

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.03.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

БОБОЕВ ҒАЙБУЛЛА ҒАФУРОВИЧ

**ДОН ВА ДОН МАҲСУЛОТЛАРИ СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИНИНГ
НАЗОРАТ ВОСИТАЛАРИ ВА УСУЛЛАРИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.03.01 – Асбоблар. Ўлчаш ва назорат қилиш усуллари (техника фанлари)

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ(PH.D)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент– 2019

Фалсафадоктори (PhD) диссертацияси авторефератимундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of dissertation abstract of doctor of philosophy(PhD)

Бобоев Гайбулла Гафурович

Дон ва дон маҳсулотлари сифат кўрсаткичларининг назорат воситалари ва усулларини такомиллаштириш.....3

Бобоев Гайбулла Гафуровича

Совершенствование методов и средств контроля качественных показателей зерна и зернопродуктов21

Boboev Gaybulla Gafurovich

Assessment and quality control of indicators grain and grain products.....39

Эълонқилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.03.02 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

БОБОЕВ ҒАЙБУЛЛА ҒАФУРОВИЧ

**ДОН ВА ДОН МАҲСУЛОТЛАРИ СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИНИНГ
НАЗОРАТ ВОСИТАЛАРИ ВА УСУЛЛАРИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.03.01 – Асбоблар. Ўлчаш ва назорат қилиш усуллари (техника фанлари)

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ(PHd)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент– 2019

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.2.PhD/Т749 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Тошкент давлат техника университетида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tdtu.uz) ҳамда «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: **Матякубова Парахат Майлиевна**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Ахмедов Барат Махмудович**
техника фанлари доктори
Рузиев Умиджон Абдимажитович
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

Етакчи ташкилот: **«Стандартлаштириш, сертификатлаштириш ва техник жиҳатдан тартибга солиш илмий-тадқиқот институти» давлат муассасаси (Стандартлар институти)**

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.Т.03.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «__» _____ соат ____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўч., 2. Тел.: (+99871) 246-46-00; факс: (+99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№__ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўч., 2. Тел.: (+99871) 246-03-41).

Диссертация автореферати 2019 йил «__» _____ куни тарқатилди.
(2019 йил «__» _____ даги ____ рақамли реестр баённомаси)

Н.Р. Юсупбеков
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси,
т.ф.д., профессор, академик

У.Ф.Мамиров
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгашилмий котиби,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

Х.З.Игамбердиев
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгашқошидаги илмий семинар раиси,
т.ф.д., профессор, академик

Кириш (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблигива зарурати. Жаҳонда қишлоқ хўжалиги маҳсулотларининг сифатига бўлган талаб ошиб, жумладан дон ва дон маҳсулотлари ишлаб чиқаришининг кўпгина технологик жараёнларида намликни назорат қилиш турлиўлчаш усуллари ва воситалари ёрдамида амалга оширилмоқда. Ҳозирги кунда дон ва дон маҳсулотларининг намлигини назорат қилиш қурилмаларини аниқлиги ва тезкорлигини ошириш, функционал имкониятларини кенгайтиришга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бошқариладиган ва бошқарилмайдиган омиллар таъсирида объектнинг параметрлари тўғрисидаги маълумотларни ўзгартириш усулларида фойдаланиш ҳамда дон ва дон маҳсулотларини қайта ишлаш ва ишлаб чиқариш жараёнларининг таҳлили шуни кўрсатадики, дон ва дон маҳсулотларининг намлиги технологик жараёнларнинг ҳар бир босқичида (қабул қилиш, намлаш, донни майдалаш ва янчиш, унни сақлаш) тезкор амалий қарорларни қабул қилишдаги асосий муҳим вазифаларидан бири ҳисобланади.

Жаҳонда ишлаб чиқарувчи томонидан бошқариш қарорларини қабул қилишда дон ва дон маҳсулотларини сифат кўрсаткичлари тўғрисида ҳолисона ахборотларни олишга ва дон ва дон маҳсулотларининг намлиги, температураси, шунингдек атроф-муҳит температураси ва намлигини аниқлаш учун тезкор, интеллектуал ўлчаш воситаларига талаблар кўйилмоқда. Бу борада, жумладан, дон ва дон маҳсулотларининг намлигини назорат қилишда мукамал метрологик тавсифларга эга бўлган инфрақизил нурлар асосидаги намликни ўлчаш қурилмаларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ҳозирги кунда республикамизда турли ишлаб чиқарувчилар томонидан ишлаб чиқилган ўнлаб намўлчагичлар дон ва қишлоқ хўжалигининг уруғчилигида намликни назорат қилишда кенг қўлланилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантириш Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, "...юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори кўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали sanoатни янада модернизация ва диверсификация қилиш"¹ вазифалари белгилаб қўйилган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда дон намлигини назорат қилишнинг техник қурилмалари ва замонавий усуллари таҳлил қилиш бўйича мақсадли илмий-тадқиқотлар, ўлчаш соҳасининг ривожланиш йўналишларини аниқлаш, дон намлигини назорат қилишнинг назарияси ва амалиётини такомиллаштириш муҳим масалалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 28 февралдаги ПҚ-3574-сонли "Пахта хом ашёси ва бошоқли дон етиштиришни молиялаштириш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида" ги Қарори,

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 24 августдаги ВМ 684-сон «Донни қайта ишловчи корхоналарни кўшимча равишда қўллаб-қувватлаш ва уларнинг экспорт салоҳиятини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 13 сентябрдаги ВМ731-сон «Мамлакатимиз аҳолисини ва иқтисодиёт тармоқларини рақобат ва бозор механизмларини жорий этиш асосида дон, ун ва нон билан ишончли таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2019 йил 30 сентябрдаги ВМ 829-сон «Донни қайта ишлаш корхоналари ва қолипни нон ишлаб чиқарувчиларни янада қўллаб-қувватлаш чора-тадбирлари тўғрисида» Қарорлари ҳамда мазкур соҳадаги бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларнинг амалга оширишида ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республикада фан ва технологияларни ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дон ва дон маҳсулотларининг сифат кўрсаткичларини назорат қилиш ва баҳолашда юқори самарадорликка эга бўлган қурилма ва мураккаб технологик жараёнларни бошқариш ва назорат қилиш тизимларини яратиш муаммолари ҳамда дон ва дон маҳсулотларининг нав ва турлари, ифлосланганлик, намлик каби бир қатор кўрсаткичларнинг маҳсулот сифатига таъсирини аниқлашга чет эл олимларидан Bharati Dass (Ҳиндистон), O. StuartNelson, C.Panjama, Samir Trabelsi (АҚШ), A.K. Rai, V.K. Tiwari (Ҳиндистон) В.С. Афонин, Е.С. Кричевский, А.В. Лыков, А.Н. Попов, Б.С. Сажин, Р.И. Сайтов, С.Г. Ильясов (Россия) ва республикамиз олимларидан Б.М. Ахмедов, Х.З. Игамбердиев, П.Р. Исматуллаев, М.М. Мухитдинов, Ю.Г. Шипулин, Н.Р. Юсупбеков, Э.Ў. Ўлжаев ва бошқалар катта ҳисса қўшганлар.

Республикамиз ва чет эл олимлари (П.Р. Исматуллаев, М.М. Мухитдинов, Ю.Г. Шипулин, С.Г. Ильясов, А.Н. Попов, Е.С. Кричевский) фикрига кўра намлик миқдорини ўлчаш учун мавжуд бўлган замонавий усуллардан дон ва дон маҳсулотлари намлигини ўлчашда инфрақизил усул ва нам ўлчагичлар мос келишлиги исботланган бўлиб, ушбу ўлчаш воситаларидан агросаноат мажмуасида фойдаланишда уларнинг метрологик тавсифларини аниқлашга тўла эътибор берилмаган.

Бироқ сўнги йилларда дон ва дон маҳсулотларининг намлигини назорат қилишда тезкор ва энергия тежамкор ўлчаш воситаларининг камлиги сабабли донни қабул қилиш, сақлаш ва қайта ишлашнинг замонавий технологик жараёнларида қўллаш имконини бермайдиган термогравиметрик усул асосидаги намуна олиш ва таҳлил ўтказиш кенг қўлланилмоқда. Шу билан биргаликда, дон ва дон маҳсулотларининг намлигини инфрақизил усулда назорат қилишнинг янги илмий-техникавий ва конструкторлик ечимларига, шунингдек қурилма сифатида амалга оширилишида мавжуд имкониятларидан фойдаланишга етарли даражада эътибор қаратилмаган.

Диссертация тадқиқоти ушбу долзарб ва талаб қилинадиган вазифани ҳал этишга бағишланган бўлиб, унда дон ва дон маҳсулотларининг сифат кўрсаткичларини назорат қилишда инновацион ва автоматлаштирилган назорат тизимларини ишлаб чиқиш ва амалга ошириш ҳамда бирламчи ишлаб чиқариш технологик ўлчашмаълумотларини миқдорий ўлчаш ва сифатли баҳолашнинг ишончилигини ошириш ҳисобига, сочилувчан дон материалларининг сифат кўрсаткичларининфрақизил намўлчагич ёрдамида назорат қилиш ва бошқариш самарадорлигини ошириш ўрганилган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университети илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ЁФ-2-9 – «Ҳар хил маҳсулотлар сифатини назорат қилиш учун микропроцессор жамламали бирламчи ўлчаш ўзгарткичларини тузиш ва лойиҳалашнинг назарий асосларини яратиш» (2016-2017) мавзусидаги фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади дон ва дон маҳсулотларининг асосий сифат кўрсаткичларидан бири бўлган намликни назорат қилиш асосида микропроцессорли инфрақизил намўлчагич асбобини ва унинг дастурий таъминотини ишлаб чиқиш ҳамда такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

дон ва дон маҳсулотлари намлигини назорат қилиш усуллари ва воситаларни назарияси ва амалиётининг метрологик, функционал, шунингдек фойдаланиш мезонлари асосидаги замонавий ҳолатини тадқиқ қилиш;

инфрақизил нурланиш асосида дон маҳсулотлари намлигини баҳолаш имкониятларининг назарий таҳлилини ўтказиш;

дон ва дон маҳсулотлари сифат кўрсаткичларини назорат қиладиган инфрақизил ўзгарткичларнинг метрологик тавсифларини таҳлил қилиш;

фойдаланишшароитида инфрақизил нурларнинг намликка боғлиқлигини экспериментал тадқиқот ўтказиш учун дон маҳсулотларининг намлигини инфрақизил намўлчагич билан ўлчаш учун унинг янги конструкцияси, ўлчаш усули ва дастурий таъминотини ишлаб чиқиш;

дон ва дон маҳсулотларини асосий сифат кўрсаткичларини, яъни намлигини назорат қилишнинг тезкор усулини такомиллаштириш;

яратилган инфрақизил намўлчагични донни сақлаш ва қайта ишлаш саноати тармоғида тажриба-саноат синовидан ўтказиш ва таклиф қилинаётган қурилмани техник-иқтисодий кўрсаткичлари ва жорий этиш самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатидаагросаноат мажмуасининг қайта ишлаш тармоқларидан бири бўлган дон ва дон маҳсулотларининг сифат кўрсаткичини аниқлайдиган инфрақизилусул ва шу асосида ишлайдиган назорат воситаси олинган.

Тадқиқотнинг предмети дон ва дон маҳсулотларининг сифат кўрсаткичлари тўғрисидаги бирламчи миқдорий ва сифатли ўлчаш маълумотларини олиш аниқлиги, тезкорлиги ва ишончилигини ошириш

муаммосига тегишли бўлган илмий-услубий масалалар мажмуаси ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида тизимли таҳлил, ахборот-ўлчов тизимлар назарияси, хатоликлар назарияси, автоматик бошқарув назарияси, математик моделлаштириш ва статистик таҳлил ҳамда ҳисоблаш техникаси ва усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

дон намлигини назорат қилишнинг инфрақизил усули ва унинг метрологик тавсифларини яхшилаш йўллари ишлаб чиқилган;

дон ва дон маҳсулотларининг сифат кўрсаткичларини назорат қилиш ўзгарткичларини метрологик тавсифлари ва унинг таснифи ишлаб чиқилган;

дон намлигини назорат қилиш учун интеллектуал намўлчагич яратиш имконини берувчи инфрақизил намўлчагичнинг янги конструкцияси, алгоритми ва ишлаш дастури ишлаб чиқилган;

дон ва дон маҳсулотларининг асосийсифат кўрсаткичларидан бири бўлган намликни назорат қилишни тезкор усулини замонавий инфрақизил ўлчаш ўзгарткичлари ҳамда ахборот технологиялари асосида такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари. Бажарилган тадқиқот натижалари инфрақизил намўлчагичнинг ишончилигини таъминлашнинг ишлаб чиқилган усул ва алгоритмлари асосида дон намлигини тезкор назорат қилишнинг рақамли ўлчаш асбоби яратилган ва жорий қилинган. Дон ва дон маҳсулотларининг намлигини назорат қилишга мўлжалланган барқарор, минимал энергия сарфлайдиган фотодиодли бирламчи ўлчаш ўзгарткичли инфрақизил қурилма ишлаб чиқилган ва тажрибавий тадқиқ қилинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги замонавий усуллар ва воситалардан фойдаланиб, бажарилган назарий ва тажриба тадқиқотлари натижаларига мувофиқлиги, шунингдек ўлчаш воситалари орқали олинган тажриба синовларини ишлаб чиқариш корхоналарида олиб борилганлиги ва унинг натижаларининг ижобий эканлиги билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти дон ва дон маҳсулотларининг асосийсифат кўрсаткичларидан бири бўлган намликни инфрақизил нурлар ёрдамида назорат қилишнинг оптик усул ва воситаларининг такомиллаштирилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти таклиф этилган, яъни дон ва дон маҳсулотларининг намлигини инфрақизил нурлар ёрдамида аниқлаш, ушбу қурилманинг конструкциясини ишлаб чиқиш, ўлчаш жараёнлари, маълумотларни таҳлили ва ўлчаш жараёни, унинг қурилмасининг алгоритмларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш, ҳамда ушбу усул ва қурилма орқали намликни назорат қилиш жараёнида сарф-харажатларнинг сезиларли даражада камайтириш билан таъминланди.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Дон ва дон маҳсулотлари сифат кўрсаткичини назорат воситаси ва усулини такомиллаштириш ҳамда ишлаб чиқилган илмий натижалар асосида:

доннинг сифат кўрсаткичларидан бири бўлган намликни назорат қилишда қўлланиладиган инфрақизил намўлчагич “G’alla-alteg” АЖга жорий қилинган (“Ўздонмаҳсулот” акциядорлик компаниясининг 2019 йил 23 октябрдаги 6-1-2/355-2216-сон маълумотномаси).Натижада донни қайта ишлаш корхонасида мавжуд донни намлигини ўлчаш воситаларига нисбатан тезкор, аниқ ва ишончли баҳолашимкони яратилган;

дон намлигини назорат қилиш учун интеллектуал намўлчагич яратиш имконини берувчи инфрақизил намўлчагичнинг янги конструкцияси, алгоритми ва ишлаш дастури“G’alla-alteg” АЖга жорий қилинган(“Ўздонмаҳсулот” акциядорлик компаниясининг 2019 йил 23 октябрдаги 6-1-2/355-2216-сон маълумотномаси).Натижада намликни назорат қилишда замонавий ахборот технологиялари асосида маълумотларни алгоритмик таҳлил қилиб, уни саклаш ва масофага жўнатиш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотлар натижалари 7 та илмий анжуманларда, жумладан 2 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтказилган ва маъқулланган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.Бажарилган тадқиқот натижалари бўйича 20 та илмий ишлар, жумладан, Ўзбекистон Республикаси ОАК эътирофэтган илмий журналларда 10 та мақола, шундан 5 та хорижий журналларданашр қилинган, шунингдек ЭҲМ учун яратилган дастурий маҳсулот рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисида гувоҳнома олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат.Диссертация иши 121 саҳифадан иборат асосий матн 32 та расм, 15 та жадвалданташкил топган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Дон ва дон маҳсулотлари сифат кўрсаткичларининг назорат воситалари ва усуллари таҳлили**» деб номланган биринчи бобида илмий муаммонинг танқидий жиҳатдан ечиладиган замонавий ҳолати таҳлил этилган.

Дон ва дон маҳсулотлари сифат кўрсаткичлари доннинг каттиқлиги, ранги, хиди, шаффофлиги, ифлос аралашмалар миқдори, натураси, клейковинамиқдори ва намлиги каби кўрсаткичлар таҳлил қилинган. Доннинг сифат кўрсаткичларининг энг асосийларидан бири бўлган намликни доимий назорат қилиш муҳим ҳисобланади. Доннинг намлиги уни сақлаш ва қайта ишлаш жараёнида катта аҳамият касб этади.

Дон ва дон маҳсулотларини сақлаш ва қайта ишлаш жараёнида ҳозирги кунда намликни назорат қилишда бир қанча усул ва ўлчаш воситаларидан фойдаланилади. Республикамиздаги донни сақлаш ва қайта ишлаш корхоналарида асосан намликни назорат қилишнинг машаққатли ва узоқ вақт талаб этадиган термогравиметрик усулига асосланган қуритиш шкафларидан фойдаланиш давом этмоқда. Кенг тарқалган ананавий термогравиметрик усуллар содда ва қониқарли аниқлик натижаларини беради, аммо ўлчаш давомийлиги каби камчиликларга эга ва автоматлаштириш қийин. Лаборатория тадқиқотларида асосан термогравиметрик усуллар қўлланилади. Электрик ва механик усуллардан фойдаланиш қийин, асосан улар маълум бир лабораторияларда мавжуд.

Намликни ўлчашнинг мавжуд усулларидан дон ва дон маҳсулотларининг намлигини ўлчаш учун инфрақизил усули кўпроқ қизиқиш уйғотади, унинг асосий устунлиги намликни нафақат лаборатория шароитида, балки жараён давомида ҳам контактсиз, тез ва етарли даражада аниқ ўлчаш имконияти, шу билан бирга маълумотларни масофага узатиш тизимини яратиш мумкин. Илмий ишда дон намлигини назорат қилишда оптик усулга асосланган инфрақизил намўлчагичлар ишлаб чиқаришга тавсия этилган. Ушбу усул бошқа усулларга қараганда тезкорлиги ва аниқлиги билан ажралиб туради. Илмий изланишлар ва фан-техниканинг ривожланиши асосида микропроцессорли интеллектуллаштирилган замонавий намўлчагичлар яратишга замин яратилди. Шу билан бир қаторда янги турдаги датчикларни қўллаш ва дастурий таъминотини яратиш орқали ўлчаш воситаларининг ишончлилиги ва хатолиги сезиларли камайтирди.

Диссертациянинг **«Дон ва дон маҳсулотларининг намлигини инфрақизил нурлар ёрдамида аниқлаш имкониятларини назарий асослаш»** деб номланганикинчи бобида дон ва дон маҳсулотларининг намлигини инфрақизил нурлар ёрдамида аниқлаш имкониятлари назарий жиҳатдан асослаб берилган. Дон намлигининг инфрақизил нурлар ёрдамида аниқлашда факторли модели ишлаб чиқилган, қурилманинг асосий хатолигини аниқлаш тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Сочилувчан ва каттиқ материалларнинг намлигини назорат қилиш учун яқин спектрал минтақада инфрақизил нурланишдан фойдаланиш кондуктометрик, диэлькометрик, ЯМР (ядро магнит резонанс), ЭПР (электрон парамагнитик резонанс) ва радиоактив усулларга нисбатан бир қатор афзалликларга эга. Биринчидан, улар юқори сезгирликни, таҳлил натижаларининг модданинг тузилиши ва кимёвий таркиби, текширилаётган намунанинг ҳарорати, қалинлиги ва зичлиги, контактсиз таҳлил қилиш имконияти каби омилларга камроқ боғлиқлигини ўз ичига олади.

Сочилувчан ва қаттиқ материалларнинг намлигини ўлчаш принципи таҳлил қилинаётган намунанамлигига диффуз тарзда акс эттирилган нурланиш интенсивлигининг боғлиқлигига асосланади. Нурсиз ёки шаффофлашган юзаларга эга материалларда диффуз кўзгу кузатилади. Бундай восита томонидан акс эттирилган нурланиш кўзгу ва тарқоқ қисмлардан иборат. Ютилган нурланишнинг тарқаладиган таркибий қисмининг муҳитда сингиши сабабли сусайиши Бугер-Ламберт-Бир қонунларига бўйсунди.

Тарқалган муҳитни акс эттиришнинг оптик боғлиқликларининг асосий назарияси Кубелка ва Мунк назарияларидир, бошқа тадқиқотчилар ушбу назарияга муҳим ҳисса қўшдилар.

$$\rho = \frac{(1-\beta^2)e^{Kd} - e^{Kd}}{(1+\beta)^2 e^{Kd} - (1-\beta^2)e^{-Kd}}$$

бу ерда $K = [k(k+2S)]^{1/2}$; $\beta = K/(K+2S)$; k - диффузияжараёнида ютилган нурланиш компонентининг қайтиш коэффиценти чексиз қалин қатламнинг нисбий акс эттириш қиймати.

$$\rho_{\infty} = 1 + \frac{K}{S} - \sqrt{K^2/S^2 + 2K/S}.$$

Дон ва дон маҳсулотларни сифат кўрсаткичларини оптик усулда аниқлаш учун, нурлар оқими маълум қалинликдаги ютувчи муҳитдан ўтгандава бир қисми қайтганда, унинг интенсивлиги қанчага камайиши ёки кўпайишини аниқлаш керак.

Дон ва дон маҳсулотларидан ўтадиганинфрақизил нурнинг ютилишини кўриб чиқамиз. Бундай донгатушаётганинфрақизил нурнинг бир қисми модда томонидан танлаб ютилади. Бу ҳолда инфрақизил нурнинг интенсивлиги камаяди. Шундай қилиб, инфрақизил нурларни кюветага қўйилган назорат қилинаётган объектдан бир қисмини қайтаради, бир қисмини ютади ва яна бир қисми эса материалдан ўтади. Тушаётган нур интенсивлигини λ_0 , назорат қилинаётган объектдан ўтган нур интенсивлигини $\lambda_{\text{ўт}}$, назорат қилинаётган объект томонидан ютилганини $\lambda_{\text{ют}}$ ва қайтган (сочилган) нур $\lambda_{\text{кай}}$ деб белгилаб оламиз. Бу ҳолда моддага тушаётган нур интенсивлиги λ_0 , $\lambda_{\text{ўт}}$, $\lambda_{\text{ют}}$ ва $\lambda_{\text{кай}}$ ларнинг йиғиндисига тенг бўлади.

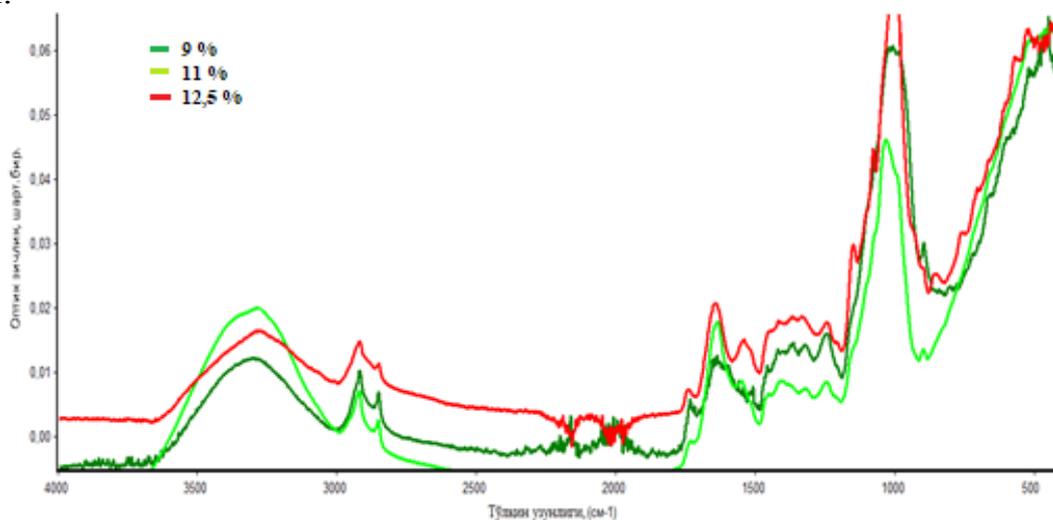
$$\lambda_0 = \lambda_{\text{ўт}} + \lambda_{\text{ют}} + \lambda_{\text{кай}}.$$

Қайтган нурнинг интенсивлиги дон ва дон маҳсулотлари намлигининг ўзгаришига қараб кўпаяди. Бунда таҳлилда ўрганилаётган объект ва назорат қилинаётган объектдан берилган нурларнинг интенсивлиги солиштирилади ва бундай ҳолда кюветалардан қайтган нурларнинг интенсивликлари бири-бирига тенг бўлади. Шунинг учун қайтган нурлар интенсивлигини ҳисобга олган ҳолда дон ва дон маҳсулотларини намлигини аниқлаш мумкин.

1-расмда буғдой дони таҳлили 2,5 $\mu\text{м}$ дан 25 $\mu\text{м}$ гача тўлқин узунлигида олинган бўлиб, таҳлиллар шуни кўрсатадики, инфрақизил нурлар таъсирида доннинг инфрақизил нурларни ютиши ва қайтиши ҳар хил намликда турлича натижаларни кўрсатмоқда.

Ушбу графикда уч хил: 9, 11 ва 12,5 % намликда солиштирилганда, улар бир бирига мос эмас ва турлича, бундан хулоса қилиш мумкинки, буғдой

дони намлигини инфрақизил нурлар ёрдамида аниқлаш мумкин. Олинган натижалар ва таҳлиллар асосида доннинг намлигини назорат қилишда 5,5-6,5 μm ва 8-10 μm тўлқин узунликларида дон ва дон маҳсулотларининг намлигини инфрақизил нурлар ёрдамида аниқлаш кутилган натижани беради.



1-расм. 9, 11 ва 12,5 % намликдаги бугдой донини 2,5-25 μm тўлқин узунлигида инфрақизил нурлар таъсирида ўзаро боғлиқлигини солиштириш таҳлили

Дон ва дон маҳсулотларининг асосий сифат кўрсаткичларининг энг асосийларидан бири бўлган намликни назорат қилишнинг инфрақизил намўлчагичларни тақдим этишда факторли таҳлил модели ишлаб чиқилди. Дон намлигини факторли таҳлил модели, жумладан сочилувчан материалнинг умумий нурланишининг ташкил этувчиларихусусий моделларини тавсифлайдиган материал намлигининг материалнинг инфрақизил нурланишларга боғлиқ бўлган факторли моделини таклиф қилиш учун асосларни беради. Биринчи яқинлашишда бундай моделни чизиқли кўринишда тақдим қиламиз:

$$F = F_{ist} + F_{Wist} + F_{W\phi} + F_{\phi} + F_{ш}; \quad (1)$$

бу ерда F – асбобга келиб тушадиган умумий нурланиш оқими, Вт; F_{ist} – дондан (фазасиз) қайтаётган нурланиш оқими, Вт; F_{Wist} – манбадан чиқаётган нурланиш оқими, Вт; F_{ϕ} – фондан чиқаётган нурланиш оқими, Вт; $F_{ш}$ – бошқа номаълум ёки ҳисобга олинмайдиган омиллардан чиқаётган нурланиш оқими, Вт.

Ўлчаш воситасининг оптик ва электрон тизимларида қайта шакллантиришлардан кейин (1) тенглама қуйидаги кўринишни қабул қилади:

$$F \Rightarrow I = I_{ist} + I_W + I_{\phi} + I_{ш}; \quad (2)$$

бу ерда I – асбобнинг чиқишидаги электрон сигнал; I_{ist} – сигналнинг суяқ фазасиз манбадан чиқаётган ташкил этувчиси; I_W – сигналнинг донни сувли фазаси ва ҳавони газ фазасидан чиқаётган ташкил этувчиси; I_{ϕ} – сигналнинг

фондан чиқаётган ташкил этувчиси; I_{ur} —сигналнинг бошқа номаълум ёки ҳисобга олинмайдиган омиллардан чиқаётган ташкил этувчиси.

(2) моделни ташкил қиладиган омиллар сифатида ўлчаш жараёнида ўлчаш кўпроқ осон бўлган омиллар чиқиши мумкин: T_d – доннинг ҳарорати; T_x —ҳавонинг ҳарорати; W_x —ҳавонинг нисбий намлиги.

Шунда (2) моделни омилли моделга айлантириш (трансформациялаш) мумкин:

$$I \Rightarrow I_d = k_d \cdot T_m + k_W \cdot W_d + k_{W_x} \cdot W_x + k_{T_x} \cdot T_x + \varepsilon_x; (3)$$

бу ерда I — дон намлигининг омилли моделининг чиқишидаги сигнал; T_m — материалнинг ҳарорати; W_d —доннинг намлиги; W_x — ҳавонинг намлиги, T_x — ҳавонинг ҳарорати; ε_x — ҳисобга олинмайдиган ва номаълум омилларнинг сигнали; $k_d, k_W, k_{W_x}, k_{T_x}$ – чизикли моделнинг мос равишда доннинг ҳарорати, намлиги, ҳавонинг намлиги ва ҳарорати учун коэффицентлари.

Дон намлигининг факторли модели (3) ҳисобга олган ҳолда қуйидаги якуний кўринишга эга бўлади:

$$W = k'_W(I_d - \varepsilon_x) - (k'_d \cdot T_d + k'_{W_x} \cdot W_x + k'_{T_x} \cdot T_x);$$

бу ерда

$$k'_W = \frac{1}{k_W}; k'_d = \frac{k_d}{k_W}; k'_{W_x} = \frac{k_{W_x}}{k_W}; k'_{T_x} = \frac{k_{T_x}}{k_W}.$$

Ушбу моделда ўлчаш воситаси сигналининг катталигига фон омиллари таъсир кўрсатиши мумкин:

1) T_x - ҳавонинг ҳарорати, ўлчаш шароитида намликни ўлчаш натижаларига таъсирни компенсациялашда ундан фойдаланиш мумкин бўлиши учун назорат қилиниши лозим;

2) W_x - ҳавонинг нисбий намлиги, ўлчаш шароитида намликни ўлчаш натижаларига таъсирни компенсациялашда ундан фойдаланиш мумкин бўлиши учун назорат қилиниши лозим;

3) T_m - материалнинг ҳарорати, ўлчаш шароитида намликни ўлчаш натижаларига таъсирни компенсациялашда ундан фойдаланиш мумкин бўлиши учун назорат қилиниши лозим.

Диссертациянинг «**Дон ва дон маҳсулотларининг намлигини назорат қилишда инфрақизил ўлчаш воситасини ишлаб чиқиш ва экспериментал тадқиқот қилиш**» деб номланган учинчи бобида дон намлигини инфрақизил нурлар ёрдамида аниқлаш учун ўлчаш воситасининг экспериментал варианты таклиф қилинган. Дон намлигини инфрақизил нурлар ёрдамида аниқлаш усулини экспериментал қурилмаси ишлаб чиқилган.

Инфракизил нурланиш қабул қилгичи – пироэлектрик датчиклар, дон намлигини инфрақизил намўлчагичлар билан ўлчаш учун эксперимент тадқиқоти дастури, Microchip ATmega328P микроконтроллери асосида микропроцессорли инфрақизил намўлчагични ишлаб чиқиш, дон намлигини ўлчаш учун тавсия этилган қурилманинг метрологик тавсифларини аниқлаш тўғрисида маълумотлар бериб ўтилган.



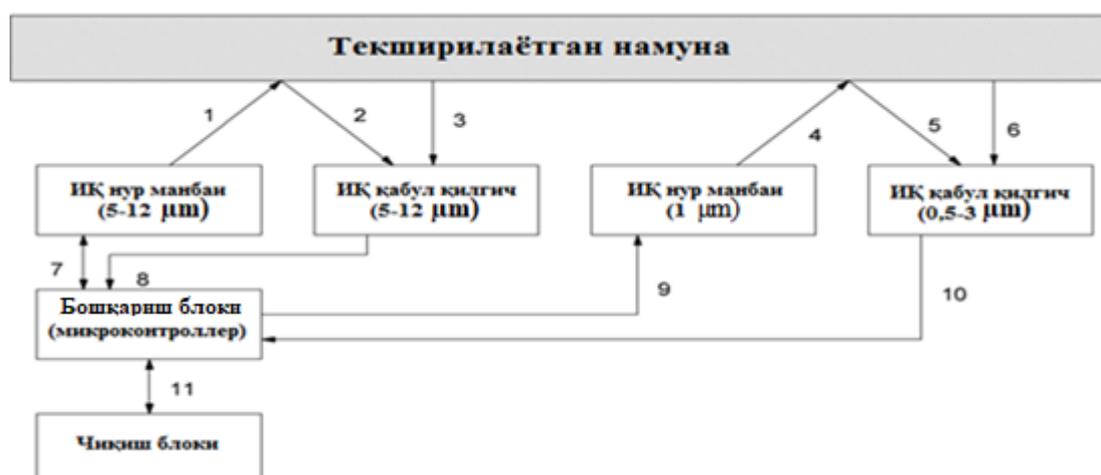
Инфрақизил нурлар ёрдамида дон намлигини аниқлаш жараёнини 2-расмда келтирилган умумий содда тузилиш схемаси тўртта асосий звенони ўз ичига олади.

2-расм. ИҚ тизимнинг схемаси: ИҚТ – инфрақизил нур тарқатиш тизими; ҚҚҚ – инфрақизил нурларни қабул қилувчи қурилма; МИБ – маълумотларга ишлов бериш қурилмаси; МҚЭ – маълумотларни қайд этиш қурилмаси

Инфрақизил нур тарқатиш тизимимахсус ёруғликдиодлари, лампалар ва инфрақизил қиздиргичларни қўллаш мумкин, бу тизим инфрақизил нурларни тарқатади. Инфрақизилнур тарқатувчи ёруғликдиодларини бир ёки икки каналли қилиш ҳам мумкин. Ишлаб чиқилган эспериментал қурилманинг инфрақизил нурлар тарқатувчи тизими кўйидагилардан таркиб топган: кучланиш манбаи, инфрақизил нурларни маълум вақт давомида тўсиб турувчи ёки ўтказувчи қурилма, яънимодуллаштириш қурилмаси.

Бундан ташқари, инфрақизил нурланиш тарқатиш жараёнида оптик тизимни ҳам қўллаш мумкин, бу тизим инфрақизил нурларни қабул қилиш, уни оптик ва кенгликда филтрлаш ва модуляциялашни амалга оширади. Оптик тизим бир каналли ва кўп каналли бўлиши мумкин.

Қабул қилувчи қурилманазорат қилинаётган объектдан чиқаётган инфрақизил нурланишни электр сигналига айлантириш учун мўлжалланган, инфрақизил нурланишни қабул қилувчи яримўтказгичли фотодиод, сигнал кучайтиргичларидан ташкил топган.



3-расм. Дон ва дон маҳсулотлари намлигини назорат қилишга тавсия этилаётган қурилманинг функционал схемаси: 1 - 5-12 мкм диапазондаги ИҚ нурланиш; 2 - текширилаётган намунага ИҚ нурларни йўналтириш; 3 - 5-12 мкм тўлқин узунлигидаги фон; 4 - 0,8-1 мкм диапазондаги ИҚ нурланиш; 5 - текширилаётган намунага ИҚ нурларни йўналтириш; 6 - 0,5-3 мкм тўлқин узунлигидаги фон; 7,9 - сигналларни

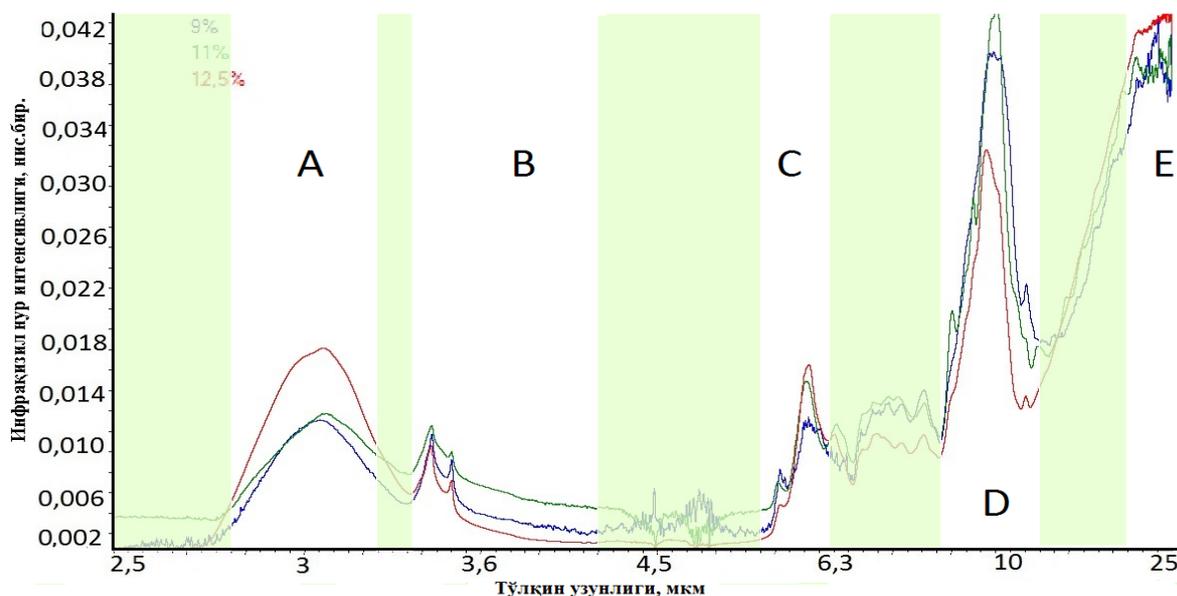
бошқариш (мураккаброқ бошқариш схемасига эга бўлганлиги учун нурлантиргичнинг 5-12 μm диапазонда бошқариш блоки билан тескири боғлиқлиги мавжуд бўлади); 8,10 - ўлчаш сигналлари; 11 - бошқариладиган сигналлар ва маълумотларни тақдим этиш.

Маълумотларга ишлов бериш қурилмаларимикропроцессор, микросхемалари ёрдамида қурилади. Улар ишлов бериш вазифаларига боғлиқ равишда кучайтиргичлар, филтрлар, қўшимча қурилмалари, ҳар хил турдаги ночизикли элементларни ўз ичига олади. Мураккаброқ ҳолатларда ишлов бериш қурилмасига махсус аналог ёки рақамли ҳисоблагичлар киритилади.

Маълумотлар чиқишда инфрақизил тасвирлар, узлуксиз сигналлар, жадвалли, рақамли ва матнли маълумотлар кўринишида тақдим қилинади. У бевосита кузатиш учун берилиши ёки аналог ва рақамли элтувчиларга ёзилиши мумкин.

Маълумотларни қайд этиш қурилмаси, эҳтиёжларга боғлиқ равишда, ўз таркибига дисплей қурилмалари, босиб чиқарадиган қурилмалар, суратли қайд қилувчи қурилмалар, ёзиб олувчи, эслаб қолувчи ва маълумотларни масофага узатувчи қурилмаларни олиши мумкин (3-расм).

4-расмда турли намликларга эга бўлган намуналар учун ёритилган (қабул қилинган) нурланишнинг нисбий амплитудасида сезиларли фарқ мавжуд бўлган бир неча тўлқин узунлиги оралиғи ажратилган.



4-расм. 2,5-25 μm тўлқин узунлигидаги ўлчаш нукталарида буғдой донини 9, 11 ва 12,5 % намликларифарқини солиштирма таҳлили графикалари

A оралик (2,7 .. 3,2 μm); B оралик (3,4...4,4 μm); C оралик (5,5..6,3 μm); D оралик (8..11 μm); E оралик (20..25 μm).

Ўртача тўлқин узунлиги оралиғи намликнинг беқарор бирлашуви ва доннинг қайтарилувчанлиги билан тавсифланади.

A ораликда учта намунанинг тавсифлари анча оған ва уларнинг чўққиларидаги тўлқин узунликлари сезиларли яқин. Бироқ, шу билан бирга,

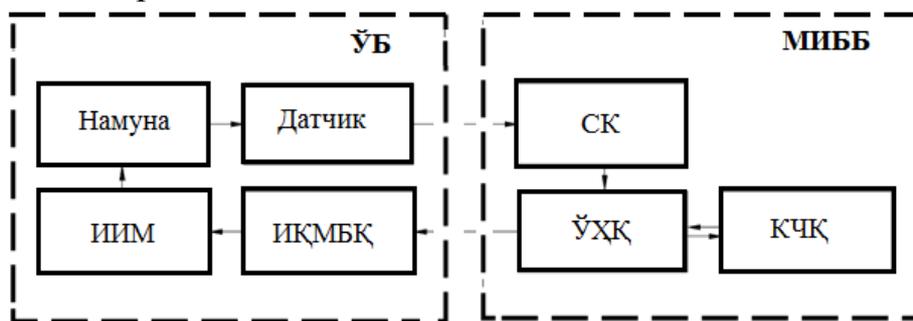
ИҚ-нурланишнинг барқарор манбаини ва ушбу ораликда сезгир қабул қилувчини олиш осон эмас.

Воралиқда учта дон намунаси учун нисбатан яқин оғишларга эга мўътадил пасайишни ва 2 таликни ўз ичига олади. Бир оз салбий корреляция бор, лекин айти пайтда, намлик миқдори 11% бўлган дон намунасининг ноаниқ фарқи мавжуд. Графикнинг бу қисми сув (спиртли ва феноллар) мавжудлигида органик кимёвий бирикмалар пайдо бўлишига боғлиқ равишда тушунтирилиши мумкин.

С оралиғида иккита юқори чўкки нурланиш бор. Биринчи (чап) намлик ва амплитудалар орасида салбий, иккинчиси эса ижобий муносабатларга эга. Корреляция жуда аниқ, шунинг учун биз бу диапазонни ўлчовлар учун ишлатишимиз мумкин.

Д ораликда инфрақизил нурларнинг амплитуда қийматиэнгкатта қийматига эришади, чунончи бунда намунанинг инфрақизил нурларни ютилишидаги фарқ сезиларли даражада намоён бўлади. Аммо 11% намлик олинган нотурғун корреляцион боғланишни тўғрилаш учун графикни координата бошидан бошлаш зарур. Шу муносабат билан, муайянбоғлиқликни топиш қийин. Графикнинг бу қисми сувнинг мавжудлигида органик кимёвий бирикмалар ҳосил бўлишига қараганда камроқ даражада ҳисобланиши мумкин. Бундан ташқари, ушбу интервалда ИҚ нурланиш учун ҳавонингсингдирувчанлигининг пасайиши кузатилади. Бирок, ИҚ диапазонининг бу қисми С диапазонида амалга оширилган ўлчашларни тўғрилаш ва яхшилаш учун ишлатилиши мумкин.

Е оралиғида ўлчаш натижаларининг ноаниқлиги, инфрақизил нурларнинг ютилиши, дон таркибига боғлиқлиги ва шу қаторда ўлчаш воситаларининг мавжуд эмаслиги ва баъзи камчиликлар борлиги сабабли ўлчаш имкониятларининг чекланганлиги келиб чиқади.



Олинган маълумотларга асосланиб, 5-12 μm ИҚ нурланиш оралиғи танланган. Бундан ташқари, инфрақизил нур манбаининг ёрқинлигини ва датчиклар сезгирлигини яхшилашшунингдек, ўлчаш натижаларидан фон нурланишини истисно қилиш учун 1 μm лик тўлқин узунлиги ва 0,5-3 μm оралиғида ишлайдиган қўшимча инфрақизил нур манбаидан фойдаланишга қарор қилинди.

5-расм. Микропроцессорли ўлчаш ва маълумотларга ишлов бериш блокининг функционал схемаси

Намликни ўлчайдиган микропроцессор қурилмасининг ўлчаш блоки ва маълумотларга ишлов бериш блокининг тузилиш схемаси (5-расм) қуйидаги асосий элементлардан таркиб топган: ЎБ – ўлчаш блоки, МИББ – маълумотларга ишлов бериш ва уларни акс эттириш блоки; у қуйидаги блокларни ўз ичига олади: ИҚМБҚ – инфрақизил нурланиш манбаини бошқариш қурилмаси; ИИМ – инфрақизил нурланиш манбаи; ўрганиладиган материал (намуна); инфрақизил нурланишни ўлчайдиган датчик; СК – сигнални кучайтиргич; ЎХҚ – ўлчаш-ҳисоблаш қурилмаси; КЧҚ – кириш-чиқиш қурилмаси. Намликни ўлчаш учун мўлжалланган микропроцессор қурилмаси 5В барқарорлаштирилган кучланиш манбаи ва 3В юқори қувват манбаидан қувватланади.

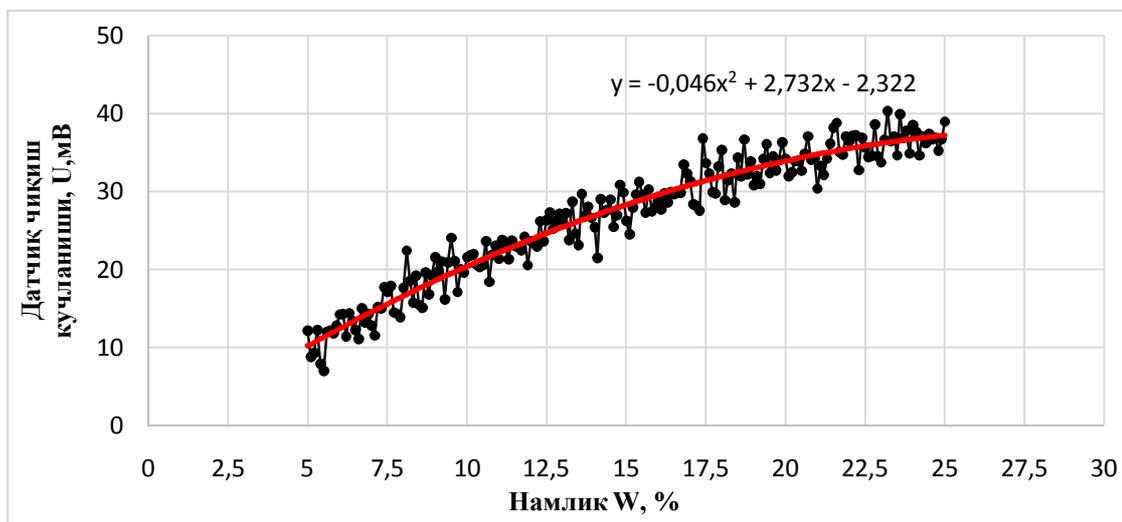
Ишлаб чиқилган дон намлигини ўлчаш қурилмасида T_p пирозэлектрик датчикнинг сигналига бир пайтнинг ўзида бир нечта – W_x , T_x , T_{k1} , T_{px} , W_{px} омилларнинг таъсири кўриб чиқилди.

Бизнинг регрессия тенгламасини тузиш ва коэффицентларни оптималлик критерияси сифатида ҳисоблаш шартларимиздан келиб чиқиш билан энг кичик квадратлар усулидан фойдаланилган.

$$y = 0,95 + 0,08 \cdot W_x + 0,065 \cdot T_x - 0,36 \cdot T_{k1} + 1,08 \cdot T_{px} - 0,01 \cdot W_{px}.$$

Лаборатория экспериментида олинган моделларнинг параметрлари бўйича шундай хулосага келиш мумкинки, барча ҳолатларда доннинг намлиги қурилма сигналинини кучайтиради. Лекин, ҳавонинг ҳарорати, ҳавонинг намлиги, текширилаётган доннинг ҳарорати ва қурилма корпусининг ҳарорати каби омиллар ва параметрлар қурилма сигналининг катталигига ҳар хил таъсир кўрсатади.

Бу экспериментларни ўтказиш шароитлари бир хил бўлмаган – ушбу моделда ҳисобга олинмайдиган омилларнинг бир қисми экспериментлар давомида ўзгариши билан боғлиқдир. Шу сабабли ушбу кўп омилли чизикли моделни қурилма сигналининг катталиги бўйича намликни аниқлаш учун қабул қилиб бўлмайди. Ишлаб чиқилган қурилма ишончлилиги ва хатолигини камайтириш учун факторли моделдан (яъни ҳар қандай қора жисм ўзидан инфрақизил нурлар тарқатиши мумкин, бу хатоликнинг ошиши ва қурилма ишончилигининг пасайишига таъсир қилади) келиб чиқиб, қабул қилувчи датчикни танлашда 5-12 μm тўлқин узунлигидан сўнг қайтган нурларни қабул қиладиган датчик D204В танланган.



6-расм. Инфрақизил намўлчагич қурилмаси сигнали кучланишининг доннинг намлигига ўзаро регрессион боғлиқлиги

6-расмдан кўришиб турибдики, олинган регрессия тенгламаси чизиқли характерга эга ва лаборатория тадқиқотларини ўтказишда олинган регрессия тенгламаси билан мос тушади. $\lambda(W)$ боғланиш қийматларининг нуқталарда намликнинг ортиши туфайли қайтарувчанлик қобилятининг, яъни инфрақизил нурларнинг интенсивлиги ҳисобига кучланишини ошиши билан изоҳланади.

Диссертациянинг «Дон ва дон маҳсулотлари учун инфрақизил намўлчагични амалиётда қўллаш натижалари» деб номланган тўртинчи бобида ишлаб чиқилган инфрақизил намўлчагичнинг техник тавсифлари, дастурий таъминотини ишлаб чиқиш, ишончлилигини ҳисоблаш тўғрисидаги маълумотлар берилган.

Микропроцессор қурилмаларидан фойдаланиш нафақат инфрақизил намлик ўлчагичларни оптималлаштириш масалаларини самарали ҳал этиш, балки уларнинг ишлаб чиқариш ва иқтисодий хусусиятларини яхшилаш ҳамда уларнинг функционал имкониятларини сезиларли даражада кенгайтириш имконини беради. Бунга эришиш, ўлчаш маълумотларини қайта ишлаш ва ишлаб чиқариш учун зарур бўлган барча арифметик ва мантиқий ҳатти-ҳаракатлардан қатъий назар, ижро этилишгача, дастур назорати остида ўтказилиши билан амалга оширилади. Бундан ташқари, дастурни хотирада сақланган бошқа дастур билан алмаштириш имконияти ўлчаш асбобининг янада мослашувчанлиги ва кўп қиррали бўлишини таъминлайди.

1-жадвал

Ишлаб чиқилган ва мавжуд намлик ўлчагичларининг қиёсий техник тавсифлари

Техник тавсифлари	Термогравиметрик намўлчагич (стандарт усул)	Намўлагич ОН AUS MB25	Ишлаб чиқилган инфрақизил намўлчагич
Ўлчаш оралиғи, %	7÷45	0,05÷100	7÷25
Ўлчаш хатолиғи, %	0,5	0,05	0,5

Ўлчаш вақти, мин	90÷120	10÷40	1
Намуна ҳарорати, °С			10÷30
Намуна массаси, грамм	10	5-15	10±5
Кўшимча хатолик, %	0,12	0,12	0,05
Оқимда ўлчаш имконияти	йўқ	йўқ	ха
Манба кучланиши ва частотаси	220 В, 50 Гц	100-240 В, 50/60 Гц	5 В
Истеъмол қуввати, Вт	1200	250	10
Асбоб ўлчамлари, (КхБхК), мм	400х450х400 - СЭШ-3М; 500х420х300 - Аналитик тарози	170х130х280	150х250х100
Асбоб массаси, кг	36	2,3	1

Ўлчаш воситаси сифатида олинган ванамликни термогравиметрик усулдаги назорат қилиш тизими ҳамда ишлаб чиқилган инфрақизил намўлчагичнинг қиёсий техник кўрсаткичлари 1-жадвалда келтирилган. Ушбу жадвал ишлаб чиқилган қурилма асосий ўлчаш воситаларига, яъни термогравиметрик қурилма ва стандарт усулга нисбатан бир қанча устунликка эга эканлигини кўрсатади.

Қурилмадан олинган намлик ҳақидагинатижаларнинг ишончилигини ошириш учун биз қуйидаги усулларни қўладик:

1) тасодифий хатоликларни камайтириш учун, намунанинг кюветага жойлаштиришни бир нечта кузатишларнинг ўртача натижаларини аниқлаш орқали;

2) намунани жойлаштиришда қайтган нурларнинг тўғри тақсимотини таъминлаш орқали, ўрганилаётган материалларнинг бир хиллиги хатоликни камайтиради;

3) хатонинг тизимли ташкил этувчисини камайтириш учун таъсир этувчи факторларни ўлчаш натижасига қараб кўриб чиқдик. Яъни таъсир этувчи факторлар T_m – материалнинг ҳарорати; W_d – доннинг намлиги; W_x – ҳавонинг намлиги; T_x – ҳавонинг ҳарорати; ε_x – ҳисобга олинмайдиган ва номаълум омилларнинг сигнали. Mathcad амалий дастурлар пакетини қўллаш билан олинган натижалар бўйича, ўлчаш воситаси сигналининг доннинг намлигига кўпфакторли регрессион боғланиши ва унинг максимал ва минимал ишонч интерваллари қурилган.

Ишлаб чиқилган инфрақизил намўлчагич бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотлар 2017 – 2018 йилларда декабрь-январь ойларида “Ўздонмахсулот” АК қарашли “G’alla-alteg” АЖдаги лабораторияда ўтказилди. Тадқиқотларда намўлчагичлабораторияларда мавжуд намлик ўлчаш воситалари билан қиёсланди. Ўтказилган лаборатория тадқиқотларида классик усул қўлланилган: доннинг намлиги мақсадли тарзда маълум бир катталиқка ўзгартирилган, параллел равишда доннинг иссиқлик-физикавий параметрлари ва инфрақизил нурларни ютилиш ва қайтариш интенсивлиги

катталиги ўлчанган. Олинган натижалар асосида инфрақизил нурларни қайтариш интенсивлиги дон намлигига боғлиқлиги исботланган.

Замонавий ахборот технологиялари асосида ўлчаш маълумотларини таҳлил қилиб, уни сақлаш ва масофага жўнатиш мумкин. Натижада донни қайта ишлаш корхонасида дон намлигини тезкор аниқлаш ва ишончли баҳолашимкони яратилган.

ХУЛОСА

Диссертацияда дон ва дон маҳсулотларини қайта ишлашнинг асосий технологик жараёнлар таҳлилида дон намлиги ҳақида ўз вақтида тезкор маълумотларни олиш технологик жараёнларни сифатини таъминлашда ҳал қилувчи омил эканлигини кўрсатди.

Тадқиқот иши якунида қуйидаги натижаларга эришилди:

1. Ишлаб чиқилган ва мавжуд техник намлик ўлчагичларнинг қиёсий техник тавсифлари асосида мавжуд дон намликни ўлчаш воситаларининг метрологик ва техник тавсифлари тадқиқ қилинди. Олинган натижалар асосида инфрақизил намўлчагич ишлаб чиқиш асосланган ва тезкор ўлчаш усулини такомиллаштириш тенденциялари ишлаб чиқилган. Ушбу натижалар инфрақизил намлик ўлчагичнинг хусусиятларини такомиллаштириш имконини беради.

2. Инфрақизил намўлчагичнинг метрологик хусусиятларини такомиллаштириш усули ишлаб чиқилган. Ушбу усул намликни ўлчаш аниқлигини оширишда конструктив ва схематехник ечимлар асосида 0,5 % нисбий хатолик таъминлаш имконини беради.

3. Дон намлигини аниқлашда қўлланиладиган инфрақизил намўлчагичнинг структуравий схемаси ишлаб чиқилган. Ушбу структуравий схема намўлчагич орқали дон намлигини оқимда ҳам аниқлаш имконини беради.

4. Ишлаб чиқилган намлик ўлчагичнинг аниқлигини пасайтирувчи таъсирларнинг кўпфакторли модели ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган кўпфакторли моделни чеклаш хатоликни камайиши ва ўлчаш аниқлигини ошириш имконини беради.

5. Инфрақизил намўлчагич орқали намликни аниқлаш дастури ишлаб чиқилган. Ушбу дастур инфрақизил намўлчагичдан фойдаланиш ва ўлчаш натижаларни олиш, уларни қайта ишлаш имконини беради.

6. Дон намлигини аниқлайдиган инфрақизил намўлчагичнинг дастурий таъминоти ва ишлаш алгоритми ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган дастурий таъминот ва алгоритм инфрақизил намўлчагичнинг ишлаш, олинган натижаларни қиёсий таҳлил қилиш ва аниқликни ошириш имконини беради.

7. Дон намлигини аниқлайдиган инфрақизил намўлчагичнинг ишлаш алгоритми ва кўпфакторли модели боғлиқлиги ишлаб чиқилган. Ушбу тақлиф қилинган боғлиқлик қурилманинг метрологик тавсифларини таҳлили, жумладан, нисбий хатолигини намликнинг $w \in [0 \dots 25]$ % диапазонида

бошқа қурилмаларга нисбатан 1...1,5 мартагача камайтириш имконини беради.

8. Ишлаб чиқилган дон ва дон маҳсулотлари намлигини аниқлайдиган инфрақизил намўлчагич ишлаб чиқариш шароитида синовдан ўтказилган ва жорий этиш таклиф этилган. Йиллик иқтисодий самара 272,5 млн. сўмни ташкил қилади. Таклиф этилган инфрақизил намўлчагич донни сақлаш ва қайта ишлаш жараёнида намликни аниқлаш ишларида иш вақтини сезиларли камайтириш ва самарадорликни ошириш имконини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.03.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

БОБОЕВ ГАЙБУЛЛА ГАФУРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ
КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА И ЗЕРНОПРОДУКТОВ**

05.03.01 - Приборы. Методы измерения и контроля (технические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2019

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан № В2018.2.PhD/Т749.

Докторская диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническомуниверситете.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу www.tdtu.uz и в Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.uz.

Научный руководитель:

МатякубоваПарахатМайлиевна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Ахмедов Барат Махмудович
доктор технических наук

Рузиев Умиджон Абдимажитович
доктор философии (PhD) по техническим наукам

Ведущая организация:

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт стандартизации, сертификации и технического регулирования» (Институт стандартов)

Защита диссертации состоится «__» _____ 2020 года в ____ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.Т.03.02при Ташкентском государственном техническом университете по адресу: 100095, г.Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрировано № ____). Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: 246-03-41.

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2019 года.
(реестр протокола рассылки №__ от «__» _____ 2019 года.)

Н.Р. Юсупбеков

Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор, академик

У.Ф.Мамиров

Ученый секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней,
доктор философии (PhD) по техническим наукам

Х.З.Игамбердиев

Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор, академик

ВВЕДЕНИЕ(аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Во всём мирерастут требования к качеству сельскохозяйственной продукции, в том числе выдвигаются новые требования на средства ускоренного (оперативного) контроля влажности зерна и зерновых продуктов во многих технологических процессах. В настоящее время проводятся научные исследования по повышению точности и быстродействия устройств контроля влажности зерна и зерновых продуктов, по расширению их функциональных возможностей. Использование методов преобразования информации параметров объекта под действием управляемых и неуправляемых факторов, а также проведение анализа производства и переработки зерна и зерновых продуктов показывают, что каждый из технологических процессов (приём, увлажнение, измельчение зерна, хранение муки) является определяющим фактором при принятии оперативных решений.

Во всём мире при принятии управленческих решений вышеизложенный анализ является основанием для производителя, а также для получения объективной информации о показателях качества зерна и зерновой продукции и определения влажности, температуры, а также температуры окружающей среды, влажности зерна и зерновых продуктов, устанавливать требования, в частности, к быстродействующим интеллектуальным измерительным приборам.

В настоящее время контроль влажности зерна, а также в сельском хозяйстве семеноводстве в республике осуществляется с использованием влагомеров, разработанных различными производителями. В стратегии развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы поставлена ответственная задача: «...дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленные на опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов».¹ При выполнении этих задач важны целевые исследования по анализу технических устройств и современных методов контроля влажности зерна, определение тенденций в области измерений, совершенствование теории и практики контроля зерна.

Представленное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации следующих нормативных документов: Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-3574 от 28 февраля 2018 года «О мерах по коренному совершенствованию системы финансирования производства хлопка-сырца и зерновых колосовых», Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан №КМ684 от 24 августа 2018 года «О мерах по дополнительной поддержке зерноперерабатывающих предприятий и расширению их экспортного

¹ Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по дальнейшему Развитию Республики Узбекистан» УП-4947 от 7 февраля 2017 года.

потенциала», №КМ731 от 13 сентября 2018 года «О мерах по надежному обеспечению населения страны и отраслей экономики зерном, мукой и хлебом на основе конкуренции и внедрения рыночных механизмов», №КМ от 30 сентября 2019 года «О мерах по дальнейшей поддержке зерноперерабатывающих предприятий и производителей формового хлеба» и других нормативно-правовых документов данной отрасли.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Проблемы создания высокопроизводительного оборудования и сложных технологических процессов, управления и систем управления контроля показателей качества зерна и зерновых продуктов являются актуальным. Большой вклад в изучение влияния сортов и видов, загрязнённости, влажности и других показателей на качество зерна и зерновых продуктов внесли такие зарубежные учёные, как Bharati Dass (Индия), O.Stuart Nelson, C.Panjama, Samir Trabelsi (США), A.K. Rai, V.K. Tiwari (Индия) В.С. Афонин, Е.С. Кричевский, А.В. Лыков, А.Н. Попов, Б.С. Сажин, Р.И. Сайтов (Россия) и ученые нашей республики Б.М. Ахмедов, Х.З. Игамбердиев, П.Р. Исмагуллаев, М.М. Мухитдинов, Ю.Г. Шипулин, Н.Р. Юсупбеков, Э.У. Улжаев и другие.

По мнению зарубежных и отечественных учёных (М.М. Мухитдинов, П.Р. Исмагуллаев, Ю.Г. Шипулин, С.Г. Ильясов, А.Н. Попов, Е.С. Кричевский) была доказана возможность применения инфракрасного метода и влагомеров как современного из существующих методов и средств измерения влажности, но не было обращено достаточного внимания на исследование их метрологических характеристик при использовании в агропромышленном комплексе.

Однако в последние годы из-за недостаточности быстрых и энергоэффективных средств контроля влажности широко используется анализ и отбор проб зерна и круп термогравиметрическим методом, который невозможно использовать в современных технологических процессах приема, хранения и переработки зерна. В то же время недостаточное внимание уделяется новым научно-техническим и конструкторским решениям для контроля содержания влаги в зерне и зерновых продуктах инфракрасным методом, а также существующим возможностям их применения в качестве устройств.

Диссертационное исследование посвящено решению этой актуальной задачи и в нем рассмотрены нерешенные проблемы и выполненные разработки, а также внедрения инновационных и автоматизированных систем управления для контроля качества зерна и зерновых продуктов, включая контроль показателей качества сыпучих зерновых материалов с помощью инфракрасного влагомера и повышения эффективности управления

путем повышения достоверности количественных измерений и оценки качества первичных измерительной информации.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационные исследования проводились в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета в рамках базового проекта ЁФ -2-9 - «Создание теоретических основ построения и проектирования микропроцессорных интегрированных первичных измерительных преобразователей для контроля качества различных изделий» (2016-2017).

Цель диссертационной работы - усовершенствование инфракрасного метода, преобразователя и разработка на этой основе микропроцессорного влагомера и его программного обеспечения для контроля основного показателя качества - влажности зерна и зерновых продуктов.

Задачи исследования:

исследовать современное состояние теории и практики методов и средств контроля влажности зерновых продуктов на основе метрологических, функциональных критериев, а также критериев использования;

провести теоретический анализ контроля влажности зерна на основе инфракрасного излучения;

исследовать метрологические характеристики инфракрасных преобразователей, контролирующих показатели качества зерна и зерновых продуктов;

разработать новую конструкцию, усовершенствовать метод измерения и программное обеспечение для измерения влажности зерна с помощью инфракрасного метода для экспериментальных исследований зависимости инфракрасного излучения от влажности в условиях эксплуатации;

усовершенствование одного из показателей качества зерна и зерновых продуктов - экспресс-метода контроля влажности;

провести экспериментально-промышленные испытания созданного инфракрасного влагомера на предприятиях зерноперерабатывающей отрасли, а также дать оценку технико-экономических показателей целесообразности, эффективности внедрения предлагаемого устройства.

Объектом исследования являются средства и методы контроля показателя качества зерна и зерновых продуктов инфракрасным методом, применяющимся в отраслях переработки зерна агропромышленного комплекса.

Предмет исследования - решение совокупности научно-методических задач, связанных с проблемой повышения точности, оперативности и достоверности получения первичных количественных и качественных данных измерений зерна и зерновых продуктов.

Методы исследований. В диссертационной работе были применены структурный анализ, теория информационно-измерительных систем, теория погрешностей, теория автоматического управления, математическое моделирование, статистический анализ, а также вычислительная техника.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны инфракрасного метода контроля влажности зерна и улучшения его метрологические характеристики;

определены метрологические характеристики инфракрасных преобразователей контроля показатели качества зерна, зерновых продуктов и разработки их классификации;

разработаны новой конструкция инфракрасного влагомера, алгоритма и программы его работы, что позволяют создать интеллектуальный влагомер для контроля влажности зерна;

усовершенствование экспресс-метода контроля одного из основных показателя качества зерна и зерновых продуктов - влажности на основе современных инфракрасных измерительных преобразователей и с применением информационных технологий.

Практические результаты исследования. По результатам проведенных исследований был разработан и внедрен цифровой измерительный прибор для оперативного контроля влажности зерна на основе разработанных методов и алгоритмов, обеспечивающих надежность инфракрасного влагомера. Был разработан и экспериментально исследован инфракрасный влагомер со стабильными характеристиками с первичными, потребляющими минимальную энергию светодиодами для контроля влажности зерна и зерновых продуктов.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается соответствием результатов теоретических и экспериментальных исследований с использованием современных методов и средств, а также тем фактом, что экспериментальные испытания, организованные с помощью средств измерений, проводились на предприятиях-производителях, и их результаты были положительными.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования определяется совершенствованием оптических методов и средств контроля влажности, а контроль влажности зерна с помощью инфракрасных лучей является одним из оптических методов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в создании метода для определения содержания влаги зерна и зерновых продуктов с помощью инфракрасного излучения, в разработке конструкции устройства, применяемого в процессе измерения, анализе данных, разработке и совершенствовании алгоритмов его работы, а также в значительном снижении затрат при контроле содержания влаги за счёт использования этого метода и устройства.

Внедрение результатов исследований. За счёт совершенствования метода и средства контроля показателя качества зерна и зерновых продуктов, а также на основе научных результатов:

инфракрасный влагомер, контролирующий показатель качества продукции – влажность, был внедрён в АО «Galla-alteg» (справка акционерной компании «Уздонмахсулот» за номером 6-1-2/355-2216 от 23 октября 2019 года). В результате внедрения была создана возможность экспрессного, точно и достоверного измерения

влажности зерна в зерноперерабатывающих предприятиях по сравнению с существующими измерительными средствами;

новой конструкции инфракрасного влагомера, алгоритма и программы его работы, что позволяет создать интеллектуальный влагомер для контроля влажности зерна внедрён в АО «Galla-alteg» (справка акционерной компании «Уздонмахсулот» за номером 6-1-2/355-2216 от 23 октября 2019 года). В результате внедрения создана возможность контроля влажности с применением современных алгоритмических информационных технологий, а также с хранением и передачей информации на расстоянии.

Апробация результатов исследования. Результаты этих исследований были обсуждены и одобрены на 7 научно-практических конференциях, в том числе 2 международных и 5 республиканских практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По результатам исследования были опубликованы 20 научных работы, в том числе, 10 статей опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан, в том числе 5-ти иностранных журналах, а также получено 1 свидетельство о регистрации созданного программного продукта для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Диссертация состоит из 121 страниц основного текста, 32 рисунков, 15 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обоснована необходимость и актуальность проведённых исследований, приведены цели и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие исследования передовым направлениям развития науки и технологии в республике, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов исследования в практику, об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ средств и методов контроля показателей качества зерна и зернопродуктов**» критически анализируется современное состояние научной проблемы.

Были проанализированы показатели качества зерна и зерновых продуктов, такие как твердость, цвет, запах, стекловидность зерна, количество примесей, натура, количество клейковины и влажность. Рассмотрены методы и средства контроля этих показателей качества. Важным является постоянный контроль одного из показателей качества зерна - влажности.

Влага зерновых очень важна в процессе хранения и переработки. Неспособность контролировать влажность во время хранения может привести к потере зерна. Из-за отсутствия контроля влажности во время помола зерна снижается продуктивность выхода и качество муки.

В настоящее время для контроля влажности зерна и зерновых продуктов при его хранении и обработке используется ряд методов и средств измерений. Предприятия республики для хранения и переработки зерна продолжают, в основном, использовать сушильные шкафы, на основе трудоемкого и долговременного метода термогравиметрической сушки. Наиболее распространенные термогравиметрические методы просты и обеспечивают требуемую точность, но они имеют существенные недостатки, такие как продолжительность измерения, и их трудно автоматизировать. Термогравиметрические методы, в основном, используются в лабораторных исследованиях. Есть определенные трудности в использовании электрических и механических методов, в основном, они используются в специализированных лабораториях.

Из всех существующих методов измерения влажности зерна вызывает интерес инфракрасный метод. Его основное преимущество – возможность выполнять измерения не только в лабораторных условиях, но и в производственном процессе, бесконтактным способом, быстро и с требуемой точностью, а также возможность создавать систему передачи полученных данных на расстояния. В работе рекомендован для внедрения в производство инфракрасный влагомер на основе оптических методов контроля влажности зерна. Этот метод является более быстрым и точным, чем другие методы. В результате развития науки и техники и научных исследований, была создана база для разработки современных интеллектуализированных микропроцессорных влагомеров. Вместе с тем использование новых видов датчиков и создание нового программного обеспечения может значительно увеличить надежность и снизить погрешность измерительных приборов.

Вторая глава диссертации **«Теоретическое обоснование возможности определения влажности зерна и зернопродуктов с использованием инфракрасных лучей»** теоретически обосновывается возможностью определения влажности зерна и зерновых продуктов с помощью инфракрасных лучей. Разработана многофакторная модель для определения влажности зерна с использованием инфракрасного излучения, приведены данные об определении основной погрешности устройства.

При контроле влажности твёрдых и сыпучих материалов использование излучения в инфракрасной области спектра даёт ряд преимуществ по сравнению с кондуктометрическим, диэлькометрическим, радиоактивными методами, а также методом ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) и электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР). Этот метод обладает высокой чувствительностью, имеет меньшую зависимость результатов анализа от таких факторов, как структура и химический состав вещества, температура, толщина и плотность испытуемого образца, а также возможность бесконтактного анализа.

Принцип измерения влажности твёрдых и сыпучих материалов основан на зависимости интенсивности излучения, отражаемого диффузным образом, от влажности анализируемого образца. У материалов с неотражаемыми или

прозрачными поверхностями наблюдается диффузное (зеркальное) отражение. Излучение, отражаемое таким средством, состоит из зеркальных и рассеянных частей. Ослабление части поглощенного излучения при распространении его в поглощающей среде подчиняется закону Бугера-Ламберта-Бера.

Основная теория оптических связей отражения-рассеянной среды представлена теорией Кубелки и Мунка, другие исследователи внесли важный вклад в эту теорию.

$$\rho = \frac{(1-\beta^2)e^{Kd} - e^{-Kd}}{(1+\beta)^2 e^{Kd} - (1-\beta^2)e^{-Kd}},$$

где, $K = [k(k+2S)]^{1/2}$; $b = K/(K+2S)$; k – относительное значение коэффициента отражения в бесконечно толстом слое диффузного поглощенного компонента излучения.

$$\rho_{\infty} = 1 + \frac{K}{S} - \sqrt{K^2/S^2 + 2K/S}.$$

Для определения показателей качества зерна и зерновых продуктов оптическим методом необходимо определить, насколько уменьшение интенсивности светового потока, когда он через поглощающую среду проходит часть его отражается от среды.

Рассмотрим поглощение инфракрасного излучения, проходящего через слой зерна и зерновых продуктов. Часть инфракрасного излучения, проходящего через слой, отбирается материалом. В этом случае интенсивность инфракрасного излучения уменьшается. Таким образом, когда пучок инфракрасных лучей падает на исследуемый объект, положенный в кювету, часть его отражается, часть поглощается и ещё одна часть проходит через объект. Обозначим интенсивность падающего луча λ_0 , интенсивность луча, прошедшего через исследуемый объект $\lambda_{\text{пр}}$, интенсивность поглощенного луча $\lambda_{\text{пог}}$, а также интенсивность отражённого луча $\lambda_{\text{отр}}$. В этом случае интенсивность падающего света будет равна их сумме:

$$\lambda_0 = \lambda_{\text{пр}} + \lambda_{\text{пог}} + \lambda_{\text{отр}}.$$

Интенсивность отражённого луча гораздо меньше, чем интенсивность поглощённого и прошедшего лучей. Кроме того, при фотометрическом анализе сравниваются интенсивности световых лучей, проходящих через исследуемый объект и контролируемый объект, и в этом случае интенсивности отраженных от кювет лучей одинаковы. Следовательно, содержание влаги в зернах и зерновых продуктах может быть определено с учетом интенсивности отраженных лучей.

На рисунке 1 приведён анализ зерен пшеницы на длинах волн от 2,5 до 25 μm . Анализы показывают, что под воздействием инфракрасных лучей на зерна поглощение и отражение инфракрасных лучей при различных его влажностях даёт разные результаты.

Расхождение диаграмм при 9, 11 и 12,5% при трех разных влажностей их показывает, что содержание влаги в пшенице можно измерять с помощью инфракрасных лучей. На основании полученных результатов и анализов

контроль влажности зерна с помощью инфракрасных лучей на длинах волн 5,5 - 6,5 μm и 8-10 μm дает ожидаемый результат.

Для предоставления инфракрасных влагомеров, контролирующих один из важнейших показателей качества зерна и зерновых продуктов - влажность, была разработана модель факторного анализа.

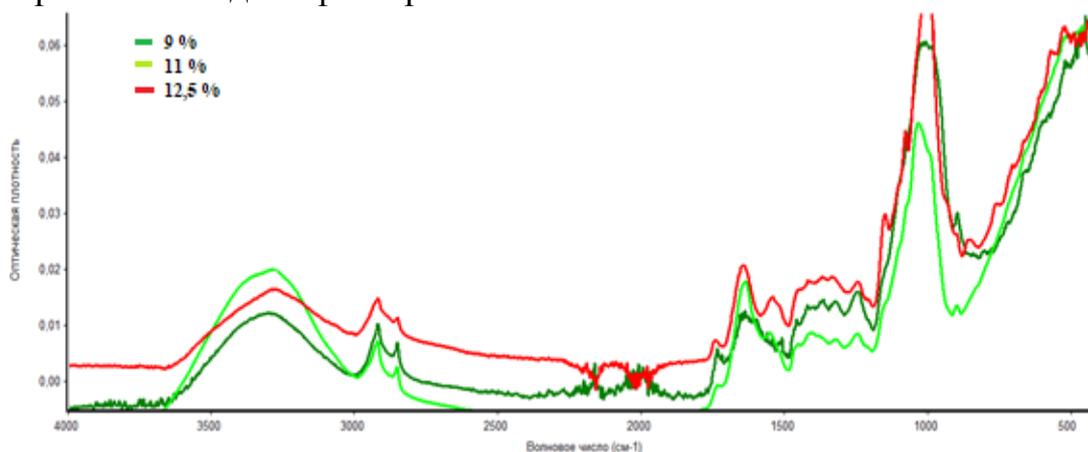


Рис. 1. Сравнительный анализ зависимости призерна пшеницы влажности 9, 11 и 12,5% под влиянием инфракрасный излучений длин волн 2,5–25 μm

Модель факторного анализа влажности зерна даёт основание для предложения модели зависимости влажности материала от инфракрасного излучения, включая собственные модели общего излучения в сыпучем материале. В первом приближении мы представляем модель в линейной форме:

$$F = F_{ist} + F_{Wist} + F_{W\phi} + F_{\phi} + F_{ш}. \quad (1)$$

Здесь F - поток общего излучения, падающий на прибор, Вт, F_{ist} - поток излучения, отражающийся от зерна (без фазы), Вт, F_{Wist} - поток излучения, выходящий из источника, Вт, F_{ϕ} - поток излучения, выходящий из фона, Вт, $F_{ш}$ - поток излучения от других неизвестных и не учитываемых факторов, Вт.

На оптических и электронных системах после реформирования измеряемого средства (1) уравнение принимает следующий вид:

$$F \Rightarrow I = I_{ist} + I_W + I_{\phi} + I_{ш}. \quad (2)$$

Здесь I - электронный сигнал на выходе прибора, I_{ist} - составная сигнала, выходящего из жидкого бесфазного источника, I_W - составная сигнала, выходящего изводяной фазы зерна и газовой фазы воздуха, I_{ϕ} - составная сигнала, выходящего из фона, $I_{ш}$ - выходящий составной сигнал от других неизвестных и не учитываемых факторов.

Модель (2) в процессе измерения составляющих в качестве факторов могут быть выявлены как измеряемые: T_m - температура зерна; T_b - температура воздуха; W_b - относительная влажность воздуха. Здесь модель (2) можно преобразовать (трансформировать):

$$I \Rightarrow I_d = k_d \cdot T_m + k_W \cdot W_d + k_{W_x} \cdot W_x + k_{T_x} \cdot T_x + \epsilon_x. \quad (3)$$

Здесь I - выходной сигнал многофакторной модели влажности зерна, T_m - температура материала, W_d - влажность зерна, W_x - влажность воздуха, T_x - температура воздуха, ϵ_x - сигнал не учитываемых и неизвестных факторов,

$k_d, k_W, k_{W_x}, k_{T_x}$ - в соответствии линейной моделью коэффициенты для температуры зерна, влажности зерна, влажности воздуха и температуры воздуха.

Многофакторная модель (3) влажности зерна в итоге будет иметь следующий вид:

$$W = k'_W(I_d - \varepsilon_x) - (k'_d \cdot T_d + k'_{W_x} + W_x + k'_{T_x} \cdot T_x). \quad (4)$$

Здесь

$$k'_W = \frac{1}{k_W}; k'_d = \frac{k_d}{k_W}; k'_{W_x} = \frac{k_x}{k_W}; k'_{T_x} = \frac{k_x}{k_W}.$$

В этой модели на величину сигнала измеряемого средства фон факторов может оказывать следующее воздействие:

1) T_x - температуру воздуха можно использовать для компенсации воздействия на результаты измерения влаги, в условиях измерения необходимо контролировать.

2) W_x - используемая относительная влажность воздуха для компенсации воздействия в условиях измерения влажности.

3) T_m - температура материала для компенсации воздействия в условиях измерения на результаты измерения влажности с целью контроля его использования.

В третьей главе диссертации «**В контроле влажности зерна и зерновых продуктов разработка инфракрасного средства измерения и его экспериментальное исследование**» для выявления влажности зерна с помощью инфракрасных лучей предлагается экспериментальный вариант средства измерения. Разработан экспериментальный прибор способный выявлять влажность зерна с помощью инфракрасных лучей.

Приёмник инфракрасного излучения – пирозлектрические датчики, экспериментальная исследовательская программа для измерения влажности зерна влагоизмеряющими инфракрасными лучами, на основе микроконтроллеров Microchip ATmega328P разработан микропроцессорный инфракрасный влагоизмеритель, даны сведения по выявлению метрологических характеристик предлагаемого прибора для измерения влажности зерна. Определение влажности зерна с помощью инфракрасных лучей показано на рис.2. Общая упрощенная структурная схема составлена из четырех основных звеньев:



Рис.2.Схема ИК-системы: СИИ – система инфракрасных излучений; УПИИ – устройство приёма инфракрасных излучений; УОД – устройство обработки данных; УРД – устройство регистрации данных

Система распространения инфракрасных лучей может использовать специальные светодиоды, лампы и инфракрасные обогреватели, эта система распространяет инфракрасные лучи. Светодиоды, распространяющие

инфракрасные лучи, могут состоять из одной или двух групп, то есть можно их сделать одно - или двухканальными. Система распространения инфракрасных лучей разработанного экспериментального устройства составляют источник напряжения, на некоторое время загораживающий инфракрасные лучи затвор, или пропускающий инфракрасные лучи, то есть модулирующее устройство.

Оптическая система может быть одноканальной или многоканальной. Кроме того, в процессе распространения инфракрасного излучения можно использовать оптическую систему, эта система выполняет задачи принятия инфракрасных лучей, фильтрацию их на оптическом пространстве и модулирование. Принимающее устройство рассчитано на инфракрасные лучи, исходящие от контролируемого объекта, преобразует их в электрический сигнал и состоит из полупроводниковых фотодиодов, каскада усилителя сигналов.

Приборы обработки данных работают на микропроцессорах, микросхемах. В этой связи их задачи обработки могут состоять из усилителей, фильтров, дополнительных устройств, разных видов нелинейных элементов. В отдельных, сложных ситуациях устройство обработки может состоять из специальных аналоговых и цифровых счётчиков.



Рис 3. Функциональная схема предлагаемого прибора контроля влажности зерна и зернопродуктов: 1 – ИК-лучи 5-12 μm диапазона; 2 – направление ИК-лучей на исследуемый образец; 3 – фон на 5-12 μm волнообразной длине; 4 – ИК излучение на 0,8-1 μm диапазона; 5 – направление ИК - лучей на исследуемый образец; 6 – фон на 0,5-3 μm волнообразной длине; 7,9 – управление сигналов (из-за, что схема управления сложная, облучатель работает на диапазоне 5-12 μm , то связь с управляющим блоком может быть обратной); 8,10 – измеряющие сигналы; 11 – управляемые сигналы и предоставление данных.

На выходе данные могут быть представлены в виде инфракрасных изображений, непрерывных сигналов, данных в виде таблицы, цифровых и текстовых. Они даются для непосредственного наблюдения, а также могут писаться аналоговым и цифровым носителями.

Устройство регистрации данных связи с потребностями могут состоять из дисплея, печатающего устройства, устройства регистрации изображения, пишущего, запоминающего и устройства, передающего данные на расстояние (рис 3).

На рис. 4 можно выделить несколько диапазонов длин волн, в которых заметно различие относительной амплитуды отраженного(поглощенного) излучения для проб с различным содержанием влаги: диапазоны А (2,7 .. 3,2 μm); В (3,4...4,4 μm); С (5,5..6,3 μm); D (8..11 μm); E (20..25 μm).

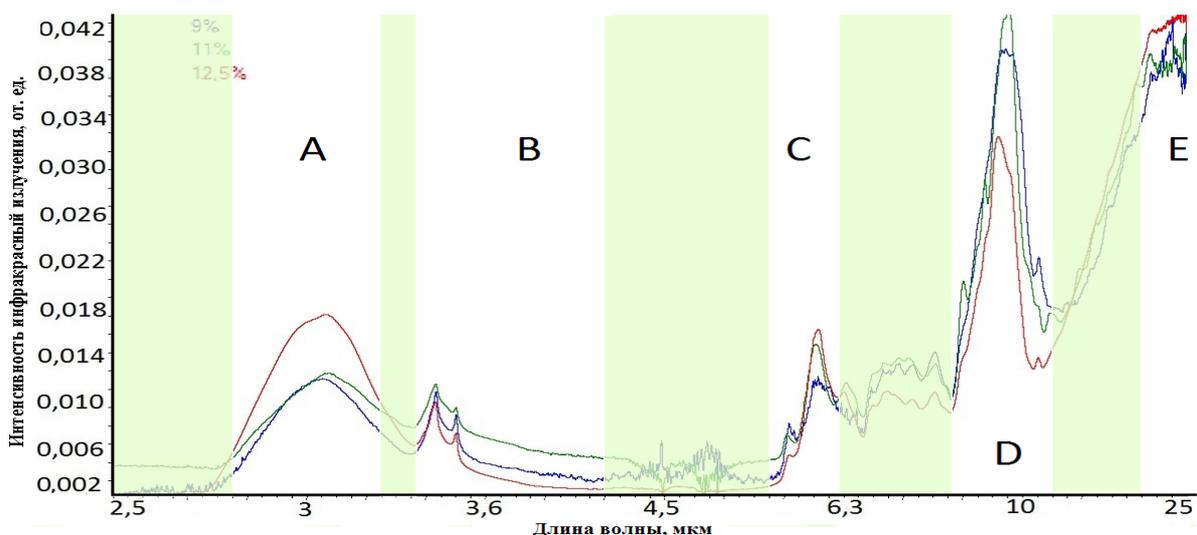


Рис.4.Графики сравнительного анализа пшеничного зерна 9, 11 и 12,5% разности влажности на 2,5-25 μm волнообразной длине точки измерения

Промежуточные диапазоны длин волн характеризуются нестабильной связью влажности и отражающей способности зерна.

Диапазон А обладает существенным отклонением характеристик у трех образцов и близкие длины волн их пиков. Еще в большей степени – при условии нормирования полученных данных относительно начала координат для зерна влажностью 11%. Но, в то же время, получить стабильный источник ИК-излучения и чувствительный приемник в этом диапазоне представляется затруднительным.

Диапазон В включает в себя 2 пика и умеренный спад, имеющие близкие относительные отклонения для трех образцов зерна. Здесь наблюдается небольшая отрицательная корреляция, но, также, присутствует неоднозначное отклонение пробы зерна, влажностью 11%. Данный участок графика можно трактовать как подверженный возникновению органических химических соединений в присутствии воды.

Диапазон С имеет два пика, причем первый (слева) имеет отрицательную корреляцию между влажностями и амплитудами, а второй – положительную. Корреляция довольно выражена, поэтому мы можем использовать этот диапазон для измерений.

Диапазон D включает в себя выделяющийся своей амплитудой пик. Заметна существенная разница в относительном поглощении трех проб. Но

отрицательную корреляцию можно получить лишь нормировав график пробы с 11% влажности относительно начала координат. Тем не менее, получить однозначную зависимость видится затруднительным. Данный участок графика также можно рассматривать как подверженный возникновению органических химических соединений в присутствии воды, но в меньшей степени. Помимо этого, в данном диапазоне наблюдается снижение проницаемости воздуха для ИК. Но данный участок диапазона ИК можно использовать для коррекции и уточнения измерений, сделанных в диапазоне С.

Диапазон Е не представляет интереса ввиду возрастающей нестабильности результатов измерений, что в зависимости поглощения инфракрасного излучения и состава зерна, а также из-за недоступности измерительных средств в изучаемом диапазоне.

На основе полученных данных был выбран диапазон ИК 5-12 μm . Помимо этого, было решено использовать дополнительный излучатель длинной волны 1 μm и датчик, работающий в диапазоне 0,5 – 3 μm для улучшения калибровки яркости излучателей и чувствительности датчиков, а также исключения фонового излучения из результатов проводимых измерений.



Рис.5. Функциональная схема блока измерения и обработки данных микропроцессорного блока измерения

Блок-схема микропроцессорного блока измерения и блока обработки данных (рис. 5) состоит из следующих основных блоков: ИБ - измерительный блок, БООД - блок для обработки и отображения данных включают в себя следующие блоки: УКИИ - устройство контроля инфракрасного излучения; ИИ - источник инфракрасного излучения; проба измеряемого материала; датчик для измерения инфракрасного излучения; УС - усилитель сигнала; ВИУ - измерительно-вычислительные устройства; УВВ - устройство ввода/вывода.

Микропроцессор для измерения влажности питается от источника стабилизированного напряжения 5 В и источника напряжения 3 В.

На примереразработанногоустройства,измеряющего влажность зерна T_{pl} рассмотрим несколько факторов действия сигнала пироэлектрического датчика в одновременно- $W_x, T_x, T_{kl}, T_{px}, W_{px}$.

Исходя из условия построения уравнения регрессии и расчёта оптимального критерия коэффициентов, мы используем способ наименьших квадратов.

$$y = 0,95 + 0,08 \cdot W_x + 0,065 \cdot T_x - 0,36 \cdot T_{k1} + 1,08 \cdot T_{px} - 0,01 \cdot W_{px}.$$

По выявленным параметрам моделей в лаборатории, где был проведен эксперимент, можно сделать следующее заключение: во всех ситуациях влажность зерна повышает сигнал устройства. Но температура воздуха, влажность воздуха и такие факторы как температура корпуса устройства и параметры исследуемого образца оказывают разные воздействия на величину сигнала устройства. Это связано с условиями проведения эксперимента, которые не были единичными для этой модели. Некоторая часть неучитываемых факторов в ходе эксперимента не изменилась. Поэтому многофакторную линейную модель (по величине сигнала) необходимо корректировать относительно условий.

Для повышения надёжности и снижения погрешности разработано устройство, исходя из многофакторной модели (то есть любое чёрное вещество может излучать инфракрасные лучи, погрешности могут повышаться и это приводит к понижению надёжности устройства). При выборе приёмного датчика используется датчик D204B, принимающий отраженные лучи длиной волны 5-12 мкм.

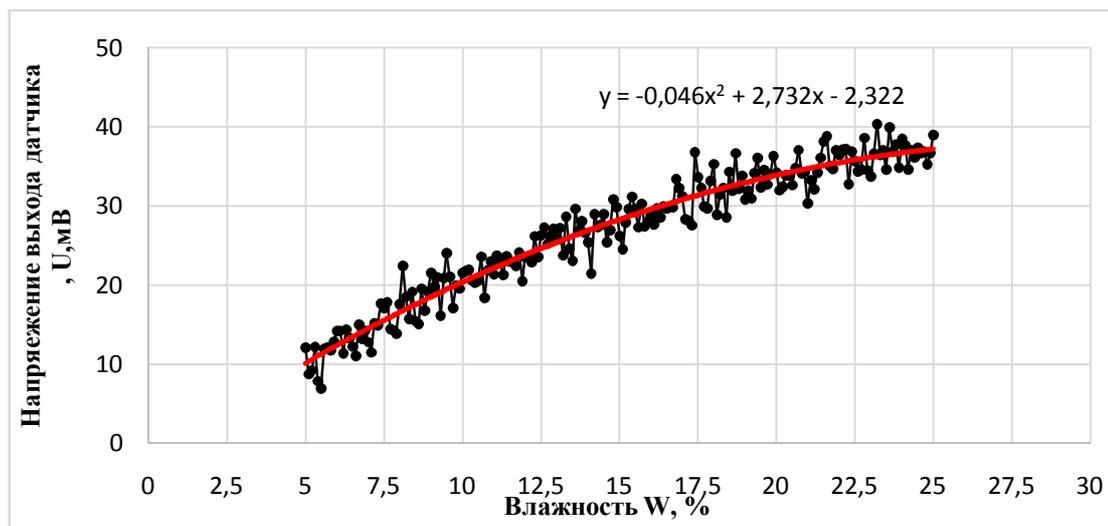


Рис. 6. Регрессионная зависимость влажности зерна и сигнала напряжения датчика инфракрасного влагомера

Из рис. 6. видно, что полученное уравнение регрессии имеет линейный характер, аналогичное уравнению регрессии полученных в результате эксперимента, которое мало расходится с теорией: значение функции $y(W_{px})$ определяется способностью влажного материала повышать за счёт интенсивности отраженных инфракрасных лучей напряжение.

В четвёртой главе диссертации «**Результаты применение на практике инфракрасного измерителя влажности для зерна и зерновых продуктов**» даны сведения о метрологических характеристиках

разработанного инфракрасного измерителя влажности, разработке программного обеспечения, расчёта надёжности.

Использование микропроцессорных устройств эффективно не только при решении задач оптимизации инфракрасного измерителя влажности, но даёт возможность реализовать их в производстве с улучшением экономических особенностей, а также расширить их функциональные возможности. Для достижения этого необходимо проработать данные измерений и несмотря на выполнения всех арифметических и логических действий выполнить их под контролем программы. Кроме того, замена на другую программу, даёт возможность ещё лучше приспособить прибор к измерению и обеспечить его работоспособности.

Инфракрасный измеритель влажности в агропромышленном комплексе рассчитан на контроль влажности зерна. Использование измерителя влажности позволяет контролировать свойства влажных веществ, хранение, обработку теплом, переработку материалов и регулировку достоверных показаний. Вместе с этим повышается автоматизация производственных процессов, экономия топливно-энергетических ресурсов, решение задач получения необходимых свойств готового продукта.

Таблица 1

Сравнительные технические характеристики разработанного и действующих измерителей влажности

Технические характеристики	Термогравиметрический измеритель влажности	Измеритель влажности ОНА USMB25	Разработанный инфракрасный измеритель влажности
Масштаб измерения, %	7÷45	0,05÷100	7÷25
Погрешность измерения, %	0,5	0,05	0,5
Время измерения, мин	90÷120	10÷40	1
Температура образца, °С			10÷30
Масса, грамм образца	10	5-15	10±5
Дополнительная погрешность, %	0,12	0,12	0,05
Возможность измерения потока	нет	нет	да
Напряжение и частота питания	220 В, 50 Гц	100-240 В, 50/60 Гц	5 В
Мощность потребления, Вт	1200	250	10
Габариты прибора (ДхШхВ), мм	400х450х400 - СЭШ-3М; 500х420х300 - Аналитические весы	170х130х280	250х150х100
Масса прибора, кг	36	2,3	1

Выбранный в качестве оптимального средства измерения и системы контроля влажности зерна, а также сравнительные технические параметры разработанного инфракрасного измерителя влажности показаны в таблице 1. В данной таблице указаны преимущества разработанного устройства по

отношению к основным средствам измерения, то есть термогравиметрически устройствам, соответствующих их действующим стандартам.

Достоверность результатов измерения влажности, определяемых прибором, устанавливается следующими способами:

1. Через выявление средних результатов нескольких наблюдений размещения образца в кювету, для снижения случайных погрешностей.

2. Через обеспечение правильного распределения обратных излучений при размещении образца, однородность исследуемого материала снижает погрешность.

3. Для снижения погрешность составной части системы мы рассмотрели воздействие факторов на результаты измерения. То есть, это воздействующие факторы: T_m – температура материала, W_d – влажность зерна, W_x – влажность воздуха, T_x – температура воздуха, ϵ_x – сигнал не учтённых и неизвестных факторов.

Вместе с выявленными результатами с использованием практических программ, таких как Mathcad, по значениям сигналов средства измерения влажности зерна установлена многофакторная регрессионная связь и максимальный и минимальный интервалы надёжности.

Экспериментальные исследования по разработанному инфракрасному влагомеру были проведены с декабря 2017 года по январь 2018 года в лаборатории АО «Galla-alteg» при АК «Уздонмахсулот». Проверка инфракрасного влагомера была произведена приборами измерения влажности, имеющимися в лаборатории. При проведении исследований был применён классический метод: влажность зерна целенаправленно была изменена на определённую величину, параллельно измерены теплофизические параметры и величина интенсивности поглощения и отражения инфракрасных лучей зерна. На основе полученных результатов доказана зависимость интенсивности отражения инфракрасных лучей от влажности зерна.

Полученную измерительную информацию с помощью современных информационных технологий можно анализировать, хранить и передавать на расстояния. В результате у зерноперерабатывающего предприятия появилась возможность оперативно определять и достоверно оценивать содержание влаги в зерне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ основных технологических процессов переработки зерна и зерновых продуктов, рассмотренный в диссертации, показывает, что при обеспечении качества технологических процессов быстрое принятие данных об влажности зерна является основным фактором.

В заключении исследования достигнуты следующие результаты:

1. Исследованы метрологические и технические характеристики существующих средств измерения влажности зерна на основе сравнительных технических характеристик ранее разработанных и существующих

влажномеров. На основе полученных результатов обоснована разработка инфракрасного влагомера и разработаны тенденции усовершенствования экспресс-метода измерений. Эти результаты дают возможность усовершенствовать характеристики инфракрасного влагомера.

2. Разработан метод усовершенствования метрологических характеристик инфракрасного влагомера. С целью повышения точности измерения влажности данный метод даёт возможность обеспечить относительную погрешность 0,5 % на основе конструктивных и схемотехнических решений.

3. Разработана структурная схема инфракрасного влагомера для измерения влажности зерна. Данная структурная схема также даёт возможность измерить влажность зерна в потоке.

4. Разработана многофакторная модель воздействий, понижающих точность разработанного влагомера. Ограничение многофакторной модели даёт возможность снизить погрешность и увеличить точность измерений.

5. Разработана программа определения влажности с помощью инфракрасного влагомера. Данная программа даёт возможность использовать влагомер, получать результаты измерений и обрабатывать их.

6. Разработано программное обеспечение и алгоритм работы инфракрасного влагомера влажности зерна. Разработанное программное обеспечение и алгоритм дают возможность работы, проведения сравнительного анализа полученных результатов и повышения точности инфракрасного влагомера.

7. Разработана зависимость алгоритма работы инфракрасного влагомера зерна и многофакторной модели. Предложенная зависимость даёт возможность анализировать метрологические характеристики, в том числе понизить относительную погрешность влажности по отношению к другим устройствам в диапазоне влажности $W \in [0 \dots 25]$ % в 1,5 раза.

8. Проведены испытания разработанного инфракрасного влагомера влажности зерна и зернопродуктов в производственных условиях и предложено внедрение его в производство. Годовая экономическая эффективность составляет 272,5 млн. сум. Предложенный инфракрасный влагомер даёт возможность значительно сократить время, затрачиваемое на измерение влажности в процессе хранения и переработки зерна и повышает эффективность производства.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.27.06.2017.T.03.02 ON
THE ADMISSION OF SCIENTIFIC DEGREES AT THE
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

BOBOEV GAYBULLA GAFUROVICH

**ASSESSMENT AND QUALITY CONTROL OF INDICATORS GRAIN
AND GRAIN PRODUCTS**

05.03.01 – Devices. Methods of measurement and control (technical science)

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent– 2019

The theme dissertation of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2018.2.PhD/T749.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State Technical University.

The abstract of the dissertation is posted in Three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the web-page of Scientific Council(www.tdtu.uz) and Information and educational portal “ZiyoNet”(www.ziyo.net.uz).

Scientific adviser:	Matyakubova Parakhat Maylievna doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Axmedov Barat Maxmudovich doctor of technical sciences Ruziev Umidjon Abdimajitovich PhD in technical sciences
Leading organization:	State institution «Scientific-research institute for standardization, certification and technical regulation»(Institute of Standards)

Defense of dissertation will take place in “____” _____ 2020 at _____ o'clock at a meeting the Scientific council DSc.27.06.2017.T.03.02 at Tashkent state technical university (Address: 100095, Tashkent, str. University-2. tel.: (99871) 246-46-00; fax: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource centre of the Tashkent state technical university (registration number ____). Address: 100095, Tashkent, str. University-2. tel.: (99871) 246-03-41.

Abstract of dissertation sent out on “____” _____ 2019 year.
(mailing report №. ____, on “____” _____ 2019 year).

N.R. Yusupbekov
Chairman of the Scientific Council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician

U.F. Mamirov
Scientific Secretary of Scientific Council
awarding scientific degrees,
PhD in technical sciences

H.Z. Igamberdiev
Chairman of the Scientific Seminar
of the Scientific Council awarding academic degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician

INTRODUCTION (abstract of PhDthesis)

The aim of the research work improvement of the infrared method, transducer and development on this basis of a microprocessor moisture meter and its software for monitoring the main quality indicator - moisture content of grain and grain products.

The object of the research work are the means and methods for monitoring the quality indicators of grain and grain products by the infrared method used in the grain processing sectors of the agro-industrial complex.

The scientific novelty of the research is as follows:

developed an infrared method for controlling grain moisture and improving its metrological characteristics;

the metrological characteristics of infrared control converters are determined; the quality indicators of grain and grain products and the development of their classification;

a new design of an infrared hygrometer, an algorithm and a program of its work have been developed, which allow creating an intelligent hygrometer to control grain moisture;

improvement of the express control method of one of the main indicators of the quality of grain and grain products - humidity based on modern infrared measuring transducers and using information technologies.

Implementation of the research results. Due to the improvement of the method and means of monitoring the quality indicator of grain and grain products, as well as on the basis of scientific results:

an infrared hygrometer, which controls the product quality indicator - humidity, was introduced at Galla-alteg JSC (Reference of Uzdonmahsulotof the Joint Stock Company under number 6-1-2/355-2216 of October 23, 2019). As a result of the implementation, the opportunity was created for express, accurate and reliable measurement of grain moisture in grain processing enterprises in comparison with existing measuring instruments;

a new design of an infrared moisture meter, an algorithm and a program of its work, which allows creating an intelligent moisture meter for controlling grain moisture, has been introduced in Galla-alteg JSC (Reference of Uzdonmahsulotof the Joint Stock Company under number 6-1-2/355-2216 of October 23, 2019). As a result of the introduction, it was possible to control humidity using modern algorithmic information technologies, as well as storing and transmitting information at a distance.

The outline of the thesis.The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of references and applications. The dissertation consists of 121 pages of the main text, 32 figures, 15 tables.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Авезова Н.И., Исматуллаев П.Р., Азимов Р.К., Матякубова П.М., Бабаев Г.Г. Разработка устройства для контроля влагосодержания жидких материалов //Журнал "Приборы" Ежемесячный научно-технический, производственный и справочный журнал. – Россия, 2019, № 7. – С. 1-5. (05.00.00 №63).

2. Авезова Н.И., Бобоев Г.Г. Основные методические подходы к повышению эффективности поверочных работ в сельском хозяйстве //Вестник ТашГТУ, ISSN 1684-789X. Ташкент, 2017, № 1. – С. 120-123. (05.00.00 №16).

3. Boboyev G.G., Matyakubova P.M. Usage of intellectual devices in defining structure and features of strewable substances. //“European Sciences review” Scientific journal. ISSN 2310-5577. Avsrtiya, 2016, № 5–6. – PP. 178-181. (05.00.00 №3).

4. Матякубова П.М., Бабаев Г.Г. Анализ емкостных преобразователей влажности зерна. // Журнал "Приборы" Ежемесячный научно-технический, производственный и справочный журнал. –Россия, 2016, № 5. – С.23-25. (05.00.00 №63).

5. Бобоев Ф.Ф., Тураев Ш.А. Дон маҳсулотлари ва донни сифати ҳамда хавфсизлигини таъминлаш ва тартиблаштириш муаммолари, //Агроилм журнали. Тошкент, 2016, № 1 (39)-сон. 48-49 бетлар. (05.00.00 №3).

6. Usmanova N.A., Boboyev G.G., Turg'unbayev A. Methods of reducing the influence of the forms of communication moisture to error converter. //“International journal of advanced research in science, engineering and technology” ISSN: 2350-0328. -India, 2015, Vol. 2, Issue 10. PP. 964-969. (05.00.00 №8).

7. Бобоев Ф.Ф., Матякубова П.М. Сочилувчан материалларнинг таркиби ва хусусиятларини аниқлашда замонавий асбобларни қўллаш масалалари. //ТошДТУ хабарлари. Тошкент, 2015, махсус сон. 61-66 бетлар. (05.00.00 №16).

8. Азимов Р.К., Тураев Ш.А., Бабаев Г.Г., Машарипов Ш.М. Состояние современной влагометрии сельскохозяйственных материалов. // Журнал "Приборы" Ежемесячный научно-технический, производственный и справочный журнал. –Россия, 2015, № 12. – С.44-46. (05.00.00 №63).

9. Бобоев Г.Г., Тураев Ш.А. Анализ методов и приборов контроля влажности зерна в потоке и технологических процессах. //Журнал Агроилм. Ташкент, 2015, № 6 (38)-сон. С. 25-26. (05.00.00 №3).

10. Тургунбоев А., Бобоев Г.Г. Исследование погрешности волноводных преобразователей, обусловленных неточностью изготовления геометрических

размеров элементов. //Вестник ТашГТУ, ISSN 1684-789X. Ташкент, 2010, № 4. – С 176-178. (05.00.00 №16).

Ибўлим (II часть; Part)

11. Бобоев Ф.Ф., Матякубова П.М., Авезова Н.И. Сочилувчан материаллар учун нам ўлчагич (Влагомер для сыпучих материалов), Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги Расмий ахборотномаси № 6(218), 27 бет 2019 йил.

12. Сайфуллаева Д., Бобоев Г.Г. Разработка систем оценки качества зернопродуктов по оптическим характеристикам//«Кимёваозик-овқатмаҳсулотларинингсифатиҳамдаҳавфсизлигинитаъминлашдаинновацион технологиялар» мавзусидаги II-Республика илмий-техникавий конференция материаллари, Тошкент, 2019 йил 17 май, 48-50 бетлар.

13. Бобоев Ф.Ф., Эркабоев А.Х. Сочилувчан материаллар намлигини аниқлашасбобларитаҳлили//«Кимёваозик-овқатмаҳсулотларинингсифатиҳамдаҳавфсизлигинитаъминлашдаинновацион технологиялар» мавзусидаги II-Республика илмий-техникавий конференция материаллари, Тошкент, 2019 йил 17 май. 198-200 бетлар.

14. Бобоев Ф.Ф., Жумаева М.Б. Доннисаклашжараёнидаинновационўлчаштизимлариниқўллаш//«Кимёваозик

овқатмаҳсулотларинингсифатиҳамдаҳавфсизлигинитаъминлашдаинновацион технологиялар» мавзусидаги II-Республика илмий-техникавий конференция материаллари, Тошкент, 2019 йил 17 май, 258-260 бетлар.

15. Жумаева М.Б., Бобоев Г.Г. Разработка алгоритма решения проблем формирования инновационной среды в переработке зерна//«Кимёваозик-овқатмаҳсулотларинингсифатиҳамдаҳавфсизлигинитаъминлашдаинновацион технологиялар» мавзусидаги II-Республика илмий-техникавий конференция материаллари, Тошкент, 2019 йил 17 май, 314-316 бетлар.

16. Матякубова П.М., Бабаев Г.Г., Насимханов Л.Н. Изучение инфракрасного метода сушки зерна и зернистых материалов. //“Молодой учёный” Международный научный журнал. ISSN 2072-0297. Казань, 2016, № 14 (118). – С. 116-118.

17. Насимжонов Л.Н., Бобоев Г.Г. Донни қайта ишлашда инновацион муҳитни шакллантириш масалларини ечиш алгоритмини ишлаб чиқиш. //«Фан ва техника тараққиётида интеллектуал ёшларнинг ўрни» Республика илмий-техникавий анжумани. – Тошкент, 2016. 175-179 бетлар.

18. Boboyev G.G., Matyakubova P.M. The conceptual bases of intellectual supports on the analysis of structure and the properties of granular materials. //X International Scientific and Practical Conference “Fundamental and applied sciences today” North Charleston, USA. December 26-27, 2016. – PP 138-145.

19. Машарипов Ш.М., Бобоев Ф.Ф., Усманова Х.А., Хайдаров А.Х. Сочилувчан ва толали материаллар температурасини назорат қилиш

дастури, ЭҶМ учун дастур, гувоҳноманинг қайд рақами № DGU 03400, 24.11.2015 йил.

20. Матякубова П.М., Максудова Ш.А., Бабаев Г.Г. Моделирование гидродинамики шахтных зерносушилок. //«Глобаллашув шароитида инновацион технологияларни шакллантириш ва амалиётда қўллаш муаммолари» Ҳалқаро илмий-техника анжумани. Ташкент, 2010. – С 57–58.

Автореферат «Техника фанлари ва инновация» илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитура рақамли босма усулда босилди.
Шартлибосматабоғи:3,0. Адади 100. Буюртма № 115

Гувоҳнома reestr№ 10-3719
«Тошкенткимё-технология институти» босмаҳонасидачопэтилди.
100011, Тошкент, Навоийқўчаси, 32-уй.