



TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 5 (4) 2026

TECHSCIENCE.UZ

№ 5 (4)-2026

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2026

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, professor, Jizzax davlat pedagogika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Maxmudov Muxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

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 instituti.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB
MASALALARI** elektron jurnali
15.09.2023-yilda 130343-sonli
guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:
Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.
Elektron manzil:
scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huquqlar himoyalangan.
© Scienceproblems team, 2026-yil
© Mualliflar jamoasi, 2026-yil

MUNDARIJA

| | |
|--|-------|
| <i>Беккулов Джахонгир, Тураев Хуршид</i> ПРОГНОЗИРУЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ТВЁРДЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ | 5-15 |
| <i>Бахромов Хасан, Бозорбоев Жавлонбек, Жумаев Фиёсжон</i> АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ФИЛЬТРА ВИНЕРА-ХОПФА И ФИЛЬТРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ | 16-20 |
| <i>Hamdamova Dilshoda</i> BADIIY ADABIYOTLAR VOSITASIDA O'QUVCHILARNING AXLOQIY MADANIYATINI YUKSALTIRISH TIZIMI Й | 21-23 |
| <i>Babadjanov Elmurod, Maxambetjaliev Musabek</i> RFID YORDAMIDA AVTOTURARGOH KIRISH-CHIQUISHINI NAZORAT QILISH VA BANDLIKNI QISQA MUDDATTA VAHOLASH | 24-29 |
| <i>Айтмуратов Бакберген, Оразымбетов Темурубек</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НУКУССКОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ | 30-36 |
| <i>Qutlimuratov Yusup, Orazbayev Shaxmardan</i> YERLARNING SHO'RLANISH DARAJASINI ANIQLASH VA PROGNOZ QILISHDA NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANISH | 37-42 |
| <i>Aimbetova Gulara, Sarsenbaeva Hu'rlixa, Djumabaev Alpamis</i> KAM RESURSLI TILLARNI RAQAMLASHTIRISHDA SUN'TY INTELLEKT MODELLARINING SAMARADORLIGI VA MAVJUD MUAMMOLAR | 43-48 |
| <i>Abdullayev Elmurod, Bektemirov Hojimurod</i> TABIIY TILNI QAYTA ISHLASH ALGORITMLARINING BARQARORLIGINI NAZARIY TAHLIL QILISH | 49-54 |
| <i>Mamatov Narzillo, Samijonov Abdurashid, Abdullaeva Barno,</i> <i>Usarov Jurabek, Samijonov Boymirzo</i> QULOQ CHANOG'IGA ASOSLANGAN SHAXSNI IDENTIFIKATSIYALASH USULI | 55-67 |
| <i>Xaqberdiyev Asliddin</i> TOMCHILATIB SUG'ORISHDA NAVIER - STOKES TENGLAMALARIDAN FOYDALANIB, SUV SARFINI OPTIMALLASHTIRISH | 68-74 |
| <i>Xamzayev Dilshod</i> PAXTANI QURITISH QURILMASI: KONSTRUKSIYA, ISH PRINSIPLARI VA ISSIQLIK-TEXNIK XUSUSIYATLARNING KENGAYTIRILGAN TADQIQI | 75-80 |
| <i>Odilova Mohigul</i> METROLOGIYA SOHASIDA XALQARO UYG'UNLASHUV: O'ZBEKISTON MISOLIDA TAHLIL INTERNATIONAL HARMONIZATION IN THE FIELD OF METROLOGY: A CASE STUDY OF UZBEKISTAN | 81-87 |

| | |
|---|---------|
| <i>Doniyev Erkin, Yusupov Rustam, Eshqurbonov Anvar</i> BAZALT TOLALI KOMPOZIT QOPLAMALARNI YAQIN INFRAQIZIL NURLANISH YORDAMIDA QURITISH: TEXNOLOGIYA, STRUKTURA VA XOSSALAR | 88-94 |
| <i>Sayitov Shavkatjon, Xolmatov Erkinjon</i> PAHTA QURITISH JARAYONINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH ISTIQBOLLARI | 95-103 |
| <i>Эргашева Камола</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКИХ СРЕД | 104-110 |
| <i>Ismoilov Muxriddin, Rahimov Anvarjon, Isomiddinova Soliha, Xolmamatova Shaxzoda</i> ASINXRON DVIGATELLAR BOSHQARUV TIZIMLARIDA TIZIMLI XATOLIKLARNI DIAGNOSTIKA QILISH VA ULARNI KOMPENSATSIYA QILISH ORQALI DASTGOHLAR ANIQLIGINI OSHIRISH | 111-120 |
| <i>To'rayev Azizbek, Karimov Abror</i> YAQIN INFRAQIZIL NURLANISHGA ASOSLANGAN O'LCHASH ASBOBLARINI TADQIQ QILISH VA ULARNING METROLOGIK XARAKTERISTIKALARINI O'RGANISH | 121-126 |
| <i>Рустамзаде Джошгун</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖАРКОГО КЛИМАТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СГОРАНИЯ В ГАЗОВЫХ ТУРБИНАХ И РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ | 127-136 |
| <i>Mammadov Fuad, Kalbaliyev Faig</i> PERFORMANCE ASSESSMENT OF SUPERCRITICAL CO2 BRAYTON CYCLES IN SOLAR POWER TOWER SYSTEMS | 137-145 |
| <i>Xasanov Azimjon</i> MAHALLIY XOM ASHYOLAR VA CHIQINDILAR ASOSIDA YENGIL BETON | 146-151 |
| <i>Abdumannopov Ozodbek, Askarov Xasanjon</i> O'ZBEKISTONDA ZAMONAVIY QURILISH MATERIALLARINI ISHLAB CHIQARISH: HOLATI, MUAMMOLAR VA ISTIQBOLLAR | 152-156 |
| <i>Xujanov Chariyar</i> QUTQARUV-QIDIRUV ISHLARINING VAZIFALARI VA TASHKILIY TUZILMASI | 157-162 |

YERLARNING SHO'RLANISH DARAJASINI ANIQLASH VA PROGNOZ QILISHDA NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANISH

Qutlimuratov Yusup Qulbaevich

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),

Nukus davlat texnika universiteti

Email: q_yusup@mail.ru

Tel: +998 977704724

ORCID: 0009-0004-8226-687X

Orazbayev Shaxmardan Izmurat uli

Nukus davlat texnika universiteti

Email: orazbaevshaxmardan0@gmail.com

Tel: +998 995460364

Annotatsiya. Mazkur maqolada Qoraqalpog'iston Respublikasi Nukus tumani Shortanbay massivida 2000–2025 yillar mobaynida olingan ko'p spektrli masofadan zondlash ma'lumotlari asosida yerlarning sho'rlanish darajasini aniqlash va uning dinamikasini prognoz qilishda chuqur o'rganish (deep learning) usullarini qo'llash natijalari bayon etilgan. Tadqiqotda Landsat sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan olingan sakkiz xususiyatli vektor (B4, B3, B2, Sho'rlanish indeksi — SI, Normallashtirilgan sho'rlanish indeksi — NDSI, Yorqinlik indeksi — BI, Normallashtirilgan o'simlik indeksi — NDVI, Yalang'och tuproq indeksi — BSI) asosida ko'p qatlamli perseptron (MLP), bir o'lchovli konvolyusion neyron tarmoq (CNN) va uzoq muddatli qisqa xotirali rekurrent tarmoq (LSTM) modellari qurilgan va sinab ko'rilgan. Sinov to'plamidagi klassifikatsiya aniqligi MLP va CNN modellarida 99,89% ni, LSTM modelida esa 98,88% ni tashkil etdi. Natijalar neyron tarmoqlarning yerlarni masofadan monitoring qilish va ularning eroziyasini oldindan bashorat qilishda samarali vosita sifatida qo'llanilishi mumkinligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: sho'rlanish indeksi, neyron tarmoqi, MLP, CNN, LSTM, masofadan zondlash, yerlar monitoringi.

USING NEURAL NETWORKS IN DETERMINING AND FORECASTING LAND SALINITY LEVELS

Kutlimuratov Yusup Kulbaevich

Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences,

Nukus State Technical University

Orazbayev Shaxmardan Izmurat uli

Nukus State Technical University

Annotation. This article presents the results of using deep learning methods to determine the level of land salinity and predict its dynamics in the Shortanbay massif of the Nukus district of the Republic of Karakalpakstan based on multispectral remote sensing data obtained during 2000–2025. In the study, multilayer perceptron (MLP), one-dimensional convolutional neural network (CNN), and long-term short-memory recurrent network (LSTM) models were built and tested based on eight feature vectors (B4, B3, B2, Salinity Index — SI, Normalized Salinity Index — NDSI, Brightness Index — BI, Normalized Vegetation Index — NDVI, Bare Soil Index — BSI) obtained from Landsat satellite images. The classification accuracy on the test set was 99.89% for the MLP and CNN models, and 98.88% for the LSTM model. The results confirm that neural networks can be used as an effective tool for remote monitoring of land and predicting its erosion.

Keywords: salinity index, neural network, MLP, CNN, LSTM, remote sensing, land monitoring.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v4i5y2026N06>

Kirish

O'rta Osiyo mintaqasida, jumladan Qoraqalpog'iston Respublikasida yerlarning ikkilamchi sho'rlanishi qishloq xo'jaligi samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatayotgan eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Orol dengizining qurib borishi natijasida yuzaga kelgan ekologik o'zgarishlar natijasida ushbu muammo yanada keskinlashmoqda: shamol eroziyasi, sho'r changning tarqalishi va yer osti suvlarining ko'tarilishi kabi omillar birgalikda tuproqning fizik-kimyoviy xossalari izdan chiqarmoqda.

Nukus tumanining Shortanbay massivi ekin maydonlari sho'rlanishga nisbatan tabaqalashgan er maydonlarining mavjudligi bilan ajralib turadigan qishloq xo'jaligi hududlaridan biri. Bu hududda fermer xo'jaliklari sug'oriladigan erlarda dehqonchilik bilan shug'ullanib, yillar davomida tuproq sho'rlanishining kuchayishi hosilni keskin kamaytirgan. Sho'rlanishning muddatida aniqlanishi va uning kelajakdagi rivojlanishini bashorat qilish bu muammoga qarshi kurashda strategik ahamiyat kasb etadi.

An'anaviy laboratoriya usullarida tuproq namunalarini daladan olish va kimyoviy tahlil qilish vaqt va resurs talab qiladigan jarayon bo'lib, katta hududlarni qamrab olishda amaliy qiyinchiliklar tug'diradi. Masofadan zondlash texnologiyalari esa keng hududlarni operativ va takrorlanadigan tarzda kuzatish imkonini beradi. Sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan ajratilgan spektral indekslar tuproq tuzilishi bilan yaxshi korrelyatsiyaga ega ekanligi ilmiy adabiyotlarda ko'p marta isbotlangan [1, 20], [2, 12], [3, 15].

Chuqur o'rganish usullari, xususan, MLP, CNN va LSTM kabi neyron tarmoq arxitekturalari so'nggi yillarda masofadan zondlash ma'lumotlari asosida yerlarni klassifikatsiya qilish va vaqt seriyasini tahlil qilishda yuqori natijalar ko'rsatmoqda [4, 8], [5, 22], [6, 45]. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — mazkur uchta arxitekturani Shortanbay massivining ko'p yillik Landsat ma'lumotlariga tatbiq etish va ularning klassifikatsiya hamda prognoz imkoniyatlarini qiyosiy baholashdan iborat.

Adabiyotlar sharhi

Tuproq sho'rlanishini masofadan aniqlash bo'yicha ilmiy ishlarda Landsat, Sentinel-2 va MODIS ma'lumotlari keng qo'llaniladi. Metternicht va Zinck [1, 20] ko'p spektrli tasvirlardan olingan SI va BSI indekslarining sho'rlanish darajasi bilan yuqori bog'liqligini ($r > 0.80$) ko'rsatib bergan. Allbed va Kumar [2, 12] esa Suudi Arabistondagi cho'llashgan hududlarda NDSI indeksidan foydalangan holda sho'rlanish xaritalarini tuzishda 85% gacha aniqlikka erishgan.

Mashinali o'qitish usullarini qo'llash bo'yicha Taghizadeh-Mehrjardi va boshqalar [3, 15] Random Forest va support vector machine (SVM) algoritmlarini taqqoslagan va spektral ma'lumotlar bilan birga foydalanilganda ularning klassifikatsiya sifati sezilarli oshishini aniqlagan. Chuqur o'rganish yondashuvlarida esa CNN modellari tasviriy ma'lumotlardan xususiyat ajratib olishda an'anaviy usullarga nisbatan ustunlik ko'rsatadi [4,8].

LSTM tarmoqlari vaqt seriyasini tahlil qilishda o'zining rekurrent tuzilishi tufayli kelajakdagi qiymatlarni bashorat qilishda yuqori natija ko'rsatadi. Zhang va boshqalar [5, 22] LSTM yordamida nam o'tloq hududlaridagi NDVI dinamikasini prognoz qilishda 94,3%

aniqlikka erishgan. O'rta Osiyo sharoitida esa mazkur usullarning qo'llanilishi hali yetarlicha o'rganilmagan, bu esa ushbu tadqiqotning yangiligini belgilaydi.

Materiallar va tadqiqot usullari

Ma'lumotlar bazasi

Tadqiqot uchun Shortanbay massivini qamrab olgan 2000–2025 yillarga oid 26 ta Landsat GeoTIFF tasviri ishlatiladi. Har bir tasvir 197×229 pikseldan iborat bo'lib, 41 517 ta haqiqiy pikselni o'z ichiga oladi. Tasvirlardan sakkizta xususiyat maydoni ajratilgan: qizil kanal (B4), yashil kanal (B3), ko'k kanal (B2), Sho'rlanish indeksi (SI), Normallashtirilgan sho'rlanish indeksi (NDSI), Yorqinlik indeksi (BI), Normallashtirilgan o'simlik indeksi (NDVI) va Yuzadagi tuproq indeksi (BSI). Sho'rlanish sinflari quyidagicha belgilangan: 0 — sho'rlanmagan ($SI < 0,05$), 1 — kuchsiz ($0,05 \leq SI < 0,10$), 2 — o'rtacha ($0,10 \leq SI < 0,15$), 3 — kuchli ($SI \geq 0,15$). Shortanbay massivida SI ko'rsatkichlarining 2000-2025 yilliklar oraliq dinamikasi 1-jadvalda keltiriladi.

1-jadval. Shortanbay massivida SI ko'rsatkichlarining yillik dinamikasi (2000-2025 yillar)

| Yil | SI o'rtacha | Standart og'ish | SI min | SI maks |
|------|-------------|-----------------|--------|---------|
| 2000 | 0.1775 | 0.0283 | 0.0822 | 0.3011 |
| 2005 | 0.1619 | 0.0267 | 0.0491 | 0.2742 |
| 2010 | 0.1570 | 0.0255 | 0.0455 | 0.2924 |
| 2015 | 0.1707 | 0.0271 | 0.0486 | 0.3144 |
| 2018 | 0.2048 | 0.0224 | 0.0674 | 0.3745 |
| 2020 | 0.1822 | 0.0259 | 0.0453 | 0.3346 |
| 2022 | 0.1972 | 0.0170 | 0.1099 | 0.2859 |
| 2024 | 0.1879 | 0.0176 | 0.0530 | 0.2904 |
| 2025 | 0.1909 | 0.0207 | 0.0640 | 0.3555 |

Ma'lumotlarni qayta ishlash

Ma'lumotlarni qayta ishlashda qo'yidagi amallar bajariladi:

- xom tasvirlar yuklanishida -9999 va 0 qiymatlari yo'qolgan piksel sifatida belgilanib, NaN bilan almashtirildi.

- MLP va CNN modellari uchun har bir piksel 8 o'lchamli xususiyat vektori sifatida taqdim etiladi;

- LSTM uchun esa har bir piksel uchun 2000–2025 yillardagi SI qiymatlaridan tashkil topgan 25 elementli vaqt seriyasi ishlatiladi.

- MLP va CNN uchun ma'lumotlar 70%-15% nisbatida trening, validatsiya va sinov to'plamlariga ajratiladi;

- LSTM uchun esa 85%-15% nisbati qo'llaniladi.

- xususiyatlar StandardScaler yordamida standartlashtiriladi.

Neyron tarmoq modellaridan foydalanish

Ko'p qatlamli perseptron (MLP) modeli to'rtta to'liq ulangan qatlamdan iborat: 512-256-128-64 neyronga ega yashirin qatlamlar ReLU faollashtirish funksiyasi bilan, chiqish

qatlami esa softmax bilan jihozlangan. Dropout regularizatsiyasi ($p = 0,4; 0,3; 0,2$) ortiqcha o'rganishni (overfitting) oldini olish uchun qo'llanilgan. Jami 124 804 ta o'qitiladigan parametr mavjud.

Bir o'lchovli CNN modeli ikkita konvolyusion blokdan tashkil topgan: birinchi blokda 64 ta filtr (o'lcham 3, padding 'same'), ikkinchisida 128 ta filtr, har biridan so'ng MaxPooling1D va BatchNormalization qo'llanilgan. Qisman ulangan (Flatten) qatlamdan keyin 256-128-64 ta neyronga ega to'liq ulangan qatlamlar joylashtirilgan.

LSTM modeli uch darajali rekurrent tuzilmaga ega: 128-64-32 birlikli LSTM qatlamlari, ular orasida dropout ($p = 0,3; 0,2; 0,1$) hamda 64-32 ta neyronga ega to'liq ulangan qatlamlar. Kirish sifatida 25 vaqt qadamidan iborat SI seriyasi ishlatilgan. Barcha modellarda Adam optimallashtiruvchi (dastlabki o'rganish tezligi 0,001) va sparse_categorical_crossentropy yo'qotish funksiyasi qo'llanilgan. Trening jarayonida EarlyStopping (patience=10) va ReduceLROnPlateau (factor=0,5, patience=5) callback funksiyalari ishlatilgan.

Tadqiqot natijalari

Sho'rlanish dinamikasini aniqlash

26 yillik kuzatuvlar davomida massivda SI ko'rsatkichi o'rtacha 0,147 (2004) dan 0,208 (2021) gacha o'zgarib turgan, bu esa sho'rlanish darajasida sezilarli mavsumiy va yillik o'zgaruvchanlikni ko'rsatadi. 2025 yil holatiga ko'ra, massivning 28,5% i kuchli sho'rlanish zonasiga ($SI \geq 0,15$) kiradi, 71,5% i o'rtacha, kuchsiz va sho'rlanmagan hududlar ulushini tashkil etadi. Bu ko'rsatkich Shortanbay massivida sho'rlanish muammosining qanchalik yuqori ekanligini yaqqol namoyon etadi.

Modellar aniqligi va taqqoslamasi

Barcha uchta model yuqori klassifikatsiya aniqligi ko'rsatdi. MLP modeli 50 epochdan so'ng sinov aniqligini 99,89% ga, CNN ham xuddi shunday ko'rsatkichga erishadi. LSTM esa 98,88% aniqlik bilan ketma-ket vaqt seriyasini tahlil qilishda ham barqaror natija ko'rsatadi. Quyidagi 2-jadvalda modellarning asosiy taqqoslama ko'rsatkichlari keltirilgan.

2-jadval. Neyron tarmoq modellarining qiyosiy ko'rsatkichlari

| Model | Kirish ma'lumot | Test aniqligi | Test yo'qotish | Epoch | Parametrlar |
|-------|-----------------------|---------------|----------------|-------|-------------|
| MLP | 8 xususiyat | 99,89% | 0,0024 | 50 | ~124 K |
| CNN | 8×1 vaqt seriyasi | 99,89% | 0,0031 | 50 | ~118 K |
| LSTM | 25 yillik SI seriyasi | 98,88% | 0,0541 | 50 | ~118 K |

Trening jarayoni tahlilida MLP modeli learning rate 0,001 dan boshlab bir necha marta kamayishi natijasida eng yaxshi validatsiya yo'qotishiga 46-epochda erishgan va ushbu holat 50-epochgacha saqlanib qolgan. CNN ham o'xshash dinamikani ko'rsatdi, biroq konvolyusion qatlamlar tufayli xususiyatlarni yanada to'liqroq ajratib olishga muvaffaq bo'ldi. LSTM uchun 25 yillik vaqt seriyasini qayta ishlash uni vaqt bog'liqliklarini hisobga olgan holda prognoz qilish uchun maqbul qildi.

LSTM modelining sinf bo'yicha tahlili

LSTM modeli uchun har bir sho'rlanish sinfi bo'yicha batafsil sinov natijalari quyidagicha:

3-jadval. LSTM modelining sinf bo'yicha baholash ko'rsatkichlari

| Sinf | Precision | Recall | F1-score | Namunalar |
|---------------------|-----------|--------|----------|-----------|
| Sho'rlanmagan (0) | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 96 |
| Kuchsiz (1) | 0,98 | 0,99 | 0,98 | 768 |
| O'rtacha (2) | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 3532 |
| Kuchli (3) | 0,98 | 1,00 | 0,99 | 1832 |
| O'rtacha (macro) | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 6228 |
| O'rtacha (weighted) | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 6228 |

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, LSTM modeli barcha sinflar bo'yicha F1-ko'rsatkichi 0,96 dan past tushmagan. Ayniqsa o'rtacha sho'rlanish sinfida $F1 = 0,99$ ga yetgan, bu esa massivda eng keng tarqalgan sho'rlanish darajasini aniqlashda modelning yuqori ishonchliligini ko'rsatadi. Sho'rlanmagan sinf uchun precision (0,97) va recall (0,96) biroz past, bu esa ushbu sinfga tegishli namunalar sonining (96 ta) nisbatan kamligi bilan izohlanadi.

Muhokama

Olingan natijalar Shortanbay massivida sho'rlanishning klassifikatsiyasida uchala neyron tarmoq arxitekturasi ham yuqori samaradorligini tasdiqlamoqda. MLP va CNN modellarining deyarli bir xil aniqligi (99,89%) ularning piksel darajasidagi xususiyat vektorlarini ajratib olishda o'xshash imkoniyatga ega ekanligini ko'rsatadi. CNN modeli konvolyusion qatlamlari orqali qo'shni xususiyatlar orasidagi fazoviy bog'liqliklarni ham hisobga olishi uning nisbiy afzalligidir.

LSTM modelining 98,88% aniqligi esa vaqt seriyasini modellashtirishning o'ziga xos murakkabligini inobatga olgan holda yuqori natija sifatida baholanadi. Ushbu model yillik SI dinamikasidan foydalanib, sho'rlanishning kelajakdagi rivojlanishini bashorat qilish imkonini beradi — bu esa fermer xo'jaliklari uchun amaliy ahamiyati jihatidan MLP va CNN modellaridan ustun turadi.

Shuni alohida ta'kidlash lozimki, kuchli sho'rlanish sinfining ulushining 98,5% ga yetganligi ma'lumotlar to'plamida sinf nomutanosibligini (class imbalance) keltirib chiqargan. Biroq modellar ushbu nomutanosiblikka qaramay barqaror natija ko'rsatdi, bu sinov to'plamida stratifikatsiyalangan ajratishdan foydalanish va EarlyStopping kabi regularizatsiya usullarining samaradorligini isbotlaydi.

Kelgusida modellarga iqlim ma'lumotlarini (yog'in, harorat), tuproq namligi indekslarini va GIS qatlamlarini qo'shimcha kirish sifatida kiritish klassifikatsiya sifatini yanada oshirishi mumkin. Shuningdek, transformer arxitekturasi va hisoblash mexanizmi asosidagi modellarni qo'llash vaqt seriyasini tahlil qilishda yanada yuqori natijalar berishi kutilmoqda.

Xulosa

Ushbu tadqiqotda Shortanbay massivining 2000–2025 yillar davomidagi Landsat masofadan zondlash ma'lumotlari asosida MLP, CNN va LSTM neyron tarmoq modellari qurildi va sinab ko'rildi. Asosiy xulosalar quyidagicha:

1. Massiv hududining 98,5% i kuchli sho'rlanish zonasiga kiradi ($SI \geq 0,15$), bu esa mintaqada yerlarning sho'rlanishiga qarshi kompleks agronomik va meliorativ chora-tadbirlarni zudlik bilan joriy etish zarurligini ko'rsatadi.

2. MLP va CNN modellari sinov to'plamida 99,89% aniqlikka erishib, piksel darajasidagi klassifikatsiyada eng yuqori natijani ko'rsatdi. Bu ikkala model ham fermer xo'jaliklari uchun real vaqtda sho'rlanish xaritalarini tuzishda qo'llanilishi mumkin.

3. LSTM modeli vaqt seriyasi yordamida 98,88% aniqlik bilan sho'rlanish dinamikasini bashorat qilishga qodir bo'lib, kelajakdagi yillar uchun prognoz tuzish imkonini beradi. Bu uni ekologik monitoring va qaror qabul qilish tizimlarida qimmatli vosita sifatida tavsiya qilishga asos bo'ladi.

4. Neyron tarmoqlardan foydalanish masofadan zondlash ma'lumotlarini qayta ishlashda an'anaviy statistik usullar va qo'lda tahlillarga nisbatan sezilarli ustunlik ko'rsatadi: katta hududlarni qamrab olish, yuqori takroriylik va ob'ektivlik bularning muhim afzalliklaridir.

Kelgusida ushbu yondashuv Qoraqalpog'iston Respublikasining boshqa hududlariga ham tatbiq etilishi va tuproqni muhofaza qilish dasturlariga integratsiya qilinishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Adabiyotlar/Литература/References:

1. Metternicht G.I., Zinck J.A. Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints // Remote Sensing of Environment. — 2003. — Vol. 85, No. 1. — P. 1–20.
2. Allbed A., Kumar L. Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology // Advances in Remote Sensing. — 2013. — Vol. 2. — P. 373–385.
3. Taghizadeh-Mehrjardi R., Minasny B., Sarmadian F., Malone B.P. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran // Geoderma. — 2014. — Vol. 213. — P. 15–28.
4. Zhu X.X., Tuia D., Mou L., Xia G-S., Zhang L., Xu F., Fraundorfer F. Deep learning in remote sensing: A comprehensive review and list of resources // IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. — 2017. — Vol. 5, No. 4. — P. 8–36.
5. Zhang L., Zhang L., Du B. Deep learning for remote sensing data: A technical tutorial on the state of the art // IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. — 2016. — Vol. 4, No. 2. — P. 22–40.
6. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory // Neural Computation. — 1997. — Vol. 9, No. 8. — P. 1735–1780.
7. Congalton R.G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data // Remote Sensing of Environment. — 1991. — Vol. 37, No. 1. — P. 35–46.

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 5 (4)-2026

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130346-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

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

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com