

**Б. Б. ШОЛПАНБАЕВ<sup>1</sup>, Ж. О. ОРАЛБЕКОВА<sup>2\*</sup>, А. Л. КАРЧЕВСКИЙ<sup>3</sup>,  
Н. Т. АЗИЕВА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,  
Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

<sup>3</sup>Новосібір мемлекеттік университеті, Новосібір қ., Ресей

## **ЖАСЫРЫН ОҚШАУЛАНҒАН НЫСАНДАРДЫ ІЗДЕУ БОЙЫНША ГЕОРАДАР ДЕРЕКТЕРІН ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ**

Бұл мақалада археология саласында георадар аспабын қолдану мүмкіндіктері қарастырылды. Қазба жұмыстарынсыз жер асты археологиялық нысандарын табуға мүмкіндік беретін геофизикалық әдіс таңдалып алынды. Георадарлар сигналдары радарограмма түрінде жазылады. Радарограммаларды интерпретациялау жердің және жер асты нысандардың болжамды бейнесін жасауға мүмкіндік береді. Дегенмен, радарограммаларды интерпретациялау георадар сатушыларымен ақылы түрде жүргізіледі. Сондықтан радарограммаларды интерпретациялаудың өзіндік әдістерін жасау міндеті өзекті болып табылады. Георадар геофизикалық аспабының көмегімен Қызылорда облысында елді мекендерден алыс жерде орналасқан бейіттер мен кесенелерден қалған қорғандар зерттелді. Зерттеу үшін үш нысан таңдалып алынды: екі қорған мен қорғандар арасындағы жер жолағы. Ең соңғысы бұл екі қорғандар арасында байланыс бар-жоғын анықтау үшін зерттелді. Зерттелетін аймақтың аумақтық геофизикалық сұлбасы жасалды. Зерттелетін мәселе бұзылмайтын әдісті қолдануды талап етеді. Бұл нысандарды кейіннен археологиялық қазбамен визуалды бақылаудың қолда бар әдістерімен салыстырғанда уақыт пен қаражатты айтарлықтай үнемдеу үшін ұзындығы 0,15 м. антенналары бар геофизикалық аспап көмегімен 0,2 м. қадаммен эксперименттік зерттеулер жүргізілді Үздіксіз аумақтық түсіру арқылы үш шаршы түсірілді. Сынақ, бақылау және ғылыми өлшемдер жүргізілді. Жасырын оқшауланған объектілерді болжау бойынша георадар деректері арнайы кірістірілген программалық қамтамасыздандыру арқылы өңделді. Археолог мамандарына ұсыныстар берілді.

**Түйін сөздер:** георадар, геодеректер, радарограмма, интерпретация, эксперименттік зерттеулер, технология.

**Кіріспе.** Георадар көмегімен эксперименттік зерттеулер жүргізу - қазба жұмыстарынсыз жер асты археологиялық нысандарын табуға мүмкіндік беретін геофизикалық әдістердің бірі. Георадарлар өте жоғары кең жолақты электромагниттік импульстарды шығарады және импульстардың қабаттар немесе нысандардың бөлінді шекараларынан шағылысуын тіркеп, радарограмма түрінде жазады. Радарограммаларды интерпретациялау жердің және жер асты нысандардың болжамды бейнесін жасауға мүмкіндік береді [1]. Дегенмен, радарограммаларды интерпретациялау георадар сатушыларымен ақылы түрде жүргізіледі. Сондықтан радарограммаларды интерпретациялаудың өзіндік әдістерін жасау міндеті өзекті болып табылады [2]. Ең алғаш рет георадарды археологиялық зерттеулерге 1975 жылы қолданылды [3, 4]. Одан кейінгі жылдары бұл салада зерттеулер жүргізу тәжірибелері бар, олардың ішінен [5-7] жұмыстарын атап өтуге болады. Қазақстанда да георадардың көмегімен бірқатар зерттеулер орын алды [8, 9].

\* E-mail корреспондирующего автора.: [oralbekova@bk.ru](mailto:oralbekova@bk.ru)

Зерттеу нысаны: Қызылорда облысында елді мекендерден алыс жерде орналасқан бейіттер мен кесенелерден қалған қорғандар. Зерттеу үшін 3 нысан таңдалып алынды:

1) үлкен қорған, өлшемі 41 м. x 48 м.; 2) кіші қорған, өлшемі 22 м. x 29,3 м.; 3) қорғандар арасындағы жер жолағы, өлшемі 6 м. x 14 м.

Зерттеу мақсаты: қорғандар құрылымының ішкі құрылысын анықтау және жер астынан көне қорымдар мен ғибадат орындарын табу үшін топырақ құрылымын геофизикалық зерттеу.

**Материалдар мен әдістер.** Екі қорғанның да төбесінде ойпаты бар, дөңгелек төбе тәріздес болып келген қорғандар. Кіші қорғанның жоғарғы жағында тік жол бар. Қорғандар арасындағы жер жолағы қорғандарға қарағанда салыстырмалы түрде тегіс. Үшеуінің де топырағы бірдей, құмның жұқа жер беті қабаты, тас пен құмның қоспасы болып келген.

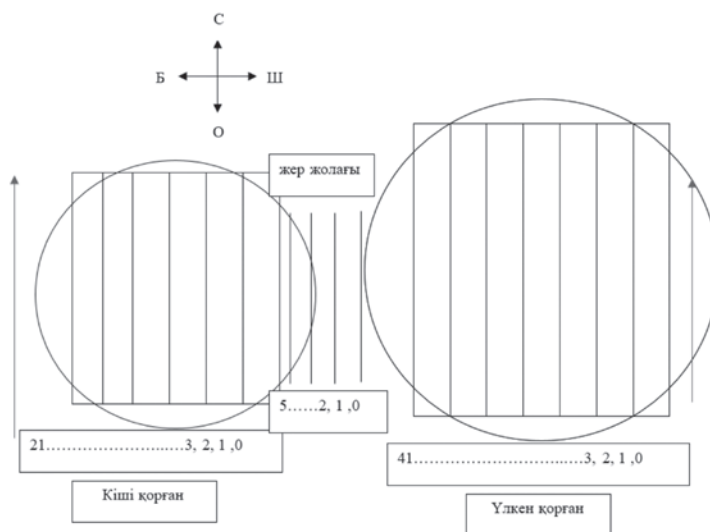
Зерттеу әдісі: жеке профильдер бойынша профильдік түсіру, белгіленген аумақты үздіксіз геофизикалық түсіру және тор бойынша аймақтық зондтау [10] қолданылды.

Зерттеу әдістерін негіздеу: зерттелетін нысандар елді мекендерден алыс жерде орналасуымен қатар, кейіннен археологиялық қазбамен визуалды бақылаудың қолда бар әдістерімен салыстырғанда уақыт пен қаражатты айтарлықтай үнемдейтін бұзылмайтын әдісті қолдану қажеттігі.

Барлығы үш геологиялық кескін жасалды:

- үздіксіз аумақтық түсіру арқылы 3 шаршы түсірілді;
- сынақ, бақылау және ғылыми өлшемдер жүргізілді.

1-суретте аумақтық геофизикалық зерттеудің сұлбасы келтірілген.



**Сурет 1** – Аумақтық геофизикалық зерттеудің сұлбасы

0,15 м. антенналары бар георадарлық аспаппен 0,2 м. қадаммен эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Жүру бағыты барлық нысандар үшін бірдей және 1-суреттегі бағыттаушы бағытына сәйкес келеді.

1-суретте үлкен қорған профильдері 0-ден 41-ге дейін, кіші қорған профильдері 0-ден 21-ге дейін, ал қорғандар арасындағы жер жолағының профильдері 0-ден 5-ке дейін белгіленген. Барлық профильдер Шығыстан Батысқа қарай бағдарланған. Қорғандар арасында байланыс бар-жоғын анықтау үшін қорғандар арасындағы жер жолағы зерттелді.

**Нәтижелер және талқылау.** Зерттелген аймақтың жалпы көрінісі 2-суретте бейнеленген.



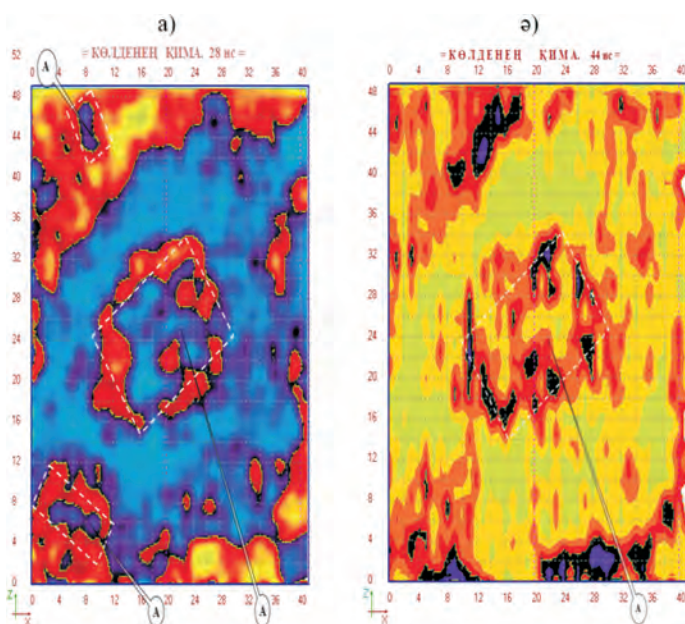
Сурет 2 – Оңтүстіктен аймақтың жалпы көрінісі

Шығыстан кіші қорған мен қорғандар арасындағы жер жолағының жалпы көрінісі 3-суретте келтірілген.



Сурет 3 – Кіші қорған мен қорғандар арасындағы жер жолағының жалпы көрінісі

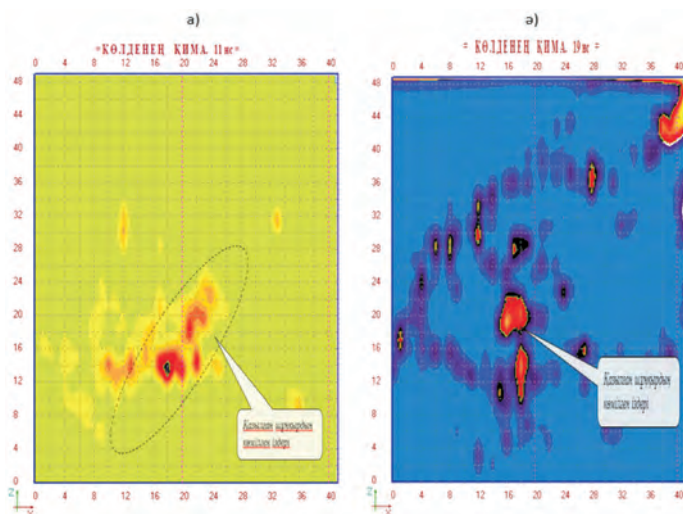
Үлкен қорған аумағының профильдерінің көлденең қималары 4-суретте бейнеленген, болжамды археологиялық объектілер А нұсқаушысымен көрсетілген.



**Сурет 4** – Үлкен қорған аймағының профильдерінің көлденең қималары:  
а) 28 нс (1,68 м.) деңгейінде; б) 44 нс (2,64 м.) деңгейінде

Үлкен қорған аймағының орталық бөлігінде 1,6-1,7 м. мен 2,64 м. тереңдікте өлшемі 10-12 м. болатын кіші шаршы түріндегі археологиялық нысан байқалды. Нысан сәулеттік құрылымның тастарының құлауын білдіруі мүмкін.

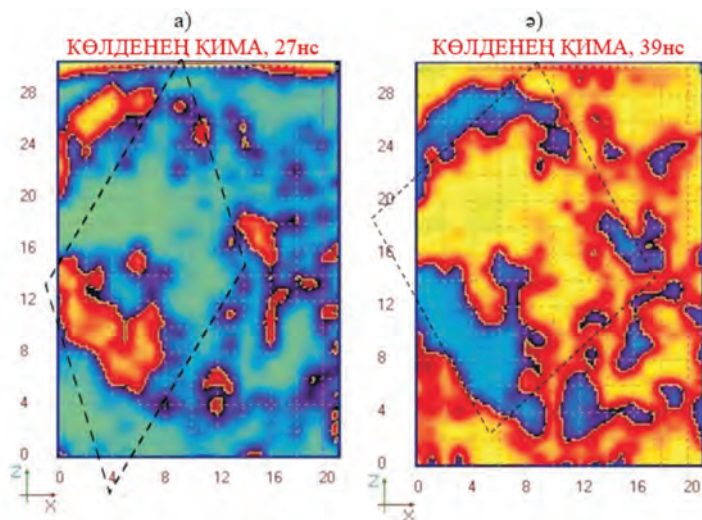
5-суретте 0,7 м. мен 1,2 м. деңгейінде үлкен қорған аймағының профильдерінің көлденең қималары келтірілген. Үлкен қорғанның оңтүстік бөлігінде 0,7 м. тереңдікте қазылған шұңқырдың іздері тіркелген. 0,12 м. тереңдікте қазылған шұңқырдың іздері



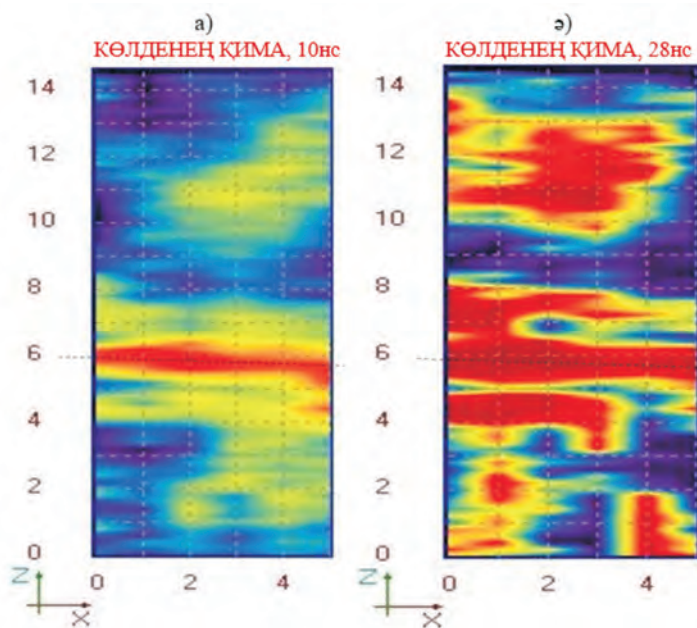
**Сурет 5** – Үлкен қорған аймағының профильдерінің көлденең қималары:  
а) 11 нс (0,7 м.) деңгейінде; б) 19 нс (1,2 м.) деңгейінде

жалғасып жазылды. Нысан рұқсат етілмеген қазбалардың іздері болуы мүмкін деген болжам жасалды. Қазылған шұңқырдың іздері орталық археологиялық алаңның оңтүстік-батыс бөлігінің үстінде орналасқан.

6-суретте кіші қорған аймағы профильдерінің көлденең қималары бейнеленген.



Сурет 6 – Кіші қорған аймағының профильдерінің көлденең қималары: а) 27 нс (1,62 м.) деңгейінде; ә) 39 нс (2,34 м.) деңгейінде



Сурет 7 – Қорғандар арасындағы жер жолағы аймағының профильдерінің көлденең қималары: а) 10 нс (0,6 м.) деңгейінде; ә) 28 нс (1,68 м.) деңгейінде

Кіші қорған аймағында 1,6 м.-ден 2,64 м.-ге дейінгі тереңдікте үлкен қорғандағы объектімен бірдей бағдарланған кіші шаршы пішінді құрайтын өңделмеген тастан жасалған құрылымның бөліктері тіркелді.

Қорғандар арасындағы жер жолағы аймағының профильдерінің көлденең кималары 7-суретте келтірілген.

Үшінші нысанның аймағында үлкен және кіші қорғандардың нысандарын байланыстыратын сызықтық құрылым тіркелді. Шамамен 1,6 м. тереңдікте үлкен және кіші қорғандардың объектілерін байланыстыратын сызықтық құрылымды тіркеу жалғасты.

**Қорытынды.** 3D аумақты түсіру нәтижесінде үлкен қорған массивінен өлшемдері 10 x 12 м. болатын дұрыс геометриялық пішінді нысан табылды. Нысан үйінді массивінің төгілген топырағының геологиялық құрылымының қасында айқын түрде ерекшеленеді. Табылған нысан құрылымы мен өлшемі жағынан осы аймақтан бұрын табылғандарға ұқсайды, орталық қорым кешенінің құрамына кіретін өңделмеген тастан жасалған сәулеттік құрылыс деуге негіз бар. Георадарлық зерттеу нәтижелері бойынша табылған нысан аумағында археологиялық қазбалар жүргізуге ұсыныстар беруге негіз бар. Оңтүстік беткейден үлкен қорғанның орталық бөлігінде көмілген шұңқырдың іздері тіркелгенін атап өту керек, бұл қорымға рұқсатсыз кіру мүмкіндігін көрсетеді.

Үш өлшемді аумақтық түсірілім нәтижесінде кіші қорған массивінде Үлкен қорғандағы нысанға ұқсас шаршы тәріздес үлкен пішінді құрайтын өңделмеген тастан жасалған құрылымның сынықтары табылды. Нысан құрылымы және өлшемі бойынша шикі тастан жасалған жерлеу қоршауына ұқсайды. Аудандық 3D түсіру нәтижесінде үлкен және кіші қорғандардың нысандарын біріктіретін үшінші аймақта сызықтық құрылым тіркелді.

## ӘДЕБИЕТ

- 1 <https://geoissledovania.ru/georadar-loza> (date of access: 24.04.2023).
- 2 Старовойтов, А.В. Интерпретация георадиолокационных данных. Учебное пособие. – М.: Издательство МГУ, 2008. – 192 с.
- 3 Bewan, B.W., Kenyon, J. Ground penetrating radar for historical archaeology // MASCA Newsletter. – 1975. – Vol. 11(2). – P. 2-7.
- 4 Vickers, R.S., Dolphin, L.T. A communication on an archaeological radar experiment at Chaco Canyon // MASCA Newsletter. – New Mexico, 1975. – Vol. 11(1). – P. 6-8.
- 5 Conyers, L.B. Ground-penetrating radar techniques to discover and map historic graves // Hist. Archaeol. – 2006. – Vol. 40. – P. 64-73.
- 6 Neubauer, W., Eder-Hinterleitner, A., Seren, S. Melichar, P. Georadar in the Roman civil town Garnuntum, Austria: an approach for archaeological interpretation of GPR data // Archaeol Prospect. – 2002. – Vol. 9. – P. 135-156.
- 7 Nishimura, Y., Goodman, D. Ground penetrating radar survey at Wroxeter // Archaeol Prospect. – 2000. – Vol. 7. – P. 101-105.
- 8 Iskakov, K., Boranbayev, S., Alimbayeva, Z., Issin, B. Experimental data of research using ground-penetrating radar Zond-12c and interpretation of georadarograms // Acta Physica Polonica A. – 2016. – Vol. 130(1). – P. 322–324.
- 9 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.

10 Dezert, T., Fargier, Y., Lopes, S.P., Côte, P. Geophysical and geotechnical methods for fluvial levee investigation: A review // Engineering Geology. – 2019. – Vol. 260. - 105206.

## REFERENCES

- 1 <https://geoissledovania.ru/georadar-loza> (date of access: 24.04.2023).
- 2 Starovoitov, A.V. Interpretaciya georadiolokacionnih dannih. Uchebnoe posobie [Interpretation of georadar data. Textbook]. - M.: MSU Publishing House, 2008. - 192 p.
- 3 Bewan, B.W., Kenyon, J. Ground penetrating radar for historical archaeology // MASCA Newsletter. – 1975. – Vol. 11(2). – P. 2-7.
- 4 Vickers, R.S., Dolphin, L.T. A communication on an archaeological radar experiment at Chaco Canyon // MASCA Newsletter. – New Mexico, 1975. – Vol. 11(1). – P. 6-8.
- 5 Conyers, L.B. Ground-penetrating radar techniques to discover and map historic graves // Hist. Archaeol. – 2006. – Vol. 40. – P. 64-73.
- 6 Neubauer, W., Eder-Hinterleitner, A., Seren, S. Melichar, P. Georadar in the Roman civil town Garnuntum, Austria: an approach for archaeological interpretation of GPR data // Archaeol Prospect. – 2002. – Vol. 9. – P. 135-156.
- 7 Nishimura, Y., Goodman, D. Ground penetrating radar survey at Wroxeter // Archaeol Prospect. – 2000. – Vol. 7. – P. 101-105.
- 8 Iskakov, K., Boranbayev, S., Alimbayeva, Z., Issin, B. Experimental data of research using ground-penetrating radar Zond-12c and interpretation of georadarograms // Acta Physica Polonica A. – 2016. – Vol. 130(1). – P. 322–324.
- 9 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.
- 10 Dezert, T., Fargier, Y., Lopes, S.P., Côte, P. Geophysical and geotechnical methods for fluvial levee investigation: A review // Engineering Geology. – 2019. – Vol. 260. - 105206.

**Б. Б. ШОЛПАНБАЕВ<sup>1</sup>, Ж. О. ОРАЛБЕКОВА<sup>2</sup>,  
А. Л. КАРЧЕВСКИЙ<sup>3</sup>, Н. Т. АЗИЕВА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет им. Абая,  
г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

<sup>3</sup>Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГЕОРАДАРА ДЛЯ ПОИСКА СКРЫТЫХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ

*В данной статье были рассмотрены возможности использования георадарного прибора в археологии. Выбран геофизический метод, позволяющий находить подземные археологические объекты без раскопок. Сигналы георадара записываются в виде радарограммы. Интерпретация радарограмм позволяет сделать прогнозное изображение подземных объектов. Однако интерпретация радарограмм несет коммерческий характер. Поэтому задача выработки собственных методик интерпретации радарограмм является актуальной. С помощью геофизического прибора георадара исследованы курганы, которые расположены вдали от населенных пунктов в Кызылор-*

динской области. Для исследования были выбраны три объекта: два кургана и полоса земли между курганами. Последний был исследован, чтобы определить, есть ли связь между двумя курганами. Создана схема разметки изучаемой территории. Исследуемая задача требует применения неразрушающего метода. В целях существенной экономии времени и средств по сравнению с существующими методами визуального осмотра этих объектов с последующими археологическими раскопками, были проведены экспериментальные исследования с шагом 0,2 м. с помощью геофизического прибора с 0,15 м. антеннами. Сделаны непрерывные площадные съемки трех квадратов. Были проведены тестовые, мониторинговые и научные измерения. Данные георадиолокации для прогнозирования скрытых изолированных объектов обрабатывались с помощью специального программного обеспечения. Даны рекомендации археологам.

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

**B. B. SHOLPANBAEV<sup>1</sup>, ZH. O. ORALBEKOVA<sup>2</sup>,  
A. L. KARCHEVSKY<sup>3</sup>, N. T AZIYEVA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

<sup>3</sup>*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

## **INTERPRETATION OF GEORADAR DATA TO SEARCH FOR HIDDEN ISOLATED OBJECTS**

*This article considered the possibilities of using a radar device in archeology. A geophysical method has been chosen that makes it possible to find underground archaeological sites without excavations. GPR signals are recorded as a radargram. Interpretation of radargrams makes it possible to make a predictive image of underground objects. However, the interpretation of radargrams is of a commercial nature. Therefore, the task of developing its own methods for interpreting radargrams is relevant. With the help of a geophysical GPR instrument, mounds, located far from settlements in the Kyzylorda region, were investigated. Three objects were chosen for the study: two barrows and a strip of land between the barrows. The latter has been investigated to determine if there is a connection between the two burial mounds. A marking scheme for the study area has been created. The problem under study requires the use of a non-destructive method. In order to significantly save time and money compared to existing methods of visual inspection of these objects with subsequent archaeological excavations, experimental studies were carried out with a step of 0.2 m using a geophysical instrument with 0.15 m antennas. Continuous areal surveys of three squares were made. Tests, monitoring, and scientific measurements were carried out. GPR data for predicting hidden isolated objects were processed using special built-in software. Recommendations to archaeologists are given.*

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