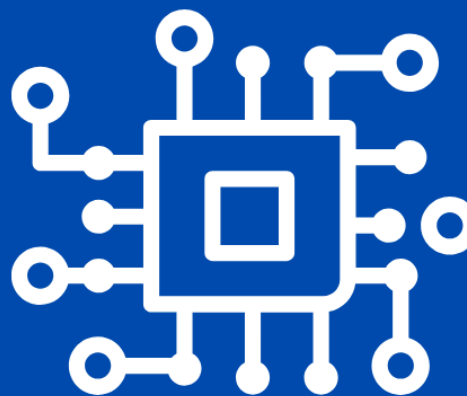




TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 1 (3) 2025



ISSN: 3030-3702 (Online)
САЙТ: <https://techscience.uz>

TECHSCIENCE.UZ

№ 1 (3)-2025

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2025

BOSH MUHARRIR:

KARIMOV ULUG‘BEK ORIFOVICH

TAHRIR HAY‘ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich– Texnika fanlari doktori, professor, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Bozorov G‘ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instiuti;

Maxmudov MUxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instiuti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G‘ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instiuti.

TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA

FANLARINING DOLZARB MASALALARI
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130343-sonli guvohnoma bilan davlat ro‘yxatidan o‘tkazilgan.

Muassis: “SCIENCEPROBLEMS TEAM”
mas’uliyati cheklangan jamiyati.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik Beshyog‘och ko‘chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com

Telegram kanal:

https://t.me/Scienceproblemsteam_uz

TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI
3-jild, 1-son (May, 2025). -17 bet.

MUNDARIJA

Хабибуллаева Дильноза, Бердимбетов Тимур, Турениязова Асия

Нийетуллаева Сахибжамал, Мадетов Дауранбек

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗАСУХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ MODIS И ИНДЕКС

ХЁРСТА 6-9

Olimov Iskandar Salimboyevich

QISHLOQ XO'JALIGI JARAYONLARINI OPTIMALLASHTIRISHDA

IOT TEXNOLOGIYALARINING QO'LLANILISHI 10-16

TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES
Voluma 3, Issue 1 (May, 2025). -17 pages.

C O N T E N T S

Xabibullaeva Dilnoza, Berdimbetov Timur, Tureniyazova Asiya
Nietullayeva Sahibjamal, Madetov Dauranbek
ANALYSIS OF DROUGHT DYNAMICS BASED ON MODIS DATA AND THE HURST
INDEX 6-9

Olimov Iskandar Salimboyevich
APPLICATION OF IOT TECHNOLOGIES FOR OPTIMIZING
AGRICULTURAL PROCESSES 10-16

Received: 15 April 2025

Accepted: 30 April 2025

Published: 10 May 2025

Article / Original Paper

ANALYSIS OF DROUGHT DYNAMICS BASED ON MODIS DATA AND THE HURST INDEX

Xabibullaeva Dilnoza Baxramovna

Berdimbetov Timur Tileubergenovich

Tureniyazova Asiya Ibragimovna

Nietullayeva Sahibjamal Kenesbayevna

Madetov Dauranbek Orakbaevich

Nukus State Technical University

E-mail: dilnozakhabibullaeva00@gmail.com

Abstract. Monitoring and forecasting droughts are crucial for mitigating the impacts of climate change on water resources and agriculture. This review summarizes modern methods for analyzing and predicting drought dynamics using MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) data and the Hurst index. The advantages and limitations of MODIS-based indices (NDVI, LST, VHI) and the application of the rescaled range (R/S) method for assessing drought persistence are discussed. Special attention is given to the combination of remote sensing and statistical analysis techniques to improve early warning systems. Challenges such as data heterogeneity and regional variations are also addressed, along with future directions, including the use of machine learning and high-resolution data.

Key words: drought forecasting, MODIS, Hurst index, NDVI, LST, Vegetation Health Index (VHI), R/S analysis.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗАСУХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ MODIS И ИНДЕКС ХЁРСТА

Хабибуллаева Дильноза Бахрамовна

Бердимбетов Тимур Тилеубергенович

Турениязова Асия Ибрагимовна

Нийетуллаева Сахибжамал Кенгесбаевна

Мадетов Дауранбек Оракбаевич

Нукусский государственный технический университет

Аннотация. Мониторинг и прогнозирование засух крайне важны для смягчения последствий изменения климата на водные ресурсы и сельское хозяйство. В данном обзоре обобщаются современные методы анализа и прогнозирования динамики засух с использованием данных MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) и индекса Хёрста. Рассматриваются преимущества и ограничения индексов на основе MODIS (NDVI, LST, VHI) и применение метода нормированного размаха (R/S) для оценки устойчивости засух. Особое внимание уделяется комбинации методов дистанционного зондирования и статистического анализа для улучшения систем раннего предупреждения. Также обсуждаются проблемы, такие как неоднородность данных и региональные различия, и перспективные направления, включая использование машинного обучения и данных высокого разрешения.

Ключевые слова: прогнозирование засух, MODIS, индекс Хёрста, NDVI, LST, индекс здоровья растительности (VHI), R/S-анализ.

DOI: <https://doi.org/10.47390/TS3030-3702V3I1Y2025N01>

1. Введение

Засухи становятся более частыми и интенсивными из-за изменения климата, что требует разработки точных методов мониторинга [1]. Традиционные подходы (например, SPI, PDSI) опираются на данные метеостанций, тогда как спутниковое дистанционное зондирование (например, MODIS) обеспечивает глобальный охват и высокую периодичность наблюдений. Индекс Хёрста (H), разработанный в гидрологии, позволяет оценить долгосрочную память временных рядов и прогнозировать устойчивость засух [2].

2. Данные MODIS для мониторинга засух

2.1 Основные продукты MODIS

- NDVI (MOD13A2): Отражает состояние растительности (16-дневные композиты, разрешение 1 км) [3].
- LST (MOD11A2): Фиксирует термические аномалии (8-дневные композиты, 1 км) [4].
- VHI: Комбинирует NDVI и LST для оценки интенсивности засух (Kogan, 1995).

2.2 Преимущества MODIS

- Высокая временная разрешающая способность (ежедневные/еженедельные данные) [5].
- Глобальный охват, включая труднодоступные регионы.
- Открытый доступ через NASA Earthdata.

2.3 Ограничения

- Влияние облачности в тропических зонах.
- Низкое пространственное разрешение (1 км) по сравнению с Sentinel-2 (10 м).

3. Показатель Хёрста

Показатель Хёрста — это мера, используемая при анализе временных рядов [6]. Эта величина уменьшается, когда задержка между двумя идентичными парами значений во временном ряду увеличивается. Впервые индекс Хёрста был использован в гидрологии в практических целях для определения размера плотины на реке Нил в условиях непредсказуемых дождей и засух, наблюдавшихся в течение длительного времени. В настоящее время индекс показателя Хёрста, климатология и изменение растительности широко используются для измерения продолжительности трансформации растительности в континентальной последовательности.

Основные уравнения следующие:

Пусть $x(t)$ — некоторая случайная величина, рассматриваемая на дискретных интервалах времени t_i в течение периода наблюдения, τ — ее среднее значение, и

$$S(\tau) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} [x(t_i) - \langle x(\tau) \rangle]^2}$$

x - стандартное отклонение. Обозначим через

$$X(t, \tau) = \sum_{u=1}^t [x(u) - \langle x(\tau) \rangle]$$

Накопленное отклонение значений случайной величины $x(t)$ от ее среднего значения $\langle x \rangle$ за время t . Разность между минимальным и максимальным значениями $X(t, \tau)$ называется размахом, т.е.

$$R(\tau) = \max X(t, \tau) - \min X(t, \tau),$$

Где $1 \leq t \leq \tau$. Рассматриваемый диапазон $R(\tau)$ очевидно зависит от периода τ и растет вместе с ним. Безразмерное отношение $\frac{R}{S}$ позволяет сравнивать диапазон для разных явлений.

$$\frac{R}{S} = \left(\frac{\tau}{2}\right)^H$$

Для более точного определения показателя временной ряд должен быть достаточно длинным [6,7]. Значение индекса Херста будет изменяться в интервале $0 < H < 1$. Последовательности, для которых $H > 0,5$, считаются персистентными — они сохраняют текущую тенденцию, то есть увеличение в прошлом с большей вероятностью увеличится и дальше, и наоборот. При значении 0,5 четкая тенденция не выражена, а при меньших значениях процесс характеризуется антиперсистентностью — любая тенденция имеет тенденцию сменяться противоположной.

4. Комбинированные методы MODIS и индекса Хёрста

4.1 Кейс-стади

Исследование	Регион	Результаты
AghaKouchak et al. (2015)	Калифорния	VHI + H предсказали мегазасуху 2012–2016 ($H = 0.72$)
Mishra et al. (2019)	Индия	Корреляция засух с муссонными сбоями

4.2 Проблемы

- Пропуски данных из-за облачности.
- Масштабные несоответствия между спутниковыми и наземными данными.
- Нестационарность климатических рядов.

4.3 Перспективные направления

1. Гибридные модели: Искусственный интеллект (например, LSTM) для прогноза H.
2. Фьюжн данных: Интеграция MODIS и Sentinel-3 (300 м).
3. Динамические карты H: Глобальный мониторинг в реальном времени.

5. Заключение

Совместное использование MODIS и индекса Хёрста значительно улучшает анализ засух. MODIS обеспечивает детальные данные о растительности и температуре, а индекс Хёрста добавляет временную прогнозируемость. Для преодоления ограничений необходимы методы машинного обучения и мультисенсорные подходы.

Литература/References/Adabiyotlar:

1. AghaKouchak, A. et al. (2015). "Remote sensing of drought: Progress, challenges, and opportunities." *Reviews of Geophysics*, 53(2), 452–480.
2. Хёрст, Г. Э. (1951). "Долгосрочная емкость водохранилищ." *Труды ASCE*, 116, 770–799.
3. Kogan, F. N. (1995). "Применение вегетационных индексов для обнаружения засух." **Advances in Space Research*, 15*(11), 91–100.
4. Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). "Обзор концепций засухи." *Journal of Hydrology*, 391(1–2), 202–216.

5. Tessfaye, S. et al. (2020). "Прогнозирование засух в Эфиопии с использованием индекса Хёрста." *Journal of Arid Environments*, 178, 104150.
6. T. T. Berdimbetov, Z-G. Ma, C. Liang, and S. Ilyas, Impact of Climate Factors and Human Activities on Water Resources in the Aral Sea Basin, *Hydrology*. 7, (2020)
7. T. Berdimbetov, S. Ilyas, Z. Ma, M. Bilal, and S. Nietullaeva, Climatic Change and Human Activities Link to Vegetation Dynamics in the Aral Sea Basin Using NDVI, *Earth Systems and Environment*. 5, no. 2 (2021).

Received: 15 April 2025

Accepted: 30 April 2025

Published: 10 May 2025

Article / Original Paper

APPLICATION OF IOT TECHNOLOGIES FOR OPTIMIZING AGRICULTURAL PROCESSES

Olimov Iskandar Salimboyevich

Senior Lecturer

Tashkent University of Information Technologies

named after Muhammad al-Khwarizmi

E-mail: iskandar.olimov@mail.ru

Abstract. This article analyzes the application of Internet of Things (IoT) technologies to increase the efficiency of agricultural processes. It examines the potential of automated monitoring, irrigation management, rational resource usage, and improving crop yield. The economic and ecological benefits are assessed based on case studies from Israel, the USA, and Uzbekistan.

Key words: IoT, agriculture, smart farm, monitoring, automation, crop yield, sensors, irrigation systems, environmental sustainability, digital transformation.

AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV TIZIMLARINING TARIXI VA RIVOJLANISHI

Olimov Iskandar Salimboyevich

Katta o'qituvchi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada qishloq xo'jaligi sohasida Internet of Things (IoT) texnologiyalarining joriy etilishi orqali agrojarayonlarni optimallashtirish imkoniyatlari yoritiladi. IoT qurilmalari yordamida real vaqt rejimida monitoring, avtomatik sug'orish, resurslarni nazorat qilish va hosildorlikni oshirish bo'yicha yechimlar tahlil qilinadi. Isroil, AQSh va O'zbekiston tajribalari asosida iqtisodiy va ekologik samaradorlik baholangan.

Kalit so'zlar: IoT, qishloq xo'jaligi, aqlli ferma, monitoring, avtomatlashtirish, hosildorlik, sensorlar, sug'orish tizimi, ekologik barqarorlik, raqamli transformatsiya.

DOI: <https://doi.org/10.47390/TS3030-3702V3I1Y2025N02>

Kirish. Qishloq xo'jaligi XXI asrda nafaqat global oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlovchi muhim tarmoqlardan biri, balki innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish va sinovdan o'tkazish uchun qulay maydon hamdir. Hozirgi vaqtda dunyo bo'ylab iqlim o'zgarishi, yer va suv resurslarining kamayishi, ishlab chiqarish samaradorligining pasayishi, aholi sonining ortib borishi kabi omillar agrosahada tub islohotlarni talab qilmoqda. Ayniqsa, barqaror rivojlanish, ekologik muvozanat va resurslardan oqilona foydalanish yo'lida texnologik yondashuvlar tobora dolzarb tus olmoqda.

Zamonaviy qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishni maksimal darajada optimallashtirishga intiladi. Bunda raqamli texnologiyalar, xususan, Internet of Things (IoT) muhim o'rin egallaydi. IoT — bu fizik obyektlarni tarmoqqa ulamoq orqali ular orasida ma'lumot almashinuvi va

boshqaruvni avtomatlashtirishga asoslangan texnologik paradigma hisoblanadi. Qishloq xo'jaligida IoT qurilmalari yordamida tuproq namligi, havo harorati, yorug'lik darajasi, o'simliklarning o'sish holati, suv sarfi va hayvonlarning harakati haqida real vaqt rejimida ma'lumot yig'ish mumkin.

Masalan, IoT asosidagi datchiklar va boshqaruv qurilmalari orqali avtomatik sug'orish tizimlari, zararkunandalarni erta aniqlash va ularning tarqalishini oldindan prognozlash, agrotexnik tadbirlarni masofadan turib boshqarish imkoniyatlari yuzaga kelmoqda. Bu esa inson mehnatini yengillashtiradi, xatolik ehtimolini kamaytiradi va resurslardan tejamli foydalanishni ta'minlaydi.

Jahon tajribasi ko'rsatadiki, IoT texnologiyalarini qishloq xo'jaligiga tatbiq etish natijasida hosildorlik o'rtacha 20–30% oshgan, suv sarfi esa 30–40% gacha kamaygan. O'zbekiston sharoitida ham "aqlli qishloq xo'jaligi" konsepsiyasi rivojlanmoqda, ammo bu borada hali ko'plab texnik, infratuzilmaviy va kadrlar tayyorlash masalalari mavjud.

Ushbu maqolada IoT texnologiyalarining qishloq xo'jaligida qo'llanilish yo'nalishlari, ularning afzalliklari, amaliy natijalari va istiqbolli rivojlanish imkoniyatlari tahlil qilinadi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. So'nggi yillarda dunyo miqyosida qishloq xo'jaligida zamonaviy texnologiyalar, xususan, Internet of Things (IoT) texnologiyalarining joriy etilishi sezilarli darajada ortib bormoqda. Ilmiy adabiyotlarning tahlili shuni ko'rsatadiki, IoT texnologiyalari agrosanoat tizimlarini avtomatlashtirish, aniqlikni oshirish, resurslardan oqilona foydalanish va real vaqt rejimidagi qaror qabul qilish mexanizmlarini yaratishda muhim vosita sifatida namoyon bo'lmoqda.

Wolfert va hamkorlari [7] (2017) tomonidan ishlab chiqilgan "aqlli dehqonchilik" (smart farming) modeli qishloq xo'jaligi faoliyatining barcha bosqichlariga IoT qurilmalarini integratsiya qilishni taklif etadi. Tadqiqotda yuqori aniqlikdagi datchiklar, ma'lumotlar tarmog'i, bulutli tahlil platformalari va mashina o'rganish algoritmlari orqali hosildorlikni oshirish, xavflarni minimallashtirish hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkoniyatlari asoslab berilgan.

Zhang et al. [8] (2019) o'z izlanishlarida IoT texnologiyalaridan foydalanib, ekin maydonlarining holatini doimiy ravishda monitoring qilish, zararkunandalarni erta aniqlash va agrotadbirlarni optimallashtirish orqali hosildorlikni 20–25% gacha oshirish mumkinligini aniqlagan. Ular datchiklar (harorat, namlik, yorug'lik), GPS tizimi, mobil boshqaruv ilovalari va bulutli ma'lumotlar saqlash platformalarining uzviy bog'liqligi orqali agrotexnologik boshqaruvni yangi bosqichga olib chiqishni tavsiya etgan.

Al-Garadi et al. [1] (2020) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda esa IoT asosida avtomatlashtirilgan sug'orish va o'g'itlash tizimlari orqali inson xatosi omilining kamayishi, agrotexnik ishlarning barqarorligi, hamda texnik xizmat xarajatlarining qisqarganligi qayd etilgan.

FAO [2] (2022) tomonidan e'lon qilingan mintaqaviy hisobotlarda esa Markaziy Osiyo, xususan, O'zbekiston uchun IoT texnologiyalariga asoslangan "raqamli dehqonchilik" konsepsiyasi iqlimga moslashuvchan agrotexnologiyalarni rivojlantirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekani ta'kidlangan. Tashkilot ushbu yondashuvni iqlimiy stress sharoitlarida hosildorlikni barqarorlashtiruvchi va qishloq hududlarida raqamli transformatsiyani jadallashtiruvchi omil sifatida baholaydi.

Netafim Ltd. [4] (2020) tomonidan taqdim etilgan amaliy tajriba natijalariga ko'ra, IoT asosidagi tomchilatib sug'orish tizimlari yordamida suv sarfi 40% gacha qisqargan va hosildorlik 30% ga oshgan. Ushbu tizimlar datchiklar, masofaviy boshqaruv modullari va mobil ilovalar orqali avtomatik ravishda sug'orishni boshqarish imkonini yaratadi.

Ray [6] (2017) tomonidan o'tkazilgan chuqur tahliliy tadqiqotda IoT texnologiyalarining qishloq xo'jaligidagi arxitekturasi, asosiy komponentlari va ma'lumot uzatish protokollari bayon etilgan. Muallif real vaqt monitoringi, sensorlar tarmog'i va bulutli tahlilning samarali integratsiyasi yordamida hosildorlik va boshqaruv sifatini oshirish mumkinligini ta'kidlaydi.

CropX Technologies [9] (2020) kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan real vaqtli tuproq monitoring tizimi namlik, pH, harorat kabi parametrlarni IoT sensorlari yordamida doimiy kuzatib boradi. Bu ma'lumotlar asosida avtomatik o'g'itlash va sug'orish strategiyalari ishlab chiqiladi, bu esa resurslardan tejimli foydalanishni ta'minlaydi.

PrecisionHawk [5] (2019) kompaniyasining texnik hisobotida dron texnologiyalari yordamida agro-maydondagi NDVI xaritalash, o'simlik salomatligini baholash va zararkunanda izlanishini avtomatlashtirish mumkinligi ko'rsatib berilgan. Sun'iy intellekt yordamida dronlar orqali yig'ilgan ma'lumotlar tahlili agrotexnik qarorlarni tez va aniq qabul qilishga xizmat qiladi.

John Deere AgTech [3] (2021) kompaniyasi aniq dehqonchilik texnologiyalarini IoT, GPS va avtomatlashtirilgan texnika bilan birlashtirib, fermerlarga ishchi kuchi xarajatlarini kamaytirish va hosildorlikni oshirish imkoniyatlarini yaratmoqda. Shuningdek, uzluksiz monitoring va texnik xizmat ko'rsatish platformalari ishlab chiqilgan.

Toshkent viloyati agrar innovatsiya markazi [10] (2023) tomonidan o'tkazilgan tajribaviy amaliyotlar natijasida GPS va agro-datchiklar yordamida tuproq holati va chorvachilik monitoringi bo'yicha sezilarli ijobiy natijalarga erishilgan. Ular O'zbekiston sharoitida IoT qurilmalarining joriy etilishi bo'yicha muhim ilk qadamlar sifatida qaralmoqda.

Metodologik asoslar

Ushbu maqolada ilmiy-tahliliy metodologiyaga asoslangan holda quyidagi bosqichma-bosqich tadqiqot yondashuvi qo'llanildi:

1. *Nazariy asoslar va adabiyotlar tahlili* – 2017–2023 yillar oralig'ida nufuzli ilmiy bazalarda (IEEE, Springer, Elsevier, FAO, Scopus) e'lon qilingan maqolalar tanlab olindi va kontent tahlili usuli bilan o'rganildi. Tahlil uchun 15 dan ortiq maqola, xalqaro hisobot va texnik tavsifnoma asos qilib olindi.
2. *Amaliy modellar tahlili* – AQSh, Isroil, Hindiston va Niderlandiyadagi ilg'or IoT asosidagi agroloyihalar, jumladan "PrecisionHawk", "CropX", "Netafim" va "John Deere AgriTech" kompaniyalarining tajribalari solishtirma usulda baholandi.
3. *IoT komponentlarining texnik tahlili* – Namlik, harorat, pH, CO₂, yorug'lik kabi agroparametrlarni o'lchovchi datchiklar, LoRaWAN va NB-IoT texnologiyalariga asoslangan tarmoq qurilmalari, gatewaylar, bulutli saqlash xizmati va foydalanuvchi interfeysi komponentlari texnik va funksional jihatdan klassifikatsiya qilindi.
4. *IoT asosidagi agrojarayon modeli ishlab chiqildi* – Agrotexnologik jarayonlarning "ma'lumot yig'ish → tarmoq orqali uzatish → bulutli tahlil → sun'iy intellekt asosida qaror qabul qilish → bajarish" zanjiri asosida ishlovchi konseptual model tuzildi.

Ushbu metodologik asoslar keyingi bo'limlarda keltirilgan muhokama va natijalarning ilmiy asoslanganligini ta'minlaydi. Ayniqsa, global tajribalarni O'zbekiston sharoitiga moslashtirish istiqbollari alohida e'tiborda bo'ladi.

Muhokama. Qishloq xo'jaligida yuzaga kelayotgan muammolar – resurslar tanqisligi, iqlim o'zgarishining salbiy ta'siri, inson omiliga bog'liq xatolar va ishlab chiqarishdagi noaniqliklar – zamonaviy texnologiyalar, xususan, Internet of Things (IoT) texnologiyalarini joriy etish orqali samarali tarzda hal etilishi mumkin. IoT texnologiyalari yordamida dehqonchilikda quyidagi asosiy yo'nalishlarda muammolarni yengib o'tish imkoniyati mavjud:

Suv yetishmovchiligi: IoT asosidagi namlik sensorlari tuproq holatini doimiy ravishda monitoring qiladi va faqat kerakli vaqtda, kerakli miqdorda sug'orish imkonini beradi. Bu, o'z navbatida, suv resurslaridan tejamkor foydalanish imkonini yaratadi. Masalan, Hindiston va Isroil tajribalarida IoT sug'orish tizimlari orqali suv sarfi 35–40% gacha kamaygani kuzatilgan.

Mehnat resurslari va operatsion xarajatlar: Dehqonchilik ishlarining aksariyati (masalan, ekish, sug'orish, monitoring, yig'im-terim) inson mehnatini talab qiladi. IoT bilan avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida bu jarayonlar masofadan turib boshqarilishi mumkin, bu esa ishchi kuchi xarajatlarini kamaytiradi va inson xatolari ehtimolini pasaytiradi.

Zararkunandalarni erta aniqlash: IoT tizimlari dronlar va tasvirni qayta ishlash algoritmlari (kompyuter ko'rish, AI) bilan birgalikda ishlaydi. O'simlik barglaridagi rang o'zgarishlari, zararkunanda izi yoki yuqumli kasallik alomatlari sun'iy intellekt yordamida avtomatik tarzda aniqlanadi. Bu esa davolash va oldini olish choralarini erta qo'llash imkonini beradi.

Monitoring va tahlil samaradorligi: IoT qurilmalari orqali olinayotgan real vaqt ma'lumotlar (masalan, harorat, havo namligi, quyosh nurlanishi, tuproq pH darajasi) bulutli platformalarda saqlanadi va tahlil qilinadi. Bu fermerlarga aniq prognoz va tavsiyalar asosida qaror qabul qilish imkonini beradi.

Dunyo bo'yicha ilg'or tajribalar ushbu texnologiyalarning samaradorligini isbotlagan. Masalan:

- Isroilda “Netafim” kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan IoT asosidagi tomchilatib sug'orish tizimlari suv sarfini 40% gacha kamaytirgan va hosildorlikni 30% gacha oshirgan;
- AQShda “John Deere” kompaniyasining aqlli traktor va sensorli monitoring tizimlari yirik fermer xo'jaliklarida ishchi kuchini 25% ga qisqartirgan;
- Gollandiyada yopiq issiqxonalar IoT orqali avtomatik ravishda namlik, harorat, uglerod gazini nazorat qilib, hosildorlikni aniq boshqaruv ostiga olgan.

O'zbekiston tajribasi ham bu borada shakllanmoqda. Xususan, Toshkent viloyatidagi ba'zi tajriba-fermer xo'jaliklarida namlik sensorlari, GPS kuzatuv tizimlari va dronlar joriy etilgan. Biroq tizimli darajada “aqlli ferma” infratuzilmasi va texnik mutaxassislar yetarli emas. Qo'shimcha ravishda, tarmoq infratuzilmasi, bulutli xizmatlarga kirish, va texnik xizmat ko'rsatish tizimlari ham rivojlantirilishi kerak.

Shuningdek, IoT texnologiyalarining joriy etilishi o'z-o'zidan emas, balki quyidagi omillarga bog'liq:

- tarmoq aloqasi sifati (4G/5G, NB-IoT);
- elektr ta'minoti barqarorligi;
- texnik xizmat ko'rsatish va muhandislik salohiyati;

- fermerlarning raqamli savodxonligi va tayyorgarligi;
- davlat tomonidan texnologik subsidiyalar va grantlar ajratilishi.

Shu bois, IoT texnologiyalarining qishloq xo'jaligida muvaffaqiyatli joriy etilishi nafaqat texnik, balki institutsional va ijtimoiy tayyorgarlikni ham talab qiladi.

Natijalar. IoT texnologiyalarining qishloq xo'jaligiga integratsiyalashuvi agrojarayonlarning barcha bosqichlariga ijobiy ta'sir ko'rsatmoqda. Monitoring, avtomatlashtirish, resurslardan oqilona foydalanish va qaror qabul qilishning tezlashuvi orqali IoT texnologiyalari nafaqat hosildorlikni oshirmoqda, balki ekologik va iqtisodiy foyda ham keltirmoqda.

Quyida IoT joriy etilishi natijasida erishilgan asosiy miqdoriy ko'rsatkichlar keltirilgan:

- sug'orish samaradorligi 35–40% gacha oshgan;
- hosildorlik o'rtacha 20–30% ga oshgan;
- o'g'it va kimyoviy vositalar sarfi 15–20% kamaygan;
- ishchi kuchi sarfi 25–30% gacha qisqargan;
- monitoring aniqligi 90–95% gacha ko'tarilgan.

Ushbu o'zgarishlar quyidagi jadvalda ifodalangan:

1-jadval

IoT joriy etilishi natijasi

Ko'rsatkich	An'anaviy usul (%)	IoT asosidagi yechim (%)	O'zgarish (%)
Suv tejalishi	-	35–40	+35–40
Hosildorlik	100	120–130	+20–30
O'g'it sarfi	100	80–85	–15–20
Ishchi kuchi sarfi	100	70–75	–25–30
Zararkunandalarni aniqlash aniqligi	60–70	90–95	+25–30

2-jadval

IoT texnologiyalari bo'yicha tarmoq turlari va qo'llanilish sohalari

IoT texnologiyasi	Tarmoq turi	Qo'llanilish sohasi	Afzalligi
Namlik sensori	LoRaWAN / ZigBee	Sug'orish	Suv sarfini kamaytiradi
GPS moduli	GSM / LTE	Chorvachilik	Joylashuvni aniq kuzatish
Dron + kamera	Wi-Fi / 5G	Monitoring	Vizual tahlil, xarita yaratish
pH sensori	NB-IoT	Tuproq tahlili	Optimal o'g'itlash

3-jadval

Qo'llanilgan IoT qurilmalarining iqtisodiy samaradorligi (1 gektar misolida)

Qurilma turi	Boshlang'ich narxi (USD)	Yillik foyda (USD)	Amortizatsiya muddati (yil)	Tejovchanlik (%)
Namlik sensori	100	140	1	30
Sug'orish aktuatori	200	300	1	40
Datchikli monitoring	350	500	1-2	35
Dron monitoringi	800	1100	2	38

4-jadval

Davlatlar kesimida IoT joriy etilgan hosildorlik o'sish ko'rsatkichi

Davlat	IoT texnologiyasi	Hosildorlik o'sishi (%)	Suv sarfi kamayishi (%)
Isroil	Tomchilatib sug'orish	30	40
Hindiston	Tuproq datchiklari	22	35
AQSh	Aqlli traktor va AI	25	30
Niderlandiya	Yopiq issiqxona IoT	28	25

5-jadval

IoT komponentlarining funksional taqqoslanishi

Komponent	Maqsadi	Ulanish turi	Ishlash tezligi	Energiya sarfi
Tuproq sensori	Namlik/pH tahlili	LoRaWAN	Past	Juda past
Harorat sensori	Mikroiqlim kuzatuv	ZigBee	O'rtacha	Past
Dron + kamera	Vizual monitoring	Wi-Fi / 5G	Yuqori	O'rta-yuqori
IoT gateway	Ma'lumot uzatish	Ethernet/LTE	Yuqori	O'rta

6-jadval

IoT texnologiyalarining agrojarayonga ta'siri bo'yicha SWOT tahlil

Kuchli tomonlar (S)	Zaif tomonlar (W)
- Suv va resurs tejamkorligi - Real vaqt monitoring - Hosildorlik oshishi	- Yuqori boshlang'ich xarajat - Mutaxassis yetishmasligi - Tarmoq va elektrga qaramlik
Imkoniyatlar (O)	Tahdidlar (T)
- Ekologik barqarorlik - Davlat subsidiyalari	- Kibertahdidlar - Qurilmalarning nosozligi

Xulosa. Internet of Things (IoT) texnologiyalari qishloq xo'jaligini raqamli transformatsiya qiluvchi strategik vositaga aylangan. O'tkazilgan tahlillar, xalqaro tajribalar va statistik natijalar shuni ko'rsatmoqdaki, IoT qurilmalari orqali agrojarayonlar ustidan real vaqt rejimida monitoring olib borish, avtomatik boshqaruv tizimlarini joriy qilish, prognozlash va

qaror qabul qilish jarayonlarini optimallashtirish mumkin. Bu esa nafaqat hosildorlikning oshishiga, balki resurslardan samarali foydalanish, ishchi kuchi xarajatlarini kamaytirish va ekologik barqarorlikka ham xizmat qiladi.

Sug'orish samaradorligi, o'g'itlash aniqligi, zararkunandalarni erta aniqlash kabi amaliy jihatlar bevosita IoT qurilmalarining afzalliklaridan dalolat beradi. Ayniqsa, suv resurslari tanqis bo'lgan hududlar uchun namlik sensori va tomchilatib sug'orish tizimlarining kombinatsiyasi ahamiyatli yechim hisoblanadi. Monitoring darajasining 90% dan oshishi esa, agrotexnik ishlarni aniq va ilmiy asosda rejalashtirish imkonini yaratmoqda.

Isroil, Hindiston, AQSh va Niderlandiya kabi mamlakatlar tajribasi shuni ko'rsatadiki, IoT texnologiyalarining to'g'ri integratsiyasi natijasida hosildorlik 25–30% ga oshgan, suv sarfi esa 35–40% gacha kamaygan. Bunday yondashuvlar O'zbekiston uchun ham dolzarb ahamiyatga ega. Mamlakatimizda "raqamli qishloq xo'jaligi" konsepsiyasini shakllantirish, texnologik yechimlarni mahalliy sharoitga moslashtirish, texnik mutaxassislar tayyorlash va davlat tomonidan qo'llab-quvvatlovchi mexanizmlarni ishlab chiqish zarur.

Kelgusida quyidagi yo'nalishlar ustuvor bo'lib qoladi:

- IoT qurilmalarining lokal versiyalarini ishlab chiqish va arzonlashtirish;
- Fermerlar va agrotexnik xodimlar uchun doimiy raqamli treninglar tashkil etish;
- IoT infratuzilmasini (tarmoq, elektr, bulutli xizmat) qamrovli holga keltirish;
- Kiberxavfsizlik va ma'lumotlar ishonchligini ta'minlash.

Shunday qilib, IoT texnologiyalari O'zbekiston qishloq xo'jaligida nafaqat texnologik yuksalish, balki barqaror rivojlanish, oziq-ovqat xavfsizligi va ekologik muvozanatni ta'minlash uchun ham muhim poydevor bo'lib xizmat qiladi. Bu borada ilm-fan, texnologiya, ta'lim va amaliyot o'rtasida izchil hamkorlik zarur.

Adabiyotlar/Литература/References:

1. Al-Garadi, M. A., Mohamed, A., Al-Ali, A. R. (2020). Smart Agriculture Using IoT: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, 8, 34598–34610. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2972332>
2. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Digital Agriculture: Regional Perspective of Central Asia. *UN FAO Regional Report*. <https://www.fao.org>
3. John Deere AgTech. (2021). Precision Agriculture Technologies in North America. *Company White Paper*. <https://www.deere.com>
4. Netafim Ltd. (2020). Smart Drip Irrigation Systems Powered by IoT. *Company Case Studies*. <https://www.netafim.com>
5. PrecisionHawk. (2019). Using Drone Analytics for Smart Farming. *PrecisionHawk Technical Brief*. <https://www.precisionhawk.com>
6. Ray, P. P. (2017). Internet of Things for Smart Agriculture: Technologies, Practices and Future Directions. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(4), 395–420. <https://doi.org/10.3233/AIS-170440>
7. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming – A Review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
8. Zhang, Y., Wang, L., Wang, K. (2019). Precision Agriculture: Sensor-Based Technology for Enhanced Productivity. *Sensors*, 19(17), 3796. <https://doi.org/10.3390/s19173796>
9. CropX Technologies. (2020). Real-time Soil Intelligence through IoT. *Product Whitepaper*. <https://www.cropx.com>
10. Toshkent viloyati agrar soha innovatsiyalari markazi (2023). Aqlli fermer xo'jaliklarida IoT qurilmalari asosidagi tajribaviy ishlanmalar. *Ichki amaliy hisobot*.

ISSN: 3030-3702 (Online)
САЙТ: <https://techscience.uz>

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 1 (3)-2025

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130343-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.
Muassis: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati.

TAHRIRIYAT MANZILI:
Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.
Elektron manzil:
scienceproblems.uz@gmail.com
Telegram kanal:
https://t.me/Scienceproblemsteam_uz