



# **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](mailto:scienceproblems.uz@gmail.com)

**Barcha huquqlar himoyalangan.**

© Scienceproblems team, 2026-yil

© Mualliflar jamoasi, 2026-yil

## MUNDARIJA

*Беккулов Джахонгир, Тураев Хуршид*

ПРОГНОЗИРУЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ТВЁРДЫХ  
СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ .....5-15

*Бахромов Хасан, Бозорбоев Жавлонбек, Жумаев Фиёсжон*

АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ФИЛЬТРА ВИНЕРА-ХОПФА И ФИЛЬТРАЦИЯ  
ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ ..... 16-20

*Hamdamova Dilshoda*

BADIIY ADABIYOTLAR VOSITASIDA O'QUVCHILARNING AXLOQIY  
MADANIYATINI YUKSALTIRISH TIZIMI Й ..... 21-23

*Babadjanov Elmurod, Maxambetjaliev Musabek*

RFID YORDAMIDA AVTOTURARGOH KIRISH-CHIQUISHINI NAZORAT QILISH VA  
BANDLIKNI QISQA MUDDATTA VAHOLASH ..... 24-29

*Айтмуратов Бакберген, Оразымбетов Темурубек*

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НУКУССКОГО  
РАЙОНА НА ОСНОВЕ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ И  
МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ..... 30-36

*Qutlimuratov Yusup, Orazbayev Shaxmardan*

YERLARNING SHO'RLANISH DARAJASINI ANIQLASH VA PROGNOZ QILISHDA  
NEYRON TARMOQLARDAN FOYDALANISH ..... 37-42

*Aimbetova Gulara, Sarsenbaeva Hu'rlixa, Djumabaev Alpamis*

KAM RESURSLI TILLARNI RAQAMLASHTIRISHDA SUN'TY INTELLEKT  
MODELLARINING SAMARADORLIGI VA MAVJUD MUAMMOLAR ..... 43-48

*Abdullayev Elmurod, Bektemirov Hojimurod*

TABIIY TILNI QAYTA ISHLASH ALGORITMLARINING BARQARORLIGINI  
NAZARIY TAHLIL QILISH ..... 49-54

*Mamatov Narzillo, Samijonov Abdurashid, Abdullaeva Barno,*

*Usarov Jurabek, Samijonov Boymirzo*

QULOQ CHANOG'IGA ASOSLANGAN SHAXSNI IDENTIFIKATSIYALASH USULI ..... 55-67

*Xaqberdiyev Asliddin*

TOMCHILATIB SUG'ORISHDA NAVIER - STOKES TENGLAMALARIDAN FOYDALANIB,  
SUV SARFINI OPTIMALLASHTIRISH ..... 68-74

*Xamzayev Dilshod*

PAXTANI QURITISH QURILMASI: KONSTRUKSIYA, ISH PRINSIPLARI VA  
ISSIQLIK-TEXNIK XUSUSIYATLARNING KENGAYTIRILGAN TADQIQI ..... 75-80

*Odilova Mohigul*

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 CHIQUINDILAR 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 TASHKILY TUZILMASI .....	157-162

## YAQIN INFRAQIZIL NURLANISHGA ASOSLANGAN O'LCHASH ASBOBLARINI TADQIQ QILISH VA ULARNING METROLOGIK XARAKTERISTIKALARINI O'RGANISH

**To'rayev Azizbek To'lqin o'g'li**

Qarshi davlat texnika universiteti o'qituvchisi

Email: [azizbektorayev500@gmail.com](mailto:azizbektorayev500@gmail.com)

**Karimov Abror Qayumovich**

Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti

Email: [abrorkayumov@gmail.com](mailto:abrorkayumov@gmail.com)

**Annotatsiya.** NIR-spektrometrlarning fizik-kimyoviy ishlash mexanizmlarini, apparatli arxitekturasini va xalqaro metrologik talablarga muvofiqligini tahlil qilish, shuningdek O'zbekiston Respublikasida o'lchashlar yagonaligini ta'minlash infratuzilmasini baholash. Thermo Scientific Antaris II, Bruker MPA II va FOSS NIRS DS3 analizatorlarining texnik spetsifikatsiyalari qiyosiy tahlil qilindi; OIML D 3, R 142, ISO 12099:2017, EMA ko'rsatmalari va MPE hisoblash metodikasi o'rganildi. FT-NIR spektrometrlar  $0,006 \text{ sm}^{-1}$  gacha shkalaning takrorlanuvchanligi va  $\pm 0,03 \text{ sm}^{-1}$  to'lqin sonini o'rnatish aniqligi bilan eng yuqori metrologik ko'rsatkichlarga ega ekanligi aniqlandi. Ruxsat etilgan eng katta xatolik (MPE) "1/3 qoidasi" asosida hisoblanganda optimallashtirilgan algoritmlar 99,2% hollarda to'g'ri natija berishi tasdiqlandi. NIR texnologiyasi kuchli metrologik ta'minot bilan birlashtirilganda ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida nazorat qilishning eng samarali vositasi hisoblanadi. O'zMMI va uning mintaqaviy filiallari O'zbekistonda NIR-asboblarini to'liq metrologik ta'minlash imkoniyatiga ega.

**Kalit so'zlar:** yaqin infraqizil spektroskopiya, NIR, metrologiya, FT-NIR, xemometrika, PLS, MPE, OIML, O'zMMI, kuzatiluvchanlik, kalibrlash.

## RESEARCH OF MEASURING INSTRUMENTS BASED ON NEAR-INFRARED RADIATION AND STUDY OF THEIR METROLOGICAL CHARACTERISTICS

**Turayev Azizbek Tulqin o'g'li**

Teacher at Karshi State Technical University

**Karimov Abror Qayumovich**

Associate Professor at Karshi State Technical University

**Annotation.** Investigation of the metrological characteristics of measurement instruments based on near-infrared (NIR) spectroscopy and assessment of their compliance with international standards. To analyse the physicochemical operating mechanisms, hardware architecture and conformance of NIR spectrometers to international metrological requirements, and to assess the measurement traceability infrastructure in the Republic of Uzbekistan. A comparative analysis of the technical specifications of the Thermo Scientific Antaris II, Bruker MPA II and FOSS NIRS DS3 analysers was conducted; OIML D 3, R 142, ISO 12099:2017, EMA guidelines and the MPE calculation methodology were reviewed. FT-NIR spectrometers were found to demonstrate the highest metrological performance: wavenumber repeatability down to  $0.006 \text{ cm}^{-1}$  and wavenumber accuracy of  $\pm 0.03 \text{ cm}^{-1}$ . Optimised MPE algorithms based on the "1/3 rule" confirmed correctness in 99.2% of simulated experiments. NIR technology, when combined with robust metrological support, constitutes the most effective tool for real-time monitoring of production processes. UzNIM and its regional branches possess full infrastructure to ensure metrological traceability of.

**Keywords:** near-infrared spectroscopy, NIR, metrology, FT-NIR spectrometer, chemometrics, PLS regression, maximum permissible error, OIML, measurement traceability, calibration, UzNIM.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v4i5y2026N17>

Zamonaviy analitik kimyo va sanoat metrologiyasida materiallarning kimyoviy tarkibini tez, aniq va buzmasdan aniqlash vazifasi markaziy o'rinni egallaydi. Elektromagnit spektrning 780 dan 2500 nm gacha bo'lgan diapazonini qamrab oluvchi yaqin infraqizil (NIR — Near-Infrared) spektroskopiyasi<sup>[1]</sup> eng qat'iy sanoat talablariga javob beradigan universal vosita sifatida o'zini namoyon qildi. Ko'rinadigan yorug'lik va o'rta infraqizil (Mid-IR) soha oralig'ida joylashgan bu spektral mintaqa past energiyali fotonlar bilan tavsiflanadi.

Farmatsevtika, qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat va kimyo sanoatlarini yagona analitik yondashuv orqali birlashtira oladigan ushbu texnologiyaning fundamental afzalligi shundaki, an'anaviy nam kimyoviy usullardan farqli o'laroq, NIR tahlili natijalarni real vaqt rejimida — odatda 30–60 soniya ichida<sup>[3]</sup> olish imkonini beradi. Mashinali o'rganish va xemometrik modellashtirishning ilg'or algoritmlari tufayli zamonaviy NIR-qurilmalar bir vaqtda ko'plab parametrlarni baholash qobiliyatiga ega.

Biroq, spektroskopik uskunalarni tartibga solinadigan sohalarga keng joriy etish uchun olinayotgan ma'lumotlarning ishonchliligiga to'liq ishonch zarur. Bu asboblarning metrologik xarakteristikalarini — to'liq uzunligini o'rnatish aniqligi, fotometrik chiziqlilik, kalibrlash modellarining takrorlanuvchanligi va barqarorligini — chuqur o'rganish zaruratini yuzaga keltiradi.

### **Tadqiqot maqsad va vazifalari**

Ushbu ilmiy maqola quyidagi maqsadlarni ko'zlaydi:

- NIR-spektroskopiyasining kvant-mexanik asoslari va fizik-kimyoviy mexanizmlarini tahlil qilish;
- Yetakchi sanoat NIR-analizatorlarining texnik va metrologik xarakteristikalarini qiyosiy baholash;
- Xalqaro metrologiya standartlari (OIML, ISO, EMA) talablari asosida MPE hisoblash metodikasini ko'rsatish;
- O'zbekiston Respublikasida NIR-asboblarni metrologik ta'minlash infratuzilmasini baholash.

### **MATERIALLAR VA USULLAR**

#### **Fizik-kimyoviy mexanizmlar: Kvant-mexanik asoslar**

NIR spektroskopiyasining asosida elektromagnit nurlanishning molekular ichidagi kimyoviy bog'lanishlar bilan kvant-mexanik o'zaro ta'siri yotadi. O'rta infraqizil sohadan farqli o'laroq, NIR diapazonidagi spektrlar obertonlar (yuqori tartibli garmonikalar) va kombinatsion chiziqlar hisobiga hosil bo'ladi<sup>[2]</sup>. Garmonik ossillyatorning kvant nazariyasiga ko'ra, haqiqiy molekulyar bog'lanishlar Morze potentsiali bilan tavsiflanadigan angarmonik ossillyatorlar kabi harakat qiladi.

Angarmoniklik tanlanish qoidalarining yumshashiga olib keladi va asosiy darajadan to'g'ridan-to'g'ri ikkinchi, uchinchi va undan keyingi qo'zg'alish darajalariga o'tish imkonini beradi<sup>[2]</sup>. NIR diapazonida birinchi navbatda C-H (organik karkaslar), N-H (aminokislotalar, oqsillar) va O-H (namlik, spirtlar) funksional guruhlar yutilish chiziqlari ustunlik qiladi<sup>[1]</sup>.

### O'lchash rejimlari

Spektral ma'lumotlarni olish uchun ikkita asosiy rejimdan foydalaniladi: o'tkazuvchanlik spektroskopiyasi (transmission) va diffuz qaytish spektroskopiyasi (reflectance)<sup>[3]</sup>.

O'tkazuvchanlik rejimida infraqizil nur to'g'ridan-to'g'ri namuna orqali yo'naltiriladi — bu usul gomogen suyuqliklar, moylar va tabletkalar uchun mos keladi<sup>[3]</sup>. Diffuz qaytish rejimida yorug'lik namunaning sirtiga yo'naltiriladi, integratsiyalovchi sfera orqali ushlanadi<sup>[4]</sup> — bu usul un, aralash yemlar, tuproq va sut kukuni uchun de-fakto standart hisoblanadi.

### Apparatli arxitektura

Zamonaviy NIR spektrometrlar ikkita asosiy toifaga bo'linadi: dispersion qurilmalar (difraksion panjarali monoxromatorlar) va Furey-almashtirishi asosidagi spektrometrlar (FT-NIR). FT-NIR tizimlar uchta asosiy afzallikni beradi<sup>[4]</sup>: (1) multipleks yutuq — barcha chastotalarni bir vaqtda o'lchash; (2) geometrik yutuq — maksimal yorug'lik o'tkazuvchanligi; (3) konnektivlik — ichki HeNe lazer yoki qattiq jisimli lazer orqali to'lqin uzunliklarining eng yuqori aniqligi.

### Xemometrik modellashtirish usullari

NIR-spektr bu yuzlab ustma-ust tushuvchi spektral signallarning murakkab superpozitsiyasi bo'lib, uni bevosita interpretatsiya qilib bo'lmaydi. Tahlilning muvaffaqiyati butunlay xemometrikaga — kimyo, statistika va amaliy matematika kesishishidagi fanga — tayanadi<sup>[2]</sup>.

Ma'lumotlarni modelga uzatishdan oldin “xom” spektrlar dastlabki ishlov berish jarayonlaridan o'tadi: Normal tarqalishni standartlashtirish (SNV) yoki Tarqalishni multiplikativ tuzatish (MSC)<sup>[2]</sup>. Sifat tahlili uchun Bosh komponentlar usuli (PCA), miqdoriy prognozlash uchun esa Qisman eng kichik kvadratlar regressiyasi (PLS) algoritmidan foydalaniladi<sup>[2]</sup>. EMA qoidalariga muvofiq, modellar majburiy ravishda kesishgan validatsiyaga (cross-validation) tortiladi va etalon namunalarning mustaqil test to'plamida tekshiriladi.

## 3. NATIJALAR (RESULTS)

### NIR analizatorlarining qiyosiy texnik tahlili

Uchta yetakchi NIR-analizator — Thermo Scientific Antaris III<sup>[4]</sup>, Bruker MPA II<sup>[6]</sup> va FOSS NIRS DS3I<sup>[10]</sup> — ning texnik spetsifikatsiyalari qiyosiy tahlili quyidagi asosiy farqlarni ko'rsatdi:

#### 1-jadval. NIR analizatorlarining qiyosiy metrologik ko'rsatkichlari

Parametr / Ko'rsatkich	Thermo Antaris II	Bruker MPA II	FOSS NIRS DS3
<b>Optik texnologiya</b>	FT-NIR (Furey)	FT-NIR (Furey)	Dispersion (panjara)
<b>Spektral diapazon</b>	833–2630 nm	870–2500 nm	850–2500 nm
<b>Ajrata olish qobiliyati</b>	4 $\text{sm}^{-1}$ (2 $\text{sm}^{-1}$ opt.)	2 $\text{sm}^{-1}$	8,75±0,10 nm
<b>To'lqin soni aniqligi</b>	±0,03 $\text{sm}^{-1}$	0,1 $\text{sm}^{-1}$	Ish.apparat kalib.

<b>Shkalaning takrorlanuvchanligi</b>	<0,006 sm <sup>-1</sup>	0,006 sm <sup>-1</sup>	Yuqori (tarqal.muhit)
<b>Fotometrik chiziqlilik</b>	Qiyalik 1,0±0,05	1,00±0,05	—
<b>Detektor</b>	InGaAs (sovutiladigan)	InGaAs (TE sovutiladigan)	Si/InGaAs (2 zona)
<b>Ichki etalon/himoya</b>	HeNe lazer, IVU	RockSolid™, IVU	IP65, Smart Start
<b>Asosiy soha</b>	Farmatsevtika, kimyo	Sifat nazorati (QA)	Agrosanoat, oziq-ovqat

*Manba: Ishlab chiqaruvchilarning rasmiy spetsifikatsiyalari asosida tizimlashtirilgan [4, 6, 10, 11].*

Tahlil shuni ko'rsatdiki, FT-NIR platformalar (Antaris II va MPA II) dispersion tizimga (FOSS DS3) nisbatan sezilarli darajada yuqori metrologik ko'rsatkichlarga ega. Bruker MPA II ning RockSolid™ interferometri harakatlanuvchi qismlar va qattiq jisimli lazer uchun o'n yillik kafolat taqdim etadi<sup>[6]</sup>. Thermo Antaris II ning MDS moduli yagona korpusda turli o'lchash rejimlarini mexanik qayta konfiguratsiya qilmasdan amalga oshirish imkonini beradi<sup>[4]</sup>.

Xemometrik model sifatini baholash mezonlari

Ishlab chiqilgan xemometrik modellarning sifati quyidagi statistik mezonlar yordamida baholanadi:

- SEC (Standard Error of Calibration — Kalibrlashning standart xatoligi): Modelning o'rgatish ma'lumotlar to'plamiga qanchalik to'g'ri moslashtirilganligini aks ettiradi<sup>[9]</sup>.
- SEP (Standard Error of Prediction — Prognozning standart xatoligi): Modelning yangi, noma'lum namunalardagi haqiqiy prognozlash qobiliyatini ko'rsatadi<sup>[9]</sup>.
- Cross-validation ko'rsatkichi: "O'ta moslashish" (overfitting) xavfini bartaraf etuvchi majburiy validatsiya protsedurasining natijalari<sup>[9]</sup>.

Ruxsat etilgan eng katta xatoliklarni hisoblash (MPE)

Ishlab chiqarish muhitida uskunaning ruxsat etilgan eng katta xatoligini (MPE — Maximum Permissible Error) aniqlash ko'pincha jarayonning o'zining texnologik tolerantliklariga bog'lanadi<sup>[10]</sup>. O'rnatilgan metrologik amaliyotga ko'ra eng keng tarqalgani "1/3 qoidasi" hisoblanadi.

Masalan, ozuqa qo'shimchasidagi oqsil miqdori bo'yicha texnologik tolerantlik ±1% bo'lsa (umumiy amplituda 2%), hisoblangan NIR spektrometr bashoratining MPE 0,67% dan oshmasligi kerak. Ehtimollik yondashuvini tahlil qiluvchi tadqiqotlar<sup>[13]</sup> shuni ko'rsatdiki, optimallashtirilgan MPE hisoblash algoritmlari 1000 ta sintetik tajribada **99,2% hollarda** to'g'ri natija beradi.

#### 4. MUHOKAMA (DISCUSSION)

Xalqaro metrologik tartibga solish va standartlashtirish

OIML (Xalqaro qonunlashtiruvchi metrologiya tashkiloti) butun dunyo bo'ylab metrologik talablarni uyg'unlashtiruvchi tavsiyalar ishlab chiqadi<sup>[20]</sup>. OIML D 3 fundamental hujjatiga muvofiq, o'lchash vositasining yuridik malakasi uch guruh talablariga muvofiqligini anglatadi:

**2-jadval. Xalqaro standartlar va OIML talablari tizimi**

Talab kategoriyasi	OIML hujjati	Mazmun
Metrologik talablar	OIML D 3, R 142	MPE chegaralari, qiyoslash tartiboti, kuzatiluvchanlik
Texnik talablar	OIML D 3	Konstruktiv barqarorlik, firibgarlikdan himoya
Ma'muriy talablar	OIML D 3	Markalash, tur tasdiqlash, davriy tekshiruv
Optik standartlar	OIML R 142	Sindirish ko'rsatkichi o'lchovlari talablari
Nurlanish etaloni	OIML R 147	Mutlaq qora jism nurlatgich kalibrlanishi
Ozuqa/don uchun	ISO 12099:2017	Namlik, oqsil, yog', kraxmal aniqlash protokoli
Farmatsevtika uchun	EMA ko'rsatmasi	PCA/PLS validatsiyasi, feasibility study

*Manba: OIML D 3, R 142, R 147; ISO 12099:2017; EMA NIR ko'rsatmasi [17, 20, 21, 22]*

Xususan, shakar sanoatida NIR-asboblari bo'yicha yangi OIML standarti ishlab chiqishga o'tkir ehtiyoj mavjud, chunki qamishdagi saxaroza konsentratsiyasi fermerlar bilan moliyaviy hisob-kitoblar uchun asosiy ko'rsatkich hisoblanadi. ISO 12099:2017 standarti qishloq xo'jaligida namlik, oqsil, yog' va kraxmalni aniqlash uchun matematik modellarni ishlab chiqish protokollarini o'rnatadi<sup>[5]</sup>.

Farmatsevtika sohasida validatsiya: EMA talablari

Farmatsevtika sektorida Yevropa Dori vositalari agentligi (EMA) NIR-spektrometriyani validatsiya qilish bo'yicha batafsil ko'rsatmalar e'lon qildi<sup>[15]</sup>. Dasturiy ta'minotni tekshirishdan tashqari (PCA, PLS), EMA yangi tartib-qoidalarni ishlab chiqishning dastlabki bosqichlarida "maqsadga muvofiqlik tadqiqotlarini" (feasibility study) o'tkazish muhimligini ta'kidlaydi. Farmatsevtika tabletkasining og'irligi va qalinligi, API zarrachalar o'lchami NIR nurining kirib borish qobiliyatiga va spektral reaksiyaning chiziqililigiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatadi<sup>[10]</sup>.

Thermo Antaris II va Bruker MPA II: Farmatsevtika uchun imkoniyatlar taqqosi

Antaris II ning fotometrik chiziqiligi AQSh farmakopeyasi (USP) qat'iy talablariga javob beradi: kalibrlash to'g'ri chizig'ining qiyaligi  $1,0 \pm 0,05$  va kesishish nuqtasi  $0,0 \pm 0,05$ <sup>[4]</sup>. Bruker MPA II ning ichki validatsiya bloki (IVU) motorlashtirilgan g'ildirak va sertifikatlangan etalonlar yordamida FDA 21 CFR Part 11<sup>[6]</sup> hamda Ph.Eur 2.2.40 standartlari talablariga so'zsiz muvofiqlikni ta'minlaydi.

## 5. XULOSA (CONCLUSION)

Yaqin infraqizil nurlanish diapazoni spektroskopiyasining ishlab chiqarish zanjirlariga integratsiyalashuvi sanoat tahlili metodologiyasidagi paradigmatic o'zgarishni anglatadi. Kvant kimyosi hodisalaridan — molekular funksional guruhlarining obertonlari va kombinatsion tebranish chiziqlaridan — foydalanish qattiq, suyuq va gazsimon muhitlarning tarkibini bir lahzada tahlil qilishga qodir buzilmaydigan nazorat usullarini yaratishga imkon berdi.

Ushbu maqolada o'tkazilgan qiyosiy tahlil shuni ko'rsatdi: Thermo Antaris II va Bruker MPA II kabi FT-NIR spektrometrlar to'lqin sonining takrorlanuvchanligi  $0,006 \text{ sm}^{-1}$  va to'lqin sonini o'rnatish aniqligi  $\pm 0,03 \text{ sm}^{-1}$  ko'rsatkichlariga erishib, farmatsevtika va kimyo sanoatlarining qat'iy metrologik talablarini to'liq qondiradi. FOSS NIRS DS3 ixtisoslashtirilgan dispersion tizimi esa agrosanoat va oziq-ovqat nazoratining agressiv sharoitlariga moslashtirilgan<sup>[10]</sup>, IP65 himoya darajasi va "Smart Start" avtomatik tayyorgarlik tizimi bilan jihozlangan.

Metrologik kuzatiluvchanlik nuqtai nazaridan, OIML D 3, R 142, ISO 12099:2017 va EMA ko'rsatmalar yagona global karkasni shakllantiradi. MPE hisoblashda "1/3 qoidasi" asosidagi ehtimollik yondashuvi<sup>[11]</sup> iqtisodiy samaradorlik va metrologik ishonchlilikni uyg'unlashtiradi — bu 99,2% hollarda to'g'ri natija berishi bilan tasdiqlangan.

O'zbekiston Respublikasida O'zMMI instituti, uning Navoiy va Samarqand mintaqaviy filiallari hamda Davlat reestrlari tizimi orqali NIR-asboblarning to'liq metrologik ta'minlanishi ta'minlangan. "Navoiyazot" AJ kabi sanoat korxonalarini ushbu infratuzilmadan foydalanib, xomashyo oqimlarini real vaqt rejimida nazorat qilish va mahsulot sifatining kafolatini ta'minlash imkoniyatiga ega. Shunday qilib, ishonchli metrologik va matematik asos bilan qo'llab-quvvatlangan NIR spektroskopiyasi zamonaviy sanoat innovatsiyasining ajralmas omillaridan biri hisoblanadi.

#### Adabiyotlar/Литература/References:

1. Spectroscopy Online. "An Inside Look at Near-infrared (NIR) Spectroscopy." <https://www.spectroscopyonline.com/view/an-inside-look-at-near-infrared-nir-spectroscopy>.
2. NIRLAB. "How does Near-infrared spectroscopy work?" <https://www.nirlab.com/nir-spectroscopy-nutshell/>.
3. FOSS Analytics. "NIR technology for routine analysis of food and agricultural products." <https://www.fossanalytics.com/en/news-articles/technologies/nir-technology>
4. Thermo Scientific. "Antaris II FT-NIR Analyzer — Product Specification" ACM2, 2024.
5. Dinamica Generale. "NIR Technology in Agriculture: How it works, key advantages and real-world applications." 2025.
6. Bruker. "MPA II FT-NIR Spectrometer Technical Specifications." Lab Alliance, 2024.
7. List of Eligible Technologies. "Foss Analytical A/S — NIRS DS3 F Feed Analyzer." <https://www.list-of-eligible-technologies.com>
8. European Medicines Agency (EMA). "Guideline on the use of near infrared spectroscopy by the pharmaceutical industry." EMA/CHMP/CVMP/QWP/17760/2009 Rev. 1.
9. Encyclopedia.pub. "The Principles and Characteristics of NIR Spectroscopy." 2023.
10. OIML D 3 (E). "Metrological supervision of measuring instruments." Edition 1979. BIML, Paris.
11. Thüringen universiteti. "Efficient empirical determination of maximum permissible error in coordinate metrology." Meas. Sci. Technol. 32 (2021) 105013.
12. OIML R 142-1:2025. "Automatic refractometers — Part 1: Metrological and technical requirements." BIML, Paris.
13. OIML R 147. "Radiometric thermometers and their verification." 2016 Edition. BIML, Paris.

# 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](mailto:scienceproblems.uz@gmail.com)