

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ
ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**



International
Organization for
Standardization



International
Electrotechnical
Commission



**ХАЛҚАРО АНЖУМАН
«Жаҳонда стандартлаштириш ва техник жиҳатдан
тартибга солиш ҳолати ва ривожланиш истиқболлари»**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Состояние и тенденции развития стандартизации и
технического регулирования в мире»**



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**13-14 Октябрь, 2022
Ташкент, Узбекистан**

12. Mayevsky D.A. The basis of the theory of stability of software systems, electrical and computer systems, N5, 2012 – p.p. 221-228.
13. Mayevsky D.A., Yaremchuk S.A., Estimation of the number of software defects based on complexity metrics // Bulletin of the National University "Lvov Polytechnic" / Computer Science and Information Technologies. No. 719, 2011. – p.p. 278-282.
14. Mayevsky D. A., Yaremchuk S. A., Analysis of models of software reliability of reliable information systems // Electrical engineering and electrical equipment. - 2010. - No. 76. - pp. 68-79.
15. Ancipov A.V., Evaluation of the impact of the quality of documentation on the reliability of software tools, Informatization technologies and Apr, 2009. –p.p. 332-337.
16. Maksym S., Yakovyna V., Chabanyuk Y., Fedasyuk D., The Method of Software Reliability Evaluation and Prediction Based on The Model with Dynamic Index of Project Size 2011, Vol. 10, Issue 2, 106-107.
17. Mulyak O.V, Yakovina V., Volochiy B.Yu., Influence Of Software Reliability Models On Software Indicators Of Software And Hardware Systems Volume: 4Number: 9 (76) Year: 2015 –p 53-57
18. Lyu M.R., Reliability-oriented software engineering: design, testing and evaluation techniques, Software, IEE Proceedings, - 1998 Vol. 145, N6. – p. 191-197.
19. Pham H., Handbook of Reliability Engineering, Springer-Vergal, London Limited, 2003 –p 663.

ДОН ВА ДОН МАҲСУЛОТЛАРИ НАМЛИГИНИ ЎЛЧАШ ЎЗГАРТКИЧЛАРИНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚИ

Исматуллаев Патхилла Рахматович

Тошкент давлат техника университети “Метрология, техник жиҳатдан тартибга солиш, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш” кафедраси профессори, т.ф.д.

Жабборов Хамдам Шаймардонович

Тошкент давлат техника университети “Метрология, техник жиҳатдан тартибга солиш, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш” кафедраси доценти, PhD.

Аннотация: Мақолада дон ва дон маҳсулотларининг намлигини сизимли ўлчаши ўзгарткичлари ва уларнинг турли конструкцияларининг сизимини ҳисоблаш формуллари келтирилган. Сизимли намлик ўлчаши ўзгарткичларини ёрдамида ўтказилган эксперимент натижалари асосида баъзи ўзгарткичларнинг метрологик характеристикалари келтирилган.

Калит сўзлар: дон ва дон маҳсулотлари, намлик, ўлчаши ўзгарткичи, сизимли ўзгарткичлар, эксперимент, метрологик характеристика.

Аннотация: В статье приведены формулы для расчета емкости датчиков влажности зерна и зернопродуктов и их различных конструкций. Приведены метрологические характеристики некоторых преобразователей по результатам экспериментов, проведенных с использованием емкостных преобразователей влажности.

Ключевые слова: зерно и зернопродукты, влажность, измерительный преобразователь, емкостные преобразователи, эксперимент, метрологические характеристики.

Дон ва дон маҳсулотларини юқори частотали электр майдонида диэлектрик таркибини экспериментал тадқиқ қилиш қуйидаги вазифаларни ҳал қилиш билан амалга оширилади:

а) юқори частотали бирламчи ўлчаш ўзгарткичининг ўзгартириш функциясини ва таъсир функциясини таҳлил қилиш ва аниқлаш. Бунинг учун эксперимент йўли билан дон ва дон маҳсулотларининг диэлектрик хусусиятларини (бирламчи ўзгарткичининг сиғими C диэлектрик сингдирувчанлик ε ва бурчак тангенс $tg\delta$ нинг) намлик билан боғлиқлигини ва уларга таъсир қиладиган муҳим факторларни тадқиқ қилиш керак;

б) олинган экспериментал маълумотлар асосида тадқиқ қилинаётган материалнинг реал характеристикаларининг аппроксимациясидан бирламчи ўзгарткичининг электр моделини яратиш;

в) дон маҳсулотлари учун махсус юқори частотали нам ўлчагични ишлаб чиқиш йўли билан олинган маълумотларни реализация қилиш ва ушбу нам ўлчаш асбобини лаборатория ҳамда ишлаб чиқариш шароитида синаш.

Юқорида санаб ўтилган вазифаларни ҳал қилиш учун қуйидаги экспериментал характеристикаларни, яъни ε' ва ε'' (ёки ε ва $tg\delta$) ларнинг материал намлиги билан боғлиқлигини ҳамда материалнинг хусусияти ва таркибини характерловчи параметрларга ва электр майдон частотасига боғлиқлигини аниқлаш лозим:

1. Диэлектрик хоссаларига ўзгарувчан ток частотаси, материалнинг ҳарорати, унинг зичлиги ва бошқа параметрлар барқарорлигида намлик характеристикалари $\varepsilon(W)$ ва $tg\delta(W)$ нинг ўзгариши [1];

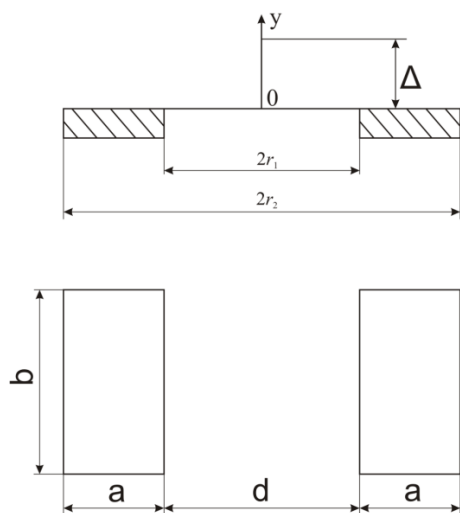
2. Нам материалларнинг диэлектрик хусусиятларига таъсир этувчи $T=\text{const}$, $\rho=\text{const}$ ва бошқа катталиклар барқарорлигида аниқланувчи намлик W нинг турли қийматларида $\varepsilon(f)$ ва $tg\delta(f)$ боғланиш функцияларининг частота-намлик характеристикаларининг ҳолати;

3. Нам материалнинг диэлектрик хоссаларига таъсир этувчи ҳарорат, зичлик, кимёвий гранулометрик таркиби ва бошқа катталикларнинг ε ва $tg\delta$ билан боғлиқлик ҳолати [1; 2].

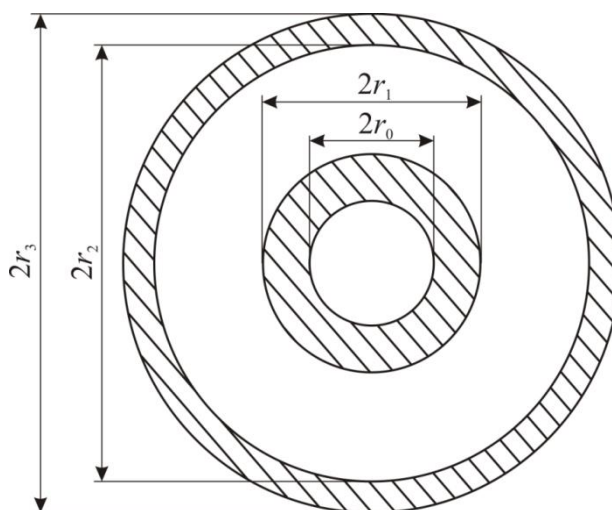
Намлик ва частота-намлик характеристикаларини ўрганиш намлик ўлчаш асбоби умумлашган схемасининг биринчи звеноси ўзгартириш функциясини аниқлаш имкониятини беради, яъни ўлчаш ўзгарткичининг ишлаб чиқилган схемаси учун оптимал ишчи частота танланган частота диапазонларида тадқиқ қилинаётган материалнинг “намлик-диэлектрик таркиб” ўзгаришини кўрсатади.

Материални юқорида кўрсатилган электр характеристикаларини ўлчаш учун кенг частота диапазонида ишлай оладиган кварсланган генераторли ўлчаш қурилмаси танлаб олинган. Намликни ўлчаш 0,2 ÷ 30 МГц частота диапазонларида амалга оширилади ва намликнинг сиғимли ўзгарткичларидан қуйидаги конструкцияларини танласак:

а) Бир текисликда жойлаштирилган тўғри бурчакли пластина шаклидаги электродли копланар (1-расм) ёки концентрик айланасимон (3-расм) датчиклар. Ушбу датчиклар назорат қилинувчи материаллар билан ўзаро алоқадор ташқи электр майдон билан ўзгарткичларга бириктирилган [3].



1-расм. Тўғри бурчак пластинкали копланар намлик ўзгарткичи



2-расм. Концентрик айланили копланар намлик ўзгарткичи

Куйида фақат сиғим учун ҳисоблаш формуласи келтирилган бўлиб, бунда ўзгарткичнинг берилган геометрик параметрларда унинг электр ўтказувчанлиги σ_0 турғун электр майдон сиғими C га пропорционал равишда қуйидагича топилади [1; 2]:

$$\sigma_0 = \frac{d}{\varepsilon} \cdot C. \quad (1)$$

бунда ε – диэлектрик сингдирувчанлик; d – пластиналар орасидаги масофа.

Пластиналарнинг сиғими $b/a \geq 1$ тенгсизлик бажарилганда қуйидаги формула бўйича ҳисобланади [4]:

$$C = \varepsilon_b \frac{K(k')}{K(k)}, \quad (2)$$

бунда $k = \frac{1}{1 + 2(a/d)}$; $k' = \sqrt{1 - k^2}$, $K(k)$ ва $K(k')$ – модул k ва қўшимча модул k' ли

бир жинсли эллиптик интеграллар бўлиб, уларга боғлиқ ҳолда ўзгарткичнинг сиғими геометрик параметрлари орқали қуйидаги математик ифодадан аниқланади:

$$C = \frac{2}{\pi} \varepsilon_b \ln[4(1 + 2a/d)], \quad \text{бунда } b/a \gg 1 \text{ ва } a/d \gg 1 \quad (3)$$

$$C = \frac{\pi \varepsilon_b}{\ln[4(1 + d/a)]}, \quad \text{бунда } b/a \gg 1 \text{ ва } a/d \ll 1$$

$d/a \gg 1$ тенгсизлик бажарилса, у ҳолда

$$C = \frac{C_0}{2} \cdot \frac{1}{(1 - \frac{C_0}{4\pi ad})}.$$

Бунда битта пластинанинг сиғими C_{01} қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$C_0 = \frac{2\pi \varepsilon_b}{\ln(4 \frac{b}{a})}.$$

Ишлаб чиқариш шароитларида маҳсулотлар учун датчикларни қўллашда уларнинг камчиликлари тўсқинлик қилади. Булардан энг асосийси электр майдонининг нотекислиги ва

юза бўйича чекланганлиги ҳисобланади. Одатда $2r_2$ қиймат $25 \div 30 \text{ mm}$ дан ошмаслиги керак ва бундан келиб чиқадики, ўзгарткич нисбатан юпқа қатламли материални текширади.

Дон маҳсулотларининг намлиги ҳажм бўйича нотекис тақсимланган ва нотекис тузилиши билан ажралиб туради ва бундан келиб чиқадики, қўрилган копланар ўзгарткичлар материални интеграл намлигини ўлчаш имкониятига эга эмас.

б) Икки параллел пластина электродли ясси параллел ўзгарткичлар (3-расм). Бу ўзгарткичлар ички электр майдонли ўзгарткичларга тегишли бўлиб, майдоннинг асосий қисми электродлар орасида жойлашган материалга қўндаланг йўналган. Бунга биноан, шу турдаги ўзгарткичлар ёрдамида текшириладиган материални интеграл намлигини ўлчаш мумкин. Бу эса уларнинг тарқоқланган майдонли датчикларга нисбатан муҳим афзаллиги ҳисобланади. Конденсаторли датчикнинг геометрик ўлчамларини танлаш орқали текшириладиган намуна массасини ошириш мумкин ва у дон маҳсулотларининг намлигини ўлчашда муҳим ҳисобланади. Ниҳоят электродлар орасидаги ораликда сочилувчан материал зичлигини ошириш датчикни метрологик характеристикалари аниқлигини оширади. Ясси параллел икки бир хил пластинкали ўзгарткичнинг сиғими қуйидагича топилади [3, 4]:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}, \quad (4)$$

Сиғимни ва серзирликни ошириш учун битта оралаб уланган n та параллел пластинкалардан иборат ўзгарткичларни қўллаш мумкин. Бундай кўп пластинали ўзгарткичларда умумий сиғим қуйидаги ифодадан аниқланади [4]:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S(n-1)}{d}. \quad (5)$$

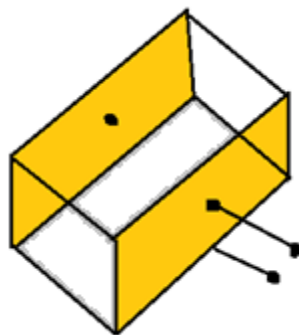
в) Цилиндрик коаксиал ўзгарткичлар билан ҳам дон ва дон маҳсулотлари намлигини ўлчаш мумкин. Коаксиал датчиклар дон ва дон маҳсулотлари намлигини ўлчаш билан бирга суюқ маҳсулотларни намлигини ўлчашда ҳам қўлланилади. Коаксиал цилиндрик датчикларда сиғими қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$C = \frac{2\pi \varepsilon_0 \varepsilon l}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)}, \quad (6)$$

бунда l – электродларнинг баландлиги; R – ташқи электроднинг ташқи радиуси; r – ички электроднинг ташқи радиуси.

г) Сиғимли цилиндрик турдаги ўзгарткичларни дон ва дон маҳсулотлари намлигини ўлчашда кенг қўллаш мумкин. Айниқса тўрт электродли цилиндрик сиғимли ўзгарткичларни оқимдаги доннинг намлигини ўлчашда ҳам қўллаш жуда қулай.

Энди шу ўзгарткичлардан бирини танлаб, эксперимент тадқиқотларни ўтказиб қўрамиз. Дон ва бошқа сочилувчан материаллар намлигини ўлчашда ишлатиладиган ясси пластинали датчикнинг юзаси $65 \times 75 \text{ mm}^2$ ва улар орасидаги масофа 25 mm . Фойдали ишчи ҳажми $45 \times 45 \times 25 \text{ mm}^3$ ни ташкил қилади (3-расм). Ўзгарткич ўлчаш асбобида контактли қисми ёрдамида уланади, бу эса занжир индуктивлигини камайтиришни таъминлайди [2; 3].



3-расм. Икки ясси пластинали сиғим ўзгарткичи

Датчикнинг ишчи ҳажми ўзгармаслиги учун органик шишадан ишланган девор билан беркитилади. Ўзгарткичнинг умумий сиғими $C_g = 7,8 \text{ pF}$, ўзгарткичнинг геометрик сиғими $C_r = 0,71 \text{ pF}$ ташкил қилади.

Диэлектрик сингдирувчанлик ε массаси 25 g ли намуна дон зичлиги $\rho = 0,494 \text{ g/sm}^3$ учун қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\varepsilon = \frac{\Delta C + C_r}{C_r},$$

бунда ΔC – ўзгарткичга донни киритишдаги сиғим ўзгариши. Бизнинг ҳолда C_r қийматини ҳисобга олиб қуйидагини ёзиш мумкин:

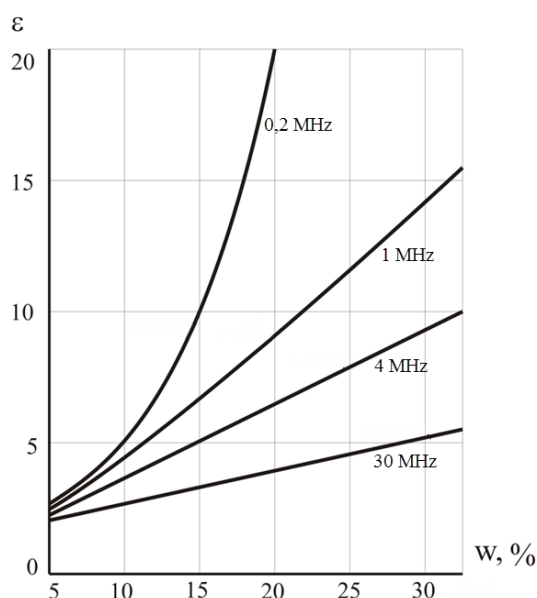
$$\varepsilon = 1,42 \frac{\Delta C}{C} + 1;$$

Дон диэлектрик сингдирувчанлигининг инерцион ташкил этувчиси ε релаксация вақти τ га ва электр ўтказувчанлиги σ га боғлиқ. Қўрилаётган ҳолда диэлектрик сингдирувчанликнинг релаксацион ташкил этувчиси қуйидагича ифодаланади:

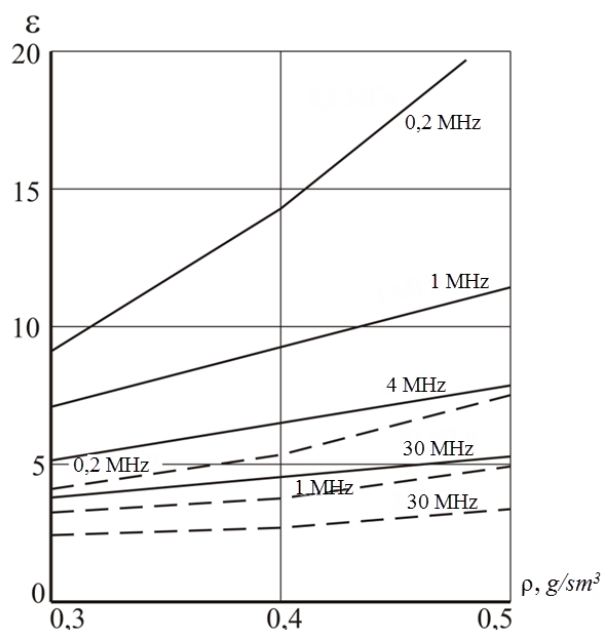
$$\varepsilon_p = 4\pi \sum_{i=1}^n \frac{\tau_i \sigma}{1 + (W \cdot \tau_i)^2}. \quad (2.28)$$

Намликни ортиши ε ни ортишига олиб келади. Намликнинг $15 \div 16 \%$ дан катта қийматларида ε нинг ўсиши, асосан, сув компонентларининг таркибига боғлиқ бўлади. Икки параллел электродли ўзгарткич билан кварсланган генераторли ўлчаш қурилмаси орқали экспериментлар ўтказилган.

4, 5 – расмларда келтирилган намлик ва частота-намлик характеристикаларидан кўриниб турибдики, ε ва W лар орасида муайян боғланиш борки, уларга частота таъсир этади. Частотанинг кўтарилиши билан намликка нисбатан сезгирлик пасаяди [5].



4-расм. Турли частоталарда намликнинг диэлектрик сингдирувчанлик ε билан ўзаро боғлиқлиги.



5-расм. Зичликнинг диэлектрик сингдирувчанлик ε билан ўзаро боғлиқлиги ρ , g/sm^3
 — $W = 21,9\%$;
 --- $W = 11,8\%$.

Материал температурасини ортиши ионлар сони ўсишига олиб келади, намлик қанчалик юқори ва частота паст бўлса, шунчалик бу ўсиш сезиларли бўлади. Частотани кўтарилиши билан диэлектрик сингдирувчанликнинг нисбий температура коэффиценти киймати $T_{k\varepsilon} = \Delta\varepsilon \cdot \varepsilon / \Delta T$ пасаяди, ε ни $f = \text{const}$ бўлганда зичликка нисбатан боғлиқлиги деярли чизиқли бўлади. Худди температурани таъсиридек, сезгирликни ўзгариши частотани кўтарилиши ва намликни пасайишига боғлиқ.

АДАБИЁТЛАР

10. Кричевский Е.С. и др. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов // – М.: «Энергоатомиздат», 1987. – 136 с.
11. Ismatullayev P.R., Matyakubova P.M., Jabborov X.Sh. Basic designs of capacitor cylindrical converters of moisture. // Space engineering, technologies & exploration Anthology of scientific research papers, Germaniya 2018. pp. 231-238.
12. Карпов В.А., Хананов В.А. Универсальный измерительный преобразователь для дифференциального емкостного чувствительного элемента. // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого, 2014. № 1. – С.91-96.
13. Исмагуллаев П.Р., Рахмонов А.Т., Жабборов Х.Ш. Высокочастотный метод и устройство для измерения влажности твердых и сыпучих материалов. // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». –Ташкент. 2012. №1. С. 32-35.
- Исмагуллаев П.Р., Усманова Х.А. Разработка первичного СВЧ преобразователя влажности повышенной чувствительности. // Вестник ТГТУ. Спец. выпуск. 2015. С.51-56.

Соколовский С.С., Цитович Б.В., Соломахо В.Л. Базовые принципы и перспективы автоматизации процесса разработки методик выполнения измерений.....	146
Мухамедханов У.Т., Мирзаев Д.А., Тураев Х.С., Кузиев З.Ж. Тестовая оценка надёжности программного обеспечения автоматизированных систем управления.....	151
Исматуллаев П.Р., Жабборов Х.Ш. Дон ва дон маҳсулотлари намлигини ўлчаш ўзгарткичларини экспериментал тадқиқи.....	154
Муминов Х.Д., Матякубова П.М., Файзуллаева У.Д., Методы исследования эффективности системы управления в современных условиях.....	160
Исматуллаев П.Р., Рахматов Д.И., Мусаева З.Д., Методика калибровки измерительных каналов автоматизированных систем управления технологическими процессами.....	164
Машарипов Ш.М., Кудратов Ж.Х. Оценка метрологического обеспечения и качества при измерении параметров нефтепродуктов при верификации методов измерений.....	167
Ахмедов Б.М., Рашидов А.С. Аналитик ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш усуллари.....	170
Машарипов Ш.М., Кудратов Ж.Х. Оценка промежуточной прецизионности при определении качества нефтепродуктов и их метрологического обеспечения.....	175
Шарипов Г.Н., Тураева Н.М., Эшмурадов Д.Э. Вопросы повышения метрологической надёжности средств измерений.....	178
Валиев Р.А., Искандаров С.Т. Вопросы по обеспечению достоверности межлабораторных сличительных измерениях физико-химических величин (на примере вязкости жидких сред).....	184
Авлиякулов Н.Н., Таиров Б.Б., Негбоев А.А. Условия измерений метрологического обеспечения производства.....	187
Таиров Б.Б., Авлиякулов Н.Н., Кодирова Ш.С. Достоверность результатов измерений с учетом метрологических свойств средств измерений.....	190
Мамажонов А.А., Абдужабборов О.О., Абдумаликов А.А., Пенополиуретанни кўпиклантириш технологик жихозини имконият кўрсаткичини аниқлаш.....	193
Кречетова Е.В., Чикмарев А.Д. Исследование работоспособности элетроемкостного метода для клеевых соединений и обработка и совершенствование программного обеспечения для определения характеристик математических моделей.....	200
Umarxodjayeva Z.N., Abduqahhorov F., Soliddinov A. Xoll effekti asosidagi datchiklar tahlili.....	203
Рахимов А.К., Бобоев Ғ.Ғ., Исследование метрологических характеристик ультразвукового счетчика газа.....	208
Muxammad Aminov A.D., Qurbonov A.P. Korxonaning metrologik ta'minot muammolari.....	210
Эргашов Қ.М., Эркабоев А.Х. Эҳтимоллар назариясини маҳсулотларни синашда қўлланилиш самарадолиги.....	212
Миралиева А.К., Муминов Х.Д. Анализ качества поверки средств измерений.....	216
Миралиева А.К., Муминов Х.Д. Машинасозлик соҳасида техникавий хужжатларнинг метрологик экспертизасининг масалалари.....	220
Isroilov F.M., Qosimov O.F., An optoelectronic device that noninvasively measures blood oxygen saturation.....	224
Шермурадова М.Ф., Рахматов Д.И., Қаландаров А.Ф. Ўлчаш воситаларини калибрлаш жараёнини автоматлаштиришнинг аҳамияти ва афзалликлари.....	228
Беккулов Ж.Ш., Математическое моделирование процесса сушки калийных удобрений в барабанной сушилке.....	230