

“Yosh tadqiqotchilar va talabalar ilmiy faoliyatida innovatsiya, integratsiya va zamonaviy ta’lim muammolari: nazariya va amaliyot” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to’plami. I son (2026-yil, 1-aprel)

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПАНЕЛИ МОНИТОРИНГА И БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ТЕЛЕМЕТРИИ ПОЧВЕННЫХ ДАТЧИКОВ, ПОЛУЧАЕМОЙ ПО LORAWAN ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗАСУШЛИВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Абсаметов Байрам Бекбосинович,

Ассистенты Каракалпакского государственного университета имени Бердаха

E-mail: b.absametov@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-4062-6917>

Калбаев Алламберген Маркабаевич,

Ассистенты Каракалпакского государственного университета имени Бердаха

E-mail: allambergenkabayev1@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-0903-0643>

Кудайназаров Мухаммед Садык улы,

Ассистенты Каракалпакского государственного университета имени Бердаха

E-mail: m.qudaynazarov@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4619-7729>

Жамалатдинов Иниятдин Абдибаевич

iniyatdinjamalatdinov@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-2991-0374>

Нукус, Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19429618>

***Annotatsiya:** LoRaWAN bo'yicha IoT-datchiklardan kelayotgan tuproq monitoringi ma'lumotlarini markazlashgan holda qabul qilish, qayta ishlash va vizuallashtirish uchun veb-platforma va vaqtli qatorlar ma'lumotlar bazasi ishlab chiqilgan. Yechim to'rtta datchikda sinovdan o'tkazilgan va wan.nmtu.uz platformasida joriy qiymatlar, o'lchovlar tarixi va tugunlar holatini aks ettirishni ta'minlaydi. Ishlanma qurg'oqchil hududlar, jumladan Orol dengizining qurigan tubi tuproqlarini monitoring qilish uchun mo'ljallangan. Tadqiqot AL-9424104879 loyihasi doirasida bajarilgan.*

***Kalit so'zlar:** LoRaWAN, IoT, tuproq monitoringi, vaqt qatorlari ma'lumotlar bazasi, veb-panel, telemetriya, qurg'oqchil hududlar.*

***Abstract:** The work developed a web platform and a time series database for the centralized reception, processing, and visualization of soil monitoring data coming from IoT sensors via LoRaWAN. The solution has been tested on four sensors and provides display of current values,*

“Yosh tadqiqotchilar va talabalar ilmiy faoliyatida innovatsiya, integratsiya va zamonaviy ta’lim muammolari: nazariya va amaliyot” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. I son (2026-yil, 1-aprel)

measurement history, and node status on the wan.nmtu.uz platform. The development is intended for monitoring the soils of arid territories, including the dried bottom of the Aral Sea. The research was carried out within the framework of the project AL-9424104879.

Keywords: *LoRaWAN, IoT, soil monitoring, time series database, web panel, telemetry, arid areas.*

Аннотация. *В работе разработаны веб-платформа и база данных временных рядов для централизованного приёма, обработки и визуализации данных почвенного мониторинга, поступающих от IoT-датчиков по LoRaWAN. Решение апробировано на четырёх датчиках и обеспечивает отображение текущих значений, истории измерений и статуса узлов на платформе wan.nmtu.uz. Разработка предназначена для мониторинга почв засушливых территорий, включая высохшее дно Аральского моря. Исследование выполнено в рамках проекта AL-9424104879.*

Ключевые слова: *LoRaWAN, IoT, мониторинг почвы, база данных временных рядов, веб-панель, телеметрия, засушливые территории.*

Для мониторинга почв засушливых территорий необходимы временные ряды температуры, влажности и электропроводности, позволяющие отслеживать динамику состояния экосистем [4]. Использование протокола LoRaWAN в аграрном секторе доказало свою эффективность для определения водного статуса и передачи данных на большие расстояния [1, 3]. При передаче данных необходимо учитывать особенности потоковой телеметрии: повторы, временные рассогласования и аномалии [5]. В связи с этим требуется цифровая платформа, обеспечивающая приём, фильтрацию и структурирование измерений в виде временных рядов.

Цель работы — разработать и апробировать веб-платформу для накопления телеметрии почвенных датчиков (T/W/EC), поступающей через шлюз Milesight UG65, с формированием воспроизводимых данных и удобной визуализацией.

В качестве измерительных узлов использованы датчики Milesight EM500-SMTC. Передача осуществляется через шлюз Milesight UG65 на сервер платформы. Архитектура обработки данных (Рисунок 1) включает следующие этапы:

- Ingestion (Приём): Фиксация идентификатора устройства (DevEUI), времени и первичное логирование.
- Processing (Обработка): Декодирование payload, нормализация единиц измерения и привязка к метаданным.

“Yosh tadqiqotchilar va talabalar ilmiy faoliyatida innovatsiya, integratsiya va zamonaviy ta’lim muammolari: nazariya va amaliyot” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. I son (2026-yil, 1-aprel)

- QC (Quality Control): Проверка корректности диапазонов, целостности меток и фильтрация резких скачков [5].
- Storage (Хранение): Запись валидированных данных в БД временных рядов с ключом «device_id–measured_at».
- Presentation (Представление): Веб-интерфейс для визуализации графиков, таблиц и экспорта данных (CSV/JSON).



Рисунок 1. Функциональная схема обработки и представления телеметрии в веб-платформе мониторинга почвы

Платформа развернута по адресу wan.nmtu.uz. На этапе апробации подключены четыре датчика с минутной дискретностью передачи. Для каждого узла реализована карточка с графиками динамики и индикаторами «last seen». Система обеспечивает автоматизированное накопление данных для обследований труднодоступных территорий (дно Аральского моря), что повышает воспроизводимость наблюдений. Наличие исторических рядов упрощает подготовку данных для построения прогностических моделей и оценки землепользования [4, 5] (Рисунок 2-3).

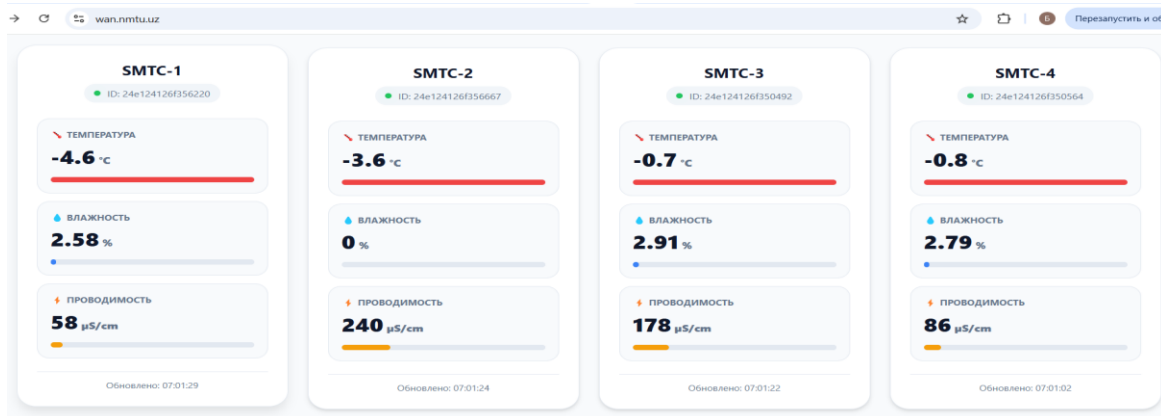


Рисунок 2. Главная панель мониторинга датчиков (T/W/EC, last seen)

“Yosh tadqiqotchilar va talabalar ilmiy faoliyatida innovatsiya, integratsiya va zamonaviy ta’lim muammolari: nazariya va amaliyot” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘plami. I son (2026-yil, 1-aprel)



Рисунок 3. Карточка устройства: сводный график временных рядов (температура, влажность, ЕС) за выбранный период с привязкой к DevEUI и статусу узла

Разработанная система позволяет автоматизировать сбор данных и обеспечить базовый контроль качества телеметрии. Дальнейшее развитие включает интеграцию с GIS-системами, расширение геопривязки и внедрение уведомлений об аномалиях [4, 5].

Список использованной литературы:

1. Valente A., et al. A LoRaWAN IoT System for Smart Agriculture for Vine Water Status Determination // Agriculture. 2022; 12(10):1695.
2. Gómez E. P. S., Yoo S. G. LoRaWAN Infrastructure Design and Implementation for Soil Moisture Monitoring // Computational Science – ICCS 2024.
3. Durgam M., et al. LoRa-based data communication, acquisition, and visualization system for real-time monitoring of soil parameters // Cogent Food & Agriculture. 2025.
4. Srivastava A., et al. Edge-Integrated LoRaWAN Framework for Real-Time Soil Salinity and Moisture Analysis in Arid Regions // Journal of Arid Environments. 2025.
5. Li X., Wang J. Time-Series Data Management and Quality Control Protocols for Agricultural IoT Networks // IEEE Internet of Things Journal. 2026.