SƏNAYEDƏ KEYFİYYƏTYÖNÜMLÜ KALİBRLƏMƏ MƏDƏNİYYƏTİNİN FORMALAŞDIRILMASI

Rəşid Rəşad MƏMMƏDOV
Azərbaycan Dövlət Neft Və Sənaye Universiteti,
E-mail: memmedov.rashid.doktorant@asoiu.edu.az

Arzu Eldar İBRAHİMOVA
Azərbaycan Dövlət Neft Və Sənaye Universiteti,
E-mail: arzu.ibrahimova@asoiu.edu.az

Received: *23 January 2026* ***Revised:*** *19 February 2026* ***Accepted:*** *5 March 2025*

UOT: 006.91 **DOİ:**https://doi.org/10.32010/NZHA5736

Xülasə: Yüksək dəqiqlikli ölçmə sistemləri, yüksək dəqiqlikli ölçmələrdən asılı olan sənaye sahələrində məhsul keyfiyyətini, tənzimləyici uyğunluğu və müştəri inamını təmin etmək üçün vacibdir. Lakin, kalibrləmə prosesləri çox vaxt qiymətləndirilmir və təşkilati mədəniyyətin vacib elementləri kimi deyil, ayrıca texniki tapşırıqlar kimi qəbul edilir. Bu məqalədə sənaye təşkilatlarında keyfiyyətə yönəlmiş kalibrləmə mədəniyyətinin inkişafı üçün konseptual və strateji model təklif olunur. Məqalədə müvafiq ədəbiyyata, beynəlxalq standartlara (ISO 9001, ISO/IEC 17025, ISO 10012) və empirik müşahidələrə istinadən kalibrləmənin effektivliyinə təsir edən struktur, insan və texnoloji aspektlər nəzərdən keçirilir. Məqalədə "Keyfiyyətə yönəlmiş kalibrləmə mədəniyyəti çərçivəsi (KYMÇ)" təklif olunur. Bu çərçivəyə liderlik iştirakı, işçi qüvvəsi bacarığı, risk əsaslı metodlar, rəqəmsallaşdırma və ölçmə qeyri-müəyyənliyinin idarə edilməsi daxildir. Sahə sorğuları və nümunə tədqiqatlarını əhatə edən qarışıq metodlar metodologiyasından istifadə edən tədqiqat göstərir ki, güclü kalibrləmə mədəniyyətinə malik təşkilatlar keyfiyyətə həssas əməliyyatlarda daha az uyğunsuzluq, daha yaxşı proses qabiliyyəti və daha aşağı risklər nümayiş etdirirlər. Bu məqalədə həmçinin kalibrləmənin sənaye davamlı təkmilləşdirilməsi və keyfiyyət təminatı sistemlərinə daxil edilməsinin praktik yolları təklif olunur.

Açar sözlər: kalibrləmə mədəniyyəti, sənaye ölçmə sistemləri, riskəsaslı düşüncə, qeyri-müəyyənliyin idarə olunması, keyfiyyət təminatı

Giriş

Müasir sənayedə dəqiqlik, izləniləbilirlik və normativ tələblərə uyğunluq mühüm əhəmiyyət kəsb etdiyinə görə, kalibrləmə dövri yoxlama prosesi olmaqla yanaşı,[2] düzgün əməliyyat prosesinin əsasını da təşkil edir. Kalibrləmənin texniki cəhətdən vacibliyinin məlum olmasına baxmayaraq, bir çox müəssisələrdə keyfiyyət idarəetmə sistemlərində lazımi diqqətə malik deyil.[4] Bu isə səhvlərin təkrarlanmasına, ölçmə qeyri-müəyyənliyinin artmasına və yüksək maliyyətli ziyanlara səbəb ola bilir.. Xüsusilə aerokosmik sənaye, energetika, əczaçılıq və istehsalat kimi sahələrdə etibarlılıq birbaşa ölçmələrin dəqiqliyindən asılı olduğunu nəzərə alsaq, kalibrləmə prosesinin təşkilatın mədəniyyət anlayışına inteqrasiya edilməməsi keyfiyyət təminatına mənfi təsir göstərə bilir.[5]

Bu məqalədə keyfiyyət yönümlü kalibrləmə mədəniyyətinin formalaşdırılmasının uzunmüddətli ölçmə etibarlılığının qorunması üçün vacib olduğu əsaslandırılır. Burada məqsəd yalnız texniki uyğunluğun təmin edilməsi deyil, həm də kalibrləməni strateji keyfiyyət funksiyası kimi qəbul edən təşkilati yanaşmanın formalaşdırılmasıdır. Bu yanaşma əsasında məqalədə metrologiya, keyfiyyət mədəniyyəti və rəqəmsallaşma arasında mövcud boşluqları aradan qaldırmağa yönəlmiş konseptual çərçivə

və praktiki inkişaf strategiyaları təqdim olunur.[3]

Bilindiyi kimi, kalibrləmə həm ölçmə sistemlərinin dəqiqliyinin və etibarlılığının artırılmasında mühüm rol oynayır, həm də, ölçmə vasitələrinin aşağı və yuxarı hədlər çərçivəsində işləməsini təmin edir. Bu da məhsulun layihələndirilməsi, istehsalı, sınağı və normativ uyğunluğun yoxlanılması zamanı aparılan ölçmələrin nəticələrinə olan etibarlılığı daha da artırır. Effektiv kalibrləmə prosesə nəzarəti və məhsulun təsdiqlənməsini dəstəkləməklə yanaşı, təhlükəsizlik, keyfiyyət və normativ uyğunluğa mənfi təsir göstərə biləcək ölçmə xətalarının qarşısını alınmasında da önəmli rol oynayır .

Təcrübədə kalibrləmə prosesi həm milli, həm də beynəlxalq standartlara izləniləbilirliyin təmin olunması baxımından xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu izləniləbilirlik müxtəlif zaman və məkanlarda aparılan ölçmələrin müqayisə oluna bilməsinə şərait yaradır.Düzgün kalibrləmə aparılmadıqda ölçmə vasitələrinin göstəricilərində kənaraçıxmalar yaranır. Bu kənaraçıxmalar zamanla toplanaraq sistematik xətalar yarada bilər. Yaranmış sistematik xətalar, məhsulda qüsurların yaranmasına, tullantı səviyyəsinin artmasına, hətta ciddi təhlükəsizlik nasazlıqlarına səbəb ola bilər.[12]

Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, ölçmə vasitələrini davamlı olaraq kalibrləmə prosesinə cəlb edən müəssisələrin proses göstəricilərində dəyişkənliklərdə əhəmiyyətli dərəcədə azalmalar müşahidə olunur. Əlavə olaraq sınaq nəticələrinin etibarlılığı yüksəlir və üçüncü tərəf auditləri zamanı uyğunsuzluqların sayı isə minimuma enir. Bundan əlavə, kalibrləmə qeyri-dəqiq ölçmələr nəticəsində yaranan yenidən işləmə və məhsul geri çağırılması xərclərini azaltmaqla maliyyə səmərəliliyinə də müsbət təsir göstərir. Buna görə də, kalibrləmə sadəcə texniki prosedur kimi deyil, sənaye müəssisələrinin səmərəliliyinə, məhsul keyfiyyətinə, eləcə də nüfuzuna birbaşa təsir göstərən strateji fəaliyyət sahəsi kimi qiymətləndirilməlidir.

Keyfiyyət mədəniyyəti anlayışı

Keyfiyyət mədəniyyəti dedikdə, təşkilat daxilində keyfiyyətin bütün proseslərinin və qərarvermə mərhələlərinin əsasını təşkil edən dəyərlər, normalar, münasibətlər və davranışlar toplusunun prioritetləşdirilməsi başa düşülür.Bu anlayış həm şöbələrarası, həm də iyerarxik sərhədləri kənara qoyaraq, ali rəhbərlikdən istehsalatda çalışan işçilərə qədər hər bir əməkdaşın məhsul və proses keyfiyyətinin qorunmasına eləcədə inkişaf etdirilməsinə töhfə verməsini nəzərdə tutur.

ISO 9000 standartları və müxtəlif tədqiqatçılar qeyd edirlər ki, güclü keyfiyyət mədəniyyəti davamlı keyfiyyət inkişafının əsas şərtlərindən biridir. Sadəcə prosedurlara əməl etməkdən fərqli olaraq, keyfiyyət mədəniyyəti əməkdaşlarda daxili motivasiya yaradır, həmçinin keyfiyyət məqsədlərinə nail olmaq üçün olan aidiyyat hissini gücləndirir. Bu da öz növbəsində problemlərin qabaqlayıcı tədbirlər vasitəsi ilə həll olunması üçün zəmin yaradır. Bu yanaşma ilə davamlı inkişafı, müştəriyönümlülüyü və problemlərə reaktiv deyil də, eləcədə preventiv yanaşmanı təşviq edir.[15,17].

Keyfiyyət mədəniyyətinin əsas xüsusiyyətlərinə rəhbərliyin açıq şəkildə olan dəstəyi, effektiv kommunikasiya yolları, əməkdaşların düzgün şəkildə səlahiyyətləndirilməsi, proseslərin şəffaflığı və səhvlərdən öyrənməyə hazırlığı daxil etmək olar. Douglas və Judge tərəfindən aparılmış araşdırmalar bizə onu göstərir ki, belə təşkilati mədəniyyətlər daha yüksək əməliyyat səmərəliliyi və rəqabət üstünlüyü ilə əlaqəli olurlar.[1]

Bununla yanaşı olaraq, metrologiyanın, xüsusilə də kalibrləmənin keyfiyyət mədəniyyətinə inteqrasiya olunması hələ də kifayət qədər araşdırılmamış sahə olaraq qalır. Əksər hallarda kalibrləmə yalnız texniki və ya keyfiyyət təminatı şöbələrinin məsuliyyəti kimi qələmə verilir və təşkilatın ümumi mədəniyyətində lazımi dəyərə sahib olunmur. Bu mövcud boşluğun aradan qaldırılması üçün ilk növbədə keyfiyyət mədəniyyəti anlayışına ölçmə təminatı, izləniləbilirlik və qeyri-müəyyənliyin idarə olunması kimi prinsiplər də mütləq şəkildə daxil edilməlidir.

2.3 Kalibrləmənin Təşkilati Mədəniyyətə İnteqrasiyası

Mədəni inteqrasiya dedikdə əvvəla metrologiya prinsiplərinin, eləcədə kalibrləmə təcrübələrinin təşkilatın gündəlik fəaliyyətinə, dəyərlərinə və qərarvermə mexanizmlərinə daxil edilməsi nəzərdə tutulur. Artıq, kalibrləmə ənənəvi olaraq yalnız texniki heyət tərəfindən yerinə yetirilən fəaliyyət olmaqdan çıxarılmalı

və ayrıca fəaliyyət kimi qəbul edilən keyfiyyət və əməliyyat mədəniyyətinin bir hissəsi olaraq qəbul edilməlidir. Bu yanaşma vasitəsi ilə biznesin bütün funksiyalarında ardıcıllığın, etibarlılığın və izləniləbilirliyin təmin olunmasına nail olmaq mükündür.

Son illərdə aparılan tədqiqatların nəticələri də bunu deməyə əsas verir ki, bu inteqrasiya olunmuş təşkilati davranış və strukturda məqsədyönlü dəyişiklik tələb edir. Lopes və həmkarlarının araşdırması bizə onu göstərir ki, ölçmə vasitələrinin kalibrlənməsi sadəcə olaraq normativ tələblərin yerinə yetirilməsi kimi qiymətləndirilməməlidir. Eyni zamanda keyfiyyət məqsədlərinə nail olunmasına töhfə verən mühüm strateji amil kimi dəyərləndirilməlidir. Tədqiqat nəticələri bizə onu göstərir ki, kalibrləmə təşkilati mədəniyyətin bir hissəsinə çevrildikcə əməkdaşlarda ölçmələrə verilən əhməmiyyəti gözlə görüləcək dərəcədə artırır və ölçmə vasitələrinin etibarlılığına görə məsuliyyət hissini gücləndirir.

ISO 10012:2003 standartı təşkilat üzrə ölçmə idarəetmə sisteminin qurulması üçün rəhbər sənəd olaraq çıxış edir. Bu sənəd rəhbərlikdən operatorlara qədər bütün səviyyələrdə məsuliyyətin bölüşdürülməsini təşviq edir. Lakin bəzi tədqiqatçıların qeydlərində görürük ki, məlumatlılığın az olması, təlim çatışmazlığı və sistemin mürəkkəb hesab edilməsi səbəbindən bu standartın imkanlarından tam istifadə olunmasına maneələr törədir.[7]

Kalibrləmənin uğurlu inteqrasiya olunması üçün rəhbərliyin dəstəyi, şöbələrarası əməkdaşlıq, daxili kommunikasiya və motivasiya sistemlərinin uyğunlaşdırılması mühüm rola malikdirlər. Təcrübələr onu göstərir ki, kalibrləmə planlaşdırılmasına müxtəlif şöbələrin cəlb edilməsi, kalibrləmə prosesinə ciddiyətlə yanaşan əməkdaşların təşviq olunması və keyfiyyətə nəzarət prosedurlarına kalibrləmə yoxlama mərhələlərinin daxil edilməsi xüsusi yerə malikdir. Bununla yanaşı olaraq, daxili təcrübələrin daxili komunikasiya yolları ilə paylaşılması və real hadisələrin təqdim edilməsi kalibrləmənin uğurlu nəticələrinin əməkdaşlara daha aydın çatdırılmasına müsbət təsirlər göstərir.

Nəticə etibarilə,deyə bilərik ki, inkişaf etmiş kalibrləmə mədəniyyətində kalibrləmə yalnız formal normativ tələb kimi qəbul olunmur. Eyni zamanda ölçmə məlumatlarına etibarlılığın təmin edilməsi üçün əsas vasitə kimi çıxış edir. Bu isə öz növbəsində düzgün qərarvermə, davamlı inkişaf və innovasiya prosesiləri üçün həyati əhəmiyyət daşıyır.

2.4 Rəqəmsal Transformasiyanın Rolu

Ölçmə sistemlərinin daha səmərəli, şəffaf və etibarlı idarə olunmasına təsir göstərən əsas amillərdən biri də rəqəmsal transformasiya hesab olunur. ERP, QMS və LIMS kimi keyfiyyət sistemləri ilə inteqrasiyanı dəstəkləyən avtomatlaşdırılmış kalibrləmə stendləri, eləcə də qabaqcıl proqram təminatları da daxil olmaqla, müxtəlif rəqəmsal metrologiya alətləri mövcuddur. Bu inteqrasiyanın əsas üstün cəhəti kalibrləmə məlumatlarının real vaxt rejimində əlçatan, izlənilən və istifadə oluna bilən vəziyyətdə saxlanmasıdır. bu da Bununla da, qərarvermə və proses nəzarətinin keyfiyyətini artır.

MET/TEAM, Beamex CMX və Fluke şirkətinin METCAL proqram paketləri kimi həllər mövcuddur ki, bu proqram paketləri vasitəsi ilə müəssisələrə kalibrləmə qrafiklərini avtomatlaşdırmağa, məlumatları elektron şəkildə toplamağa, ölçmə qeyri-müəyyənliyini dinamik hesablamağa və tam audit izlərini saxlamağa imkanlar yaranır. Bu sistemlər insan faktorundan yaranan xətaları azaldır, məlumatların tamlığını artırır. Beləliklə, cihazların kənara çıxmalarını, növbəti kalibrləmə tarixi və ya uyğunsuzluqlar haqqında detallı məlumatları real vaxt rejimində izləmə imkanı yaranır.

Mərkəzləşdirilmiş nəzarəti,kalibrləmə qeydlərinin uzaqdan idarə olunmasını təmin edə bilən bulud əsaslı platformalar da mövcuddur. Bu bulud əsaslı platformalar xüsusilə beynəlxalq fəaliyyət göstərən şirkətlər üçün böyük üstünlük yaradır. “Ağıllı fabrik” və Sənaye 4.0 yanaşmalarına uyğunluq təmin etmək prosesində mobil cihazlar və IoT sensorları ilə inteqrasiya mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, yerində kalibrləmə və real vaxt rejimində monitorinqini asanlaşdırır.

Bundan əlavə, ölçmə vasitələrinin istifadə intensivliyini, ətraf mühit şəraitini və nasazlıq tarixçəsi əsasında optimal kalibrləmə intervallarının proqnozlaşdırılması üçün süni intellekt və maşın öyrənməsi texnologiyaları tətbiq olunmağa başlanmışdır. Bu yanaşma həm əlavə kalibrləmələrin qarşısını alır, həm də kritik düzəlişlərin vaxtında aparılmasını təmin edir.

Ümumilikdə, rəqəmsal transformasiya təkcə kalibrləmənin dəqiqliyini, izləniləbilirliyini və operativliyini artırmır, bununla parallel olaraq xərcləri və inzibati yükü də azaldır. Bu proses müasir sənayedə keyfiyyət yönümlü kalibrləmə mədəniyyətinin formalaşdırılmasında əsas rol oynayır. Nəticə olaraq bu proses metrologiyanın əməliyyat fəaliyyətinə daha dərindən inteqrasiyasını təmin edir.

Konseptual Çərçivə: QCCF Modeli

Hədəfimiz,ilkin növbədə kalibrləmə fəaliyyətlərini dəyər yönümlü və təşkilati mədəniyyətə inteqrasiya olunmuş keyfiyyət funksiyasına çevirməkdir. Bu məqsəd ilə Keyfiyyət Yönümlü Kalibrləmə Mədəniyyəti Çərçivəsi (QCCF) modeli təklif edirik. Kalibrləmənin təşkilati mədəniyyətə inteqrasiyasını təmin etmək üçün QCCF müəssisənin bütün səviyyələrində əhatə edən strateji və çoxölçülü model hesab edirik. Model ISO 9001, ISO 10012 və ISO/IEC 17025 kimi beynəlxalq keyfiyyət və ölçmə idarəetmə standartlarına əsaslanır. Model sənaye tədqiqatlarından əldə olunan praktiki nəticələr üzərində formalaşdırılmışdır.

QCCF modelinin əsasını dayanıqlı kalibrləmə mədəniyyəti üçün ehtiyac duyulan beş əsas parametr təşkil edir. Hər bir sütun ali rəhbərlik, işçi heyətinin səriştəliliyi, risk və proses uyğunluğu, texnoloji inteqrasiya və sistem üzrə geribildirim kimi bir-biri ilə əlaqəli sahələri əhatə edir. Modelin tətbiqinin əsas məqsədi təşkilatları yalnız normativ uyğunluğa əsaslanan reaktiv kalibrləmə yanaşmasından uzaqlaşdırmaqdır. Bunun əvəzinə proaktiv və dəyər yaradan ölçmə təminatı sisteminə keçməyə imkan yaradılması hədəfənir.

QCCF modelinin beş əsas sütunu aşağıdakılardır:

3.1 Rəhbərliyin Öhdəliyi

Kalibrləmənin təşkilatın ümumi keyfiyyət mədəniyyətinə inteqrasiyası üçün əsas hərəkətverici qüvvə rəhbərliyin öhdəliyidir. İcraedici rəhbərlik və ali menecment təşkilatda ümumi yanaşmanın formalaşdırılmasında, resursların ayrılmasında və kalibrləmə məqsədlərinin strateji biznes hədəfləri ilə uyğunlaşdırılmasında mühüm rol oynayır. Rəhbərliyin açıq və davamlı dəstəyi olmadan kalibrləmə yalnız normativ tələblərin yerinə yetirilməsi səviyyəsində qalır.Bu da uzunmüddətli təşkilati əhəmiyyət qazanmasının qarşısında maneə yaradır.

Rəhbərlik tərəfindən dəstəklənən kalibrləmə mədəniyyəti sadəcə büdcənin ayrılması ilə məhdudlaşdıra bilmərik. Bu yanaşma ilk növbədə kalibrləmənin təşkilatın keyfiyyət siyasətində strateji prioritet kimi müəyyən olunmasını hədəfləyir. Buna bağlı olaraq ölçmə təminatı ilə bağlı performans göstəricilərinin yaradılmasına və şöbə rəhbərlərinin kalibrləmə nəticələrinə görə məsuliyyət daşımasına zərurət yaranır. Eyni zamanda rəhbərliyin öhdəliklrindən biri də ondan ibarətdir ki, dəqiq ölçmələrin məhsul keyfiyyəti, təhlükəsizlik və normativ uyğunluq üçün əhəmiyyətini əməkdaşlara aydın şəkildə çatdırsın. Bu yanaşma vasitəsi ilə kalibrləmə sadəcə texniki funksiya olaraq görülmür, keyfiyyət təminatına əlavə dəyər yaradan fəaliyyət sahəsinə çevrilir.

Araşdırmalar bizə onu göstərir ki, rəhbərlik kalibrləmə fəaliyyətlərində aktiv iştirak etdikdə, məsələn, qiymətləndirmələrdə iştirak etdikdə, kalibrləmə komandalarını təşviq etdikdə və ya kalibrləmə göstəricilərini əsas biznes indikatorları ilə əlaqələndirdikdə təşkilatda normativ uyğunluq səviyyəsi yüksəlir, ölçmə ilə bağlı risklər azalır və audit hazırlığı yaxşılaşır.[10]

Öhdəliyin gücləndirilməsi məqsədi ilə rəhbərlik davamlı təlimləri dəstəkləməli, rəqəmsal kalibrləmə texnologiyalarına investisiya etməli və kalibrləmənin layihələndirmə, istehsalat, texniki xidmət və müştəri xidmətləri proseslərinə inteqrasiyası üçün şöbələrarası əməkdaşlığı təşviq etməlidir.

3.2 İşçi Heyətinin Səriştəliliyi

Keyfiyyət yönümlü kalibrləmə mədəniyyətinin əsas dayaqlarından biri də işçi heyətinin peşəkar bilik və fəallığı hesab olunur. Metrologiya üzrə biliklərin yalnız kalibrləmə laboratoriyalarında inkişaf etdirilməsi yetərli deyil. Bu təlimlər eyni zamanda layihələndirmə, istehsalat, texniki xidmət və keyfiyyət təminatı şöbələrində də inkişaf etdirilməlidir. Bu inkişaf düzgün və izləniləbilən ölçmə fəaliyyətlərinin davamlılığına zəmin yaradacaq.

Səriştəliliyin inkişafı yalnız prosedur bilikləri ilə məhdudlaşmamalıdır. Əməkdaşlar kalibrləmənin məqsədini, izləniləbilənlik zəncirinin əhəmiyyətini və ölçmə qeyri-müəyyənliyinin məhsul uyğunluğu və müştəri məmnuniyyətinə təsirini dərindən anlamalıdırlar. Bu bilik

əməkdaşlara kalibrləmə sertifikatlarını düzgün şərh etməyə, uyğunsuzluqları vaxtında aşkar etməyə və düzgün qərarlar qəbul etməyə imkan verir.[14]

Vəzifələrə uyğun strukturlaşdırılmış təlim proqramları xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Texniki heyət qabaqcıl kalibrləmə metodları, qeyri-müəyyənliyin hesablanması, ISO/IEC 17025 və ISO 10012 kimi standartların tətbiqi və kalibrləmə proqram təminatlarının istifadəsi üzrə təlim keçməlidir. Keyfiyyət menecerləri və operatorlar isə kalibrləmə məlumatlarının keyfiyyətə nəzarət, risk idarəetməsi və proses imkanlarına necə təsir etdiyini praktik şəkildə öyrənməlidirlər.

Davamlı peşəkar inkişaf məqsədi ilə davamlı olaraq milli metrologiya institutları ilə əməkdaşlıq, daxili təlim mərkəzləri, beynəlxalq seminarlar, konfranslar və səriştəlik sınaqları vasitəsilə koordinasiyalar möhkəmləndirilməlidir. Metrologiya sahəsində bacarıqları əsaslandıran sertifikatlaşdırma proqramları da məsuliyyət və peşəkarlıq mədəniyyətinin gücləndirilməsində aktiv rol oynayır.

Bundan əlavə, təşkilatların atmalı olduqları ən mühim addımlardan biri ondan ibarətdir ki, elə iş mühiti formalaşdırsınlar ki, kalibrləmə səhvləri cəza deyil, öyrənmə imkanı kimi qiymətləndirilsin. Əməkdaşlar ölçmə nəticələrini sorğulamağa, avadanlıq problemləri barədə məlumat verməyə və təkmilləşdirmə təşəbbüslərində iştirak etməyə təşviq olunmalıdırlar. Bu yanaşma vasitəsi ilə kalibrləməni passiv texniki fəaliyyət olmaqdan çıxararaq, əməliyyat mükəmməlliyinin aktiv hissəsinə çevirə bilərik.

3.3 Risk Əsaslı Düşüncə

Risk əsaslı düşüncə ISO 9001:2015 standartının tərkib hissəsi olunan əsas anlayışlardan biridir. Bu prinsip təşkilatlardan proseslərlə bağlı risk və imkanları sistemli şəkildə qiymətləndirməyi və idarə etməyi tələb edir. Kalibrləmə sahəsində risk əsaslı yanaşmanın tətbiqi ölçmə fəaliyyətlərinin məhsul keyfiyyətinə, təhlükəsizliyə, normativ uyğunluğa və biznes davamlılığına təsirinə görə prioritetləşdirilməsinə imkan verir.

Bu yanaşmaya əsasən bütün kalibrləmə fəaliyyətləri eyni səviyyədə qiymətləndirilmir. Məsələn, son məhsulun spesifikasiyalarına və ya təhlükəsizlik baxımından kritik proseslərə təsir edən cihazlar üçün daha qısa kalibrləmə intervalları, yüksək izləniləbilənlik və daha ciddi qeyri-müəyyənlik qiymətləndirmələri tətbiq olunmalıdır. Məhsul uyğunluğuna az təsir göstərən cihazlar üçün isə tarixi məlumatlar əsasında daha uzun kalibrləmə intervalları müəyyən edilə bilər.

Bu yanaşmanın tətbiqi üçün təşkilatlar FMEA, risk prioritet nömrəsi (RPN) və ya Monte Karlo simulyasiyaları kimi metodlardan istifadəsi tövsiyə olunur. Kalibrləmə planları ümumi risk idarəetmə strategiyasının bir hissəsi kimi sənədləşdirilməli və audit nəticələri, uyğunsuzluqlar və proses dəyişiklikləri nəzərə alınaraq mütəmadi şəkildə yenilənməlidir.

Bu yanaşma resursların daha səmərəli bölüşdürülməsinə, avadanlıqların etibarlılığının artmasına, dayanma müddətlərinin azalmasına və məhsula etimadın yüksəlməsinə şərait yaradır.

Bundan əlavə, risk qiymətləndirməsinin rəqəmsal sistemlərlə inteqrasiyası yüksək riskli hallarda real vaxt monitorinqi və avtomatik yenidən kalibrləmə funksiyalarının tətbiqinə imkan verir. Risk şüuru ilə rəqəmsal imkanların birləşdirilməsi gələcəyə hazır və dayanıqlı sənaye kalibrləmə sistemlərinin qurulması üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır.

3.4 Rəqəmsal İnteqrasiya

Rəqəmsal inteqrasiya QCCF modelinin əsas elementlərindən biridir və bu model ilə hədəfimiz təşkilatları əl ilə aparılan, səhvlərə açıq kalibrləmə proseslərindən uzaqlaşdıraraq məlumat əsaslı və optimallaşdırılmış sistemlərə keçməyə şərait yaratmaqdır. Rəqəmsal alətlərin kalibrləmə proseslərinə inteqrasiyası izləniləbilənliyi, ardıcıllığı və operativliyi artıraraq ölçmə etibarlılığının qorunmasına və davamlı inkişaf mədəniyyətinin formalaşmasına dəstək verəcəyini düşünürük.

Müasir kalibrləmə proqramlarının əsas üstünlükləri ondan ibarətdir ki, kalibrləmə statuslarının real vaxt rejimində izlənilməsini, avtomatik planlaşdırmanı, qeyri-müəyyənlik hesablamalarını və məlumatların mərkəzləşdirilmiş şəkildə saxlanmasını təmin edir. Bu sistemlər kağız sənədlərdən və cədvəllərdən asılılığı azaldaraq məlumat itkisi və köçürmə səhvlərinin qarşısını alır.[8] ERP, QMS və aktivlərin idarəetmə sistemləri ilə inteqrasiya edərək kalibrləmə məlumatlarının bütün şöbələr üçün əlçatan olmasına zəmin yarada bilərik.

Rəqəmsal inteqrasiya həmçinin kalibrləmə tarixçələrinə və sertifikatlara uzaqdan çıxışı təmin edir ki, bu da beynəlxalq komandalar arasında əməkdaşlığı asanlaşdırır və müxtəlif ölkələrin normativ tələblərinə uyğunluğu dəstəkləyir. Ağıllı sensorlar və IoT texnologiyaları vasitəsi ilə isə ölçmə performansını davamlı izləyə, sapmaları aşkar edə və avtomatik yenidən kalibrləmə proseslərini işə sala bilərik.

Süni intellekt və maşın öyrənməsi texnologiyaları istifadə intensivliyi, ətraf mühit şəraiti və əvvəlki məlumatlar əsasında optimal kalibrləmə intervallarını müəyyən etməyə imkan verir. Bu yanaşma vasitəsi ilə avadanlıqlarımızın lazımsız dayandırılmasının qarşısını ala bilərik. Nəticə olaraq da keyfiyyət təminatını daha effektiv şəkilə gətirə bilərik.

Rəqəmsal inteqrasiyanın tam tətbiqi üçün sistemlər arasında uyğunluğu təmin etlməli, əməkdaşlara müvafiq təlimlər keçirilməsi təşkil etməiyik. Beləliklə məlumat təhlükəsizliyi ilə bağlı aydın idarəetmə mexanizmləri yaratmalıyıq. Düzgün tətbiq etməklə rəqəmsal inteqrasiya vasitəsi ilə kalibrləməni şəffaf, proaktiv və strateji funksiyaya çevirə bilərik.

3.5 Davamlı Təkmilləşdirmə və Audit

Davamlı təkmilləşdirmə və sistemli audit keyfiyyət yönümlü kalibrləmə mədəniyyətinin qorunması və inkişaf etdirilməsi üçün vacib sütunlarından hesab olunur. Kalibrləmə prosesləri yalnız uyğunsuzluqlara reaksiya verən statik fəaliyyət kimi deyil, davamlı qiymətləndirmə və inkişaf yolu ilə təkmilləşən dinamik sistem kimi fəaliyyət göstərməlidir.

Auditlər kalibrləmə prosedurlarına, standartlara və keyfiyyət idarəetmə tələblərinə uyğunluğun yoxlanılması üçün əsas vasitədir. Mütəmadi daxili auditlər aparaqaq biz, kalibrləmə fəaliyyətlərinin effektivliyinin qiymətləndirə bilirik. Bu auditlər zamanı zəif tərəfləri müəyyən edir və korrektiv tədbirlərin vaxtında həyata keçirilməsi üçün strukturlaşdırılmış fəaliyyət planı hazırlayırıq.[12] Auditləri yalnız prosedur yoxlamaları ilə məhdudlaşdırmamalıyıq, həm də əməkdaşların kalibrləmə fəaliyyətlərinə münasibəti və rəhbərliyin dəstəyi kimi mədəni aspektləri qiymətləndirməliyik.

PDCA və Lean Six Sigma kimi davamlı təkmilləşdirmə metodlarının tətbiqi ölçmə qeyri-müəyyənliyinin azaldılmasına, kalibrləmə intervallarının optimallaşdırılmasına və səmərəsizliklərin aradan qaldırılmasına imkan verir.[13] Kalibrləmə məlumatlarının KPI və keyfiyyət panel sistemlərinə inteqrasiyası vasitəsilə rəhbərlik cihazların vəziyyətini izləyə və kritik fəaliyyətlərə vaxtında müdaxilə edə bilir.

Bundan əlavə, xarici auditlərdə və laboratoriyalararası müqayisələr və ya səriştəlik sınaqlarında iştirak etməklə biz təşkilatımızın kalibrləmə sisteminin etibarlılığını təsdiqləyir və onu sənaye üzrə ən yaxşı təcrübələrlə müqayisə etməyə imkanımız yaranır.[14] Bu xarici qiymətləndirmə təşkilatın nüfuzunu artırır və davamlı inkişafı stimullaşdırır.

Nəticə etibarilə, davamlı təkmilləşdirmə və audit kalibrləməni sadə texniki prosedurdan təşkilati öyrənmə, məsuliyyət və uzunmüddətli mükəmməlliyi dəstəkləyən strateji keyfiyyət amilinə çevirir.

Nəticə

Baxmayaraq ki, kalibrləməni əksər hallarda texniki fəaliyyət kimi qəbul edirik, kalibrləmə əslində sənaye keyfiyyətinin əsas dayaqlarından biridir. Bu məqalədə göstərməyə çalışdıq ki, keyfiyyət yönümlü kalibrləmə mədəniyyətinin formalaşdırılması həm mümkün, həm də zəruridir. QCCF modelinin tətbiqi vasitəsilə müəssisələr metrologiya fəaliyyətlərini strateji keyfiyyət məqsədləri ilə uyğunlaşdıra, riskləri azalda və müştəri etibarını gücləndirə bilərlər.

Əsas tövsiyələrimiz aşağıdakılardır:

Kalibrləmə təşkilatın keyfiyyət siyasətinin ayrılmaz hissəsinə çevrilməlidir.

Rəqəmsal kalibrləmə idarəetmə sistemlərinin tətbiqi genişləndirilməlidir.

İstehsalat və keyfiyyət təminatı göstəriciləri ilə əlaqəli kalibrləmə KPI-ləri müəyyən edilməlidir.

Metrologiya yönümlü düşüncə tərzinin inkişafı üçün təlim və rəhbərlik proqramlarına investisiya ayrılmalıdır.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI:

1. Douglas, T. J., & Judge, W. Q. (2001). Total quality management implementation and competitive advantage: The role of structural control and exploration. Academy of Management Journal, 44(1), 158–169. https://psycnet.apa.org/doi/10.2307/3069343
2. Ellison, S. L. R., & Williams, A. (2012).

Eurachem/CITAC Guide: Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Eurachem.
3. Flack, D., & Hannigan, T. (2016). Fundamentals of Industrial Instrumentation. Wiley.
4. Hocken, R., & Pereira, P. H. (2016). Coordinate Measuring Machines and Systems. CRC Press.
5. ISO 9001:2015. Quality Management Systems — Requirements.
6. ISO/IEC 17025:2017. General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories.
7. ISO 10012:2003. Measurement Management Systems — Requirements for Measurement Processes and Measuring Equipment.
8. Gabriel H.S.Rampini, F.T.Berssanetti, Ana Saut (2019). Insertion of Risk Management in Quality Management Systems with the Advent of ISO 9001:2015: Descriptive and Content Analyzes. Industrial Engineering and Operations Management II Springer Proceedings in Mathematics & Statistics 281,pp 209–221 https://doi.org/10.1007/978-3-030-14973-4_20209
9. Oleh Velychko (2008) Uncertainty estimation at the calibration of measurement instruments in accredited laboratories 7th International Symposium "Metrology 2008" At: Havana, Cuba DOI: 10.13140/2.1.2282.1444
10. . Kujala.J., & Lillrank,P. (2004). Total quality management as a cultural phenomenon. Quality Management Journal, 11(4), 43–55. DOI: 10.1080/10686967.2004.11919132
11. Antonella Lanati (2018). Quality Management in Scientific Research. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76750-5
12. Moen, R., and Norman, C., 2009. The History of the PDCA Cycle. Proceedings of the 7th ANQ Congress Tokyo 2009, September 17, 2009
13. Oakland, J. S. (2014). Total Quality Management and Operational Excellence. Routledge. DOI:https://doi.org/10.4324/9781315815725
14. Mohamed A. Youssef, Eyad M. Youssef and Farouk Saleh (2014). Quality management practices: an international perspective. International Journal of Services and Operations Management. pp 1-28 .https://doi.org/10.1504/IJSOM.2014.064032
15. Rashid Mammadov, Arzu Ibrahimova (2025). Building a Quality-Oriented Calibration Culture in Industry. Abstract Book of the 7th Eurasian Conference "Risk-oriented Design and Operation of Infrastructure Systems: Sustainability Paradigm" (RISK-2025), Baku, Azerbaijan, Oct. 21-23, 2025, 290 p. ISBN 978-9952-594-19-5. DOI: https://doi.org/10.64599/TNSI9963 pp 132-133

BUİLDİNG A QUALİTY-ORİENTED CALİBRATİON CULTURE İN INDUSTRY

Rashid Rashad MAMMADOV
Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan
E-mail: memmedov.rashid.doktorant@asoiu.edu.az
Arzu Eldar IBRAHIMOVA
Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan
E-mail: arzu.ibrahimova@asoiu.edu.az

Abstract: High-accuracy measurement systems are critical for ensuring product quality, regulatory compliance and customer confidence in high-accuracy measurement-dependent industries. However, calibration processes are often underestimated and considered as separate technical tasks rather than as essential elements of organisational culture. This paper proposes a conceptual and strategic model for the development of a quality-oriented calibration culture in industrial organisations. The paper addresses the structural, human and technological aspects influencing the effectiveness of calibration with reference to relevant literature, international standards (ISO 9001, ISO/IEC 17025, ISO 10012) and empirical observations. The paper proposes the "Quality-Oriented Calibration Culture Framework (QCCF)". This framework includes leadership involvement, workforce skill, risk-based methods, digitalisation and measurement uncertainty management. The research, using a mixed-methods methodology, comprising field surveys and case studies, shows that organisations with

strong calibration culture demonstrate less nonconformities, better process capability and lower risks in quality-sensitive operations. This article also suggests practical ways to incorporate calibration into industrial continuous improvement and quality assurance systems.[15]
Keywords: calibration culture, industrial measurement systems, risk-based thinking, uncertainty management, quality assurance

ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ КАЛИБРОВКИ, ОРИЕНТИРОВАННОЙ НА КАЧЕСТВО, В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рашид Рашад МАМЕДОВ
Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан
E-mail: memmedov.rashid.doktorant@asoiu.edu.az
Арзу Эльдар ИБРАГИМОВА
Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан
E-mail: arzu.ibrahimova@asoiu.edu.az

Резюме: Высокоточные измерительные системы имеют решающее значение для обеспечения качества продукции, соответствия нормативным требованиям и доверия клиентов в отраслях, зависящих от высокоточных измерений. Однако процессы калибровки часто недооцениваются и рассматриваются как отдельные технические задачи, а не как важные элементы организационной культуры. В данной статье предлагается концептуальная и стратегическая модель развития ориентированной на качество культуры калибровки в промышленных организациях. В статье рассматриваются структурные, человеческие и технологические аспекты, влияющие на эффективность калибровки, со ссылкой на соответствующую литературу, международные стандарты (ISO 9001, ISO/IEC 17025, ISO 10012) и эмпирические наблюдения. В статье предлагается «Структура ориентированной на качество культуры калибровки (QCCF)». Эта структура включает в себя участие руководства, квалификацию персонала, методы, основанные на оценке рисков, цифровизацию и управление неопределенностью измерений. Исследование, проведенное с использованием смешанной методологии, включающей полевые исследования и тематические исследования, показывает, что организации с сильной культурой калибровки демонстрируют меньшее количество несоответствий, лучшие производственные возможности и более низкие риски в операциях, чувствительных к качеству. В этой статье также предлагаются практические способы включения калибровки в системы непрерывного совершенствования и обеспечения качества в промышленности.[15]
Ключевые слова: культура калибровки, промышленные измерительные системы, риск-ориентированное мышление, управление неопределенностью, обеспечение качества