



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
Ümummilli Lider Heydər Əliyevin 100-illik
yubileyinə həsr olunmuş
“Əsas qrant müsabiqəsi-2023” ün
(AEF-MCG-2023-1(43)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 1-ci mərhələ)

ELMI-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Ağamalyev Zöhrab Ədalət oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **13 noyabr 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 dekabr 2023-cü il – 01 dekabr 2025-ci il**

Layihənin **I mərhələ** üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər**
AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihənin əsas ideyası paylanmış fiber-optik sistemlərin məlumatlarından və ona tətbiq olunmuş neyron şəbəkələrindən istifadə etməklə borularda çoxfazlı axının simulyasiyası və riyazi modelləşdirilməsi, qaz sızma yerlərinin təyini və şaquli seysmik profillərinin fiber optik məlumatlarından alınması və interpretasiyasıdır.
Cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlərin arasında mövcud məlumatların toplanması və standartlaşdırılması prosesi birinci mərhələsinə aid olmuşdur. Bu mərhələyə düşən digər fəaliyyətlər: ədəbiyyat icmalının aparılması, məlumatların hazırlanması və öncəki işlənməsi, ətraflı təhlil və keyfiyyətin yoxlanılması idi.
✓ Mövcud məlumatların toplanması və standartlaşdırılması
Toplanan məlumatların etibarlılığını təmin etmək və təcrübə şəraitini maksimal olaraq real şəraitə çatdırmaq məqsədi ilə Paylanmış Akustik Sensorlar (PAS) texnologiyası üçün inkişaf etdirilmiş innovativ bir yanaşma ilə, biz real zamanda boru kəmərinin monitoring şərtlərini yaxından simulyasiya etmək üçün axın xəttini özündə əks etdirən laboratoriya qurğusu qurulmuşdur. Təcrübəmizin əsas hissəsi bir boru segmenti ətrafında optik fiberin xüsusi üsulla sarılması idi. Bu qurğuda, borunun 5 metrlik hissəsi ətrafına sarılmış 300 metr uzunluğuna malik

optik fiber istifadə edilmişdir. Bu konfigurasiya, PAS sisteminin müxtəlif simulyasiya edilmiş əməliyyat və ətraf mühiti tərəfindən yaradılan akustik siqnallara həssaslığını artırmaq üçün seçilmişdir.

Təcrübələr boruların real mühitdə rastlaşa biləcəyi bir sıra şərtləri təkrar etmək üçün xüsusi olaraq təşkil edilmişdir. Bu şərtlər aşağıdakıları əhatə edirdi:

- ✓ Ətraf səs alavəsi: PAS sisteminin borunun işləmə səsləri ilə xarici ətraf səslər arasında fərq etmə qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün, laboratoriyada tənzimlənən ətraf səslər mənbəyi yaradılmışdır.
- ✓ Axın sürətinin dəyişiklikləri: Akustik siqnallara dəyişən müxtəlif axın sürətlərin təsirini anlamaq üçün, boru daxilindəki axın sürətlərini sistemli olaraq dəyişdirdik. Bu, axın sürətlərindəki dəyişikliklər və onların akustik izləri arasındakı əlaqəni öyrənməyə imkan verdi.
- ✓ Qumun injeksiyası və su nümunələrinin götürülməsi: Qumun çöküntü nəqlinin modelləşdirməsi və nümunələrin götürməsi üçün, qum axına mütəmadi olaraq daxil edilmiş və müxtəlif intervalarda su nümunələri götürülmüşdür. Bu addımlar akustik siqnalların xüsusiyyətlərinə təsir edə biləcək əməliyyat şərtlərini imitasiya etməyi məqsədini daşıyırdı.
- ✓ Külək simulasiyası: Küləkli şəraiti simulasiya edərək, açıq hava şəraitində boru mühitində yayılan külək və səslərə olan PAS sisteminin həssaslığının qiymətləndirilməsi aparılmışdır.
- ✓ Əkstəziyədə dəyişikliklər: Əkstəziyə olan düzəlişlər PAS sistemi tərəfindən əldə edilən akustik profillərə təsir edə biləcək təsirlərin öyrənilməsinə yönəlmişdir. Bu düzəlişlər akustik siqnallara təzyiqin necə təsir etdiyini anlamaq üçün olduqca əhəmiyyətlidir.

Bütün təcrübə məlumatların tamlığını və müqayisə oluna bilməyini təmin etmək istənilən elmi araşdırmanın etibarlılığı üçün, xüsusən də Paylanmış Akustik Sensorlar (PAS) texnologiyası üçün çox vacibdir. Bu məqsədlə, məlumatların toplanması mərhələsində ciddi bir standartlaşdırma prosesinə riayət edildi. Həmin standartlaşdırma prosesi vahid PAS konfigurasiyası və zaman işarələmənin dəqiq uyğunlaşdırılması ilə həyata keçirilmişdir.

Vahid PAS Konfigurasiyası:

Standartlaşdırma prosesimizin əsasında hər bir qeyd seansı üçün eyni PAS konfigurasiya parametrlərinin ardıcıl istifadəsi idi. Bu yanaşma dəyişkənliyi minimuma endirdi və məlumatlarda müşahidə edilən hər hansı fərqlərin məlumatların toplanma metodologiyasındakı uyğunsuzluqlardan deyil, məhz eksperimental şərtlərlə əlaqələndirilməsini təmin etdi. Standartlaşdırılmış parametrlər aşağıdakı kimi idi:

- ✓ Tezlik: 10 kHz-ə təyin edilmiş yüksək diskretləşmə tezliyi təcrübələrimizdə yaradılan akustik siqnalların tam spektrini tutmaq üçün vacib idi və onların xüsusiyyətlərinin ətraflı təhlilinə imkan verdi.
- ✓ Ortalama nöqtəsi (P) üçün 11 qiyməti seçilmişdir. Bu parametr PAS sisteminin fəza ayırdəməsinə təsir edir və seçiminiz dəqiq siqnal aşkarlanmasını təmin edərək, həssaslıq ilə səs-küy nisbətini balanslaşdırmaq idi.
- ✓ Çıxış siqnalın sönmə qiyməti: 2-yə bərabər çıxış sönmə əmsalı tətbiq edildi ki, bu da akustik məlumatın bütövlüyünə xələl gətirmədən məlumat sürətini idarə oluna bilən səviyyəyə qədər effektiv şəkildə azaltdı.
- ✓ Normallaşdırma: Normallaşdırmanı aktivləşdirməklə ətraf mühit şəraitin dəyişməsi və ya sistemin effektivliyi ilə əlaqədar siqnalın amplitudasında azalmalar müşahidə edildi, bu isə verilənlərin zamanla uyğunlaşmasını təmin etdi, o cümlədən müxtəlif təcrübə qurğuları üçün.
- ✓ Optik Güc: Maksimum optik gücün 100%-ə təyin olunması zəif akustik siqnalları aşkar etmək üçün PAS sisteminin həssaslığını artırmaq üçün həlledici idi.
- ✓ Qəbuledicinin gücləndirilməsi: Siqnalın səs-küy nisbətini artırmaq, alınan akustik məlumatların aydınlığını optimallaşdırmaq üçün qəbuledicinin gücləndirilməsi 90% seçilmişdir.

Zamana görə uyğunlaşdırma:

Alınan akustik siqnallar ilə təcrübi hadisələrin zamana görə uyğunlaşdırılması üçün qeydə alınmış bütün hadisələrin müddət aralıqları PAS göstəriciləri ilə əlaqələndirilmişdir. Bu cür uyğunlaşdırılma tədqiqatın dəqiqliyi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edirdi və hər bir qeydə alınan hadisənin akustik siqnala təsirini detallı şəkildə təyin etməyə imkan verirdi.

Vahid PAS konfigurasiya parametrlərinin tətbiqi və dəqiqliklə aparılan zamana görə uyğunlaşdırma məlumatların toplanma və standartlaşdırılma prosesin əsasını təşkil edərək, həm də alınmış nəticələrin yüksək keyfiyyətə malik olmasının göstəricisidir. Bu iş növbəti mərhələlərdə verilənlərin düzgün alınmasına, yüksək səviyyədə təhlilinə və tədqiqinə yaxşı zəmin yaradır.

Məlumatların qeydə alınması və saxlanması

Hərtərəfli təhlil və keyfiyyətə nəzarəti təmin etmək üçün təcrübə nəticələri iki müxtəlif formatda qeydə alınmış və saxlanmışdır:

PAS məlumatları üçün TDMS. PAS məlumatlarının toplanması üçün texniki məlumat axınının MS (TDMS) formatının seçilməsi onun yüksək keyfiyyətli akustik yazılara xas olan böyük verilənlər dəstlərinin işlənməsi üçün uyğunluğu ilə şərtlənir. Bu format mürəkkəb akustik məlumatların səmərəli saxlanmasına, axtarışına və təhlilinə imkan yaradır.

Hadisənin qeydi üçün CSV. Eyni anda, bütün təcrübə nəticələri - ətraf mühitin səs-küyünün əlavə edilməsindən tutmuş əks təzyiqdəki dəyişikliklərə qədər - vergüllə ayrılmış dəyər (CSV) formatında diqqətlə qeyd edildi. Bu seçim müəssisədə edilən akustik siqnallar və onların qeydə alınan zaman dəqiq müqayisəyə imkan verərək, təcrübə nəticələrin əlçatanlığını təmin etdi və təhlilini asanlaşdırdı.

Bulud yaddaşı. Bulud yaddaşından istifadə etməklə biz yaradılmış böyük məlumat dəstlərinin təhlükəsiz şəkildə saxlanmasını, birgə təhlil üçün asanlıqla əldə edilməsini və məlumat itkisindən qorunmasını təmin etdik. Bu yanaşma nəinki miqyaslılığı təmin etdi, həm də komanda üzvləri və maraqlı tərəflər üçün onu uzaqdan nəzərdən keçirməyi asanlaşdırdı.

Problemlər və həll yolları

Məlumatların toplanması mərhələsində biz incə akustik siqnalları dəqiq tutmaq üçün PAS sisteminin kalibrənməsi və təcrübənin gedişatına dəqiq nəzarət etmək zərurəti də daxil olmaqla bir sıra problemlərlə üzləşdik və onların öhdəsindən gəldik. Həllər topladığımız məlumatların etibarlılığını və düzgünlüyünü təmin edən PAS texnologiyasında texniki düzəlişlərdən tutmuş təkmilləşdirilmiş ekoloji modelləşdirmə protokollarına qədər müxtəlif idi.

✓ Ədəbiyyat icmalı

PAS məlumatlarının dərin öyrənmə ilə effektiv işlənməsi: Shiloh, Eyal və Giryes (2019) tərəfindən fiber-optik PAS məlumatlarının dərin öyrənmə yanaşması ilə avtomatik olaraq işlənməsi üçün bir metod təklif edilmişdir ki, hadisələrin aşkar etmə və sinifləndirmə effektivliyində vacib təkmilləşmələri nümayiş etdirmişdir. Bu tədqiqat, fərdi hesablamalara ehtiyac olmadan PAS məlumatlarından uyğun funksiyaların çıxarılması üçün süni neyron şəbəkələrinin (SNŞ) potensialını göstərir və kompüter modelləri əsasında effektiv təlim setinin yaradılması üçün generativ rəqəbatlı şəbəkə (GRŞ) metodologiyasından istifadə edir

Akustik mənbənin 2D və 3D lokallaşdırılması üçün PAS: Jiajing və digərləri (2019) öz işlərində optik fiber tərəfindən ölçülmüş siqnal toplusundan istifadə edərək fəza korrelyasiyalarını analiz etmək üçün PAS sisteminin səsin iki (2D) və üç (3D) ölçülü lokallaşdırılması gücünü göstərmişdilər. Bu iş, hədəfin hava və su mühitlərində statik, dinamik və çoxsaylı lokallaşmasında PAS-ın yeni tətbiq sahələrini açır.

PAS məlumatları ilə trafik analizi üçün dərin tərs qırılma: Van den Ende, Ferrari, Sladen və Richard (2021) tərəfindən, müxtəlif şərtlərdə nəqliyyat vasitələrinin aşkarlanması və nəqliyyat axınının təhlili üçün yol kənarındakı PAS məlumatlarının tədqiqində özünə nəzarət dərin öyrənmə yanaşmasının istifadəsini

araşdırmışdılar. Onların təklif etdikləri Tərs qırılma Avto-Kodlayıcı (TAK) zamana görə ayırməni və təyin etmə dərəcəsini yüksəldərək, böyük həcmli PAS məlumatlarının real zaman şəraitində sürətli emal potensialını nümayiş etdirir.

PAS texnologiyaları sahəsində tədqiqatın inkişafı: Shang və digərləri (2022), öz işlərində PAS texnologiyaların təhlükəsizlik sahəsində, zəlzələ nəzarət sistemlərində və enerji mənbələrin kəşfiyyatında istifadəsinə dair ətraflı icmalını təqdim etmişdilər. Onlar PAS üçün həlledici texnologiyaları, çətinlikləri və gələcək inkişaf istiqamətlərini müzakirə edərək, bu texnologiyanın potensialını və hazırkı məhdudiyyətlərin aradan qaldırılmasının əhəmiyyətini vurğulayırlar.

Axın sürətlərinin proqnozu: Tabjula və digərləri (2023) maye axını sürətlərini dəqiq qiymətləndirmək üçün PAS ölçmələrindən hazırlanmış empirik korrelyasiyaları təqdim etdilər. Bu iş müxtəlif axın şəraitlərində axın sürətinin proqnozlaşdırılmasında yüksək dəqiqliyi nümayiş etdirərək PAS məlumatlarından axın sürətlərini proqnozlaşdırmaq üçün zaman və tezliyin müxtəlif intervollarında signal emalından istifadə edərək ətraflı iş prosesini təqdim edir.

Hasilata nəzarət: Miklashevskiy və onun həmmüəllifləri (2020), paylanmış akustik vibrasiyalara dair məlumatlardan istifadə edərək, quyularda su-neft axını üçün hasilat profillərin təyini və maye növünün identifikasiyasında verilənlərin emal sxemalarının yaradılması üzərində öz işlərini qurmuşdular. Bu yanaşma, axın sürətlərində dəyişikliklər və faza dəyişmələri haqqında real-zamanda xəbərdarlıq siqnalların verilməsi və bununla da əməliyyatla bağlı operativ qərarların verilməsini mümkün edir.

İki-fazlı axınların tədqiqi üçün Sensor Platforması: Dos Santos və digərləri (2019), iki-fazlı axınların tədqiqi üçün sürətli keçid sensorlarla məlumat toplanmasını birləşdirən sensor platformasını müzakirə edərək, axının kompleks xüsusiyyətlərinin təyində digər sensor texnologiyaları ilə PAS-ın qarşılıqlı inteqrasiyasını xüsusi olaraq qeyd etmişdilər.

İki-fazlı axınlarda PAS-la qaz fazasının sürətlərinin təyini: Weber və onun həmmüəllifləri öz tədqiqatlarında (2023) PAS texnologiyalarından istifadə edərək iki-fazlı axınlarda qaz fazasının sürətlərinin təyini zamanı PAS-ın idarə olunan şəraitdə axın konfigurasiyasının izləməsi bacarığını və çoxfazlı axınların xüsusiyyətlərin təyində bu texnologiyanın universallığını göstərmişdilər.

✓ Məlumatların hazırlanması və öncəki işlənməsi

PAS məlumatlarımızı təhlil üçün hazırlamaqda ilk addım signal keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə müxtəlif hamarlaşdırma və filtrləmə alqoritmlərini araşdırmaq idi. Bu istiqamətdə akustik siqnalların bütövlüyünü qorumaq şərti ilə səs-küyü azaltmaq üçün empirik modlar üzrə parçalamadan (EMD), Savitzky-Golay filtrlərindən (SAVGOL), eləcə də aşağı və yüksək tezlikli filtrlərindən istifadə edilmişdir. Lakin bu üsullar davamlı olaraq signalın kritik keyfiyyətinin itirilməsi ilə nəticələnirdi. Bu isə akustik hadisələrin geniş spektrini əhatə edən PAS məlumatlarımızın mürəkkəb xarakterini bir daha təsdiqlədi. Çətinlik səs-küylə müqayisədə incə, lakin vacib akustik hadisələrin ayırd etməsində idi, və bu məsələ daha təkmil məlumatların işlənməsi üsullarına keçid tələb edən bir vəzifə idi.

Qabaqcıl məlumatların işlənməsi üsulları:

Topladığımız xüsusi məlumatlar üçün ənənəvi filtrləmə üsullarının məhdudiyyətlərini dərk edərək, vaxt, tezlik və fəza məlumatlarını nəzərə alan kompleks yanaşmaya keçdik.

Bu yanaşmaya aşağıdakılar daxildir:

- ✓ **Qısa Müddətli Furiye Transformasiyası (QMFT).** QMFT-nin tətbiqi bizə zaman seriyası məlumatlarını tezlik bölgəsinə çevirməyə imkan verdi, bu isə bizi zamanla tezlik spektrinin dinamik təsviri ilə təmin etdi. Həmin dinamik təsvir müxtəlif eksperimental şəraitdə baş verən akustik signal xüsusiyyətlərində dəyişiklikləri müəyyən etmək üçün həlledici faktor idi.
- ✓ **PAS kanalı haqqında məlumat.** Bir sıra PAS kanalları üzrə məlumatları təhlil edərək, biz akustik

siqnalların fəza ölçülərindən istifadə edə bildik ki, bu da kanalları ayrı-ayrılıqda araşdırarkən qeydə alınmış bilməyən qanunauyğunluqları və kənara çıxmaları aşkar etməyə imkan verdi.

- ✓ **Xəttlərin enerji nisbətləri:** Müxtəlif tezlik diapazonları arasında enerji nisbətlərinin hesablanması siqnalların enerji qiymətinin spektr üzrə paylanmasına dair məlumat verdi və bu, spesifik akustik hadisələri müəyyən etməyə kömək etdi.
- ✓ **Müxtəlif kanallar arasında siqnalların müqayisəsi.** Müxtəlif PAS kanallarından gələn siqnalların müqayisəsi fəzada lokallaşdırılmış hadisələri müəyyən etməyə kömək etdi, bu isə biza akustik siqnalların təcrübə qurğusunda necə yayıldığına dair anlayışımızı yaxşılaşdırdı.

Məlumatların 3D təqdimatı

Məlumatların işlənməsində mühüm nəticə kimi, PAS məlumatlarının vaxt, tezlik və fəza ölçülərini özündə əks etdirən üçölçülü formata təqdimatı oldu. Bu innovativ üsul, zaman və məkanda baş verən mürəkkəb akustik hadisələrin vizuallaşdırılmasına imkan verərək, görünməmiş təhlil səviyyəsini mümkün etdi. Bu ölçmələri vahid ardıcıl struktura birləşdirərək, məlumatların ilkin işlənməsi mərhələsində qarşılaşdığımız çətinlikləri aradan qaldıraraq, təcrübələrimizdə qeydə alınan akustik siqnalları daha dərinləndirən başa düşə bildik.

- ✓ **Ətraflı təhlil və keyfiyyətin yoxlanılması**

Maşın öyrənməsi və dərin öyrənmənin inteqrasiyası

Layihənin analitik mərhələsinin əsasını klassik maşın öyrənmə alqoritmlərinin dərin öyrənmə metodları və qıvrımlı neyron şəbəkələri (QNS) ilə innovativ inteqrasiyası təşkil etdi. Bu yanaşma təcrübə qurğumuzda, xüsusən də xarici səs-küyün yaranması ilə çətinləşən hallarda maye axınının mürəkkəb təbiətini əks etdirən verilənlərin açıqlanmasında mühüm rol oynamışdır.

- ✓ **Məlumatların təqdimatı.** Uğurumuzun açarı QNS-lərin güclü tərəflərindən istifadə etmək üçün uyğunlaşdırılmış PAS məlumatlarının məharətlə təqdim edilməsi idi. Verilənləri, onların zaman, tezlik və fəza ölçülərini vurğulayan formada təqdim etməklə biz QNS-in aşkarda olmayan qanunauyğunluqları və xüsusiyyətləri çıxarmaq qabiliyyətini asanlaşdırdıq.
- ✓ **QNS-dən alınan məlumatlar:** Fəza məlumatlarını emal etmək qabiliyyəti ilə tanınan QNS-lərin istifadəsi biza akustik məlumatların incəliklərini araşdırmağa imkan verdi. Bu yanaşma, hətta ciddi xarici səs-küy şəraitində belə axın xüsusiyyətlərini ayırd etmək qabiliyyətini nümayiş etdirərək axının təbiəti haqqında əhəmiyyətli nəticələrinin alınmasını mümkün etmişdir.

Bu ikili analitik strategiya PAS məlumatlarının şərhini ilə bağlı problemləri həll etmək üçün müxtəlif maşın öyrənmə paradigmalarnın birləşməsinin dəyərini vurğuladı.

- ✓ **Keyfiyyətin yoxlanılması**

DAS konfigurasiya parametrlərinin optimallaşdırılması

Tədqiqatlarımızda keyfiyyətə nəzarət aldığımız nəticələrin etibarlılığını və dəqiqliyini təmin etmək üçün böyük əhəmiyyət kəsb edirdi. Bu məqsədlə sistemimizin işini optimallaşdırmaq üçün müxtəlif DAS konfigurasiya parametrlərinin hərtərəfli qiymətləndirilməsinə başladığımız. Qiymətləndirilən parametrlərə tezlik, ortalama nöqtəsi (P), çıxış siqnalların sönmə qiyməti, normallaşdırma və fəza ayırma daxil idi.

- ✓ **Parametrlərin qiymətləndirilməsi.** Ətraflı tədqiqatlar vasitəsilə biz müxtəlif konfigurasiyaların toplanmış akustik siqnalların keyfiyyətinə necə təsir etdiyini araşdırdıq. Bu, hər bir parametrin sazlanması və siqnalların aydınlığına və bütövlüyünə təsirinin qiymətləndirilməsini əhatə edirdi.
- ✓ **Qiymətləndirmə üçün göstəricilər:** Hər bir konfigurasiyanın üstünlüyü siqnal-küy nisbəti (SNR) və xətlərin düzəldilməsi və idarəetmə alqoritmləri (ECMA) kimi etibarlı göstəricilərdən istifadə edilməklə qiymətləndirilib. Bu göstəricilər düzəlişlərimizin haqiqətən verilənlərin əsasında aparılmasını sübut

edərək, müxtəlif sazlamların üstünlüklərini müqayisə etmək üçün kəmiyyət əsasını təşkil etdilər.

- ✓ **Optimal konfigurasiyanın seçilməsi.** Təhlillərimiz əsasında müəyyən olunmuşdur ki, göstəricilərimizə görə stabil olaraq ən yaxşı nəticələr verən konfigurasiyanı müəyyən etdik. Bu təkmilləşdirilmiş texnologiya səs-küyü minimuma endirib, siqnal dəqiqliyini maksimuma çatdırmaqla yüksək keyfiyyətli akustik məlumatın alınmasına şərait yaratdı.

Məlumatların bütövlüyünün təmin edilməsi

Keyfiyyətə nəzarət prosesi layihənin ayrılmaz hissəsi idi və bizə təcrübi qurğumuzu təkmilləşdirməklə yanaşı məlumatların təhlili metodologiyalarımızı inkişaf etdirməyə imkan verdi. PAS texnologiyasının konfigurasiyasını diqqətlə nəzərdən keçirib, qiymətləndirib, akustik məlumatların toplanması və təhlili üçün yüksək dəqiqliyə malik texnologiya və bu sahədə gələcək tədqiqatlar üçün əvəzolunmaz presedent yaratmışıq.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)

01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli "Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi" adlı layihənin həyata keçirilməsində planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsinin faiz göstəriciləri:

- ✓ Mövcud məlumatların toplanması və standartlaşdırılması – 100%
- ✓ Ədəbiyyat icmalı – 100%
- ✓ Məlumatların hazırlanması və öncəki işlənməsi – 100%
- ✓ Ətraflı təhlil və keyfiyyətin yoxlanılması – 90%

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr**, onların yenilik dərəcəsi

01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli "Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi" adlı layihə üzrə alınan nəticələr:

1. Paylanmış Akustik Sensorlar texnologiyası üçün inkişaf etdirilmiş innovativ bir yanaşma ilə real zamanda boru kəmərinin monitorinq şərtlərini yaxından simulyasiya etmək üçün axın xəttini özündə əks etdirən laboratoriya qurğusu qurulmuşdur.
2. Təcrübə məlumatların tamlığını və müqayisə oluna bilməyini təmin etmək üçün standartlaşdırma prosesi vahid PAS konfigurasiyası və zaman işarələmənin dəqiq uyğunlaşdırılması ilə həyata keçirilmişdir.
3. Alınan akustik siqnallar ilə təcrübə hadisələrin zamana görə uyğunlaşdırılması üçün qeydə alınmış bütün hadisələrin müddət aralıqları PAS göstəriciləri ilə əlaqələndirilmişdir.
4. Qısa müddətli Furye transformasiyasının tətbiqi əsasında dinamik təsvir müxtəlif eksperimental şəraitdə baş verən akustik siqnal xüsusiyyətlərində dəyişikliklər müəyyən edildi.
5. PAS kanalları üzrə məlumatların təhlili və akustik siqnalların fəza ölçülərindən istifadəsi kanalları ayrı-ayrılıqda araşdırarkən qeydə alınmış qanunauyğunluqlar və kənara çıxmalar aşkar olundu.
6. Müxtəlif PAS kanallarından gələn siqnalların müqayisəsi əsasında fəzada lokallaşdırılmış hadisələri müəyyən edildi.
7. PAS məlumatlarının vaxt, tezlik və fəza ölçülərini özündə əks etdirən üçölçülü (3D) formatda təqdimatı hazırlandı. Bu innovativ üsul, zaman və məkanda baş verən mürəkkəb akustik hadisələrin vizuallaşdırılmasına imkan verərək, görünməmiş təhlil səviyyəsini mümkün etdi.

Nəzərə alsaq ki, 01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə alınan nəticələr Paylanmış Akustik Sensorlar texnologiyası üçün inkişaf etdirilmiş innovativ bir yanaşma əsasında alınmışdır, hesabat dövründə alınmış nəticələrin yenilik dərəcəsi şübhə doğurmur.

4 Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli "Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi" adlı layihə üzrə:

- ✓ *Fiber-optik sistemlərin məlumatlarından və ona tətbiq olunmuş neyron şəbəkələrindən istifadə etməklə borularda çoxfazlı axının simulyasiyası və riyazi modelləşdirilməsi, qaz sızma yerlərinin təyini və şaquli seysmik profillərinin fiber optik məlumatlarından alınması və interpretasiyası üçün innovativ bir yanaşma ilə, real zamanda boru kəmərinin monitorinq şərtlərini yaxından simulyasiya etmək üçün axın xəttini özündə əks etdirən laboratoriya qurğusu istifadəyə verilmişdir. Boru segmentin 5 metrlik hissəsi ətrafına sarılmış 300 metr uzunluğuna malik optik fiberin xüsusi üsulla sarılması bu qurğuda PAS sisteminin müxtəlif simulyasiya edilmiş əməliyyat və ətraf mühiti tərəfindən yaradılan akustik siqnallara həssaslığını artırmaq üçün seçilmişdir.*
- ✓ *PAS sisteminin borunun işləmə səsləri ilə xarici ətraf səslər arasında fərq etmə qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün, laboratoriyada tənzimlənən ətraf səslər mənbəyi yaradılmışdır.*
- ✓ *Akustik siqnallara dəyişən müxtəlif axın sürətlərin təsirini anlamaq üçün, boru daxilindəki axın sürətləri sistemli olaraq dəyişdirilirdi.*
- ✓ *Qumun çöküntü nəqlinin modelləşdirməsi və nümunələrin götürməsi üçün, qum müntəzəm olaraq axına daxil edilmiş və müxtəlif intervalarda su nümunələri götürülmüşdür. Bu addımlar akustik siqnalların xüsusiyyətlərinə təsir edə biləcək əməliyyat şərtlərini imitasiya etməyi məqsədini daşıyırdı.*
- ✓ *Küləkli şəraiti simulyasiya edərək, açıq hava şəraitində boru mühitində yayılan külək və səslərə olan PAS sisteminin həssaslığının qiymətləndirilməsi aparılmışdır.*
- ✓ *Əkstəziyə olan düzəlişlər PAS sistemi tərəfindən əldə edilən akustik profillərə təsir edə biləcək təsirlərin öyrənilməsinə yönəlmişdir. Bu düzəlişlər akustik siqnallara təzyiğin necə təsir etdiyini anlamaq üçün həyata keçirilmişdir.*
- ✓ *Hərtərəfli təhlil və keyfiyyətə nəzarəti təmin etmək üçün təcrübə nəticələri iki müxtəlif formatda (MS-TDMS və CSV) qeydə alınmış və saxlanılmışdır.*
- ✓ *Standartlaşdırma prosesimizin əsasında hər bir qeyd seansı üçün eyni PAS konfigurasiya parametrlərinin ardıcıl istifadəsi idi. Bu yanaşma (6 parametri əhatə edən) dəyişkənliyi minimuma endirdi və məlumatlarda müşahidə edilən hər hansı fərqlərin məlumatların toplanma metodologiyasındakı uyğunsuzluqlardan deyil, məhz eksperimental şərtlərlə əlaqələndirilməsini təmin etdi.*
- ✓ *Alınan akustik siqnallar ilə təcrübə hadisələrin zamana görə uyğunlaşdırılması üçün qeydə alınmış bütün hadisələrin müddət aralıqları PAS göstəriciləri ilə əlaqələndirilmişdir. Bu cür uyğunlaşdırılma tədqiqatın dəqiqliyi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edirdi və hər bir qeydə alınan hadisənin akustik siqnala təsirini detallı şəkildə təyin etməyə imkan yaradı.*
- ✓ *Qısa müddətli Furye transformasiyasının tətbiqi zaman seriyası məlumatlarını tezlik bölgəsinə çevirməyə imkan verdi, bu isə bizi zamanla tezlik spektrinin dinamik təsviri ilə təmin etdi. Həmin dinamik təsvir müxtəlif eksperimental şəraitdə baş verən akustik siqnal xüsusiyyətlərində dəyişiklikləri müəyyən etmək üçün həlledici faktor idi.*
- ✓ *Bir sıra PAS kanalları üzrə məlumatları təhlil edərək, biz akustik siqnalların fəza ölçülərindən istifadə edə bildik ki, bu da kanalları ayrı-ayrılıqda araşdırarkən qeydə alma bilməyən qanunauyğunluqları və kənar çıxmaları aşkar etməyə imkan verdi.*
- ✓ *Müxtəlif tezlik diapazonları arasında enerji nisbətlərinin hesablanması siqnalın enerji qiymətinin spektr üzrə paylanmasına dair məlumat verdi və bu, spesifik akustik hadisələri müəyyən etməyə kömək etdi.*
- ✓ *Müxtəlif PAS kanallarından gələn siqnalların müqayisəsi fəzada lokallaşdırılmış hadisələri müəyyən etməyə kömək etdi, bu isə bizə akustik siqnalların təcrübə qurğusunda necə yayıldığına dair anlayışımızı yaxşılaşdırdı.*
- ✓ *Məlumatların işlənməsində mühüm nəticə kimi, PAS məlumatlarının vaxt, tezlik və fəza ölçülərini özündə əks etdirən üçölçülü (3D) formatda təqdimatı oldu. Bu innovativ üsul, zaman və məkanda baş verən mürəkkəb akustik hadisələrin vizuallaşdırılmasına imkan verərək, görünməmiş təhlil səviyyəsini*

	<i>mümkün etdi.</i>
5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (<i>surətlərini əlavə etməli!</i>) <i>I mərhələ üçün layihə üzrə elmi nəşrlər yoxdur</i>
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə istifadə olunan üsul və yanaşmalar əsasında səmərələşdirici təkliflər hazırlanmaqdadır.</i>
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə ezamiyyətlər nəzərdə tutulmayıb</i>
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak nəzərdə tutulmayıb</i>
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə tədbirlərdə iştirak baş tutmamışdır.</i>
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə heç bir elmi məruzə təqdim olunmamışdır.</i>
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə heç bir cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar alınmamışdır</i>
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə Bakı Dövlət Universiteti ilə “eiLink” və “Waverity” şirkətləri arasında bir sıra müzakirələr aparılmışdır.</i>
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə xarici həmkarlarla görüşlər baş tutmamışdır.</i>
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə kadr hazırlığı nəzərdə tutulmamışdır.</i>
15	Sərgilərdə iştirak <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə sərgilərdə iştirak baş tutmamışdır.</i>
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi <i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02</i>

	<i>nömrəli "Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi" adlı layihə üzrə təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi nəzərdə tutulmamışdır.</i>
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.
	<i>01 dekabr 2023-cü il – 29 fevral 2024-cü il tarixləri əhatə edən I mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli "Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi" adlı layihə üzrə alınan nəticələr əsasında elmi-kütləvi nəşrlər hazırlanmaqdadır.</i>

Layihə rəhbərinin imzası _____ Ağamalıyev Zöhrab Ədalət oğlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.

