings support the view of Ramadan as a psychosocially structured period that may sustain emotional stability even in a

*non-native environment, while physiological changes remained modest.*

*Keywords: Ramadan; international students; mood; physical activity; dietary patterns; body composition; Kazakhstan.*

## **Introduction**

Ramadan fasting is an annual religious practice observed by millions of Muslims worldwide. For 29–30 days, individuals abstain from food and fluids from dawn to sunset, with eating confined to the evening and pre-dawn periods. From a biomedical perspective, Ramadan fasting is often discussed as a form of time-restricted or intermittent fasting, typically associated with modest and largely reversible changes in body weight and body composition among healthy adults [1–3].

However, metabolic adaptation represents only one part of the Ramadan experience. As a religious and social practice, fasting is embedded within shared routines, communal meals, and family support. When Ramadan is observed away from home, the psychosocial context changes substantially. International students may need

to reorganize sleep and study schedules, manage meal planning independently, and cope with academic demands without customary family support. These factors make emotional adaptation and coping resources central to understanding Ramadan-related health in this population.

Evidence syntheses indicate that in healthy adults, Ramadan fasting is not generally associated with clinically meaningful deterioration in hydration status or cardiometabolic parameters [2,3]. Yet research also highlights that Ramadan can alter sleep timing and duration and may be associated with increased daytime sleepiness in student populations and athletes [4]. Such sleep-related disruptions may interact with academic workload and influence perceived stress, mood, and daily functioning.

Religious practice can also serve as a protective psychosocial resource. Models of religious coping suggest that positive religious coping and meaning-making are associated with better emotional regulation and well-being, particularly among young adults [5]. For international students, peer-based micro-

communities and shared rituals during Ramadan may partly compensate for reduced family support and foster a sense of belonging, potentially stabilizing mood during a demanding academic period.

Kazakhstan has become a regional educational hub attracting international medical students from the Middle East, Africa, and South Asia. Despite the relevance of Ramadan for this population, studies that simultaneously address psychosocial adaptation (mood and behavioral patterns) while briefly characterizing physiological changes remain limited in Kazakhstan.

Therefore, this study primarily aimed to evaluate psychosocial adaptation to Ramadan fasting among international medical students in Kazakhstan, focusing on perceived mood, physical activity, exercise load, and dietary regularity. To contextualize psychosocial findings and maintain coherence with the broader health literature, we also report concise anthropometric and body-composition-related outcomes.

## Methods

**Study design and participants:** A pre–post observational study was conducted among international medical

students enrolled in Farabi university in Kazakhstan. Eligibility criteria included age 18 - 30 years and intention to fast throughout Ramadan. Students with chronic diseases were excluded. Participants provided informed consent prior to data collection.

Measures: Anthropometry included height, body weight, and body mass index (BMI). Body composition and hydration compartments were assessed using bioelectrical impedance analysis (BIA), including total body water (TBW) and extracellular/intracellular water (ECW/ICW) distributions. Cardiovascular indicators (blood pressure, heart rate, peripheral oxygen saturation) were recorded using standard procedures.

Psychosocial and behavioral assessment: A structured questionnaire captured self-reported physical activity (none/mild/moderate/high), training load among active participants (mild/moderate/heavy), dietary regularity (balanced vs irregular), and perceived mood change during Ramadan (decreased/same/improved).

Statistical analysis: Continuous variables are presented as mean $\pm$ standard deviation (SD). Categorical variables are summarized as counts and percentages. Pre–post

changes in anthropometric measures were described using mean differences ( $\Delta$ ) with SD. Inferential testing and subgroup analyses (e.g., activity vs  $\Delta$  body fat) are reported in a separate metabolic-focused manuscript; here, we emphasize descriptive characterization of behavioral and mood outcomes.

## Results

**Participants:** A total of 43 students were included (31 (72.1%) men, 12 (27.9%) women), aged from 18 till 25 years (Table 1). 23 (53.5%) participants originated from Arab League countries (including Iraq, Jordan, Sudan, Syria, Lebanon, Yemen, Morocco) and 20 (46.5%) non-Arab Muslim-majority countries (including Kenya, Pakistan, Bangladesh, Indonesia, Tajikistan, Uzbekistan, Kyrgyzstan,) but were all residing in Kazakhstan during Ramadan.

<b>Variable</b>	<b>Males (n=31)</b>	<b>Females (n=12)</b>	<b>p-value</b>
Age (years)	22.1 $\pm$ 1.5	21.9 $\pm$ 1.4	Ns
Height (cm)	177.9 $\pm$ 7.4	163.4 $\pm$ 6.5	<0.001

Weight before (kg)	83.6 ± 17.4	63.2 ± 9.6	<0.001
BMI before (kg/m <sup>2</sup> )	26.2 ± 4.5	23.9 ± 3.2	0.08
Body fat before (%)	23.8 ± 6.4	31.9 ± 9.3	0.01

Table 1. Baseline Characteristics by gender (N=43)

Anthropometry: As it is mentioned in Table 2 mean body weight decreased from 76.6±17.4 kg pre-Ramadan to 75.7±17.0 kg post-Ramadan ( $\Delta$  -0.93±1.49 kg). The relatively large standard deviation reflects substantial heterogeneity in baseline body mass, including both normal-weight and obese participants. BMI decreased from 25.4±4.3 to 25.1±4.1 kg/m<sup>2</sup> ( $\Delta$  -0.33±0.61).

<b>Variable</b>	<b>Before Ramadan (Mean ± SD)</b>	<b>After Ramadan (Mean ± SD)</b>
Weight (kg)	76.6 ± 17.4	75.7 ± 17.0
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.4 ± 4.3	25.1 ± 4.1

Table 2. Anthropometric changes during Ramadan

Physical activity: During Ramadan, mild activity was the most frequently reported category (55.8%), followed by no exercise (25.6%), moderate activity (7.0%), and

high activity (9.3%). Among physically active students (n=31), heavy training load was reported by 41.9%, moderate load by 25.8%, and mild load by 32.3% - table 3.

<b>Variable</b>	<b>Value</b>	
Physical activity	No 25.6% Mild 55.8%	Moderate 7.0% High 9.3%
Diet during period of Ramadan	Balanced 39.5%	Irregular 60.5%

Table 3. Physical activity and dietary patterns during Ramadan

Dietary patterns: A balanced dietary pattern was reported by 39.5% of participants, whereas 60.5% reported irregular eating patterns during Ramadan (Table 3).

Mood and emotional state: Most participants reported stable or improved mood during Ramadan: 50.0% indicated no change and 47.6% reported improved mood. Only 2.4% reported worsened mood.

Although exploratory, subgroup analysis comparing students from Arab League countries with non-Arab Muslim-majority countries did not reveal marked

differences in anthropometric outcomes. This suggests that the metabolic effects of Ramadan fasting are more strongly driven by physiological and behavioral factors than by regional cultural background.

## Discussion

This psychosocial-focused manuscript highlights that, in a cohort of international medical students fasting abroad in Kazakhstan, perceived emotional well-being was largely maintained. The proportion reporting stable or improved mood exceeded 95%, suggesting that fasting in a non-native environment does not necessarily translate into mood deterioration when students are otherwise healthy and able to organize daily routines.

Our findings align with broader evidence that Ramadan is not only a biological intervention but also a structured period with meaning, rituals, and shared practices. In the coping literature, positive religious coping and meaning-based strategies are associated with better emotional regulation and mental well-being in young adults [5]. This framework may help interpret why mood stability was common even when family-based support was less accessible.

Behavioral patterns during Ramadan in our cohort suggest potential mechanisms for stability. More than half of participants maintained mild physical activity, and approximately two-fifths of active students reported heavy training loads without group-level evidence of dehydration. Prior work in physically active young men suggests that mood states may remain stable across Ramadan, even when sleep timing changes [6]. Conversely, contemporary data in student-athletes indicate reduced sleep duration and increased sleepiness/insomnia symptoms during Ramadan [4], underscoring sleep as a plausible pathway linking fasting to daytime functioning. Although sleep was not directly measured in our study, it is a priority target for future research among international students with high academic demands.

Consistent with recent syntheses and meta-analyses, we observed modest decreases in weight and BMI, without clinically meaningful dehydration patterns at the group level [1–3]. These findings support the interpretation that, among healthy young adults, physiological changes during Ramadan are typically small and

transient, allowing the psychosocial experience to be studied as a distinct domain rather than as a consequence of overt physiological stress.

This study has limitations. The psychosocial measures relied on brief self-report items rather than validated multi-item scales for stress, anxiety, or depression, and the sample size limits subgroup inference. Nonetheless, the study contributes context-specific evidence for Kazakhstan, a setting with limited prior data on Ramadan adaptation among international medical students.

Overall, the results support viewing Ramadan fasting abroad as a multidimensional adaptation process in which religious meaning, peer support, and self-organization may sustain emotional stability, even as daily routines shift.

## **Conclusion**

Ramadan fasting among international students studying in Kazakhstan demonstrates combined psychosocial stability and physiological safety. Despite fasting away from home, participants maintained emotional resilience and metabolic adaptation alongside modest

anthropometric changes and no group-level evidence of clinically meaningful dehydration. Future studies should incorporate validated psychosocial instruments and direct assessment of sleep to clarify pathways of adaptation in students fasting away from home.

### **Acknowledgments**

The authors would like to thank Dr. Alexandra Vangay for her academic guidance, mentorship and valuable support during the preparation of this study.

### **References**

1. Al-Jafar R, Sri Wahyuni N, Belhaj K, Ersi MH, Boroghani Z, Alreshidi A, et al. The impact of Ramadan intermittent fasting on anthropometric measurements and body composition: Evidence from LORANS study and a meta-analysis. *Front Nutr.* 2023;10:1082217. doi:10.3389/fnut.2023.1082217.
2. Osman F, Haldar S, Henry CJ. Effects of time-restricted feeding during Ramadan on dietary intake, body composition and metabolic outcomes. *Nutrients.* 2020;12(8):2478. doi:10.3390/nu12082478.

3. Fernando HA, Zibellini J, Harris RA, Seimon RV, Sainsbury A. Effect of Ramadan fasting on weight and body composition in healthy non-athlete adults: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2019;11(2):478. doi:10.3390/nu11020478.
4. Kerkeni M, Trabelsi K, Kerkeni M, Boukhris O, Ammar A, Salem A, et al. Ramadan fasting observance is associated with decreased sleep duration, increased daytime sleepiness and insomnia symptoms among student-athletes. *Sleep Med*. 2024;122:185-191. doi:10.1016/j.sleep.2024.08.012.
5. Fatima S, Arshad M, Mushtaq M. Religious coping and young adult's mental well-being during Covid-19: Testing a double moderated mediation model. *Arch Psychol Relig*. 2022;44(3):158-174. doi:10.1177/00846724221121685.
6. Hsouna H, Abdessalem R, Boukhris O, Trabelsi K, Chtourou L, Tahri N, et al. Short-term maximal performance, alertness, dietary intake,

- sleep pattern and mood states of physically active young men before, during and after Ramadan observance. PLoS One. 2019;14(6):e0217851. doi:10.1371/journal.pone.0217851.
7. de Cabo R, Mattson MP. Effects of intermittent fasting on health, aging, and disease. N Engl J Med. 2019;381(26):2541-2551. doi:10.1056/NEJMra1905136.
  8. Trabelsi K, El Abed K, Trepanowski JF, Stannard SR, Ghlissi Z, Ghuzzi H, et al. Effects of Ramadan fasting on biochemical and anthropometric parameters in physically active men. Asian J Sports Med. 2011;2(3):134-144. doi:10.5812/asjasm.34775.

**Dopamine Behavioral Addictions: Neurobiological and Behavioral Consequences of Digital Reward Overstimulation among different age groups.**

**Teleubayeva Assem Maratovna**

Senior lecturer at the Department of General  
Medical Practice of KazNU

**Muhammad Hamada Taha, Mohamed Khaled**

**Alyeldin, Mohammad Thaer Kaddorah, Atharv  
Jangid.**

5<sup>th</sup> year medical students at the Faculty of Medicine, Al-Farabi Kazakh National University

*Place of study: Arab countries, India,  
Kazakhstan/Russia*

*Annotation: Cross-sectional study examining associations between digital addiction-like behaviors and life functioning in 382 adults.*

**Abstract**

Heavy use of social media, internet porn, or video games ties into patterns of behavioral addiction. Research points to links with emotional strain, weakened drive, and daily life interference. Using data from a broad group of adult participants across several countries - 382 individuals, researchers built combined measures for social media, pornography, and video game engagement; these showed strong reliability, with internal consistency values between 0.925 and 0.971. Every measure tied closely to emotional strain, weaker drive, trouble managing impulses, and daily functioning issues - all highly

significant ( $p < .001$ ). Not using social platforms linked to reduced emotional strain, greater drive, stability in self-worth - yet focus and delay habits showed little shift; those who refrained or had never engaged experienced markedly less disruption compared to others ( $p \leq .01$  in each case).

**Keywords:** *behavioral addiction; social media; pornography; video gaming; abstinence; motivation; emotional regulation; functional impairment, dopamine addiction.*

## **Introduction**

Researches now connect heavy social media use to negative mental states - like rising depression, anxiety, lower self-worth, and scattered focus. Overall analyses point to modest but consistent ties between excessive platform engagement and emotional strain, especially in young adults [1]. Notably, many controlled trials show brief disengagement can lift mood and boost how people rate their lives, though, benefits depend on context and do not appear for everyone [2].

Across populations, viewing porn varies

widely - some engage lightly, others struggle with urges, mood swings, or relationship strain. Though labeled in ICD-11 by the World Health Organization as Compulsive Sexual Behavior Disorder (CSBD), the diagnosis hinges on behavior impact [3]. Researches link troubling usage patterns to increased sadness, lower drive, less interest in physical intimacy, and daily disruptions. When people cut back or stop, moods lift gradually; motivation returns, hinting at brain-reward loops shaping habits more than societal judgments do [4].

Video gaming in studies on behavior-related addictions is in an official classification - Gaming Disorder appears in the ICD-11. When people play games too much, it often leads to trouble sleeping, emotional ups and downs, problems at school or work, along with strained relationships. Compulsive gaming habits related clearly to conditions like depression, anxiety, plus lower overall psychological well-being. Pausing gameplay can quietly reset inner rhythms. What gets space grows stronger - like calmness, sleep, purpose [5].

## **Materials and Methods**

This study used a snapshot-style observation method which is done through posting an online questionnaire on different social media platforms to explore links between digital activities - such as using social media, viewing pornographic material, or playing video games - and daily functioning difficulties. Instead of tracking changes over time, it focused on patterns present at one point. 382 grown-ups joined after spotting those alerts. Being eighteen or older mattered for every person involved. This open approach follows expert advice for studies on behavioral dependencies, aiming to reflect wider population trends more accurately. The statistical work was done through Jamovi (Version 2.7 . 16.0).

Measuring social media engagement involved several questions focused on duration of use, how often it interrupted concentration, delays in tasks, mood changes, loss of drive, shifts in confidence, and reduced in-person communication [6]. Each question used an ordered rating system before combining results into one overall index score. The tool showed strong

reliability, with internal consistency at  $\alpha = 0.925$  - a value well above standard benchmarks for psychological tools - based on criteria set by Nunnally and Bernstein[7].

An index reflecting pornography engagement drew from eight aspects: how often it occurred, duration, inability to stop, rising need for stimulation, mood shifts post-use, reduced interest in partnered sex, weakened drive toward goals, then disruption of daily duties. These elements merged into a single metric called the Pornography Use Index in which we used questions, some of which are exact criteria, though, other evidence-based questions (collected through scientifically proven criteria) were included to prove our evidence-based hypothesis which has already been proven through the answers of 382 participants [8]. Reliability analysis showed strong coherence across items (Cronbach's  $\alpha = 0.958$ ), matching norms seen in studies on compulsive sexual behaviors.

Measuring video game habits involved eight specific aspects: how often someone played, hours

spent each day, difficulty stopping, choosing games over duties, shifts in emotion, disrupted rest patterns, strain on personal connections, along what drives continued play. The collected data formed a single metric called the Gaming Use Index, which is composed of exact criteria and combined criteria [9]. Internal reliability proved strong - Cronbach's alpha reached 0.971 - a result consistent with earlier studies exploring problematic gaming.

Self-reported behavior sorted people into 3 types the behavioral addiction area: those who had never taken part (1<sup>st</sup>), others who once did but stopped for a set time (2<sup>nd</sup>), while some kept going without stopping (3<sup>rd</sup>). Earlier studies looked at real-world breaks and cutbacks in addictive behaviors using similar groupings [10].

### **Child Screen Time Subsample Measures:**

A subset of respondents provided information about their kids or relative kids (e.g. someone reported about his nephew), focusing on how much time children spent with screens, parents' views on behavior issues before having children, also how

satisfied they felt regarding the child's focus [11].

## **Results**

382 adults made up the final group used in the analysis. Most were males - nearly three-quarters (73.0%)- while just over one-fourth were females (27.0%).

Most faces belonged to those under thirty. Nearly seven in ten fell between eighteen and twentyfive (70.2%). One out of four came from the 26 to 44 group (25.4%). People past forty-four made up just a sliver - only 4.5%. That age stood apart).

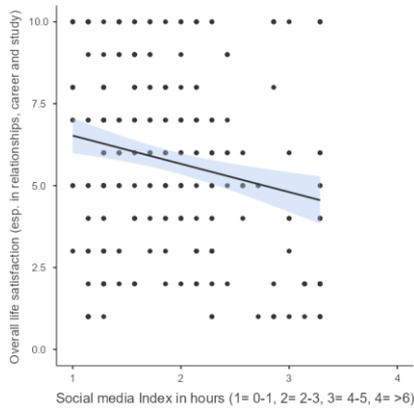
From different spots on the map, people arrived. Some traveled far, others near - each bringing a unique path. Close to half lived in India (42.7%), and another large share lived in Arab nations (39.8%). Smaller numbers resided in places like Kazakhstan or Russia, along with scattered areas.

Every composite index showed high reliability (consistency), which points to solid measurement quality. With a Cronbach's  $\alpha$  at 0.925, the Social Media Use Severity Index reflected tight

alignment across aspects like Effect on Focus, Face-to-Face Interaction Emotional State After Use, Procrastination & Distraction, Motivation for Real-Life Goals, Social Comparison & Self-Esteem. Removing any item did not boost  $\alpha$  noticeably, meaning each part played a useful role in the overall score.

High reliability emerged for the Pornography Use Severity Index, showing a Cronbach's  $\alpha$  at 0.958 - consistency held firm across areas like Frequency of Use, Time Spent per Session, Loss of Control, Escalation (Tolerance), Impact on Real-Life Sexual Desire, Emotional State After Use, Impact on Productivity & Motivation, and Interference with Daily Life.

Not far behind, the Video Gaming Severity Index reached an even higher Cronbach's  $\alpha$  value: 0.971 in the following areas: Frequency of Gaming, Daily Gaming Time, Loss of Control, Priority Over Responsibilities, Mood Changes, Impact on Sleep Social & Relationship, Productivity & Motivation; surpassing standard benchmarks while matching earlier findings tied to gaming disorder assessments.



Strong links appeared between the Social Media Use Index and every area of impairment measured (Fig 1), as shown by Spearman's rank-order analysis. Notably high ties emerged with trouble focusing ( $\rho = 0.911, p < .001$ ) (Fig 2), delay in completing tasks and procrastination ( $\rho = 0.895, p < .001$ ) (Fig 5), and loss of drive toward everyday objectives ( $\rho = 0.864, p < .001$ ). (Fig 7) Reduced confidence in oneself tied closely to ( $\rho = 0.828, p < .001$ ) (Fig 4), alongside difficulties in person-to-person communication ( $\rho = 0.876, p < .001$ ) (Fig 3). Feelings of emotional strain after using platforms linked moderately but clearly ( $\rho = 0.504, p < .001$ ). (Fig 6)



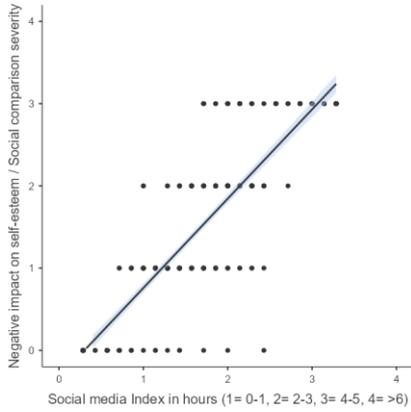


Figure 4

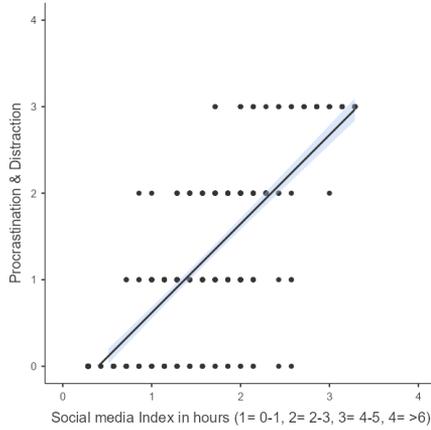


Figure 2

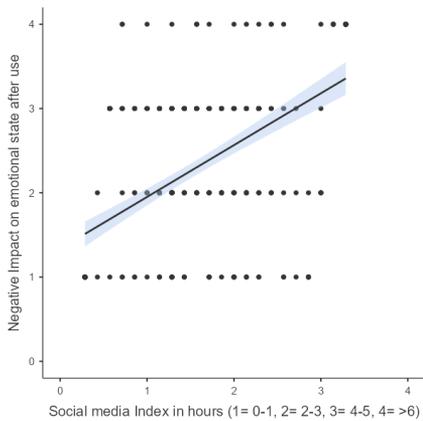


Figure 3



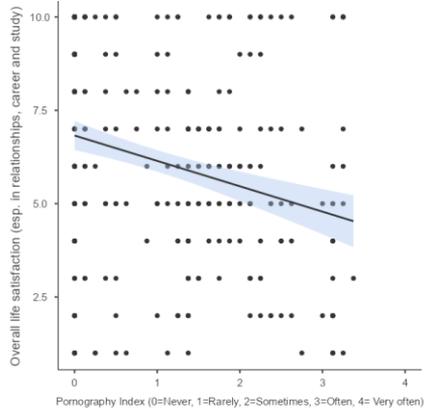


Figure 5

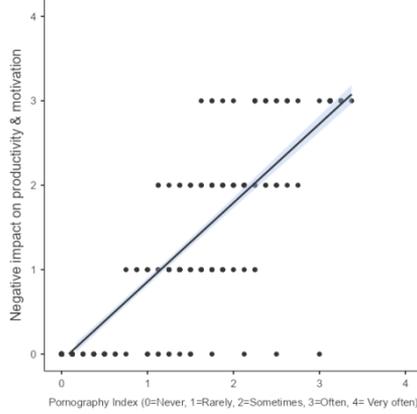


Figure 9

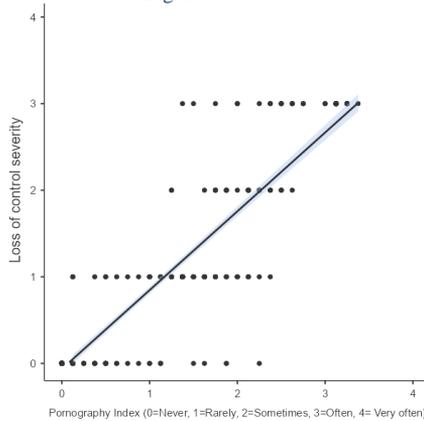


Figure 10



Strong links appeared between the Gaming Use Index and how long people played each day ( $\rho = 0.915, p < .001$ ) (Fig 14), shifts in mood ( $\rho = 0.923, p < .001$ ) (Fig 15), sleeping problems ( $\rho = 0.918, p < .001$ ) (Fig 17), difficulty stopping ( $\rho = 0.906, p < .001$ ) (Fig 16), along with reduced drive to act ( $\rho = 0.903, p < .001$ ) (Fig 18). Trouble in personal relationships showed a clear tie too ( $\rho = 0.890, p < .001$ ) (Fig 19) and significant negative impact on real-life responsibilities ( $\rho = 0.905, p < .001$ ) (Fig 20). Evidence like this matches earlier reports about gaming disorder - where managing emotions, disrupted rest, and everyday obstacles matter most.

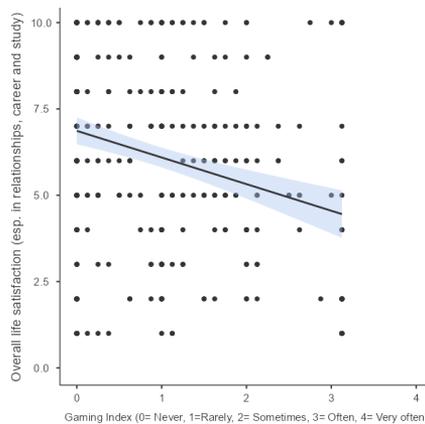


Figure 14

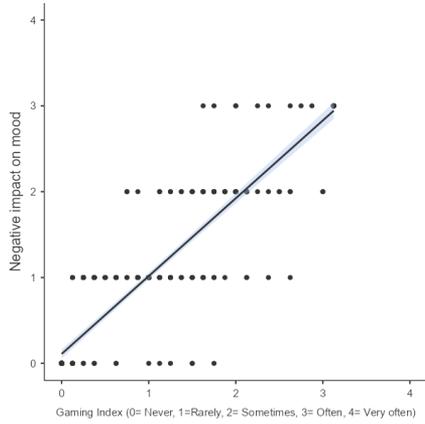


Figure 15

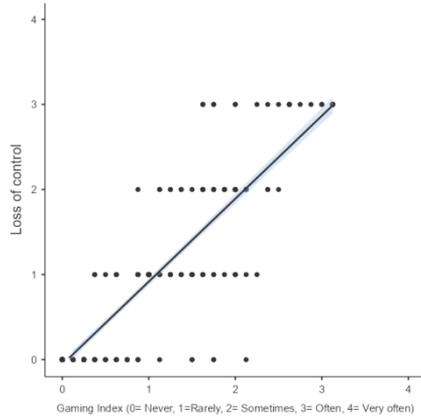


Figure 16

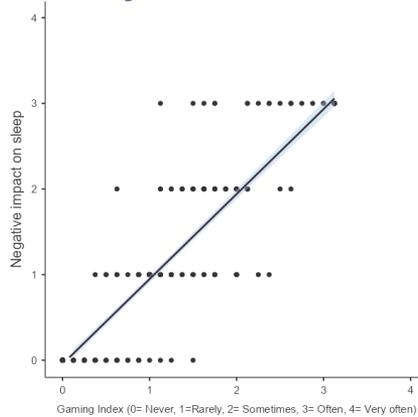


Figure 17

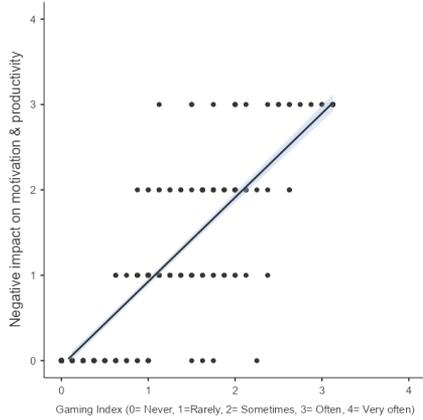


Figure 18

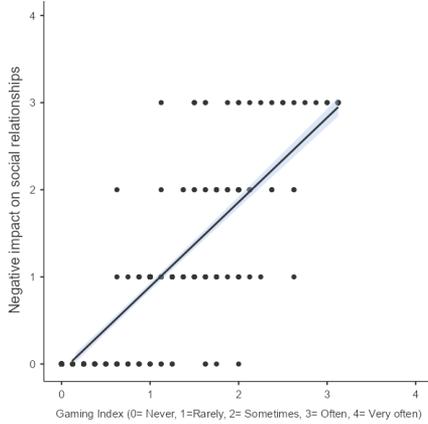


Figure 19

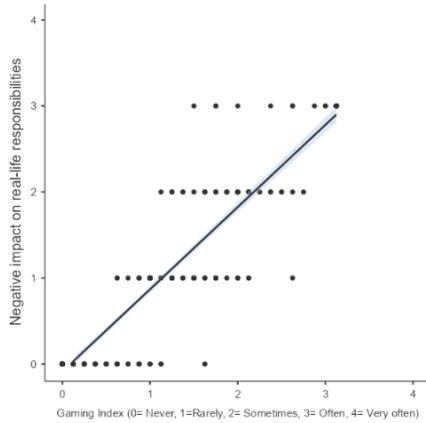


Figure 20

## **Group Comparisons by Abstinence Status**

Emotional distress showed a marked decline among abstainers - this contrast reached high significance ( $p < .001$ ). When examining self-worth difficulties, results tilted in favor of abstinence, though less strongly ( $p \approx .02$ ). Motivation levels followed a similar trend, leaning toward benefit for those stepping away ( $p \approx .03$ ). Participants refraining from platforms described fewer mood disruptions, along with stronger drive and confidence. Yet certain areas revealed no meaningful gap: problems with concentration, real-world conversation frequency, and delays in task initiation failed to differ notably across groups (each  $p > .05$ ).

Across every measure tied to pornography use severity, differences between people who never used it, those who quit, and ongoing users stood out clearly - thanks to Welch's analysis (all  $p < .001$ ). When adjusted comparisons followed, a step-like trend appeared: current users carried the heaviest burden. Those who had stopped fell in the middle,

notably below active users. Individuals who had never used before always ended up at the bottom. Such a progression leans toward viewing compulsive behaviors on a spectrum instead of fixed categories.

Notably, results from Welch's ANOVA showed clear variation among abstinence categories on every measure tied to gaming disruption - such as diminished self-regulation, placing games above duties, emotional shifts, disrupted rest, social strain, and drive - all reaching statistical significance ( $p < .001$ ). When examining pairwise contrasts, those who did not abstain stood apart significantly from individuals who either quit playing or had never played. Gamers who stopped reported considerably less distress, a pattern that aligns with earlier long-term findings where cutting down playtime led to reduced symptoms.

### **Parent-Reported Child Screen Time Subsample**

Looking at parents' reports, more worry about their child's actions tied to longer screen hours - shown by a correlation of 0.342 ( $p < .001$ ). When kids spent greater time on screens, parents tended to feel less satisfied with how well their child paid attention; that

link stood at  $-0.329$  ( $p < .001$ ). Slight but noticeable: those who worried more also expressed slightly higher satisfaction with attention, linked at  $0.149$  ( $p = .003$ ). (Fig 21)

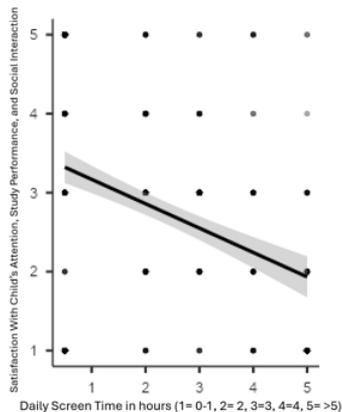


Figure 6

## Discussion

One key outcome here shows strong links between heavy use of social media, online porn, or video games and real problems in daily life - especially with emotions, drive, relationships, and self-control. [12]. People who avoided such activities scored much lower on problem indicators; their edge was biggest when it came to mood troubles, feeling out of control, or lacking purpose [13]. Well-being often lifts when screen time drops, though alertness stays about the

same. Stopping might lift mood quickly, though clear thinking often returns only when tech habits change at a root level. [2].

Results point toward pornography watching abstinence having a strong link to reduced struggles in daily functioning. The more time passed without engagement, the greater the improvement usually was, pointing toward routine building and reduced reactivity as central factors rather than moral conflict. For therapy settings, cutting back or quitting may help those facing real-world setbacks tied to usage, even if broader conclusions remain tentative. [14].

The report of a stronger sense of control over their lives by people quitting video games caught attention. Task motivation climbed gradually when gaming faded into the background. Looking ahead, paying attention to rest quality and emotional balance might signal progress before other changes show [15].

What stands out is how child screen use ties into parents' views on their kid's focus. A link appears when more screen time goes hand in hand with lower ratings of attention quality. Yet things get less

clear when worry increases along with reported satisfaction; one might expect the opposite. That twist suggests feelings about attention do not always match behaviour patterns. [16]. Interpretation needs care, especially since personal judgment can skew outcomes in subtle ways.

## **Conclusions**

Findings show a clear link between heavy use of social media, frequent viewing of online porn, and intense video gaming - each tied to meaningful struggles in mood, drive, relationships, and self-management. When usage grew more extreme, people reported deeper emotional strain, weaker initiative, less impulse control, and growing disruption in everyday tasks. Not using porn or playing fewer video games was tied to noticeably milder problems in every area measured. People avoiding social platforms also saw stronger mood, drive, and confidence.

## **References:**

1. Naresh Behera, Sipra Khuntia, Kavita Pandey & Shail Shankar. (2025). Impact of Social Media Use on Physical, Mental, Social, and Emotional Health, Sleep

Quality, Body Image, and Mood: Evidence from 21 Countries—A Systematic Literature Review with Narrative Synthesis.

2. Laura Lemahieu, Yannick Vander Zwalmen , Marthe Mennes, Ernst H W Koster , Mariek M P Vanden Abeele , Karolien Poels. (2025). The effects of social media abstinence on affective well-being and life satisfaction: a systematic review and meta-analysis

3. Alireza Mehrafshan. (2025). Pornography Deviance Studies, Internet Addiction, Harms, and Prevention.

4. David P Fernandez, Daria J Kuss, Mark D Griffiths. (2021). The Pornography “Rebooting” Experience: A Qualitative Analysis of Abstinence Journals on an Online Pornography Abstinence Forum.

5. Ming Yu Claudia Wong, Guangzhe Frank Yuan, Caimeng Liu, Stanley Kam Ki Lam, Hong Wang Fung. (2024). The relationship between internet gaming disorder, sleeping quality, self-compassion, physical activity participation and psychological distress: A path analysis.

6. Rapson Gomez, Daniel Zarate, Taylor Brown, Kaiden Hein & Vasileios Stavropoulos. (2024). The Bergen—

Social Media Addiction Scale (BSMAS): longitudinal measurement invariance across a two-year interval.

7. Matthias Wicki, Joseph Studer, Simon Marmet, Yasser Khazaal, and Gerhard Gmel. (2025). Behavioral addictions and their reciprocal associations with each other, substance use disorders, and mental health problems: Findings from a longitudinal cohort study of young Swiss men.

8. Mateusz Gola, Karol Lewczuk , Marc N Potenza, Drew A Kingston, Joshua B Grubbs, Rudolf Stark, Rory C Reid. (2020). What should be included in the criteria for compulsive sexual behavior disorder?

9. Mustafa Can Gursesli, Andrea Guazzini, Ramita Thawonmas, Clara Valenti, Mirko Duradoni, Ruck Thawonmas. (2025). Internet Gaming Disorder and Psychological Distress: a PRISMA systematic review.

10. Barna Konkoly Thege, Erica M Woodin, David C Hodgins & Robert J Williams. (2015). Natural course of behavioral addictions: a 5-year longitudinal study.

11. Marie Jourdren MD, Aurélie Bucaille PhD, Juliette Ropars MD, PhD. (2023). The Impact of Screen Exposure on Attention Abilities in Young Children: A

Systematic Review.

12. Anna Pawlikowska-Gorzelańczyk, Daniel Fichte, Julia Rozmus, Piotr Roder, Remigiusz Flakus, Ewa Szuster, Kinga Brawańska, Małgorzata Biernikiewicz, Małgorzata Sobieszczkańska, Agnieszka Rusiecka, Dariusz Kałka. (2023). Impact of Internet Addiction, Social Media Use and Online Pornography on the Male Sexual Function in Times of the COVID-19 Pandemic.

13. Nora D. Volkow, Michael Michaelides, and Ruben Baler. (2018). The Neuroscience of Drug Reward and Addiction.

14. Lu Zhu, Wenwen Ma, Rongqiu Zhang, Chao Wang, Bing Song, Yunxia Cao, Guanjian Li. (2025). Evaluation and treatment of compulsive sexual behavior: current limitations and potential strategies.

15. Andrzej Cudo, Natalia Kopiś-Posiej, Mark D Griffiths. (2023). The Role of Self-Control Dimensions, Game Motivation, Game Genre, and Game Platforms in Gaming Disorder: Cross-Sectional and Longitudinal Findings.

16. Subhranshu Sekhar Kar, Rajani Dube, Bellary Kuruba Manjunatha Goud, Qonitah Syadida Gibrata,

Adlen Adnan El-Balbissi, Tasnimm Ahmad Al Salim  
and Rand Nedal Mohammad Al Khaled Fatayerji.  
(2025). Impact of Screen Time on Development of  
Children.

# Постеры

Зайцева Юлия

## “Генеративный искусственный интеллект в академической среде: опыт эмпирического исследования.”

Научный руководитель: Строк АБ.  
Российский университет дружбы народов

Генеративный искусственный интеллект в академической среде: опыт эмпирического исследования.  
**Зайцева Ю.М.<sup>1</sup>, Вишняченко А.В.<sup>1</sup>, Строк А.Б.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>ФГОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия  
E-mail: 1132226414@phs.ru

**Аннотация**  
Современные генеративные нейросети (ChatGPT, Midjourney и др.) стремительно входят в академическую среду [1]. Студенты всё чаще обращаются к ним для выполнения учебных задач, что порождает дискуссии об этичности, эффективности и долгосрочных последствиях такого использования.

**Цель работы**  
Цель данной работы – на основе эмпирических данных опроса студентов выявить частоту, цели и отношение к применению искусственного интеллекта (ИИ) в образовательном процессе.

**Методология**  
В феврале 2026 года был проведён анонимный онлайн-опрос среди студентов Российского университета дружбы народов с разных направлений подготовки: специалитета, магистратуры и аспирантуры (n=27). Анкета включала вопросы о демографических характеристиках, частоте и сценариях использования ИИ, этических аспектах, восприятии влияния на навыки и отношении к возможному запрету со стороны преподавателей. Обработка данных выполнена методами описательной статистики.

**Результаты**  
В выборке преобладают девушки (59,3%, n=16), юноши составляют 40,7% (n=11). Распределение по направлениям подготовки представлено на рисунке 1.

**Обсуждение**  
Полученные данные свидетельствуют о высокой степени проникновения ИИ в студенческую среду: три четверти респондентов используют его не реже нескольких раз в неделю.

**Выводы**  
Основная функция – информационно-поисковая, что согласуется с представлением об ИИ как об «умной Википедии».

Вместе с тем значительная доля с1, «тов применяет генеративные модели для создания текстов и кода, что ставит вопросы о развитии письменных и аналитических компетенций.

Парадоксально, но при высокой частоте использования большинство не считает копирование текста без изменений приемлемым и редко практикует его. Это указывает на формирование позитивное академической этики, хотя официальные запреты ИИ пока не стало нормой. Высокая оценка экономии времени (средний балл 4) подтверждает практическую ценность инструментов, однако поляризация мнений о влиянии на навыки (ровно по 37% за развитие и за вред) требует дальнейших исследований.

**Заключение**  
Опрос выявил активное использование ИИ студентами на различных направлениях, преимущественно для поиска и обработки информации. Несмотря на широкое применение, студенты сохраняют критическое отношение к этическим аспектам и высказываются за институционализацию обучения работе с ИИ. Результаты могут быть полезны преподавателям и администрации вузов при разработке политики академической честности и интеграции цифровых инструментов в образовательный процесс.

**Список литературы:**  
1. Рашкая Л. К. и др. Перспективы применения ChatGPT для высшего образования: обзор международных исследований //Интеграция образования. – 2024. – Т. 28. – №. 1. – С. 10-21.

**Рис. 1. Распределение по направлениям подготовки**  
Распределение респондентов по направлениям подготовки

# Hadisa Kazemi, Fahima Ahadi

## “The impact of air pollution on public health in kazakhstan: analysis of the current situation and prospects for pollution reduction”

Supervisor: Aizhan Raushanova, Zinat Abdrakhmanova

Al-Farabi Kazakh National University

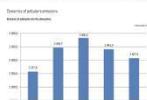
THE IMPACT OF AIR POLLUTION ON PUBLIC HEALTH IN KAZAKHSTAN: ANALYSIS OF THE CURRENT SITUATION AND PROSPECTS FOR POLLUTION REDUCTION

Aizhan Raushanova<sup>1</sup>, Zinat Abdrakhmanova, Hadisa Kazemi, Fahima Ahadi  
<sup>1</sup>Faculty of Medicine and Healthcare, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

### INTRODUCTION

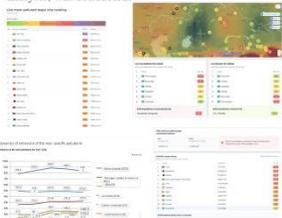
Air pollution in Kazakhstan is a pressing environmental issue that significantly impacts public health and the surrounding environment. According to the World Health Organization (WHO), in 2019, ambient air pollution was responsible for the premature deaths of 4.2 million people worldwide. According to a report by the international company IQAir, in 2021, Kazakhstan ranked 23rd among the most polluted countries in the world, with an average annual PM2.5 concentration of 31 µg/m<sup>3</sup>, exceeding the WHO-recommended level of 10 µg/m<sup>3</sup>. For comparison, in 2019, Kazakhstan ranked 21st in global greenhouse gas emissions.

The aim of this study was to comprehensively assess the impact of air pollution on the health of Kazakhstan's population in the context of Central Asia, considering statistical data, international comparisons, and environmental factors.



### MATERIALS AND METHODS

The study is analytical in nature and based on the examination of statistical data and official reports. Data from the World Health Organization (WHO), IQAir, the Ministry of Ecology of Kazakhstan, and the Ministry of Health on the impact of air pollution on public health were used. A comparative analysis with global indicators, as well as geoinformation and medical-ecological analysis, was conducted.



### RESULTS

**Air Pollution Levels in Kazakhstan**  
In 2021, the average PM2.5 level in Almaty reached 37 µg/m<sup>3</sup>, nearly seven times higher than the WHO recommended limit of 5 µg/m<sup>3</sup>. In Nur-Sultan, the PM10 concentration reached 412 µg/m<sup>3</sup>. In Ust-Kamenogorsk, high levels of SO2 were recorded at 23 µg/m<sup>3</sup>. Global Air Pollution Ranking According to IQAir, 2021  
\*Kazakhstan ranks 23rd among the countries with the most polluted air in the world, with an average annual PM2.5 concentration of 31 µg/m<sup>3</sup>.  
\*Almaty is among the 100 most polluted cities worldwide, ranking behind Delhi (92 µg/m<sup>3</sup>) and Lahore (88 µg/m<sup>3</sup>) but surpassing some Chinese cities.  
\*On average, Kazakhstan's air pollution levels are higher than those in the EU countries but lower than in India, Pakistan, and Bangladesh.  
\*Report on Public Health According to the Ministry of Health of Kazakhstan, 2024

\*Respiratory diseases have increased by 15% over the past five years.  
\*In highly polluted cities, cardiovascular disease rates are 20-25% higher compared to clean regions.  
\*Annually, around 10,000 deaths in Kazakhstan are linked to air pollution-related diseases.  
**What Does WHO Say?**  
\*WHO recommends that PM2.5 levels should not exceed 5 µg/m<sup>3</sup>, yet Kazakhstan's figures are several times higher.  
\*Air pollution is the fourth leading cause of death worldwide.  
\*WHO urges Kazakhstan to accelerate the transition to clean energy, reduce transport emissions, and tighten environmental regulations.



### CONCLUSION

Kazakhstan remains a country with high air pollution levels, particularly in industrial cities. The pollution levels in Almaty and Nur-Sultan significantly exceed global norms, leading to increasing health risks. Addressing this issue requires urgent governmental actions, including transitioning to renewable energy, industrial modernization, and reducing vehicle emissions.

Авторлық құқықтар мен жауапкершілік туралы ескерту  
Барлық құқықтар қорғалған. Материалдарды пайдалану тек автордың келісімімен жүзеге асырылады. Жарияланым мазмұнына, деректердің дұрыстығына және олардың нақтылығына толық жауапкершілікті автордың өзі атқарады. Материалдарды қайта басып шығару, көшіру және тарату автордың рұқсатынсыз қатаң тыйым салынады.

Памятка об авторских правах и ответственности  
Все права защищены. Использование материалов допускается только с согласия автора. Ответственность за содержание публикации, достоверность данных и их корректность несёт исключительно автор. Перепечатка, копирование и распространение материалов без разрешения запрещены.

Notice on Copyright and Responsibility

All rights reserved. Use of materials is permitted only with the author's consent. The author bears sole responsibility for the content of the publication, the accuracy of the data, and its correctness. Reprinting, copying, and distribution of materials without authorization are strictly prohibited.

---