

UO‘K: 534.88:629.584

<https://doi.org/10.70769/2181-4732.ITJ.2026-3.19>

SUV OSTIDA JASAD VA QOLDIQLARNI QIDIRISHDA GIDROLOKATOR HAMDA ROV SAMARADORLIGI

Tilavov Zafar Abduganiyevich, magistratura tinglovchisi, E-mail: marokandzat@gmail.com,

Davlat siyosati va boshqaruvi akademiyasi, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqolada suv ostida inson jasadlari va qoldiqlarini qidirishda gidrolokator hamda masofadan boshqariladigan suv osti apparatini birlashtirish samaradorligini baholash uchun tekshiriladigan uslubiy model ishlab chiqilgan. Maqsadli adabiyotlar sharhi, funksional taqqoslash, tushunchalarni operatsionallashtirish va ochiq farazlarga asoslangan ssenariyli hisoblash qo‘llanilgan; birlamchi dala ma‘lumotlari yig‘ilgan.

Qamrov sifati, nishonni aniqlash, qayta topish va verifikatsiyani bog‘lovchi model hamda uni tekshirish mezonlari taklif etilgan. Shartli 10 gektar maydonda yaroqli skanerlash kengligi 40 metr va tezlik 1 m/s bo‘lganda yo‘laklar qoplanishini 10 foizdan 40 foizga oshirish hisoblangan skanerlash vaqtini 46,3 daqiqadan 69,4 daqiqaga yetkazishi aniqlangan.

Qo‘shimcha skanerlash vaqti bilan verifikatsiyada tejaladigan vaqtni solishtirish sharti chiqarilgan. Bosqichma-bosqich tekshiruvda dastlab o‘tkazib yuborilgan nishon keyingi manzilli ko‘rikka yetib bormasligi ko‘rsatilgan. Kombinatsiyaning foydasini tezlik bilangina emas, aniqlash sezgirligi, yolg‘on belgilar zichligi, joylashuv noaniqligi va g‘avvos ekspozitsiyasi orqali baholash lozim.

Model qidiruv natijalarini yagona mezonlar asosida solishtirish va hujjatlashtirish imkonini beradi. Natijalar texnik ustunlikning empirik isboti emas; modelning amaliy yaroqliligi mustaqil qiyosiy sinovda tekshirilishi kerak.

Kalit so‘zlar: suv osti qidiruvi, inson qoldiqlari, yonlama ko‘rish sonari, ROV, verifikatsiya, qidiruv samaradorligi, dalillarni saqlash, tadqiqot metodologiyasi.

УДК 534.88:629.584

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРОЛОКАТОРА И ROV В ПОДВОДНОМ ПОИСКЕ ТЕЛ И ОСТАНКОВ

Тилавов Зафар Абдуганиевич, слушатель дистанционной магистратуры

Академия государственной политики и управления, г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. В статье разработана проверяемая методическая модель оценки эффективности совместного применения гидролокатора и дистанционно управляемого подводного аппарата при поиске тел и останков людей под водой. Использованы целевой обзор литературы, функциональное сравнение, операционализация понятий и сценарные расчёты на основе явно заданных допущений; первичные полевые данные не собирались.

Предложены модель, связывающая качество охвата, обнаружение цели, её повторное нахождение и верификацию, а также критерии проверки этой модели. В условном сценарии для площади 10 гектаров при пригодной ширине сканирования 40 метров и скорости 1 м/с увеличение перекрытия маршрутов с 10 до 40 процентов увеличило расчётное время сканирования с 46,3 до 69,4 минуты.

Выведено условие сопоставления дополнительного времени сканирования с экономией времени на верификации. Показано, что цель, пропущенная на начальном этапе последовательной проверки, не поступает на последующий адресный осмотр. Эффективность комбинации следует оценивать не только по скорости, но и по чувствительности обнаружения, плотности ложных отметок, неопределённости местоположения и экспозиции водолазов.

Модель позволяет сопоставлять и документировать результаты поиска по единым критериям. Полученные результаты не являются эмпирическим доказательством

технического превосходства; практическую применимость модели необходимо проверить в независимом сравнительном испытании.

Ключевые слова: подводный поиск, человеческие останки, гидролокатор бокового обзора, ROV, верификация, эффективность поиска, сохранность доказательств, методология исследования.

UDC 534.88:629.584

SONAR AND ROV EFFECTIVENESS IN UNDERWATER BODY AND REMAINS SEARCHES

Zafar Tilavov, distance master's student

Academy of Public Policy and Administration, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. The article develops a testable methodological model for assessing the effectiveness of combining sonar with a remotely operated underwater vehicle in searches for human bodies and remains. A targeted literature review, functional comparison, operationalization of concepts, and scenario calculations based on explicit assumptions were used; no primary field data were collected.

A model linking coverage quality, target detection, reacquisition, and verification is proposed together with criteria for testing it. In a hypothetical 10-hectare area, with a usable scan width of 40 metres and a speed of 1 m/s, increasing track overlap from 10% to 40% increased the calculated scanning time from 46.3 to 69.4 minutes.

A condition was derived for comparing the additional scanning time with the time saved during verification. The sequential assessment shows that a target missed at the initial stage cannot reach the subsequent targeted inspection. The value of the combined approach should therefore be assessed not only by speed, but also by detection sensitivity, false-mark density, positional uncertainty, and diver exposure.

The model enables search results to be compared and documented using common criteria. These results do not constitute empirical proof of technical superiority; the practical validity of the model must be examined in an independent comparative trial.

Keywords: underwater search, human remains, side-scan sonar, ROV, verification, search effectiveness, evidence preservation, research methodology.

Kirish

Suv havzalarida bedarak yo'qolganlarni qidirish tirik shaxsni qutqarish va vafot etgan shaxs jasadi yoki qoldiqlarini aniqlash kabi maqsadi hamda huquqiy oqibatlari farqli vazifalarni qamraydi; tirik qolish ehtimolida hayotni saqlash ustuvor. Ushbu maqola ikkinchi yo'nalishning texnik-metodologik masalalariga bag'ishlangan. Natija faqat qurilmaga emas, qidiruv hududi, koordinata aniqligi, sonar tasviri talqini va qarorlarni yagona o'lchash jarayonida tashkil etishga bog'liq.

Schultz va hammualliflar usullarni uyg'unlashtirish zarurligi hamda o'simlik va notekis tubda yonlama ko'rish sonari cheklanishini ko'rsatgan [1]. Healy va hammualliflar biologik o'rinbosarlarni sonar bilan aniqlashni nazorat sharoitida o'rgangan [2], biroq natijani barcha suv havzalari yoki mayda suyak bo'laklariga bevosita ko'chirish mumkin emas. Mazkur ish yondashuvni qamrov, qayta tekshirish va qayd mezonlari bilan to'ldirib, qurilma pasportidan ko'ra butun jarayonning tekshiriladigan natijasiga qaratadi.

Tadqiqotning maqsadi — gidrolokator va ROVdan birgalikda foydalanishda tezkorlik, ishonchlilik, xavfsizlik va dalillar saqlanishini uyg'unlashtiruvchi uslubiy model ishlab chiqish. Buning uchun vositalar vazifalari, «aniqlash» va «tasdiqlash» farqi, vaqt–qamrov bog'lanishi hamda xolis sinov tartibi belgilandi. Model tub yuzasi yoki unga yaqin obyektlar bilan cheklanadi; cho'kindi osti qamrab olinmaydi. Ishchi gipotezaga ko'ra, bir xil hudud va yakuniy mezonda sonar–ROV yondashuvi ROVning tizimli qidiruviga nisbatan vaqtни qisqartiradi, sezgirlik esa oldindan asoslangan maqbul chegaradan pasaymaydi. Empirik tekshirilmagan model qamrov, aniqlash, qayta

topish, verifikatsiya, vaqt xarajati va shartli ehtimollarni bir tizimda baholash hamda sinov mezonlarini belgilash bilan ilmiy-amaliy hissa beradi.

Materiallar va uslublar

Ish maqsadli adabiyotlar sharhi va konseptual modellashirish shaklida bajarildi. Obyekt — suv ostida jasad va qoldiqlarni qidirish jarayoni; predmet — gidrolokator, suv osti droni, operator qarori va hujjatlashtirishning samaradorlikka ta'siri. Tahlil birligi hududni tekshirish va qayd etilgan obyekttni tasdiqlashdan iborat operatsion sikldir. Gidrolokator qaytgan tovush impulsaridan foydalanadi: yonlama ko'rish sonari tubning akustik tasvirini, ko'p nurli exolot chuqurlik va relyefni, oldinga qarovchi sonar apparat oldidagi obyektlarni ko'rsatadi [4]; ularning vazifalari va tasvirlari teng emas.

Suv osti droni turli apparatlarni qamraydi. Ushbu ishda ROV (Remotely Operated Vehicle — masofadan boshqariladigan suv osti apparati) kabel orqali sirtga bog'langan, operator boshqaradigan manzilli tekshiruv vositasi; AUV (Autonomous Underwater Vehicle — avtonom suv osti apparati) esa topshiriqni mustaqil bajarib, hududiy skanerlashga xizmat qilishi mumkin.

Aniqlash — ehtimoliy nishonni ajratish, verifikatsiya — qo'shimcha kuzatuv bilan tekshirish, identifikatsiya esa topilmaning muayyan shaxsga tegishlilikini belgilashdir. Sonardagi odamga o'xshash shakl identifikatsiya emas; INTERPOL hodisa joyi qaydi, o'limdan keyingi va hayotlik davridagi ma'lumotlarni yig'ish hamda solishtirishni alohida jarayonlar sifatida ko'rsatadi [6].

Manbalar 2026-yil 9-sentabrda ilmiy nashriyotlar, universitet repozitoriylari va rasmiy sahifalarda mavzuga doir inglizcha kalit iboralar bo'yicha qayta tekshirildi; DOI, nom va mualliflar solishtirildi. Bevosita mavzuga aloqador, bibliografiyasi tekshiriladigan va usul imkoniyati yoki cheklovini yoritadigan 11 manba tanlandi: to'rtta maqola, texnik hisobot, texnologik ma'lumotnoma, ikkita identifikatsiya qo'llanmasi, nashr etikasi bo'yicha ikki manba va ochiq ma'lumotlar katalogi. Maqola bilan uning ma'lumotlar katalogi mustaqil dalil sanalmadi. Sharh sistematik yoki meta-tahlil emas: protokol oldindan ro'yxatdan o'tkazilmagan va saralashni ikki mustaqil tadqiqotchi bajarmagan. Shu bois tanlash og'ishi, ochiq matnlarga tayanish, tadqiqot dizayni, nishon turi va natijani boshqa sharoitga ko'chirish cheklovlari sifat jihatdan hisobga olindi.

Tadqiqot muammoni chegaralash, savol va gipotezani belgilash, manbalarni tanlash, mezonlarni operatsionallashtirish, model va ssenariy tuzish, hisoblash, talqin va sinov protokolini taklif etish ketma-ketligida bajarildi; empirik tekshiruv keyingi bosqichdir. Mustaqil o'zgaruvchilar — usul, yo'lak oralig'i, tezlik, apparatning tubdan balandligi va qayta ko'rik; natijaviy ko'rsatkichlar — sezgirlik, tasdiqlash vaqti, yolg'on belgilar, joylashuv xatosi va g'avvos ekspozitsiyasi. Oqim, chuqurlik, loyqalik, o'simlik, nishon hajmi va operator tajribasi aralashtiruvchi omillardir. Ichki validlik farqning usulga bog'liqligini, tashqi validlik natijaning boshqa sharoitga tatbiqini, ishonchlilik esa takroriy o'lchov barqarorligini bildiradi. Takrorlash uchun formulalar, kirish qiymatlari va birliklar ochiq berildi.

Nazorat sinovida TP — nishonning to'g'ri aniqlanishi, FN — o'tkazib yuborilishi, FP — boshqa obyektning nishon deb belgilanishi. Sezgirlik R, musbat belgilar to'g'riligi P va ularni umumlashtiruvchi F₁ quyidagicha hisoblanadi; maxraj nol bo'lsa qiymat «aniqlanmagan» deb qayd etiladi, F₁ bilan birga P va R ham beriladi.

$$R = TP/(TP + FN) \quad (1)$$

$$P = TP/(TP + FP) \quad (2)$$

$$F_1 = 2TP/(2TP + FP + FN). \quad (3)$$

Yolg'on belgilar zichligi F da A gektarda, geometrik hisoblarda esa kvadrat metrda ifodalanadi (1 ga = 10 000 m²). Uzluksiz tubda haqiqiy manfiylar soni katak o'lchamiga bog'liq, shuning uchun spetsifiklik faqat oldindan segmentatsiyada qo'llanadi. Bir nishonning takroriy qaydlari topilma sifatida birlashtiriladi.

$$F = FP/A. \quad (4)$$

Umumiy vaqt T tayyorlash, skanerlash, verifikatsiya va hujjatlashtirishdan iborat. G'avvos ekspozitsiyasi ishtirokchilarning suv ostidagi jami daqiqalari bilan o'lchanadi, biroq chuqurlik, oqim va ish turi ham alohida baholanadi.

$$T = T_p + T_s + T_v + T_h \quad (5)$$

Joylashuv aniqligi etalon va qayd koordinatalari orasidagi gorizontal masofa bilan baholanadi; koordinata tizimi, vaqt belgisi va etalon noaniqligi ko'rsatiladi. Sensorning kemaga nisbatan siljishini hisobga olmasdan sirt kemasi koordinatasini nishon koordinatasi deb qabul qilib bo'lmaydi.

Sifatli qamrov C da A_v — rejalashtirilgan hudud ichidagi tasvir va navigatsiya mezonlariga mos, takroriy qamrovsiz maydon; A_o — umumiy qidiruv maydoni. Birliklar bir xil, $0 \leq C \leq 1$; qayta skanerlash maydonni ko'paytirmaydi. Yaroqlilik mezonlari nishon o'lchami va sinov tasvirlari bo'yicha oldindan belgilanadi.

$$C = A_v/A_o \quad (6)$$

Tadqiqotda inson jasadlari, biologik namunalar yoki yopiq shaxsiy ma'lumotlar ishlatilmadi; keyingi sinov sun'iy nishonlardan boshlanishi kerak. Biologik material yoki inson qoldiqlari uchun vakolat, institutsional etik ko'rib chiqish va ekspert nazorati talab etiladi. Ilmiy taqdimotda faqat huquqiy asosli, zarur va shaxssizlantirilgan material, imkon qadar sxema yoki sun'iy nishon tasviri beriladi. Kuzatuv zanjiri ma'lumotni kim, qachon, qayerda va qanday sharoitda yaratgani hamda topshirganini qayd etadi. Asl sonar yozuvi va video saqlanib, ishlangan nusxa alohida belgilanadi; nazorat xeshi keyingi o'zgarishni aniqlaydi, ammo dastlabki tasvir haqiqiylikni yakka o'zi isbotlamaydi.

Natijalar va muhokama

Manbalar texnik imkoniyat, strategiya va tasdiqlashni farqlashga asos beradi: Schultz va hammualliflar usullar uyg'unligini [1], Healy va hammualliflar biologik o'rinbosarlar bilan nazorat sinovini [2], Ruffell va hammualliflar muhit hamda nishonga mos vosita tanlashni [3], Wiley va Keyes sonar hamda ROV imkoniyatlarini [5] yoritgan. Vazifa va dalillar turlicha bo'lgani uchun natijalar yagona foizga birlashtirilmadi. Adabiyotlar hudud tanlovini, mazkur model esa uning ichidagi qamrov va tasdiqlash sifatini baholab, hudud tanlash xatosini texnik aniqlash xatosidan ajratadi.

1-jadval. Texnik vositalarning funksional taqqoslanishi

Vosita	Asosiy vazifa	Muhim cheklov
Yonlama ko'rish sonari	Keng tub maydonidan ehtimoliy obyektni ajratish	Soyalar, o'simlik va relyef ta'siri
Ko'p nurli exolot	Chuqurlik va tub geometriyasini aniqlash	Biologik mansublikni tasdiqlamaydi
Tasvirlovchi sonar	ROV yaqinidagi obyektni akustik kuzatish	Rakurs va tasvir talqini ta'siri
ROV kamerasi	Manzilli optik ko'rik va videoyozuv	Loyqalik, yorug'lik va ko'rish masofasi
AUV platformasi	Reja bo'yicha avtonom hududiy tekshiruv	Aloqa, navigatsiya va qayta ko'rik talabi

Manba: muallif tomonidan [1–5] manbalar asosida tuzilgan.

1-jadvaldagi vositalar bir-birini to'ldiradi: sonar ehtimoliy nishonni ajratadi, ROV uni qayta topib, boshqa rakursdan kuzatadi va qayd etadi; loyqalikda tasvirlovchi sonar yordam beradi. Akustik tasvirning o'zi inson qoldig'i yoki shaxsni tasdiqlamaydi. Har obyekt reyestrda identifikator hamda «tekshiruv kutilmoqda», «qayta topildi», «nishon emas», «ma'lumot yetarli emas» yoki «ekspert tekshiruviga yo'naltirildi» holatini oladi; o'zgarish sababi, mutaxassis va tasvir saqlanadi. Bu holatlar sud ekspertizasi xulosasi emas.

Geometrik modelda A — maydon (m^2), W — amalda yaroqli umumiy skanerlash kengligi (m), o — yo'laklar qoplanishi ($0 \leq o < 1$), v — tubga nisbatan tezlik (m/s). Yo'lak oralig'i d , yo'l L va skanerlash vaqti T_s quyidagicha aniqlanadi; vaqtni daqiqaga o'tkazish uchun 60 ga bo'linadi. Model tekis hudud, o'zgarmas tezlik va kenglikni faraz qilib, burilish hamda chekka yo'qotishlarni hisobga olmaydi.

$$d = W(1 - o) \quad (7)$$

$$L \approx A/d \quad (8)$$

$$T_s \approx A/[vW(1 - o)] \quad (9)$$

bu yerda W-pasport diapazoni emas, sinov yurishida aniqlangan yaroqli kenglik. Nadir zonasi, relyef soyasi va chekka sifatsiz tasvirlar tekshiriladi; bo'shliqlarda yo'lak geometriyasi uzluksiz qamrovni isbotlamaydi, marshrut xaritasi tasvir sifati bilan birga baholanadi.

Shartli ssenariyda $A = 100\,000\text{ m}^2$, $W = 40\text{ m}$, $v = 1\text{ m/s}$, qoplanish esa 10, 25 va 40 foiz olindi. Tayyorlash, burilish, apparatni tushirish, verifikatsiya va tanaffus kiritilmagani uchun 2-jadval faqat skanerlash vaqtini ifodalaydi.

2-jadval. Shartli qoplanish ssenariylarining hisob natijalari

Qoplanish ulushi	Yo'lak oralig'i, m	Yo'l, m	Skanerlash vaqti, daq.
10 %	36	2 777,8	46,3
25 %	30	3 333,3	55,6
40 %	24	4 166,7	69,4

Manba: muallifning shartli ssenariy bo'yicha hisob-kitoblari.

Qoplanish 10 foizdan 40 foizga oshganda skanerlash vaqti 46,3 dan 69,4 daqiqaga, ya'ni 50 foizga ortdi. Sezgirlikdagi o'zgarish nishon o'lchami, holati va tasvir sifatiga bog'liq bo'lib, nazorat sinovida alohida o'lchanadi.

v va W o'zgarish, vaqtlar nisbati quyidagicha; 10 va 40 foiz uchun $u = 0,90/0,60 = 1,50$. W 40 metrdan 32 metrga kamayganda vaqt 25 foizga ortadi, demak pasport diapazonini yaroqli kenglik deb olish reja vaqtini kamaytirib ko'rsatadi.

$$T_2/T_1 = (1 - o_1)/(1 - o_2) \quad (10)$$

Umumiy vaqt faqat skanerlashga bog'liq emas: noaniq sonar belgilarini ROV bilan tekshirish asosiy xarajatga aylanishi mumkin. K obyekt va o'rtacha ko'rik vaqti t_v uchun T_v quyidagicha; obyektlar orasidagi ko'chish o'rtachaga kiritiladi yoki alohida hisoblanadi.

$$T_v = Kt_v \quad (11)$$

Ustuvorlik obyekt joylashuvi, shakli, akustik soyasi, takroriy o'tishda saqlanishi va vazifaga mosligi bilan belgilanadi; kalibrlanmagan ball foizli ehtimol emas, past ustuvorlikdagi belgilar ham reyestrda qoladi. Ikkinchi yo'nalish xatoni kamaytirishi mumkin, ammo bir xil relyef soyasi ikki o'tishda ham nishonni yashiradi. Shuning uchun takrorlash yo'nalishi tasvirdagi bo'shliqlarga asoslanadi; sifatsiz ma'lumotni ko'paytirish sifat nazorati emas.

Tayyorlash va hujjatlashtirish teng bo'lsa, batafsil skanerlash ΔT_s vaqt sarflab, tekshiriladigan belgilarni ΔK ga kamaytirishi mumkin. O'rtacha verifikatsiya vaqti t_v o'zgarmaganda umumiy vaqt quyidagi shartdagina qisqaradi; haqiqiy nishonni yo'qotish hisobiga tejam maqbul emas.

$$\Delta K \times t_v > \Delta T_s \quad (12)$$

2-jadvaldagi 10 va 40 foizli rejalar farqi 23,15 daqiqa. Har verifikatsiya 6 daqiqa bo'lsa, kamida to'rtta keraksiz tekshiruv oldi olinishi kerak ($4 \times 6 = 24 > 23,15$); foyda haqiqiy nishonlar yo'qotilmasa maqbul bo'ladi va keyingi sinovda tekshiriladi.

Nishon mavjud bo'lganda S — sonarda qayd etilish, B — qayta topilish, V — yakuniy mezonga javob berish hodisasi. Ketma-ket jarayon ehtimoli quyidagicha; shartli ehtimollar bosqichlar mustaqilligini talab qilmaydi va bir xil nishon sinfi hamda sharoitga tegishli olinadi.

$$\Pr(S \cap B \cap V) = \Pr(S) \times \Pr(B | S) \times \Pr(V | S \cap B) \quad (13)$$

Shartli ulushlar 0,90; 0,95 va 0,90 bo'lsa, yakuniy qiymat 0,7695 (76,95 foiz). Keyingi bosqich sifati dastlab o'tkazib yuborilgan nishonni qoplamaydi. Shu bois FN uchun belgi qayd etilmagan nazorat uchastkalari ham etalon bilan solishtiriladi; faqat qayd etilgan belgilar sezgirlikni xolis baholamaydi.

Amaliy tartibda hodisa ma'lumotlari, oxirgi kuzatuv nuqtasi, suv sathi, oqim, gidrotexnik inshootlar va xavflar birlashtirilib, qidiruv maydoni ma'lumot aniqligi bilan belgilanadi; qoldiq suv bilan aynan bir xil siljiydi deb faraz qilinmaydi. Kalibrlashda yaroqli tasvir kengligi, vaqt sinxronligi, koordinata tizimi va sensor joylashuvi qayd etiladi; beqaror boshqaruv, kabel xavfi, navigatsiya

yo‘qolishi yoki yaroqsiz tasvir to‘xtatish mezonidir. Skanerlash yo‘nalishlari va sozlamalar yozilib, nishonlar identifikator bilan belgilanadi; muhim yoki noaniq yozuvni ikkinchi mutaxassis ko‘radi, kelishmovchilik sababi va qaror reyestrda qoladi. ROV obyektini turli rakursdan qayd etadi, lekin apparat oqimi qoldiqni siljitishi yoki cho‘kindini ko‘tarishi mumkin; ko‘tarish usulini vakolatli mutaxassislar alohida belgilaydi. Hisobot tekshirilgan va ochiq qolgan hudud, sifatli qamrov, belgilar holati va cheklovlarni ko‘rsatadi; «topilmadi» faqat ushbu sharoit va usullarda aniqlanmaganini anglatadi.

Butun jasad, tana qismi va mayda suyak bir xil akustik nishon emas; kichik qoldiq ko‘rinishi tub materiali, ko‘milish darajasi va apparat ajratish qobiliyatiga bog‘liq. Butun jasadga o‘lchamdosh nazorat obyektlari natijasini fragmentlarga ko‘chirish asoslanmagan, parchalanma qoldiqlar murakkabligi INTERPOLda ham ko‘rsatilgan [7]. Tub sirtining tekshirilishi cho‘kindi ostini qamramaydi; zarur joyda boshqa geofizik yoki ekspert usuli tanlanadi. ROV g‘avvosni to‘liq almashtirmaydi, balki dastlabki kuzatuv, manzilli ko‘rik va hujjatlashtirishni masofadan bajaradi. To‘rlar, kuchli oqim va tor konstruksiyalar unga ham cheklov; xavfsizlik vazifalarni to‘g‘ri taqsimlash va mashg‘ulotni talab qiladi.

Nga va hammualliflar odam shaklidagi manekenni sonar tasvirida tanish uchun konvolyutsion neyron tarmoqdan foydalangan [8]. Ochiq annotatsiyada o‘rtacha F1 tasnifda 97 foizgacha, ilgari ko‘rilmagan ma‘lumotda 47 foiz bo‘lgani qayd etilgan; bu jasad topish ehtimoli yoki ushbu maqola tajribasi emas, balki bahoning ma‘lumot va sinov sharoitiga sezgiriligini ko‘rsatadi. Bir necha natijani birlashtirish o‘sha ishdagi joylashuv bahosini yaxshilagan. Algoritm operator o‘rmini bosmaydigan saralash vositasi bo‘lib, qabul va rad etilgan belgilar audit uchun saqlanadi; ishonch balli haqiqiy ehtimol emas, mahalliy kalibrlash va yolg‘on manfiylarni tekshirish zarur. O‘qitish va sinov to‘plamlari obyekt, operatsiya yoki havza darajasida ajratilib, sinov ma‘lumoti sozlashda ishlatilmaydi. University of Bath katalogidagi tasvirlar [11] algoritmik sinovga manba bo‘lishi mumkin, ammo tayyor tasvir tasnifi hudud tanlash, navigatsiya va qayta topishni qamragan amaliy samaradorlikka teng emas. Tasvirga ishlov berilganda kontur asl signal bilan tekshiriladi, algoritm versiyasi va parametrlari qayd etiladi.

Gipotezani tekshirish uchun turli tub sharoitlarida sun‘iy nishonlar bilan oldindan rejalashtirilgan qiyosiy sinov taklif etiladi; ularning biologik qoldiqni to‘liq takrorlamasligi cheklovdir. Nishon o‘lchami, materiali, holati va koordinatasini mustaqil mas‘ul qayd etib, operator joyni bilmaydi. Usullar tartibi tasodifiylashtiriladi yoki muvozanatlashtiriladi, birinchi qidiruvdan o‘rganish ta’siri nazorat qilinadi; maydon, vaqt va sifat tenglashtiriladi yoki farqi ochiq hisobga olinadi. Etalon reyestr operatorga bog‘liq bo‘lmagan shaxsda saqlanadi, nishonsiz uchastkalar FPni, to‘xtashlar va noaniq verifikatsiya esa oldindan belgilangan qoidada qayd etiladi. Birlamchi mezonlar — belgilangan vaqtda to‘g‘ri tasdiqlangan nishonlar ulushi va uchastkani tekshirish vaqti; sezgirlikning maqbul pasayish chegarasi oldindan asoslanadi. Tanlama hajmi chegara, vaqt farqi, o‘zgaruvchanlik va statistik quvvatdan kelib chiqadi, zarur bo‘lsa pilot sinov o‘tkaziladi. Ulushlar surat, maxraj va 95 foizli ishonch oralig‘i bilan, vaqt esa taqsimotiga mos ko‘rsatkichlar bilan beriladi; juft uchastka, operator va havza guruhlanishi hisobga olinadi. Aniqlanmagan nishonlar tahlildan chiqarilmaydi, bir nishonning takroriy tasvirlari mustaqil birlik sanalmaydi.

O‘zbekistonda suv ombori, kanal va daryo alohida baholanib, pilot uchastkada chuqurlik, oqim, loyqalik, o‘simlik, ekspluatatsiya rejimi va qirg‘oqdan foydalanish qayd etiladi; maqsad xorijiy ko‘rsatkichni takrorlash emas, mahalliy yaroqlilik chegarasini aniqlash. Joriy etish bir xil topshiriq va qayd shaklidagi pilot, operatorlarni tasvir, noaniqlik, navigatsion xato va dalil saqlashga o‘qitish hamda natijani mustaqil ko‘rib chiqishni qamraydi. Xarajat qurilma bilan cheklanmay, sensor, navigatsiya, dastur, servis, transport, o‘qitish va bekor turishni ham hisobga oladi; xarid mezon standart sinovdagi vazifaga moslikdir. Qidiruvni yakunlash faqat vaqt tugashiga emas, qamrov, ma‘lumot sifati, tekshirilmagan belgilar va qolgan noaniqlikka asoslanadi, shunda keyingi guruh ochiq masalalarga yo‘naltiriladi.

Asosiy cheklov — birlamchi dala ma‘lumotlarining yo‘qligi; maqsadli tanlov va ayrim ishlarning faqat annotatsiyasi ochiqligi dalillarni to‘liq qamrashga imkon bermaydi, turli qurilma,

muhit va nishonlar natijasini yagona foizga birlashtirish asossiz. Geometrik model burilish, kabel, oqim va yaroqli kenglik o'zgarishini to'liq aks ettirmaydi. Qo'shimcha skanerlash keraksiz belgilarni kamaytirishi faraz bo'lib, vaqt sharti va bosqich ehtimollari haqiqiy kirish ma'lumotlarisiz prognoz yoki optimal rejim sifatida qo'llanmaydi.

Xulosa

Gidrolokator va ROVdan birgalikda foydalanishni baholash uchun sifatli qamrov, aniqlash, qayta topish va verifikatsiyani bog'lovchi model taklif etildi. Model natijani faqat tekshirilgan maydon yoki apparat tezligi bilan baholashning cheklanganligini ko'rsatadi. Topilmani hujjatlashtirish va shaxsni ekspert identifikatsiya qilish esa vazifasi hamda mas'uliyati jihatidan alohida bosqichlardir.

Samaradorlik sezgirlik, yolg'on belgilar zichligi, umumiy vaqt, joylashuv noaniqligi va g'avvos ekspozitsiyasi orqali baholanishi taklif etildi. Shartli hisobda qoplanishni 10 foizdan 40 foizga oshirish skanerlash vaqtini 50 foizga ko'paytirdi. Qo'shimcha vaqtning verifikatsiyadagi tejam bilan qoplanish sharti chiqarildi; bu shart sezgirlikning saqlanishini mustaqil isbotlamaydi. Bosqichlararo yo'qotishlarni alohida hisobga olish faqat yakuniy natijani kuzatishda yashirin qoladigan xatolarni ajratish imkonini beradi.

Amaliy tatbiqning keyingi bosqichi — sun'iy nishonlar bilan mustaqil qiyosiy sinovdir. Unda umumiy vaqt va to'g'ri tasdiqlangan nishonlar ulushi birgalikda baholanishi, salbiy hamda noaniq natijalar ham saqlanishi kerak. Mazkur ish samaradorlikning empirik isbotini emas, uni tekshirish uchun asoslangan uslubiy tartibni taqdim etadi.

Adabiyotlar

- [1] Schultz J.J., Healy C.A., Parker K., Lowers B. Detecting submerged objects: the application of side scan sonar to forensic contexts. *Forensic Science International*. 2013;231(1–3):306–316. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.05.032>
- [2] Healy C.A., Schultz J.J., Parker K., Lowers B. Detecting submerged bodies: controlled research using side-scan sonar to detect submerged proxy cadavers. *Journal of Forensic Sciences*. 2015;60(3):743–752. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12671>
- [3] Ruffell A., Pringle J.K., Cassella J.P., Morgan R.M., Ferguson M., Heaton V.G., Hope C., McKinley J.M. The use of geoscience methods for aquatic forensic searches. *Earth-Science Reviews*. 2017;171:323–337. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.04.012>
- [4] NOAA Ocean Exploration. Sonar. Texnologik ma'lumotnoma. [URL]
- [5] Wiley B., Keyes D. Side Scan and ROV Based Sonar for Locating Submerged Cadavers. Canadian Police Research Centre. Technical Report TR-11-2001. 2001. [URL]
- [6] INTERPOL. Disaster Victim Identification Guide. 2023. [URL]
- [7] INTERPOL. DVI Guide, Annexure 13: DVI Operations with a Large Number of Fragmentary Remains. 2023. [URL]
- [8] Nga Y.Z., Rymansaib Z., Anthony Treloar A., Hunter A.J. Automated Recognition of Submerged Body-like Objects in Sonar Images Using Convolutional Neural Networks. *Remote Sensing*. 2024;16(21):4036. <https://doi.org/10.3390/rs16214036>
- [9] Committee on Publication Ethics (COPE). Authorship and AI tools. Position statement. 13 February 2023. [URL]
- [10] International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Use of AI by Authors. Recommendations. [URL]
- [11] Rymansaib Z., Nga Y., Anthony Treloar A., Hunter A.J. Sidescan sonar images for training automated recognition of submerged body-like objects. University of Bath Research Data Archive. 2024. <https://doi.org/10.15125/BATH-01467>