ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЛАГОМЕРЫ ХЛОПКА: ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ, ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Хамзаев Дилшод Иномджонович
Системный администратор, АО "Farg'onaazot", Республика Узбекистан, г. Фергана 150100

Аннотация. Определение влажности хлопка имеет ключевое значение на всех этапах его переработки — от сбора до хранения и транспортировки. Электрические влагомеры, использующие ёмкостный и резистивный методы, обеспечивают высокую скорость, удобство и возможность интеграции в автоматизированные системы. В статье рассматриваются физические принципы работы электрических влагомеров, их применение в хлопковой промышленности, калибровка, точность, сравнительный анализ с другими методами, преимущества, ограничения и перспективы развития, включая внедрение многочастотного анализа и искусственного интеллекта. Приводятся примеры современных разработок в области сенсорики и микропроцессорной обработки сигнала.

Ключевые слова: электрический влагомер, влажность хлопка, ёмкостный метод, резистивный метод, бесконтактный контроль, калибровка, текстильная промышленность.

Annotasiya. Paxta namligini aniqlash uning qayta ishlashning barcha bosqichlarida hosilni yig'ib olishdan tortib saqlash va tashishgacha bo'lgan davrda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Kapasitiv va rezistiv usullardan foydalangan holda elektr namlik o'lchagichlari yuqori tezlik, qulaylik va avtomatlashtirilgan tizimlarga integratsiya qilish imkoniyatini taqdim etadi. Ushbu maqolada elektr namlik o'lchagichlarning fizik tamoyillari, ularning paxta sanoatida qo'llanilishi, kalibrlash, aniqlik, boshqa usullar bilan qiyosiy tahlil qilish, afzalliklari, cheklovlari va rivojlanish istiqbollari, jumladan, ko'p chastotali tahlil va sun'iy intellektni amalga oshirish ko'rib chiqiladi. Sensor texnologiyasi va mikroprotsessor signallarini qayta ishlash sohasidagi zamonaviy ishlanmalarga misollar keltirilgan.

Kalit so'zlar: elektr namlik o'lchagich, paxta namligi, sig'imli usul, qarshilik usuli, kontaktsiz nazorat, kalibrlash, to'qimachilik sanoati.

Abstract. Determining cotton moisture content is crucial at all stages of processing from harvesting to storage and transportation. Electric moisture meters using capacitive and resistive methods offer high speed, convenience, and the ability to integrate into automated systems. This article examines the physical principles of electric moisture meters, their application in the cotton industry, calibration, accuracy, comparative analysis with other methods, advantages, limitations, and development prospects, including the implementation of multi-

ISSN 3030-3907

frequency analysis and artificial intelligence. Examples of modern developments in sensor technology and microprocessor signal processing are provided.

Key words: electric moisture meter, cotton moisture, capacitive method, resistive method, non-contact control, calibration, textile industry.

ВВЕДЕНИЕ.

Хлопок является одним из важнейших сельскохозяйственных продуктов, широко используемым в текстильной, медицинской и других отраслях. Влажность хлопка существенно влияет на технологические процессы, массу продукции, энергозатраты при сушке и риск биологических повреждений при хранении. Традиционные методы, такие как гравиметрический или Карл-Фишер титрование, точны, но трудоёмки и медленны. Электрические влагомеры, основанные на измерении диэлектрической проницаемости или сопротивления, предлагают экспресс-методы, которые обеспечивают оперативность и автоматизацию.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ.

Анализ научных публикаций показывает, что методы определения влажности хлопка развиваются от традиционных (гравиметрический, метод Карла Фишера) к современным электрическим и электромагнитным подходам. Классические методы обеспечивают высокую точность, но ограничены низкой оперативностью и необходимостью лабораторных условий. Наиболее распространёнными являются ёмкостные и резистивные методы, основанные на зависимости диэлектрических и проводящих свойств хлопка от его влажности. Их преимущества заключаются в высокой скорости измерения и возможности интеграции в автоматизированные системы. При этом точность измерений зависит от температуры, плотности, неоднородности материала и наличия примесей. Современные исследования направлены на повышение точности за счёт применения многочастотного анализа, цифровой обработки сигналов и алгоритмов машинного обучения для адаптивной калибровки. Методология исследования основана на системном анализе существующих методов измерения, сравнительной оценке их характеристик и моделировании зависимости электрических параметров от влажности. Такой подход позволяет определить области эффективного применения технологий и обосновать направления их дальнейшего развития.

Цель статьи: Обзор принципов работы, особенностей применения, сравнительного анализа, преимуществ, ограничений и перспектив развития электрических влагомеров для хлопка.

Принцип действия электрических влагомеров

ISSN 3030-3907

Электрические влагомеры функционируют на основе зависимости электрических характеристик материала от содержания влаги. Используются два основных метода:

Ёмкостный метод: Основан на измерении диэлектрической проницаемости материала. Влажный хлопок имеет более высокую диэлектрическую проницаемость (ε ≈ 80 для воды при 20°C против ε ≈ 3–4 для сухого хлопка). Конденсаторная ячейка изменяет ёмкость в зависимости от влажности, что позволяет оценить содержание влаги.

Резистивный (омический) метод: измеряется электрическое сопротивление хлопковой массы. Влажный хлопок имеет более низкое сопротивление, чем сухой. Метод требует плотного контакта электродов с материалом

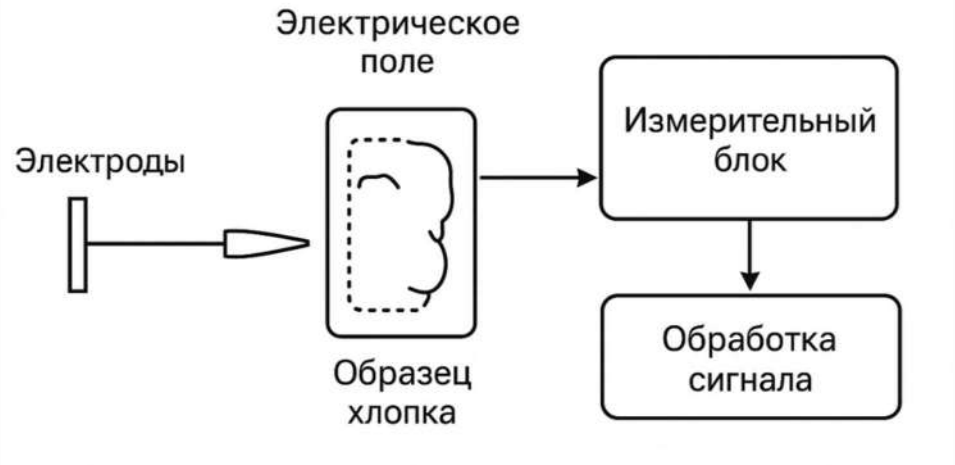


Рисунок 1: Схема работы электрического влагомераи чувствителен к однородности пробы.

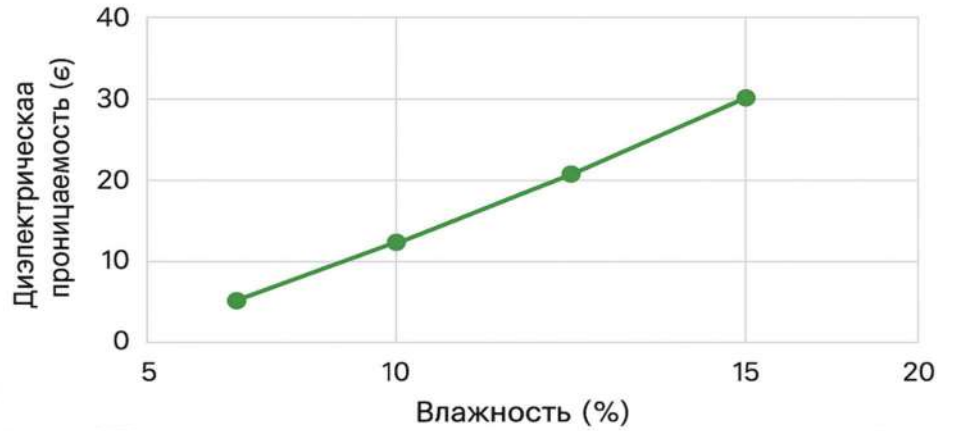


График 1: Зависимость диэлектрической проницаемости от влажности хлопка Применение и особенности

Электрические влагомеры могут быть портативными или стационарными. Портативные устройства применяются на полях и при

ISSN 3030-3907

первичной переработке. Стационарные встраиваются в поточные линии хлопкоочистительных заводов и обеспечивают непрерывный мониторинг.

Преимущества:

- Высокая скорость измерения (менее 5 секунд).
- Простота эксплуатации.
- Возможность автоматизации.

Ограничения:

- Необходимость калибровки под конкретные сорта хлопка.
- Чувствительность к плотности и однородности пробы.
- Потенциальная ошибка при наличии посторонних включений.

Таблица 1.

Сравнение типов электрических влагомеров

Тип влагомера	Применение	Точность (%)	Скорость (сек)	Стоимость (приблизительная, USD)
Портативный	Полевой контроль	±0.5–1.0	<5	1000–3000
Стационарный	Поточные линии	±0.3–0.5	Непрерывно	5000–15000

Калибровка и точность измерений

Калибровка проводится с использованием стандартных образцов, влажность которых известна по гравиметрическому методу. Точность современных влагомеров может достигать ±0.3–0.5% при компенсации температуры и плотности. Алгоритмы цифровой обработки сигнала позволяют минимизировать помехи.

Таблица 2.

Факторы влияния на точность

Фактор	Влияние	Компенсация
Температура	±0.5% на 10°C	Температурные датчики и алгоритмы
Плотность	±1.0%	Уплотняющие механизмы
Примеси	±0.5%	Фильтрация сигнала
Неоднородность	±0.3–0.7%	Многочастотный анализ

ISSN 3030-3907

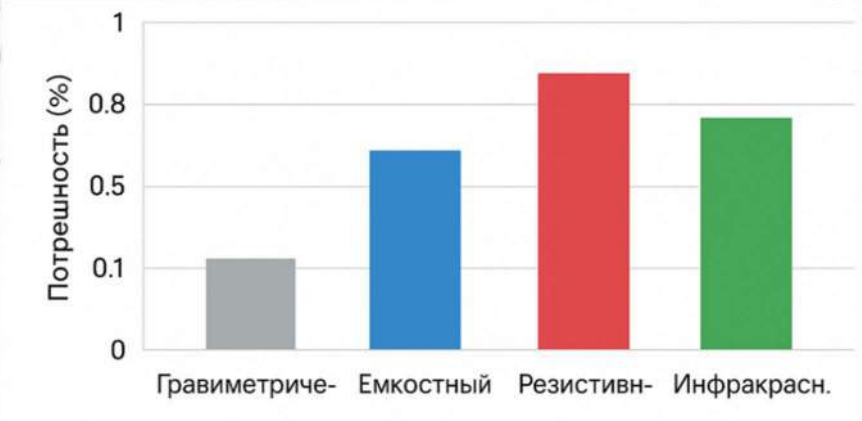


График 2: Сравнение точности методов

Сравнительный анализ методов измерения влажности.

Электрические влагомеры сравниваются с другими методами, такими как инфракрасный, микроволновой и НВЧ-резонанс. Электрические методы (ёмкостный и резистивный) выигрывают по скорости и стоимости, но требуют калибровки. Инфракрасные методы точнее при низкой влажности, а микроволновые — при высокой неоднородности.

Таблица 3

Сравнение точности методов

Направление	**Описание**	**Преимущества**	**Пример применения**
Многочастотный анализ	Измерение на нескольких частотах	Учёт неоднородности, точность +20%	Частоты 100 кГц–1 МГц
ИИ-калибровка	Автоматическая адаптация моделей	Снижение ошибок на 15–30%	Нейросети для обработки сигнала
IoT-интеграция	Беспроводной мониторинг	Реальное время, автоматизация	Облачная аналитика на складах
MEMS-сенсоры	Миниатюризация	Мобильность, низкая стоимость	Установка на комбайны

ISSN 3030-3907

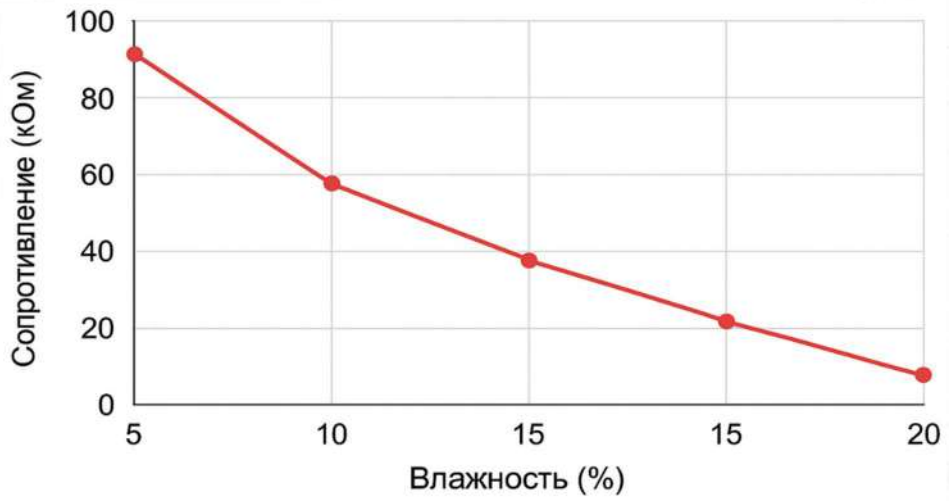


График 4: Зависимость сопротивления от влажности (резистивный метод)

Современные разработки.

Современные влагомеры оснащаются микроконтроллерами, цифровыми интерфейсами и беспроводной передачей данных. Исследуются методы компенсации влияний с помощью машинного обучения. Многочастотное измерение улучшает точность при варьирующемся составе материала. Комплексные импедансные измерения демонстрируют перспективные результаты.

Перспективы развития.

Внедрение многочастотного анализа для учета неоднородности. Использование ИИ для обработки сигналов и адаптивной калибровки. Интеграция с IoT для реального времени мониторинга. MEMS-технологии для миниатюрных сенсоров на уборочной технике.

Таблица 4.

Перспективы развития

Направление	Описание	Преимущества
Многочастотный анализ	Измерение на нескольких частотах	Учёт неоднородности, точность +20%
ИИ-калибровка	Автоматическая адаптация	Снижение ошибок на 15–30%
IoT-интеграция	Беспроводной мониторинг	Реальное время, автоматизация
MEMS-сенсоры	Миниатюризация	Мобильность, низкая стоимость

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Электрические влагомеры представляют собой эффективное средство контроля влажности хлопка, обеспечивая оперативность и точность в

ISSN 3030-3907

промышленных и полевых условиях. Их преимущества включают высокую скорость, простоту эксплуатации и возможность автоматизации. Ограничения, такие как необходимость калибровки и чувствительность к неоднородности, компенсируются современными разработками, включая многочастотный анализ и ИИ. Перспективными направлениями являются интеграция с IoT и разработка MEMS-сенсоров, что расширяет возможности применения в агропромышленном комплексе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатов С.А., "Методы измерения влажности волокнистых материалов", М.: Легпромиздат, 2019.
2. Goyal, R. K., et al. "Moisture Measurement Techniques for Agricultural Products: A Review", Journal of Agricultural Engineering, 2020.
3. Карасёв А.П., "Электрические свойства текстильных материалов", Текстильная промышленность, 2021.
4. Хамзаев Дилшод Иномджонович. (2025). «Современные методы и технологии для быстрого определения влажности хлопка», https://doi.org/10.5281/zenodo.16939010.
5. Дилшод Хамзаев. «Современные методы и технологические подходы к оперативному определению влажности хлопка», “Ta’lim, fan va innovatsiya” jurnali, 5-выпуск, 2025.
6. ASTM D5867 – 16: Standard Test Methods for Measurement of Physical Properties of Raw Cotton.
7. Zhang, L. & Wang, J., “Development of a Capacitive Moisture Sensor for Cotton”, Sensors and Actuators A: Physical, 2022.
8. Влагомеры хлопка. AQUA-LAB. https://xn----7sbabfc9cl.xn--p1ai/253-vlagomery-khlopka.
9. Smith, J. & Brown, T., “Advances in Impedance-Based Moisture Sensors”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2023.
10. Соловьёв С.А. "Инфракрасные методы измерения влажности", М.: Наука, 2021.
11. Bannon, D.I. “Near-Infrared Spectroscopy for Agricultural Moisture Measurement”, Applied Spectroscopy Reviews, 2020.
12. Лысенко В.Н. "Влагомерный контроль текстильного сырья", Текстильная промышленность, 2019.

ISSN 3030-3907