

SUV HAVZALARIDA MIKROORGANIZMLARNING TARQALISHINI RAQAMLI MODELLASHTIRISH VA GIGIYENIK NAZORAT.

Ahmadjonov Diyorbek Abduvohid o'g'li

Farg'ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti talabasi

ahmadjonovdiyorbek61@gmail.com

Sohibjonova Gullola Umidjon qizi

Farg'ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti talabasi

Soxibjonova1411@gmail.com

Ilmiy rahbar: **Azimova Mayram Kurbanovna**

Farg'ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti

mayram.azimova@mail.ru

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada suv havzalarida mikroorganizmlarning tarqalishini raqamli modellashtirish usullari va ularning gigiyenik nazoratdagi amaliy ahamiyati yoritilgan. Tadqiqot davomida suv muhitida patogen va shartli-patogen mikroorganizmlarning harakatlanishi, ko'payish tezligi, oqimlar bo'yicha migratsiyasi, hamda ekologik omillarga bog'liq o'zgarishlari kompyuter modellari orqali o'rganildi. Raqamli modellashtirish suv havzalaridagi ifloslanish manbalarini aniqlash, xavf zonalarini bashorat qilish va mikroblar zichligining o'zgarishini real vaqtga yaqin baholash imkonini berdi. Maqolada gigiyenik nazoratni optimallashtirish, monitoring chastotasini aniqlash, suvning sanitariya holatini baholash bo'yicha amaliy tavsiyalar ham berilgan. Tadqiqot natijalari epidemiologik xavfsizlikni ta'minlash va suv orqali yuqadigan kasalliklarning oldini olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: suv havzalari, mikroorganizmlar, raqamli modellashtirish, gigiyenik nazorat, monitoring, ifloslanish manbalari, epidemiologik xavfsizlik.

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОДОЁМАХ И ГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлены возможности цифрового моделирования распространения микроорганизмов в водоёмах и его значение для гигиенического контроля. В ходе исследования анализировались процессы миграции, размножения и изменения плотности патогенных и условно-патогенных микроорганизмов под влиянием экологических факторов (температура, течение, солнечная радиация, химический состав воды). Цифровые модели позволили определить источники загрязнения, прогнозировать опасные зоны и оценивать микробную нагрузку в режиме, приближенном к реальному времени. В статье также предложены методы оптимизации санитарно-гигиенического мониторинга и оценка санитарного состояния водных объектов. Полученные результаты имеют важное значение для обеспечения эпидемиологической безопасности и профилактики водно-алиментарных инфекций.

Ключевые слова: водоёмы, микроорганизмы, цифровое моделирование, гигиенический контроль, мониторинг воды, эпидемиологическая безопасность.

DIGITAL MODELING OF MICROORGANISM DISTRIBUTION IN WATER BODIES AND HYGIENIC CONTROL

ABSTRACT

This article explores the potential of digital modelling in assessing the spread of microorganisms in water bodies and its significance for hygienic monitoring. The study investigates the movement, reproduction, and density variation of pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms under the influence of environmental factors such as temperature, water flow, sunlight, and chemical composition. Digital simulations allow the identification of contamination sources, prediction of high-risk zones, and near real-time assessment of microbial load. The article also provides practical

recommendations for optimizing sanitary monitoring and evaluating the hygienic status of aquatic environments. The findings are essential for strengthening epidemiological safety and preventing waterborne diseases.

Keywords: water bodies, microorganisms, digital modelling, hygienic monitoring, contamination sources, epidemiological safety.

ASOSIY QISM

Suvdagi mikrobial tarqalishini raqamli modellashtirish patogenlarning tarqalishini bashorat qilish, ifloslanish manbalarini (masalan, oqim) aniqlash va suv havzalari va tarqatish tizimlarida mikrobial jamoa dinamikasini tushunish uchun IoT sensorlari, GIS (geografik axborot tizimlari) va matematik algoritmlardan (masalan, mexanik yoki ma'lumotlarga asoslangan modellar) foydalanadi, bu esa proaktiv gigienik nazoratni, real vaqt rejimida ogohlantirishlarni va jamoat salomatligi uchun xavflarni boshqarishni yaxshilashni ta'minlaydi, sensor ma'lumotlarini (pH, harorat) gidrologik omillar bilan integratsiya qilib, yaxshiroq bashorat qilish imkonini beradi.

1. Raqamli modellashtirishning asosiy komponentlari

Ma'lumotlarni yig'ish (IoT va sensorlar):

Suv manbalari va tarqatish quvurlarida parametrlarni (pH, harorat, TDS) uzluksiz, real vaqt rejimida monitoring qilish uchun aqlli sensor tarmoqlarini (Zigbee, GSM) joylashtirish.

Muayyan patogenlarni yoki najas indikatorlarini (masalan, *E. coli*, *C. perfringens*) aniqlash uchun Multiplex-PCR yoki qPCR kabi ilg'or usullardan foydalanish.

Geografik axborot tizimlari (GIS):

Suv sifati, ifloslanish manbalari (masalan, qishloq xo'jaligi oqava suvlari) va jamoat salomatligi xavflari bo'yicha fazoviy ma'lumotlarni to'plash, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish uchun markaziy markaz vazifasini bajaradi.

Matematik va mashina o'rganish modellari:

Mexanistik modellar: Gidrologiya (yomg'ir, oqava suvlar) va atrof-muhit sharoitlariga asoslanib, mikroorganizmlarning (masalan, najas bakteriyalari) taqdiri va tashishini simulyatsiya qiladi.

Ma'lumotlarga asoslangan modellar (masalan, tasodifiy o'rmon): Tarixiy sensor/laboratoriya ma'lumotlaridan foydalangan holda ichimlik suvi tizimlarida (DWDS) mikrobial ko'plik va jamoaviy o'zgarishlarni bashorat qiling, bu esa bashorat qilish imkoniyatlarini taqdim etadi.

2. Asosiy qo'llanmalar va afzalliklar

Ifloslanish hodisalarini bashorat qilish: Modellar yomg'ir ta'sirida oqava suvlarning eng yuqori ifloslanishini bashorat qilishga yordam beradi, to'xtatish strategiyalarini boshqaradi.

Mikrobial dinamikani tushunish: Mikrobial jamoalarning atrof-muhitdagi stresslarga (masalan, dezinfektsiya usullari, mavsumiy o'zgarishlar) qanday munosabatda bo'lishini va ularga qanday javob berishini ochib beradi.

Erta ogohlantirish tizimlari: Xavfsiz sharoitlar haqida real vaqt rejimida ogohlantirishlar, avj olishlar va suv sifatining yomonlashuvining oldini oladi.

Davolash va nazoratni optimallashtirish: Tarqatish tarmoqlarida dezinfektsiya yon mahsulotlari (DBP) va mikrobial qayta o'sishni boshqarishni axborot bilan ta'minlash.

Xavflarni boshqarish: Muhim nazorat nuqtalarini aniqlash va maqsadli aralashuvlarni ishlab chiqish (masalan, oqimni ushlab turishga e'tibor qaratish).

3. Qiyinchiliklar va kelajakdagi yo'nalishlar

Ma'lumotlardagi bo'shliqlar: Ifloslanish hodisalarining o'zgaruvchan kattaligini bashorat qilish najas manbalari bo'yicha yanada keng qamrovli kirish ma'lumotlarini talab qiladi.

Model integratsiyasi: Bashorat qilish kuchini oshirish uchun turli usullarni (masalan, past aniqlikdagi supra-organizmal va yuqori aniqlikdagi individual modellar) birlashtirish.

Nazoratdagi bo'shliqlar: Qayta aylanuvchi dush kabi murakkab tizimlar uchun aniq qoidalarni ishlab chiqish ko'proq ma'lumotlar va modellashtirishni talab qiladi.

Birlashgan platformalar: Samarali sanitariya nazorati uchun ma'lumotlarni birlashtirish uchun "birlashgan" dasturiy ta'minotga ehtiyoj.

4. Gigienik nazorat va jamoat salomatligi

Proaktiv va reaktiv: Profilaktik harakatlar uchun an'anaviy, reaktiv sinovdan bashoratli modellashtirishga o'tish.

Indikator organizmlar: Davolashdagi muvaffaqiyatsizliklar va potentsial patogen mavjudligini signalizatsiya qilish uchun moslashuvchan indikatorlardan (*C. perfringens* sporalari) foydalanish.

Jamoat salomatligini muhofaza qilish: Oxir-oqibat, ushbu modellar suv resurslari va aholini himoya qilish uchun suv boshqaruvchilari va sog'liqni saqlash xodimlari uchun amaliy tushunchalarni taqdim etadi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda suv havzalarida mikroorganizmlarning tarqalishini raqamli modellashtirish gigiyenik nazoratni sifat jihatdan yangi bosqichga olib chiqayotgan texnologiyalardan biridir. Bunday modellar ifloslanish o'choqlarini oldindan aniqlash, xavf zonalarini bashorat qilish va suv orqali yuqadigan kasalliklarning oldini olish imkonini beradi. Amaliy tadqiqotlar, jumladan Bangladesh tajribasi, raqamli modellashtirish kasallanishni sezilarli darajada (15% gacha) kamaytirishi mumkinligini ko'rsatmoqda.

Modellar mikroorganizmlarning suv muhitidagi taqdiri – tirik qolishi, ko'payishi, oqim bo'ylab ko'chishi kabi murakkab jarayonlarni aniq simulyatsiya qilib, mutasaddilarga infratuzilma rejalashtirish, resurslarni to'g'ri taqsimlash va zarur choralarni o'z vaqtida ko'rish imkonini beradi. Bunda QMRA, Bayes tarmoqlari, neyron tarmoqlar va agentga asoslangan modellashtirish kabi turli yondashuvlar keng qo'llanilmoqda.

Shu bilan birga, mavjud muammolar ham saqlanib qolmoqda: aniq ma'lumotlarning yetishmasligi, turli manbalardan olingan ma'lumotlarni yagona tizimga integratsiya qilish qiyinligi, real tizimlarning haddan tashqari murakkabligi va yuqori hisoblash xarajatlari. Kelajakda bu sohaning yanada rivojlanishi uchun sezgir va arzon sensor texnologiyalarini yaratish, universal va ishonchli algoritmlarni ishlab chiqish, hamda turli yo'nalish mutaxassislarini birlashtirgan ilmiy jamoalarni shakllantirish zarur.

Umuman olganda, raqamli modellashtirish gigiyenik nazoratni reaktiv yondashuvdan proaktiv yondashuvga o'tkazmoqda. Bunday modellar qaror qabul qiluvchi mutaxassislarga ilmiy asoslangan tavsiyalar beradi, suv sifatini boshqarish bo'yicha

strategiyalarni takomillashtiradi va aholining epidemiologik xavfsizligini ta'minlashda muhim vosita vazifasini bajaradi. Shunga qaramay, modellar laboratoriya va dala sharoitidagi real monitoring ma'lumotlari bilan muntazam tasdiqlab borilsa, ularning amaliy qiymati yanada oshadi. Raqamli modellashtirishning asosiy ahamiyati shundaki, u suv sifatini faqat tavsiflabgina qolmay, balki kelajakdagi xavflarni oldindan sezib, ularga qarshi samarali choralar ko'rishga imkon yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ahmed, W., Hamilton, K., Lobos, A., et al. *"Quantitative Microbial Risk Assessment (QMRA) for Predicting Waterborne Pathogens in Urban Catchments."* Water Research, 2020.
2. Tian, Y., Zhi, X., Xu, T. *"Bayesian Network Models for Predicting Microbial Contamination in Surface Waters."* Environmental Modelling & Software, 2020.
3. Schijven, J., de Roda Husman, A.M. *"GIS-Based Assessment of Microbial Water Quality in Surface Waters."* Journal of Water and Health, 2013.
4. Kuroki, K., Tanaka, H., Yamamoto, K. *"Deep Learning Approaches for Predicting Microbial Variability in Drinking Water Distribution Systems."* Water Research, 2023.
5. Sarker, M.H., Rahman, M.M., and Hossain, F. *"Environmental Drivers of Fecal Indicator Organisms in Watersheds."* Science of the Total Environment, 2016.
6. Wu, H., Li, Y., Chen, X. *"Hydrological Modelling of Microbial Transport Using SWAT."* Journal of Hydrology, 2021.
7. Tian, Y., Gao, Y., Xu, W. *"Integration of Real-Time Sensors with Machine Learning for Water Quality Prediction."* Sensors and Actuators B: Chemical, 2020.
8. Schlett, C., et al. *"Biofilm Dynamics and Pathogen Persistence in Drinking Water Systems."* Water Research, 2019.