

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2022)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/UJEG4973>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.,	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

***Д. Ж. Омарханова¹, Ж. О. Оралбекова²,
Б. Б. Шолпанбаев³, А. Б. Серикбаева⁴**

^{1,4}С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

³Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ГЕОРАДИОЛОКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕ АРҚЫЛЫ ЖЕР ЖАБЫНДАРЫН ЗЕРТТЕУ ДЕРЕКТЕРІН ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ

Бұл мақалада Қазақстан Республикасының Алматы облысынан басталған Алматы – Нұр-Сұлтан тас жолының ұзындығы 100 км учаскесін геофизикалық зерттеу бойынша эксперименталды зерттеулер ұсынылған. Зерттеу нысаны ретінде жол бөлігі 3 жерден: қабаттарды анықтау үшін жолдың жақсы сақталған жабындысы бар учаскесінде; жолдың айқын зақымдануы бар учаскесінде (шұңқырлар, ойықтар, көлденең және торлы жарықтар бар); дренаждық құбыры бар жол учаскесінде таңдалды. Есептің қойылуы $\gamma = 0,1$ м дәлдікпен қабаттардың құрылымы туралы түсінік беретін бұзылмайтын, жылдам әдісті қолдануды талап ететіндіктен, эксперименттік зерттеулер жер бетіне енетін георадар «Лоза В» арқылы жүргізілді. Дәлдік үшін әртүрлі профиль қадамдары бар әртүрлі антенналар пайдаланылды. Георадарлық зерттеулерде түсіру қадамы маңызды рөл атқарады. Кемшіліктер мен олардың себептерін анықтау үшін астыңғы қабаттар мен асфальтбетонның құрылымын геофизикалық зерттеу нәтижелері берілген. Ұсынылған әдісті басқа нысанда ұшу-қону жолоқтарының жер асты жабындарын зерттеуде қолданады. Бұл жұмыстардың нәтижелерін пайдалану кезінде жол жабындарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында Қазақстан Республикасының климаттық жағдайларын ескере отырып, жоғары термиялық тұрақтылығы, беріктігі мен ұзақ

мерзімділігі бар асфальт қоспасының композицияларын әзірлеуде пайдалануға болады.

Кілттік сөздер: интерпретация, эксперименталды зерттеулер, георадар, технология, геодеректер, радарограмма.

Кіріспе

Қазіргі уақытта жол жабындарын зерттеуде тас жолдарды жөндеу мен қайта жаңартуды кейіннен жоспарлау үшін бұзбайтын бақылау құрылғыларды қолдану негізінде жол конструкцияларын тексерудің үнемді және ұтқыр әдістері ерекше өзектілікке ие болуда. Бұзбайтын бақылау технологияларының негізгі қажеттілігі зерттелетін объектіні оның тұтастығын бұзбай, кейде жұмысын тоқтатпай бағалау қажеттілігінен тұрады, яғни әдеттегі визуалды тексеру және қиратусыз сынақ үшін қол жетімсіз нәрсені автоматтандырылған құрылғылар арқылы көру қажет.

Жер асты объект радиолокациясы құрылыс, археология, геология, геофизика, кедендік бақылау салаларындағы объектілерді бұзбай бақылау және сынақтан өткізу үшін қолданылады [1-4]. Қазіргі уақытта диагностика үшін жер асты радиолокациялық аспаптар (GPR) қолданылады. Кең коммерциялық қолдануды тапқан құрылғылардың әртүрлі модификациялары бар. Біздің елімізде Ресей, Латвия сияқты елдерде өндірілген георадарды қолдану тәжірибесі бар [5-10]. Дегенмен, қолданыстағы GPR енгізілген бағдарламалық жасақтамасы зерттелетін объектілердің геоэлектрлік қасиеттерін анықтау әдістерін жеткілікті түрде сипаттамайды, өйткені бұл енгізілген бағдарламалар коммерциялық сипатта болады. Бұл жұмыстың нәтижесі GPR деректерін интерпретациялау әдістерін әзірлеуге үлес болып табылады және кейінірек климаттық жағдайларды және астыңғы қабатты дайындауды ескере отырып, жоғары термиялық тұрақтылығы, беріктігі және ұзақ мерзімділігі бар асфальтбетон қоспаларының композицияларын әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

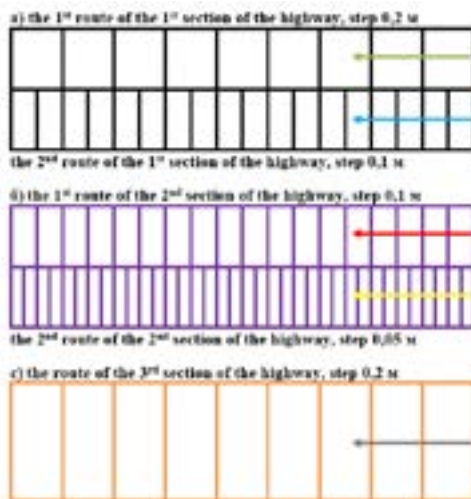
Зерттеу нысаны ретінде жолдың келесі 3 бөлігі таңдалды:

- 1 Ұзындығы 44 метр жақсы сақталған тротуарлы тас жол учаскесі.
- 2 Ұзындығы 47 метрге жуық жолдың айқын зақымдануы бар учаскесі (шұңқырлары, ойықтары, көлденең және торлы жарықтары бар).
- 3 Ұзындығы 30 метр су төгетін құбыры бар автомобиль жолының учаскесі.

Мақсаты: Қазақстан Республикасының Алматы облысындағы Алматы қаласынан 100 км қашықтықтағы учаскедегі Алматы-Нұр-Сұлтан автомобиль жолы құрылымының ішкі құрылымын георадарлық зерттеу мысалында ұсынылған әдістемені сынау.

Материалдар мен әдістер

Есепті қою $\pm 0,1$ м дәлдікпен қабаттардың құрылымы туралы түсінік беретін бұзылмайтын, жоғары жылдамдықты әдісті қолдануды талап етеді. Георадардың жұмыс істеу принципі сәуле шығаруға негізделген. зондталатын ортаға ультра кең жолақты жоғары жиілікті электромагниттік импульстар және біртекті еместерден және ортаның қалыңдығындағы объектілерден шағылысқан сигналдарды қабылдау. Алынған ақпарат георадарға жазылады.



Сурет 1 – Бақылау схемасы:

- а жақсы сақталған жабындысы бар тас жолдың 1-ші учаскесі;
- ә айқын зақымданған тас жолдың 2-ші учаскесі;
- б дренажды құбыры бар тас жолдың 3-ші учаскесі.

Эксперименттік зерттеулерде келесі әдісті қолдандық: дәлдік үшін әртүрлі антенналары бар бөлек профильдермен өту. Георадар профилін қолдану нақты жағдайлардың және себептердің қосындысы мәселелерді сәтті шешуге айтарлықтай әсер ететінін көрсетеді. Георадар өлшемдері профиль бойынша жүргізіледі. Профиль - бұл радарограмма, өлшеулер кезінде жер бетінен алынған сызық. Профильдерді төсеу және профиль бойынша қозғалыс жылдамдығын немесе бақылау нүктелері арасындағы қадамды таңдау жоспарлау кезеңі болып табылады. Георадар профилін жасау – объектілердің кеңістіктік сипаттамаларын анықтау және осы объектілердің түрлерін анықтау. Георадар уақыт пен сигнал амплитудасына байланысты

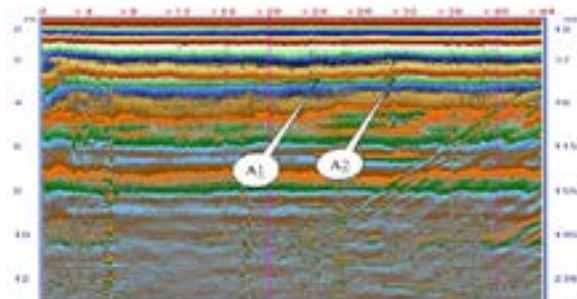
график жазуды бастайды. Әрбір жол бірнеше нүктеде қалпына келтіріледі. Қоршаған ортаның физикалық қасиеттерін зерттеу арқылы тереңдетілген параметрлерге өтуге болады. Зерттеу тереңдігі - шағылыстыратын объектінің максималды тереңдігі. Сондықтан георадар тереңдігін бағалауға көп көңіл бөлінеді [8, 9].

Пайдаланылатын антенналар жиілік диапазонында (50-150 МГц) дыбыс шығару мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Бір немесе басқа антеннаны пайдалану зондтау кезінде шешетін тапсырмамен анықталады. Дыбыс шығару жиілігінің жоғарылауы ажыратымдылықтың жақсаруына әкеледі, қоршаған ортадағы электромагниттік толқындардың әлсіреуі де жоғарылайды, бұл дыбыс шығару тереңдігінің төмендеуіне әкеледі, және керісінше, жиіліктің төмендеуі дыбыстың жоғарылауына әкелуі мүмкін. дыбыс тереңдігі, бірақ бұл ажыратымдылықты нашарлатады. Сонымен қатар, жиіліктің төмендеуімен георадардың бастапқы сезімталдық аймағы (өлі аймақ) артады. Пайдаланылатын антенналар жиілік диапазонында (50-150 МГц) дыбыс шығару мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Бір немесе басқа антеннаны пайдалану зондтау кезінде шешетін тапсырмамен анықталады.

Сондай-ақ, георадарлық зерттеулерде түсіру қадамы маңызды рөл атқарады. Бұл зерттеудің дұрыстығына және деректердің интерпретациясын жасай алатынымызға байланысты. Құбырлар, кабельдер, траншеялар сияқты шағын нысандар үшін өндіруші ұсынған қадам 0,2 м-ден аспайды. Егер қашықтық үлкенірек болса, профиль ақпаратсыз болады және деректерді түсіндіру қиын болуы мүмкін. Осыған байланысты жолдың әртүрлі учаскелері үшін эксперимент үшін әртүрлі қадамдар таңдалды. Бұл геофизикалық құрылғыны қолданудың барлық техникалық сипаттамалары мен ерекшеліктері сипатталады [7].

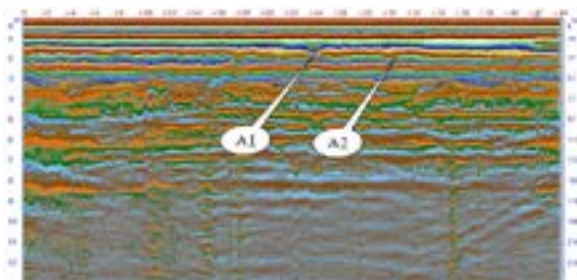
Нәтижелер және талқылау

«Лоза В» георадарда «Krot179Ns» кірістірілген бағдарламалық қамтамасыз етуі бар [9]. Krot179Ns бағдарлама жұмысының нәтижесінде 2-суретте бірінші трассаның профилі көрсетілген, ол 1 суретте жасыл жебемен белгіленген.



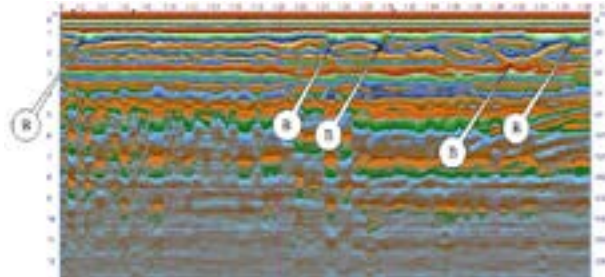
Сурет 2 – 0,2 м қадаммен трассаның профилі, антенналар арасындағы қашықтық 1,5 м.

3-суретте екінші трассаның профилі көрсетілген, ол 1-суретте көк жебемен белгіленген.

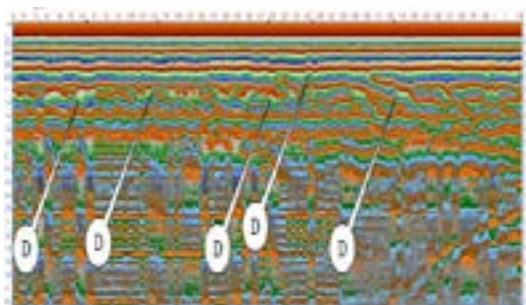


Сурет 3 – 0,1 м қадаммен 2-ші трассаның профилі, антенналар арасындағы қашықтық 1 м.

Екі түрлі антенналардың радарограммаларында қабаттар екі өлшемде сәйкес келетін төменгі қабаттардағы кішігірім бұзушылықтармен тегіс болып көрінеді (2-суреттегі және 3-суреттегі A1 және A2 көрсеткіштері). 4-5-суреттерде жолдың екінші бөлігіндегі жолдар үшін ұқсас үлгілер (GPR профильдері) көрсетілген.

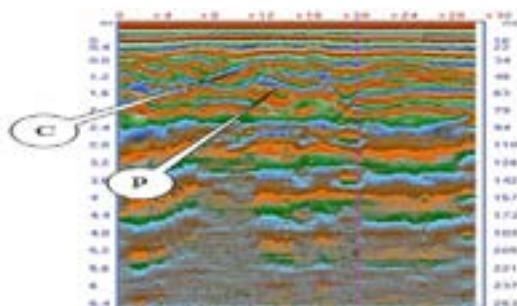


Сурет 4 – 0,1 м қадаммен 1 метрлік антеннасы бар автомобиль жолының екінші учаскесінің бірінші өлшем профилі.



Сурет 5 – 0,5 м қадаммен автомобиль жолының 2-ші учаскесінің 2-ші өлшемінің профилі, 0,05 м қадаммен антенна.

6 суретте автожолдың үшінші учаскесінің жол профилін көрсетеді.

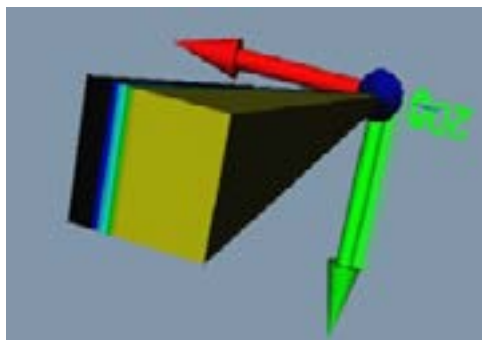


Сурет 6 – 0,1 м қадаммен автомобиль жолының 3-ші учаскесінің трассасының профилі, антенналар арасындағы қашықтық 1 м.

Үшінші бөлімде бетон төбесі бар (сурет 6, индекс Р) бетон құбыры (сурет 6, индекс С) көрінеді.

Екі өлшемде де 2 бөлімді жолдың төменгі қабаттарда айқын ауытқулар (ылғалдылық, шөгу және т.б.) байқалады, кейін олар жоғарғы қабатта (асфальтта) шұңқырлар, көлденең және торлы жарықтар түрінде көрінеді. 4 суретте астыңғы қабаттардағы ауытқуларды көрсетеді (Б көрсеткіштері). Сондай-ақ, төменгі қабаттардың бір-бірімен қабаттасып, араласатынын көруге болады. Құмды жер төленің төменгі шекарасы контрастсыз көрсетілген. Өлшеу кезінде асфальттағы кедергі аймақтары төменгі қабаттардағы ауытқуларға сәйкес белгілермен белгіленді (5-сурет, D көрсеткіші).

7-суретте 2 м тереңдіктегі зерттелетін жолдың таңдалған қабаттары көрсетілген: асфальт, астыңғы қабаттар (қиыршық тас, үйінділер, бұдырлар), сусымалы топырақ.



Сурет 7 – Жолдың қабаттары

Алынған GPR деректері MSExcel бағдарламасына импортталды, олар кейінірек қабат-қабат қайта есептеу әдісі арқылы геоэлектриканың кері есебін шешу үшін кіріс деректері ретінде пайдаланылады [10]. Қоршаған орта моделі көп деңгейлі болып табылады.

Қорытынды

Бұл жұмыста жолдың жақсы жабындысы бар бірінші учаскесі үлгі ретінде таңдалды. Жолдың екінші бөлігінде қабаттардың жылжуы мен тегістігінің өзгеруіне байланысты көптеген ауытқулар бар, олар жоғарғы асфальт қабатында шұңқырлар, көлденең және торлы жарықтар түрінде байқалады. Екінші секцияның төменгі қабаттарының өзгеруі батпақтанумен байланысты. Асфальттың астында құбырдың болуы трассаның үшінші бөлігіндегі ақаудың себебі болып табылады.

Ұсынылған әдісті басқа нысанда ұшу-қону жолақтарының жер асты жабындарын зерттеуде қолданып, жақсы нәтиже бергенін айта кеткені жөн [6].

Кейінгі зерттеулерде тас жолдың екінші учаскесі үшін алынған георадар деректері [10] сипатталған геоэлектриканың кері коэффициенттік есебін шешу үшін кіріс деректер ретінде пайдаланылады.

Бұл жұмыстардың нәтижелерін пайдалану кезінде жол жабындарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында Қазақстан Республикасының климаттық жағдайларын ескере отырып, жоғары термиялық тұрақтылығы, беріктігі және ұзақ мерзімділігі бар асфальтбетон қоспаларының композицияларын әзірлеуде пайдалануға болады.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Carin L., Geng N., McClure M., Sichina J., Nguyen L.** Ultra-wide-band synthetic-aperture radar for mine-field detection, *IEEE Antennas and Propagation Magazine* 1999, vol. 41, no. 1, P. 18–33.

2 **Arcone S.A., Prentice M.L., Delaney A.J.** Stratigraphic Profiling with Ground-Penetrating Radar in Permafrost: A Review of Possible Analogs for Mars. *J. Geophys. Res.* 2002, P. 107, P. 1–14.

2 **Xiao J., Liu L.** Signal Fusion Using Extrapolation with Deterministic Deconvolution on Multi-Frequency Qinghai-Tibet Railway GPR Data for Permafrost Subgrade Detection. In *Proceedings of the 15th International Conference on Ground Penetrating Radar, Brussels, Belgium, 30 June–4 July 2014*; P. 586–589.

4 **Shen Y., Lin Y., Li P., Fu Y., Wang Y.** Simulation and detection leakage of underground water pipeline by ground penetrating radar, *Journal of Testing and Evaluation* 2019, vol. 48(3): 20190181

5 **Dorn C., Linde N., Doetsch J., Le Borgne T., Bour O.** Fracture imaging within a granitic rock aquifer using multiple-offset single-hole and cross-hole GPR reflection data. *J. Appl. Geophys.* 2012, P. 78, P. 123–132.

6 **Hu S.F., Zhao Y.H., Rao C.F., Qin T., An C., Ge S.C.** GPR tomography based on regularization method for concrete defect detection. In *Proceedings of the 16th International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR), Hong Kong, China, 13–16 June 2016*; P. 1–6.

7 **Qin H., Xie X., Tang Y., Wang Z.** Detection of diaphragm wall defects using crosshole GPR. In *Proceedings of the 17th International Conference on Ground Penetrating Radar, Rapperswil, Switzerland, 18–21 June 2018*; P. 1–4.

8 **Lai W.W.L., Dérobert X., Annan P.** A review of ground penetrating radar application in civil engineering: A 30-year journey from locating and testing to imaging and diagnosis. *NDT E Int.* 2018, P. 96, P. 58–78.

9 **Zhartybayeva M., Oralbekova Z., Iskakov K.** The Interpretation of the Radarograms on the Basis of Experimental Data, *Acta Physica Polonica* 2015, vol. 128(2), P. 467-468.

10 **Oralbekova Z.O., Tyulepberdinova G.A., Gaziz G.G., Adamova A.D., Sholpanbaev B.B.** The use of radar technologies in the hydraulic engineering in seismic zones, *Journal of Applied Engineering Science* 2021, vol. 19(4), P. 1040–1048.

REFERENCES

1 **Carin L., Geng N., McClure M., Sichina J., Nguyen L.** Ultra-wide-band synthetic-aperture radar for mine-field detection, *IEEE Antennas and Propagation Magazine* 1999, vol. 41, no. 1, P. 18–33.

2 **Arcone S.A., Prentice M.L., Delaney A.J.** Stratigraphic Profiling with Ground-Penetrating Radar in Permafrost: A Review of Possible Analogs for Mars. *J. Geophys. Res.* 2002, vol. 107, P. 1–14.

3 **Xiao J., Liu L.** Signal Fusion Using Extrapolation with Deterministic Deconvolution on Multi-Frequency Qinghai-Tibet Railway GPR Data for Permafrost Subgrade Detection. In *Proceedings of the 15th International Conference on Ground Penetrating Radar*, Brussels, Belgium, 30 June–4 July 2014; P. 586–589.

4 **Shen Y., Lin Y., Li P., Fu Y., Wang Y.** Simulation and detection leakage of underground water pipeline by ground penetrating radar, *Journal of Testing and Evaluation* 2019, vol. 48(3): 20190181

5 **Dorn C., Linde N., Doetsch J., Le Borgne T., Bour O.** Fracture imaging within a granitic rock aquifer using multiple-offset single-hole and cross-hole GPR reflection data. *J. Appl. Geophys.* 2012, vol. 78, P. 123–132.

6 **Hu S.F., Zhao Y.H., Rao C.F., Qin T., An C., Ge S.C.** GPR tomography based on regularization method for concrete defect detection. In *Proceedings of the 16th International Conference on Ground Penetrating Radar (GPR)*, Hong Kong, China, 13–16 June 2016; P. 1–6.

7 **Qin H., Xie X., Tang Y., Wang Z.** Detection of diaphragm wall defects using crosshole GPR. In *Proceedings of the 17th International Conference on Ground Penetrating Radar*, Rapperswil, Switzerland, 18–21 June 2018; pp. 1–4.

8 **Lai W.W.L., Dérobert X., Annan P.** A review of ground penetrating radar application in civil engineering: A 30-year journey from locating and testing to imaging and diagnosis. *NDT E Int.* 2018, vol. 96, P. 58–78.

9 **Zhartybayeva M., Oralbekova Z., Iskakov K.** The Interpretation of the Radarograms on the Basis of Experimental Data, *Acta Physica Polonica* 2015, vol. 128(2), P. 467-468.

10 Oralbekova Z.O., Tyulepberdinova G.A., Gaziz G.G., Adamova A.D., Sholpanbaev B.B. The use of radar technologies in the hydraulic engineering in seismic zones, Journal of Applied Engineering Science 2021, vol. 19(4), P. 1040–1048.

Материал баспаға 15.12.22 түсті.

*Д. Ж. Омарханова¹, Ж. О. Оралбекова², Б. Б. Шолпанбаев³,
А. Б. Серикбаева⁴

^{1,4}Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина,
Республика Казахстан, г.Нур-Султан

²Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева,
Республика Казахстан, г.Нур-Султан

³Казахский национальный педагогический университет им.Абая,
Республика Казахстан, г.Алматы

Материал поступил в редакцию 15.12.22.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В данной статье представлены экспериментальные исследования по геофизическому изучению 100 км автомобильной дороги Алматы-Нур-Султан, начавшиеся в Алматинской области Республики Казахстан. В рамках исследования участок дороги располагается в 3-х местах: на участке дороги с хорошо сохранившимся дорожным покрытием для выявления слоев; на участке дороги с явными повреждениями (ямы, выбоины, горизонтальные и решетчатые трещины); был выбран на участке дороги с дренажной трубой. Поскольку задача требует применения неразрушающего экспресс-метода, дающего представление о строении пласта с точностью $\pm 0,1$ м, экспериментальные исследования проводились с помощью георадара «Лоза Б», проникающего в толщу поверхность. Для точности использовались разные антенны с разным шагом профиля. Этап съемки играет важную роль в георадиолокационных исследованиях. Представлены результаты геофизических исследований строения грунта и асфальтобетона для определения недостатков и их причин. Предлагаемый метод используется в другом виде для исследования напочвенного покрова взлетно-посадочных полос. Результаты данной работы могут быть использованы при разработке составов асфальтобетонных смесей с повышенной термостойкостью,

прочностью и долговечностью с учетом климатических условий Республики Казахстан, с целью обеспечения безопасности дорожных покрытий при эксплуатации.

Ключевые слова: интерпретация, экспериментальные исследования, георадар, технология, геоданные, радарограмма.

**D. Zh. Omarkhanova¹, Zh. O. Oralbekova², B. B. Sholpanbaev³, A. B. Serikbaeva⁴*

^{1,4}S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University,

Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan

²L. N. Gumilyov Eurasian national University,

Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan

³Abai Kazakh National Pedagogical University,

Republic of Kazakhstan, Almaty

Material received on 15.12.22

INTERPRETATION OF THE ROAD SURFACE RESEARCH DATA USING AN AUTOMATED GEORADOLLOCATION SYSTEM

This article presents experimental studies on the geophysical study of 100 km of the Almaty – Nur-Sultan highway, which began in the Almaty region of the Republic of Kazakhstan. As part of the study, the road section is located in 3 places: on a road section with a well-preserved road surface to identify layers; on a road section with obvious damage (pits, potholes, horizontal and lattice cracks); was selected on a road section with a drainage pipe. Since the task requires the use of a non-destructive express method that gives an idea of the structure of the formation with an accuracy of ± 0.1 m, experimental studies were carried out using a ground-penetrating radar «Loza B» penetrating into the thickness of the surface. For accuracy, different antennas with different profile pitch were used. The shooting stage plays an important role in geo-radar research. The results of geophysical studies of the structure of soil and asphalt concrete to determine the shortcomings and their causes are presented. The proposed method is used in another form to study the ground cover of runways. The results of this work can be used in the development of asphalt-concrete mixtures with increased thermal resistance, strength and durability with consideration of climatic conditions of the Republic of Kazakhstan, with the aim of ensuring safety.

Keywords: interpretation, experimental research, georadar, technology, geodata, radarogram.

Теруге 15.12.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3,44 Мб RAM

Шартты баспа табағы 23.59. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4019

Сдано в набор 15.12.2022 г. Подписано в печать 30.12.2022 г.

Электронное издание

3,44 Мб RAM

Усл. печ. л. 23.59. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4019

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz