

## AVTOMOBIL YO‘LLARI QATLAMLARI QALINLIGINI GEORADAR QURILMASI YORDAMIDA ANIQLASHNI TAKOMILLASHTIRISH

**Xoliqov Alisher Isan o‘g‘li**

**PhD, dotsent, Avtomobil yo‘llari qo‘mitasi,  
e-mail: alisher7770292@gmail.com, +99897-701-02-92**

**Xoshimov Iftixorjon Burxonjon o‘g‘li  
assistant, Toshkent davlat transport universiteti,  
e-mail: akramovburxonjon1994@gmail.com, +99891-166-83-80**

**Axmedov Xondamir Sharip o‘g‘li  
magistr, Toshkent davlat transport universiteti,  
e-mail: khondamirakhmedov7@gmail.com, +99893-596-16-99  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.19811093>**

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada avtomobil yo‘llari qatlamlari qalinligini georadar qurilmasi yordamida yo‘l konstruksiyasiga zarar yetkazmasdan aniqlash, hamda olingan natijalarni qatlamlarning haqiqiy (kern namunasi va sinov chuqurchasi olish yo‘li bilan aniqlangan) qalinligi bilan solishtirish ishlari olib borilgan. Tadqiqotlar “Ford Trassa” ko‘chma yo‘l laboratoriyasiga ulangan AB-1000R va AB-2000R antenna blokili OKO-2 georadarida olib borilgan bo‘lib Toshkent viloyati Bo‘stonliq tumanidagi D006 f avtomobil yo‘lining 1,5 km qismida asfaltbeton qoplamasi hamda qum-shag‘al aralashmasi qatlami qalinligi tekshirilgan.

**Kalit so‘zlar:** Avtomobil yo‘llari, georadar, OKO-2, asfaltbeton qoplamasi, qum-shag‘al aralashmasi, qatlam qalinligi, radargramma, kern namunasi.

### **Kirish**

Avtomobil yo‘llari transport infratuzilmasining eng muhim tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, ularning texnik holatini baholash va samarali ekspluatatsiya qilish zamonaviy yo‘l xo‘jaligining ustuvor vazifalaridan hisoblanadi. Yo‘l to‘shamasi qatlamlarining qalinligi va strukturaviy yaxlitligi transport yuklamalari, iqlim omillari hamda ekspluatatsiya sharoitlari ta‘sirida vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib boradi. Natijada qoplama qatlamlarida yoriqlar, cho‘kishlar, g‘ildirak izi va boshqa deformatsion nuqsonlar yuzaga keladi. Shu sababli yo‘l konstruksiyasi qatlamlarining haqiqiy holatini aniqlash va ularni o‘z vaqtida baholash avtomobil yo‘llari xizmat muddatini uzaytirish hamda harakat xavfsizligini ta‘minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

An‘anaviy diagnostika usullari, jumladan tanlanma joylardan kern namunalarini olish va sinov chuqurchalari qazish yuqori aniqlikdagi natijalar berishiga qaramay, ular mehnat talabchanligi, vaqt sarfi va yo‘l qoplamasiga zarar yetkazishi, [1] bilan cheklangan. Ayniqsa, katta uzunlikdagi avtomobil yo‘llarida bunday usullarni keng miqyosda qo‘llash iqtisodiy jihatdan samarasiz hisoblanadi hamda ushbu usullar bilan tekshiruv ishlari o‘tkazilganda faqatgina tekshiruv o‘tkazilgan nuqtaning qalinligi aniqlanadi, qolgan qismlar esa ushbu natija bilan bir xil degan faraz bilan baholanadi. Shu sababli yo‘l konstruksiyasi qatlamlarini buzmasdan, tezkor va uzluksiz tarzda baholash imkonini beruvchi zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash zarurati ortib bormoqda.

So‘nggi yillarda georadar (Ground Penetrating Radar — GPR) texnologiyasi avtomobil yo‘llari diagnostikasida samarali vosita sifatida keng joriy etilmoqda [2]. Ushbu usul elektromagnit to‘lqinlarning turli qatlamlar chegaralaridan qaytish xususiyatiga asoslanib, yo‘l to‘shamasi ichki tuzilishini buzmasdan o‘rganish imkonini beradi [3]. Georadar yordamida

qoplama va asos qatlamlari qalinligini uzluksiz aniqlash, yo'l konstruksiyasi zaif uchastkalarini aniqlash hamda konstruksiyasi holatini kompleks baholash mumkin. Biroq ushbu usul natijalarining aniqligini oshirish hamda an'anaviy usullar bilan solishtirish orqali ilmiy asoslash dolzarb masalalardan biri bo'lib qolmoqda.

Mazkur maqolaning maqsadi avtomobil yo'llarida georadar qurilmasi yordamida qatlam qalinligini aniqlash, olingan natijalarni an'anaviy buzuvchi nazorat usullari bilan taqqoslash hamda yo'l konstruksiyasi holatini baholashdan iborat. Tadqiqot natijalari georadar texnologiyasining amaliy qo'llash imkoniyatlarini kengaytirish, avtomobil yo'llarini monitoring qilish va ta'mirlash tizimini takomillashtirishni ilmiy asosda shakllantirishga xizmat qiladi.

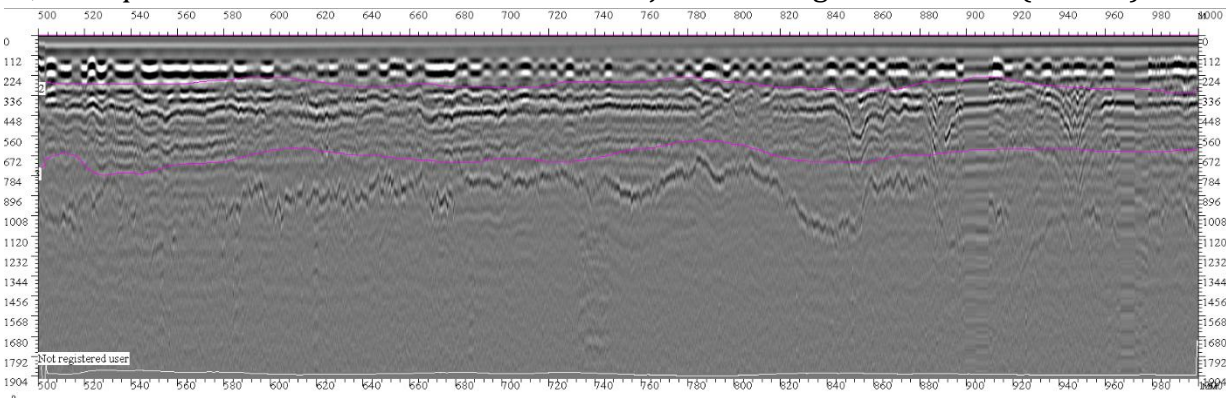
### Tadqiqot materiallari va usullari

Tadqiqotlarda OKO-2 georadar kompleksi qo'llanildi. Qurilmaga AB-1000R (1000 MHz) va AB-2000R (2000 MHz) antenna bloklari ulandi. Ushbu antenna bloklari chuqur va sftali radargramma malumotlarini olish imkonini berdi [4]. Dala o'lchovlari "Ford Trassa" ko'chma yo'l laboratoriyasi bazasida amalga oshirildi. Georadar antenna bloklari avtomobilning old qismiga maxsus moslama yordamida mahkamlanib (1-rasm), harakat jarayonida yo'l bo'ylab uzluksiz radar signallari yozib borildi.



**1-rasm.**

Tajriba-sinov ishlari Toshkent viloyati Bo'stonliq tumanidagi D006 f avtomobil yo'lining 0–1,5 km qismida olib borildi. O'lchov ishlari natijasida radargramma olindi (2-rasm).



**2-rasm. Radargramma**

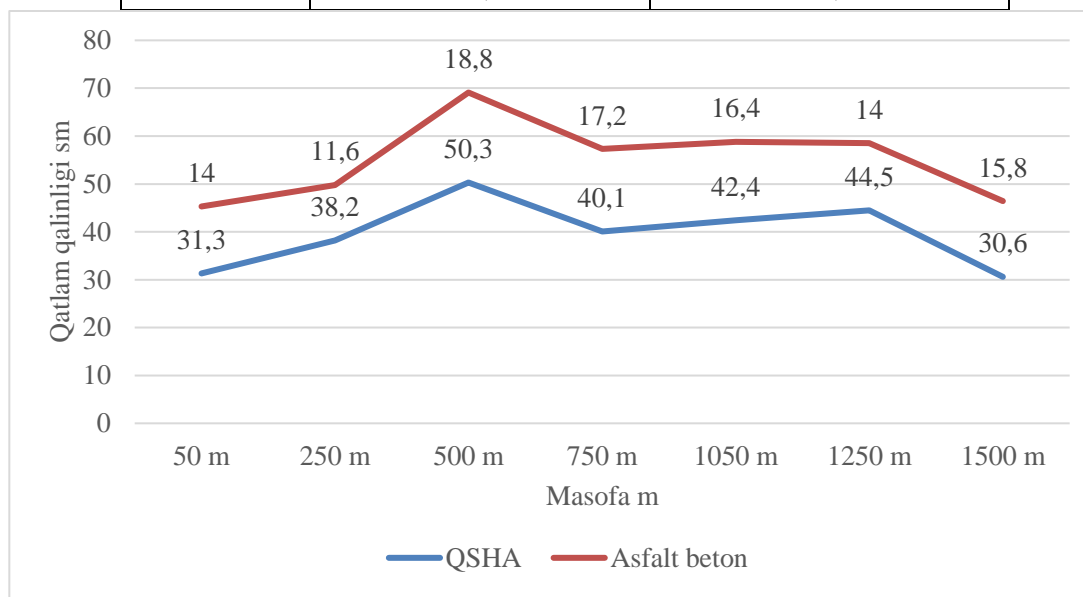
Olingan radargrammalar tahlili asosida asfaltbeton va asos (qum-shag'al aralashmasi) qatlamlari qalinliklari aniqlandi (1-jadval). Natijalar aniqligini tekshirish maqsadida kern

namunalari va sinov chuqurchalari usullari yordamida aniqlangan qatlam qalinligi bilan solishtirildi.

1-jadval

D006 f avtomobil yo'lining georadar yordamida aniqlangan asfaltbeton qoplamasi va qum-shag'al aralashmasi qatlami qalinligi jadvali

Masofa (m)	Asfalt beton qoplamasi qalinligi (sm)	Qum shag'al aralashmasi qatlami qalinligi (sm)
50	14,0	31,3
250	11,6	38,2
550	18,8	50,3
750	17,2	40,1
1050	16,4	42,4
1250	14,0	44,5
1500	15,8	30,6



**3-rasm. D006 f avtomobil yo'lining qatlamlari qalinligi grafigi.**

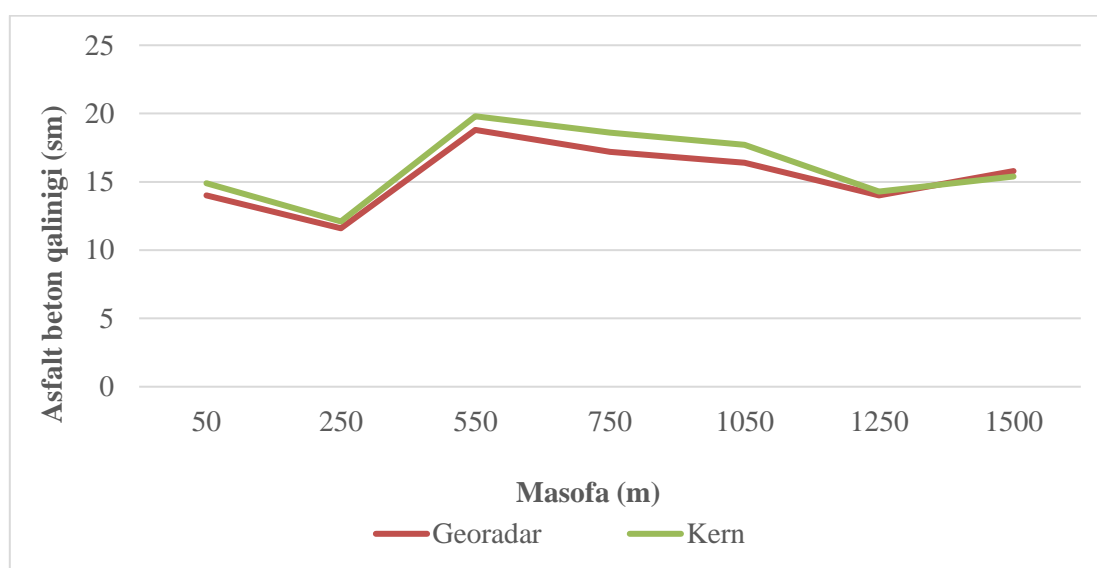
Georadar o'lchovlari natijasiga ko'ra asfaltbeton qoplamasining qalinligi 11,6–18,8 sm oralig'ida, qum-shag'al aralashmasi qatlami qalinligi esa 30,6–50,3 sm oralig'ida ekanligi aniqlandi. 550 m nuqtada asfaltbeton qoplamasining 18,8 sm gacha yetishi ushbu hududda avval kuchaytirish ishlari amalga oshirilganini ko'rsatadi.

Georadar orqali aniqlangan asfaltbeton qoplamasi qalinligi 7 ta nazorat nuqtasida olingan kern namunalaridan aniqlangan haqiqiy qiymatlar bilan taqqoslandi (2-jadval). Shuningdek, georadar natijalari asosida olingan qum-shag'al aralashmasi qatlami qalinligi ham 7 ta sinov chuqurchasi yordamida aniqlangan natijalar bilan solishtirildi (3-jadval).

2-jadval

Asfalt beton qoplamasi qalinligini solishtirish jadvali

Masofa (m)	Kern namunasi olish yordamida aniqlangan asfalt beton qoplamasi qalinligi (sm)	Georadar yordamida aniqlangan asfalt beton qoplamasi qalinligi (sm)	Farq (sm)	Farq (%)
50	14,9	14,0	-0,9	6,0
250	12,1	11,6	-0,5	4,1
550	19,8	18,8	-1,0	5,1
750	18,6	17,2	-1,4	7,5
1050	17,7	16,4	-1,3	7,3
1250	14,3	14,0	-0,3	2,1
1500	15,4	15,8	+0,4	2,6



**4-rasm. D006 f avtomobil yo'lining georadar yordamida va kern namunasi yordamida olingan qatlam qalinliklari grafigi.**

2-jadval ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, georadar orqali aniqlangan asfaltbeton qoplamasi qalinligi kern namunasi olish yo'li bilan olingan natijalarga juda yaqin qiymatlarni berdi. Aniqlangan farqlar -1,4 sm dan +0,4 sm gacha bo'lgan oraliqda qayd etildi.

O'rtacha hisobda quyidagi natijalar olindi:

- o'rtacha farq: -0,71 sm;
- o'rtacha nisbiy xatolik: 4,96 %.

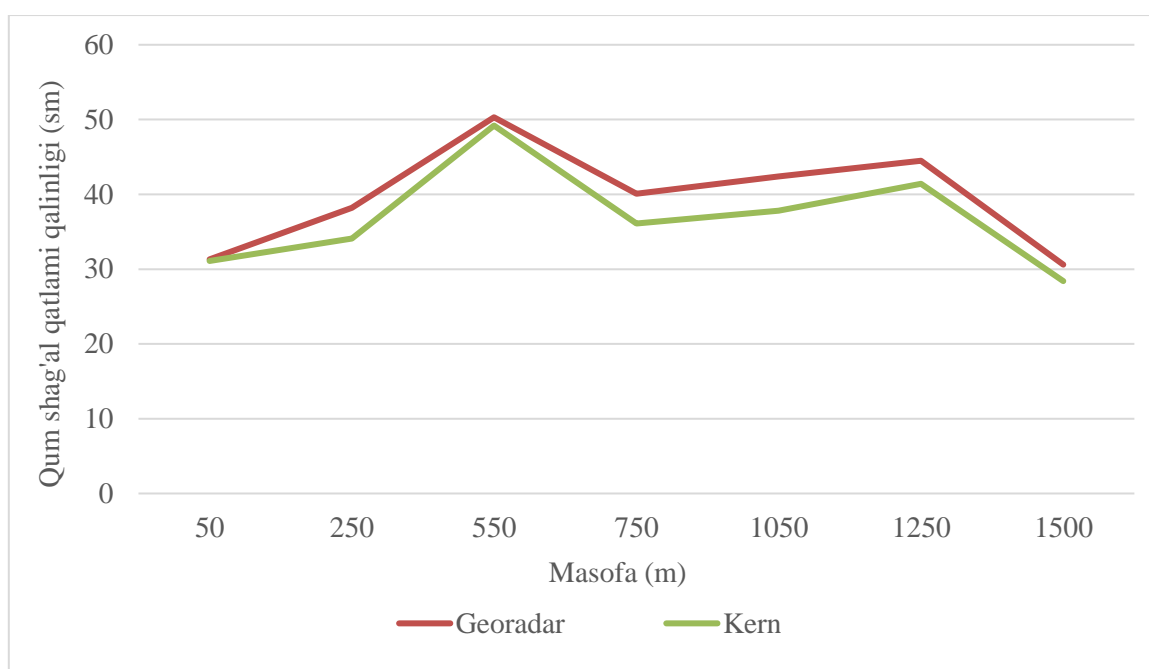
Eng katta nisbiy og'ish 750 m nuqtada 7,5 % ni, eng kichik qiymat esa 1250 m nuqtada 2,1 % ni tashkil etdi.

3-jadval

Qum-shag'al aralashmasi qatlami qalinligini solishtirish jadvali

Masofa (m)	Kern namunasi olish yordamida aniqlangan qum shag'al	Georadar yordamida aniqlangan qum shag'al aralashmasi qatlami qalinligi (sm)	Farq (sm)	Farq (%)
------------	--	--	-----------	----------

	aralashmasi qatlami qalinligi (sm)			
50	31,1	31,3	+0,2	0,6
250	34,1	38,2	+4,1	12,0
550	49,2	50,3	+1,1	2,2
750	36,1	40,1	+4,0	11,1
1050	37,8	42,4	+4,6	12,2
1250	41,4	44,5	+3,1	7,5
1500	28,4	30,6	+2,2	7,7



**5-rasm. D006 f avtomobil yo'lining georadar yordamida va sinov chuqurchasi yordamida olingan qatlam qalinliklari grafigai**

3-jadval natijalari shuni ko'rsatdiki, qum-shag'al aralashmasi qatlamida georadar va sinov chuqurchasi orqali olingan natijalar orasidagi farq asfaltbeton qatlamiga nisbatan biroz yuqoriroqdir.

Hisoblashlar natijasida:

- o'rtacha farq +2,76 sm;
- o'rtacha nisbiy xatolik 7,61 % ni tashkil etdi.

Kuzatilgan farqlar +0,2 sm dan +4,6 sm gacha oraliqda bo'ldi. Eng katta nisbiy og'ish 1050 m nuqtada 12,2 % va 250 m nuqtada 12,0 % ni tashkil etgan bo'lsa, eng kichik qiymat 50 m nuqtada 0,6 % ga teng bo'ldi. Ushbu farqlar qum-shag'al qatlamining dielektrik xususiyatlari bir xil emasligi, namlik darajasining o'zgaruvchanligi, material tarkibining turlicha bo'lishi hamda qatlam chegaralarining radargrammada nisbatan sust ifodalanishi bilan izohlanadi.

**Xulosa va tavsiyalar:**

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida avtomobil yo'llari qatlamlari qalinligini georadar qurilmasi yordamida konstruksiyaga zarar yetkazmasdan aniqlashning yuqori samaradorligi va amaliy ahamiyati tasdiqlandi. D006 f avtomobil yo'lining 0–1,5 km uchastkasida olib borilgan tajriba-sinov ishlari asosida asfaltbeton qoplama hamda qum-shag'al aralashmasi qatlamlarining qalinligi uzluksiz ravishda aniqlanib, yo'l konstruksiyasining ichki tuzilishi batafsil baholandi.

Georadar natijalari an'anaviy buzuvchi nazorat usullari, ya'ni kern namunasi olish va sinov chuqurchalari qazish orqali olingan natijalar bilan solishtirilganda, asfaltbeton qoplama uchun yuqori aniqlik kuzatildi. O'rtacha nisbiy xatolik 4,96 % ni tashkil etgani ushbu usulning ishonchligini ko'rsatadi. Qum-shag'al aralashmasi qatlamida esa xatolik nisbatan yuqoriroq (7,61 %) bo'ldi.

Georadar qurilmasi o'rnatilgan avtomobil tezlanish, sekinlanish va turli xil tebranishlarga duch kelganda avtomobil oldidagi antenna bloklari siltanadi, natijada radargrammada to'liqsimon ko'rinish vujudga keladi, radargrammaning bunday qismlari qayta ishlashni qiyinlashtiradi hamda olingan qatlam qalinligi ma'lumot xatoligini oshiradi.

Tadqiqot davomida yo'l bo'ylab qatlam qalinligining notekis taqsimlanganligi, ayrim uchastkalarda qoplama kuchaytirilgani yoki aksincha, zaiflashgan zonalar mavjudligi aniqlandi. Bu esa georadar texnologiyasi yordamida nafaqat qalinlikni aniqlash, balki yo'l konstruksiyasining texnik holatini kompleks baholash imkoniyati mavjudligini ko'rsatdi. Shu asosda quyidagi amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi:

- georadar qurilmasi o'rnatilgan avtomobillar o'lchov ishlarini boshlash nuqtasidan ma'lum masofa oldinroqdan harakatlanib kelishi kerak, buning natijasida harakat boshlangandagi avtomobildagi siltanish o'lchov ishlari boshlanishidan oldin sodir bo'ladi.
- georadar yordamida o'lchov ishlari olib borilayotganda qurilma o'rnatilgan avtomobil o'zgarmas tezlikda harakatlansa antenna blokida siltanishlar kam bo'ladi, shuning uchun georadar qurilmasi o'rnatilgan avtomobilga kruiz-kontrol tizimi o'rnatilishi.
- avtomobil yo'llarida georadar texnologiyasini muntazam monitoring tizimi sifatida joriy etish;
- aniqlangan zaif zonalarda o'z vaqtida ta'mirlash va mustahkamlash ishlarini amalga oshirish;
- georadar ma'lumotlarini GPS bilan integratsiya qilib, raqamli yo'l monitoring bazasini yaratish.

Umuman olganda, georadar texnologiyasini amaliyotga keng joriy etish avtomobil yo'llarining texnik holatini tezkor baholash, ta'mirlash ishlarini samarali rejalashtirish hamda yo'l xizmat muddatini uzaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. ГОСТ 12801-98 “Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства”
2. Songtao Li1, Chengchao Guo “Study on Ground-Penetrating Radar (GPR) Application in Pavement Deep Distress Detection”
3. ОДМ 218.3.075-2016 “Рекомендации по контролю качества выполнения дорожно

строительных работ методом георадиолокации”

4. Shakhatova Aliya, Mirgaliyzy Tolkyn “Scientific and technical review (ground-penetrating radar) of devices: operating principle”

