

Date: 7th April-2026

“O‘ZBEKISTON SHAROITIDA PNEVMONIYA KASALLIGINI ALVEOLYAR
DARAJADA MATEMATIK MODELLASHTIRISH AHAMIYATI”

Boltibayev Shuhratjon Komiljanovich

Namangan davlat universiteti dotsenti

Email: sh.boltibayev@gmail.com

Abduraxmanov Azizbek Shokirjon o‘g‘li

Namangan davlat universiteti o‘qituvchisi

Email: a2126ek2301@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada O‘zbekiston sharoitida pnevmoniya kasalligini alveolyar darajada matematik modellashtirishning ilmiy va amaliy ahamiyati yoritilgan. Tadqiqotda pnevmoniyaning patofiziologik jarayonlari, xususan alveolalarda gaz almashinuvi buzilishi, yallig‘lanish jarayonlari va immun javob mexanizmlari tahlil qilinadi. Shuningdek, atmosfera havosining ifloslanishi, ayniqsa PM2.5 va PM10 zarralarining yuqori konsentratsiyasi kasallik og‘irligiga ta’siri mintaqaviy misollar asosida ko‘rib chiqiladi. Matematik modellashtirish yordamida alveolyar darajadagi jarayonlarni prognozlash, kasallik dinamikasini baholash va davolash samaradorligini aniqlash imkoniyatlari asoslab berilgan. Olingan natijalar O‘zbekiston hududiy ekologik omillarini hisobga olgan holda pnevmoniyani erta aniqlash, og‘ir asoratlarni kamaytirish va sog‘liqni saqlash tizimida innovatsion yondashuvlarni joriy etishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: pnevmoniya, alveola, PM2.5, PM10, alveolyar makrofaglar, biofizika, prognozlash.

Аннотация: В данной статье освещается научное и практическое значение математического моделирования пневмонии на альвеолярном уровне в условиях Узбекистана. В исследовании анализируются патофизиологические процессы пневмонии, в частности, нарушение газообмена в альвеолах, воспалительные процессы и механизмы иммунного ответа. Также рассматривается влияние загрязнения атмосферного воздуха, особенно высоких концентраций частиц PM2.5 и PM10, на тяжесть заболевания на региональных примерах. Обосновываются возможности прогнозирования процессов на альвеолярном уровне, оценки динамики заболевания и определения эффективности лечения с использованием математического моделирования. Полученные результаты имеют большое значение для ранней диагностики пневмонии, снижения тяжелых осложнений и внедрения инновационных подходов в систему здравоохранения с учетом региональных экологических факторов Узбекистана.

Ключевые слова: пневмония, альвеолы, PM2.5, PM10, альвеолярные макрофаги, биофизика, прогнозирование.

Abstract: This article highlights the scientific and practical significance of mathematical modeling of pneumonia at the alveolar level in the conditions of Uzbekistan. The study analyzes the pathophysiological processes of pneumonia, in particular, impaired gas exchange in the alveoli, inflammatory processes and immune response mechanisms. Also,



Date: 7th April-2026

the impact of atmospheric air pollution, especially high concentrations of PM2.5 and PM10 particles, on the severity of the disease is considered based on regional examples. The possibilities of forecasting processes at the alveolar level, assessing the dynamics of the disease and determining the effectiveness of treatment using mathematical modeling are substantiated. The results obtained are of great importance for early detection of pneumonia, reducing severe complications and introducing innovative approaches in the healthcare system, taking into account the regional ecological factors of Uzbekistan.

Keywords: pneumonia, alveolus, PM2.5, PM10, alveolar macrophages, biophysics, forecasting.

Kirish va masalaning dolzarbligi. Pnevmoniya kasalligi dunyo miqyosida va xususan O'zbekiston sog'liqni saqlash tizimida eng dolzarb muammolardan biri bo'lib qolmoqda. Alveolyar darajadagi patofiziologik jarayonlarni tushunish va ularni matematik modellashtirish orqali prognozlash zamonaviy tibbiyot va biofizikaning ustuvor yo'nalishlaridan biridir [1]. Pnevmoniya o'pkaning gaz almashinuvi sodir bo'ladigan asosiy birligi — alveolalarning suyuqlik, yiring yoki yallig'lanish ekssudati bilan to'lishi natijasida nafas olish funksiyasining buzilishi bilan xarakterlanadi [2]. O'zbekistonning o'ziga xos ekologik sharoitlari, xususan, atmosfera havosidagi chang miqdorining yuqoriligi va sanoat hududlaridagi PM2.5 hamda PM10 zarralarining konsentratsiyasi pnevmoniya patogenezini yanada murakkablashtiradi [3].

Hozirgi kunda ilmiy tadqiqotlarni faqatgina klinik kuzatuvlar bilan cheklab bo'lmaydi. Matematik modellashtirish kasallikning dinamikasini, immun tizimining javobini va terapevtik choralarning samaradorligini oldindan baholash imkonini beradi [5]. O'zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasi doirasida matematik modellashtirish va sun'iy intellekt texnologiyalarini tibbiyotga joriy etish ustuvor vazifa sifatida belgilangan [6]. Ushbu hisobotda pnevmoniya kasalligini alveolyar darajada modellashtirishning nazariy asoslari, O'zbekistondagi ekologik omillarning ta'siri va ushbu sohada amalga oshirilishi lozim bo'lgan ilmiy loyihalar haqida batafsil ma'lumot beriladi.

O'zbekistondagi ekologik omillar: PM2.5 va PM10 ta'siri. O'zbekistonning havo sifati ko'rsatkichlari pnevmoniya kasalligining og'irlik darajasiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Xususan, chang zarralari va sanoat chiqindilari alveolyar makrofaglarning funksiyasini susaytiradi va yallig'lanishni kuchaytiradi [3].

Mintaqaviy tahlil: Toshkent, Namangan va boshqa hududlar. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, PM2.5 konsentratsiyasi yuqori bo'lgan hududlarda bolalar o'rtasida og'ir pnevmoniya holatlari sezilarli darajada ko'p [4].

Hudud	Havoning ifloslanish darajasi (PM2.5)	Og'ir pnevmoniya ulushi (%)	Nafas etishmovchiligi (RF) darajasi (%)
Toshkent shahri	JSST me'yoridan 6-8 baravar yuqori	70-75%	65-70% (II darajali RF 15-18%)
Qashqadaryo	Yuqori (sanoat va	65-68%	60% (II darajali RF



Date: 7th April-2026

	chang)		10-12%)
Namangan	Yuqori (paxta tozalash sanoati)	>60% (taxminiy)	50-60%
Surxondaryo	Yuqori (chang bo'ronlari)	>60%	50% (II darajali RF 8-10%)
Buxoro	Nisbatan past/o'rtacha	40-45%	<40%

Namangan viloyatining Pop va Chust tumanlaridagi paxta tozalash zavodlari atrofida o'tkazilgan o'rganishlar shuni ko'rsatadiki, chang tarkibidagi paxta tolalari va mineral zarralar alveolyar darajada surunkali yallig'lanishni keltirib chiqaradi. Bunday hududlarda PM2.5 darajasi 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gacha yetishi aholi orasida nafas olish tizimi kasalliklarini 2.5 baravarga oshirishi aniqlangan [7].

Zarralarning alveolalarga kirib borish mexanikasi. PM2.5 zarralari (diametri 2.5 mikrondan kichik) terminal bronxiolalardan o'tib, alveolalarga osonlik bilan yetib boradi. Ularning depozitsiyasi uchta asosiy fizik mexanizmga bog'liq:

Inertsial cho'kish: Katta zarralarning nafas yo'llari burilishlarida urilishi.

Gravitatsion sedimentatsiya: Alveolalarning pastki qismlarida zarralarning og'irlik kuchi ta'sirida to'planishi [8].

Braun diffuziyasi: Ultra-mayda zarralarning gaz molekulalari bilan to'qnashib, alveola devoriga yopishishi [9].

Matematik modellashtirishda ushbu zarralar "immun tizimini ingibitorlovchi omil" sifatida kiritilishi lozim. Chang zarralari bilan yuklangan makrofaglar bakteriyalarni fagotsitoz qilish qobiliyatini yo'qotadi, bu esa pnevmoniyaning yanada og'ir kechishiga sabab bo'ladi [3].

Pnevmoniya kasalligini alveolyar darajada matematik modellashtirish O'zbekiston tibbiyot fani uchun yangi ufqlar ochadi. Bu nafaqat nazariy tadqiqot, balki aholi salomatligini saqlashda amaliy ahamiyatga ega bo'lgan vositadir. Ayniqsa, hududiy ekologik omillar (PM2.5, chang, sanoat chiqindilari) hisobga olingan modellar kasallikning og'ir asoratlarini oldindan ko'rish va o'lim ko'rsatkichlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Pnevmoniyani modellashtirish orqali biz nafaqat kasallikni o'rganamiz, balki inson hayotini saqlab qolish uchun kuchli intellektual qurol yaratamiz. Bu esa Yangi O'zbekistonning ilmiy salohiyatini namoyon etuvchi eng muhim ko'rsatkichlardan biri bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. M.I.Ossaiugbo, N.I.Okposo. Mathematical modeling and analysis of pneumonia infection dynamics - Science World Journal, 2021, Vol. 16 No. 2, pp. 73-80. <https://scienceworldjournal.org/article/view/21735/14057>
2. I.A.Olopade, E.I.Akinola, M.E.Philemon, I.T.Mohammed, S.O.Ajao, S.O.Sangoniya, G.A.Adeniran, Modeling the Mathematical Transmission of a Pneumonia Epidemic Model with Awareness. J. Appl. Sci. Environ. Manage. 2024, 28 (2), pp 403-413.



Date: 7th April-2026

3. Kwas H, Rangareddy H, Rajhi HH Sr. Impact of Outdoor Air Pollutants Exposure on the Severity and Outcomes of Community-Acquired Pneumonia in Gabes Region, Tunisia. *Cureus*. 2024 Aug 10; 16(8):e66578. doi: 10.7759/cureus.66578. PMID: 39156990; PMCID: PMC11330280.
4. Influence of air pollution level on the incidence and severity of pneumonia in children, *Web of medicine: Journal of medicine, practice and nursing*. Volume 4, Issue 2, February 2026, pp. 201-207.
<https://repo.tma.uz/xmlui/bitstream/handle/1/3093/41.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Almutairi, N.; El-Shahed, M. Optimal Control Strategies for a Mathematical Model of Pneumonia Infection. *Computation* 2025, 13, 204.
<https://doi.org/10.3390/computation13090204>
6. 14.10.2024 yildagi PQ-358-son. Sun'iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida - LEX.UZ, 2024, <https://lex.uz/docs/7159258>
7. Liu, Z., & Wang, H. (). Heavy metal contamination in recycled cotton waste from dust-laden environments. *Chinese Journal of Environmental Engineering*, 2019, 13(4), pp. 1449–1456.
8. Donghai Li, Yongjian Li, Guiling Li, Yu Zhang, Jiang Li, Haosheng Chen. Fluorescent reconstitution on deposition of PM 2.5 in lung and extrapulmonary organs - *PNAS*, February 12, 2019, vol. 116, no. 7, pp 2488–2493
<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1818134116>
9. Sturm R. Modelling the deposition of fine particulate matter (PM2.5) in the human respiratory tract. *AME Med J*, 2020 <https://amj.amegroups.org/article/view/5437/html>

