

## ხობის ღვთისმშობლის მიძინების მონასტრის სამხრეთი ტერიტორიის დაფარული არქეოლოგიური ძეგლების გეორადიოლოკაციური ძიების შედეგები

დ. ოდილაგაძე, თ. ჭელიძე, ნ. ლლონტი, ჯ. ქირია, ო. იავოლოვსკაია, ა. თარხნიშვილი

*მ. ნოდიას სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი, თსუ*

### შესავალი

2016 წ. ოქტომბერში, ხობის ღვთისმშობლის მიძინების მონასტრის ეზოს გალავანის შიდა ტერიტორიის სამხრეთ ნაწილში ჩატარდა არქეოგეორადიოლოკაციური სამუშაოები თსუ მ. ნოდიას გეოფიზიკის ინსტიტუტის გამოყენებითი და ექსპერიმენტალური სექტორის თაოსნობით.

სამუშაო მიზნად ისახავდა ტერიტორიის სამხრეთის მხარეს მიმდინარე არქეოლოგიური კვლევებისთვის შემდგომი პერსპექტიული საკვლევი უბნის საზღვრების დადგენა-შემოფარგვლას. გეორადიოლოკაციური სამუშაოების საფუძველზე, შემდგომში ჩატარებულმა არქეოლოგიურმა სამუშაოებმა ნაყოფიერი შედეგი გამოიღო: გათხრებმა დაადატურა რადაროგრამებზე გამოკვეთილი არქეოლოგიური ობიექტების რეალურად არსებობა, მათი ლოკაცია და სტრუქტურა.

### მასალები და მეთოდები

გეორადიოლოკაციური სამუშაოები შესრულდა გეორადარ „ზონდ-12ე“ და მისი საშტატო ანტენების (ეკრანირებული 500, 300 მჰც და 150 მჰც დიპოლური) გამოყენებით. მონაცემები მიღებული და დამუშავებულ იქნა საშტატო პროგრამული უზრუნველყოფის „პრიზმ2.5“- ის და „ვოქსლერ 3D“ გამოყენებით. გეორადიოლოკაციის მეთოდი ახლოქვეზედაპირული კვლევებისთვის (1,2,3,4,5), გეორადიოლოკაციური ფიზიკური მოდელირება და მისი შედეგები სხვადასხვა რადიოსახის მქონე ობიექტებისთვის გამოიყენება რიგი ავტორების მიერ (6,7,8,9,10,11).

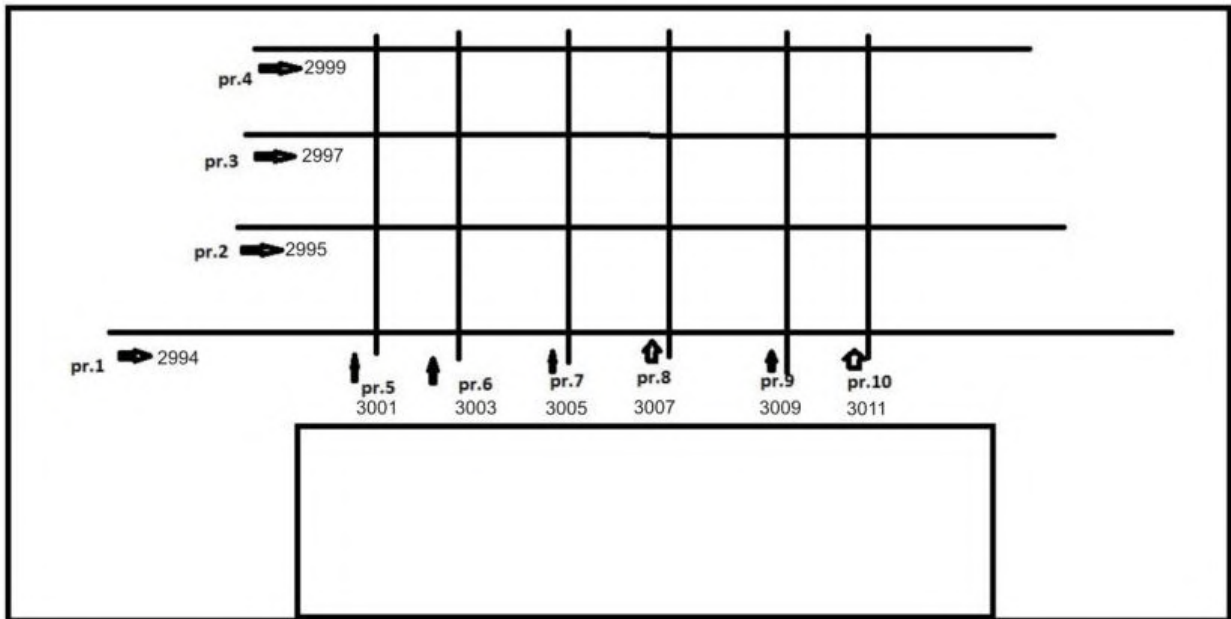
„ვოქსლერ-3D“/Voxler-3D გამოიყენება გეოფიზიკასა და გეოლოგიაში. გეორადიოლოკაციური მონაცემები, დამუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფით „პრიზმ2.5“/„Prism 2.5“, ნათელი სიცხადით წარმოჩინდება 3D- განზომილებაში, Voxler- ის მოდელირების 3D საშუალებებით. „ვოქსლერი“-მრავალ კომპონენტის მონაცემების ვიზუალიზაციით გეოლოგიურ და გეოფიზიკურ მოდელებზე ხაზს უსვამს გეორადიოლოკაციურად მნიშვნელოვან ინფორმაციას, რასაც ვუკავშირებთ არქეოლოგიურ ინფორმაციას სამ განზომილებაში.

Golden Software Voxler - ეს არის სამგანზომილებიანი მონაცემების გეოფიზიკური წარმოდგენის ინოვაციური საშუალება. პროგრამა სხვადასხვა წყაროებიდან მონაცემების იმპორტირებისა და მონაცემებს შორის რთული ურთიერთდამოკიდებულებების გამომწვევი მაღალხარისხოვანი გრაფიკების შექმნის საშუალებას იძლევა. Golden Software Voxler წარმოადგენს მრავალფუნქციურ გრაფიკულ გარემოს ნებისმიერი სირთულის მოდელებისა და

მონაცემების დასამუშავებლად. მოხერხებული ინტერფეისი უზრუნველყოფს სწრაფ ვიზუალიზაციას, შეფასებას, მონაცემების გამოკვლევასა და შემოწმებას.

Voxler 3D პროგრამის საშუალებით ჩვენ ავაგეთ გეორადარული მონაცემების სამგანზომილებიანი (3D კუბ) გამოსახულება. ამისათვის ყველა აუცილებელი პროფილი უნდა იყოს იდენტური რაოდენობისა და ათვლის წერტილის მიხედვით. ამდენად აუცილებელია წინასწარ მოვამზადოთ პროფილები პროგრამაში „Prizm2.5” შევასრულებთ რა 3D დაყვანის ოპციას.

გეორადიორლოკაციური საკვლევი ტერიტორია, არქეოლოგიის ინტერესებიდან გამომდინარე, დაიყო 10 პროფილად, აქედან 4 პროფილი გასდევდა ტაძარის სიგრძის პარალელურად და 6 პროფილი კი მათ კვეთდა. განხილვის დროს შემოვიფარგლებით პირველი ოთხი პარალელური 500მმ-ის სიხშირის გეორადიორლოკაციური პროფილის მონაცემების შედეგებითა და დისკუსიით.

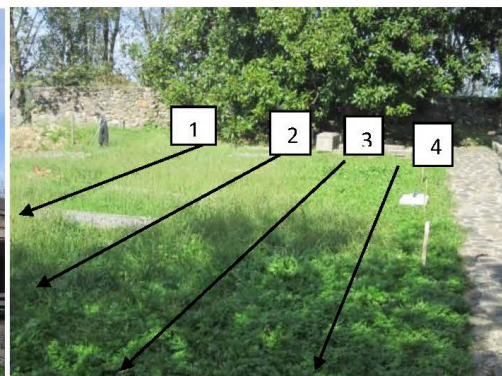


სქემა-1. სქემაზე დატანილია პროფილები მონასტრის (მართკუთხედი) ეზოს მხარეს და გალავანს შორის ტერიტორიაზე, სადაც შემდგომში ჩატარდა არქეოლოგიური გათხრები.

ფოტოებზე- ა,ბ.დ წარმოდგენილია საკვლევი ტერიტორიის ფოტოები სხვადასხვ რაკურსით, არქეოლოგიურ გათხრებამდე.



ფოტო1-ა



ფოტო1- ბ.



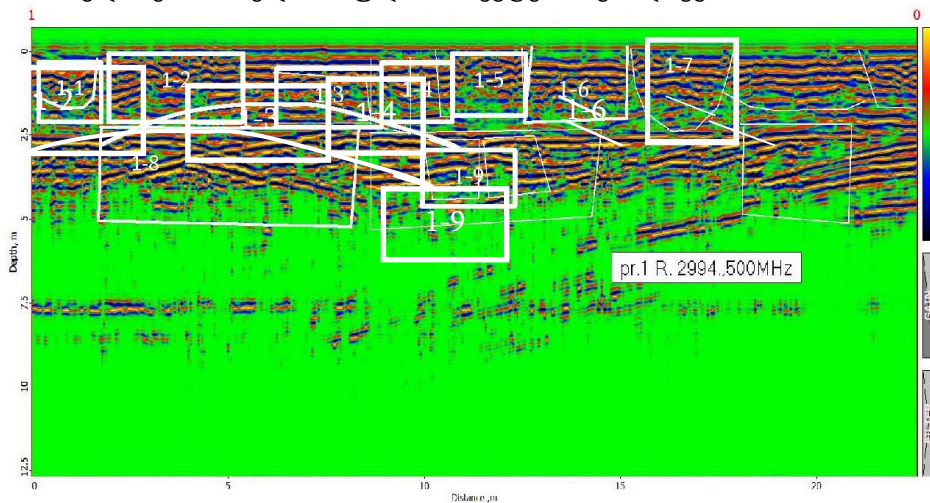
ფოტო1- გ.

ფოტო1-დ.

### შედეგები და დისკუსია

#### ორგანოზომილებიანი ინტერპრეტაცია

წარმოვადგენთ პირველ ოთხ პროფილზე გეორადარ „ზონდ 12 ე“ -ს საშტატო მიმღებ-გადამცემი ეკრანირებული 500 მჰც-იანი ანტენით მიღებულ გეორადარულ პროფილებს. ამ სიხშირეზე ჩაწვდომის სიღრმე არქეოლოგიის ინტერესებიდან გამომდინარე ძირითადად შემოიფარგლა 7-8მ ის საზღვრებით. 500მჰც ანტენა საშუალებას იძლევა უფრო დეტალურად წარმოვადგინოთ შედარებით ზედაპირული ობიექტების განლაგება.



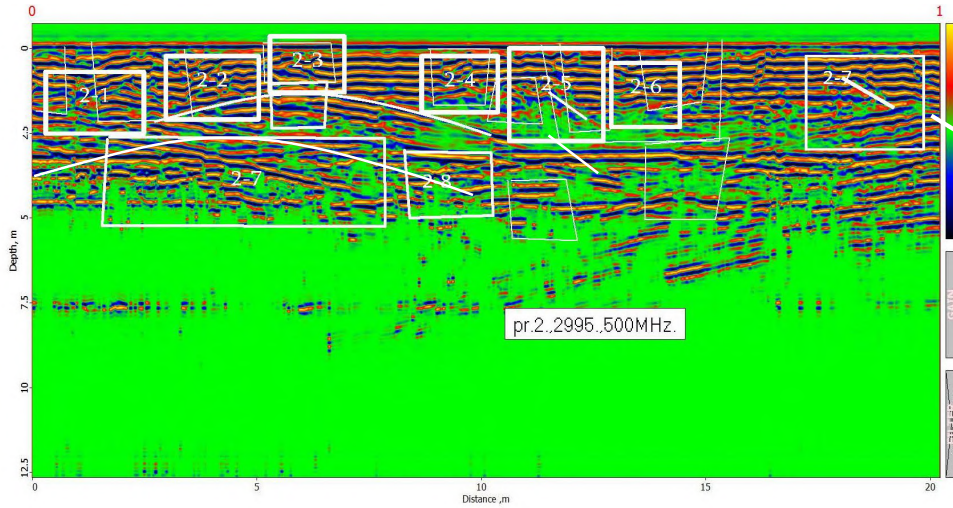
ნახ.1. წარმოდგენილია პროფილ-1-ზე, შესრულებული გეორადაროგრამა მიმღებ-გადამცემი 500 მჰც სიხშირის ეკრანირებული ანტენით. პროფილის სიგრძე - 23 მ.

ნახ.1 წარმოდგენილია პროფილი-1, რომელზედაც იკითხება ორი გარემო, ზედა დაახლოებით 2.5 მ სიმძლავრით და ქვემოთა გარემო ზედა საზღვრით 2.5 მ-დან, სიღრმით დაახლოებით 7 მეტრამდე. პირველი გეორადიოლოკაციური ფენა შეიცავს რიგი ობიექტების რადიოსახეებს, რომლებიც იდენტიფიცირდებიან, როგორც მიწისქვეშ განთავსებული ობიექტები [1 - 10].

პირველ ფენში წარმოდგენილი ობიექტების რადიოსახეები შეესაბამებიან პარალელური ზედაპირებით შემოსაზღვრულ და გამოყოფილ სიღრუვეებს (რადიოსახე ე.წ. „ბოუ-თაი“), ისინი მონიშნულნი არიან თეთრი წირებით(1,1-1,1-2,1-3,1-4,1-5), ხოლო 1-6 და 1-7, „კიბის“ ტიპის

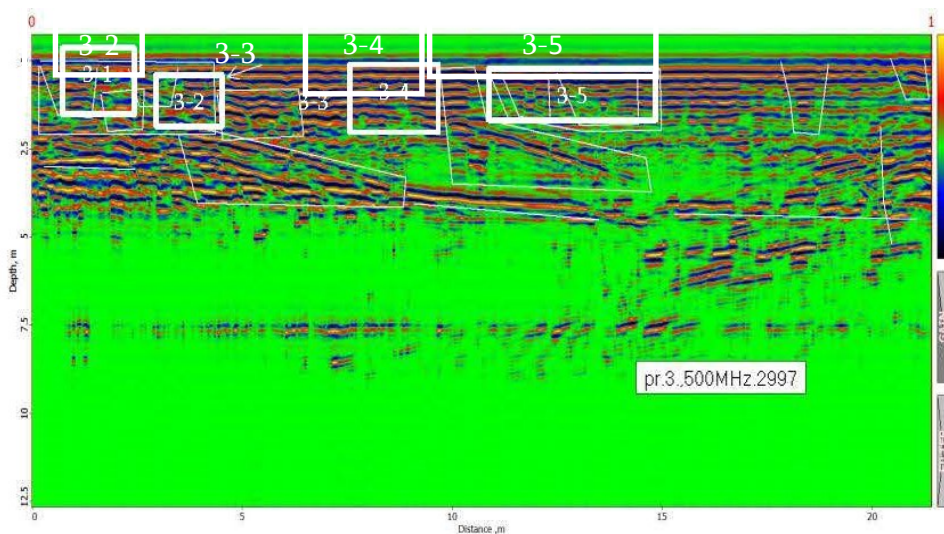


ობიექტის რადიოსახეუბია. „თაღვანი გადაფარვა” ან ბორცვის ტიპის გეოლოგიური სხეულის შემოსვლა- მონიშნულია თეთრი წირით, სიღრმეზე-2-2.5 მ, დისტანციებისთვის 2-12 მ. მეორე ფენში ნათლად იკითხება კედლის ფუნდამენტის ნარჩენებით შემოსაზღვრული სიღრმის რადიოსახე 1-8 ცენტრით 5 მ დისტანციაზე. ასევე შემოსაზღვრება სავარაუდო სხვადასხვა გაბარიტის სიღრუვეები (მკრთალად მონიშნული) .

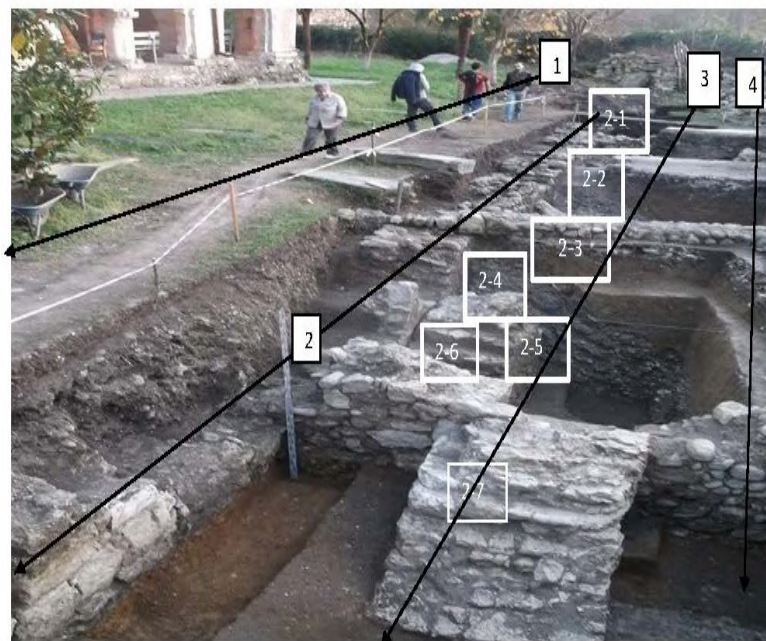


ნახ.2. წარმოდგენილია პროფილ 2-ზე შესრულებული გეორადაროგრამა მიმღებ-გადამცემი 500 მჰც სიხშირის ეკრანირებული ანტენით, პროფილის სიგრძე -20 მ.

გეორადარული პროფილი-2 (ნახ.2) ნათლად უჩვენებს პირველ პროფილზე გამოვლენილი ობიექტების რადიოსახეების გაგრძელების არსებობას მეორე პროფილზე. განსაკუთრებით აღსანიშნავია დისტანცია 5მ ცენტრით დაფიქსირებული, კედლების ფუნდამენტით შემოსაზღვრული დიდი ზომის არქეოლოგიური ობიექტის არსებობა 1-6, 2-6 -ზე . მეტ-ნაკლები მკაფიოობით ფიქსირდება 2-1,2-2,2-3,2-4 სიღრუვეები, „კიბე“ 2-5, 2-7 და თაღური ტიპის გადაფარვის (განსხვავებული მასალის გადამფარავი) ნიშნების მქონე ობიექტის სიღრმე-2-2.5მ , დისტანცია 3-11მ, მონიშნულია თეთრი წირით.



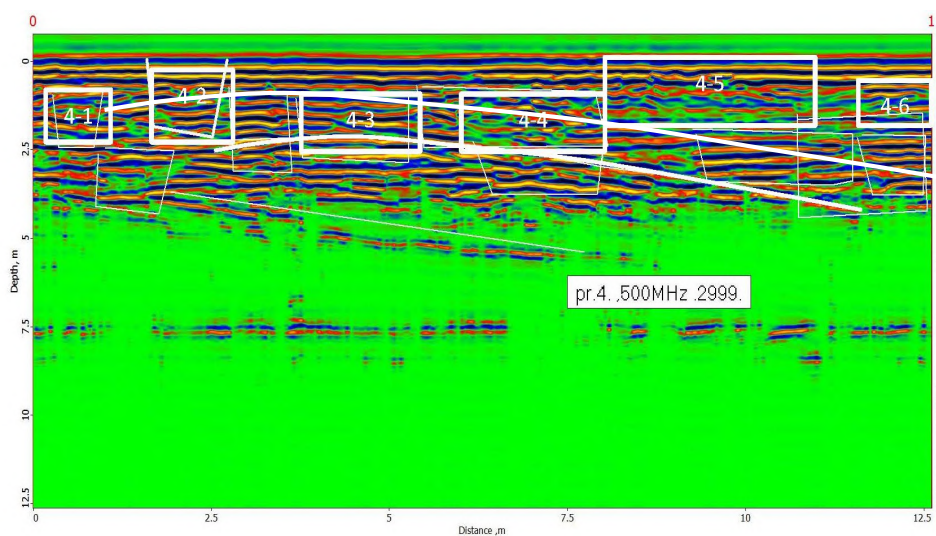
ნახ.3.-ზე წარმოდგენილია პროფილ-3 (სიგრძე-20მ) შესრულებული გეორადაროგრამა მიმღებ-გადამცემი 500 მჰც სიხშირის ეკრანირებული ანტენით, ნომრები:3-1,3-2,3-3,3-4,3-5.



ნახ.4 არქეოლოგიური გათხრების ფოტო. პროფილ-2 გასწვრივ ჩატარებული გათხრების შედეგი ფოტო მასალაზე 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7.

პროფ1, 2, 3 -ზე აღმოჩენილი ანომალიები შემდგომში დადასტურდა გათხრებით ნახ.4-ზე როგორც ჩამოშლილი კედლის ნაწილი 2-1 და კიბეები 1-6, 1-7, ასევე 10 -15 მ დისტანციებზე არსებული 2-5, 2-7 კიბე. რადაროგრამაზე დანარჩენი მონიშნული ობიექტები 2-3, 2-4 2-5, კედლების ფუნდამენტების ნარჩენები სრულიად დაემთხვა გათხრების შედეგებს. კედლების ფუნდამენტის ნარჩენები გამოირჩევიან პარაბოლის (მომვლების) ტიპის დიფრაგირებული ტალღის რადიოსახით ხოლო მათ შორის ერთგვაროვანი სივრცე მონიშნება როგორც „ბოლ-თაი“ (ორმო) ტიპის რადიოსახე. კიბეებს შეესაბამება კიბის დამრეცობის და მომვლების ტიპის შერეული სინფაზურობის ღერძების რადიოსახე, როდესაც კიბის ქვეშ სიცარიელაა ის კიდევ ართულებს სურათს და უმატებს მცირე ბოლ-თაის შესაბამის რადიოსახეს.

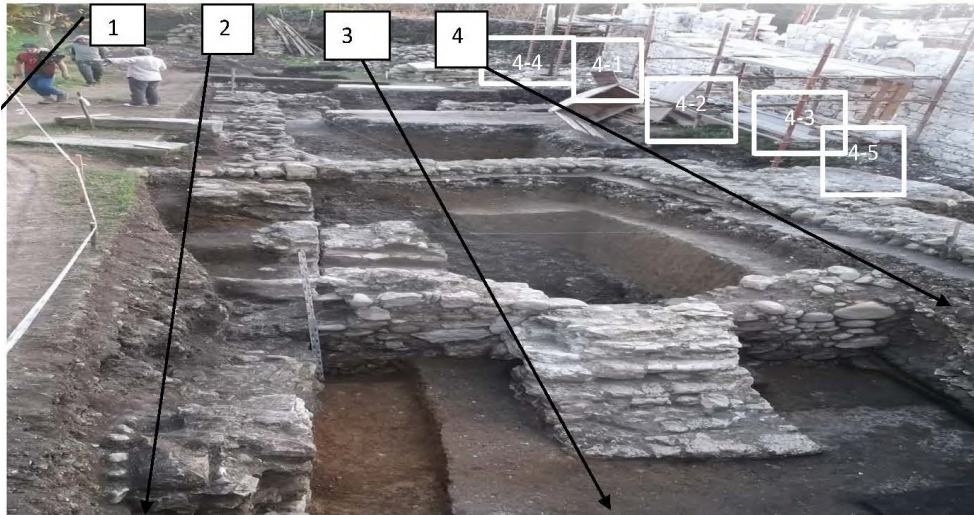
პროფ-3 ზე მონიშნულია მიწისქვეშა განთავსების ობიექტების რადიოსახეები (ნახ.3). ამათგან პროფ. 1,2 -ზე დაფიქსირებული ობიექტის რადიოსახე ცენტრით 5 მ ნაწილობრივ შეცვლილია, სავარაუდოდ ჩამოშლის შედეგად.



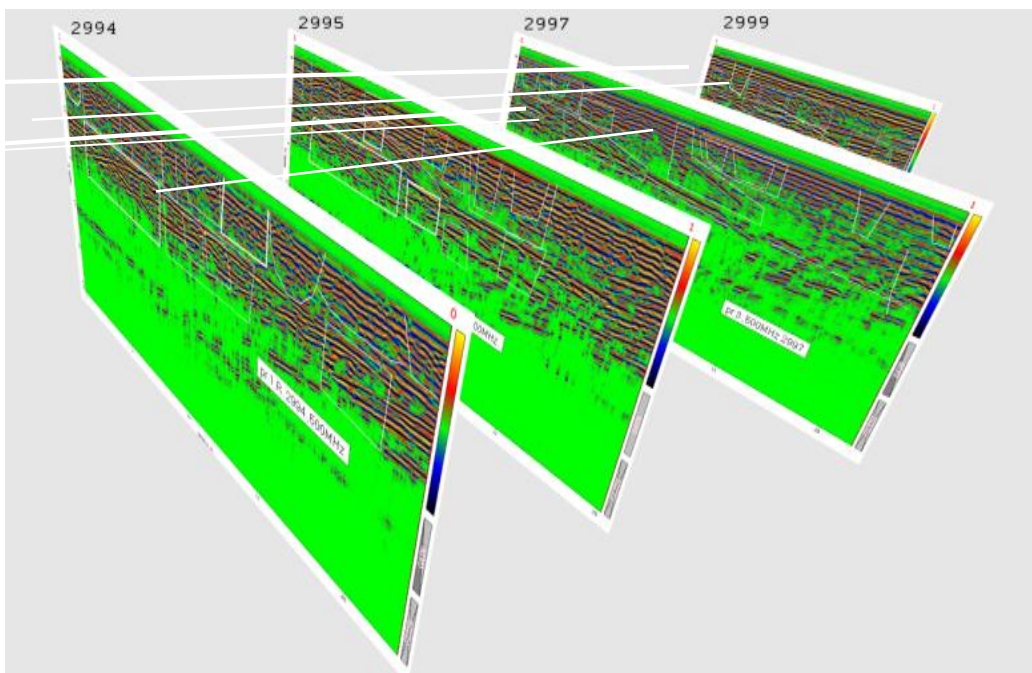


ნახ.5.-ზე წარმოდგენილია პროფილ-4 (სიგრძე-12.5მ) შესრულებული გეორადაროგრამა მიმღებ-გადამცემი 500 მჰც სიხშირის ეკრანირებული ანტენით გამოიყო ანომალიები, ნომრები: 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6.

პროფ- 4 ზე მონიშნულია მიწისქვეშა განთავსების ობიექტების რადიოსახეები, რიგი მათგანი ფიქსირდება პროფ.3-ზე (4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5).

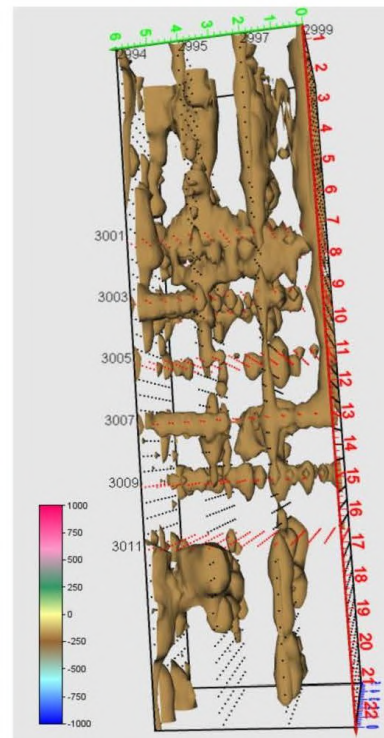
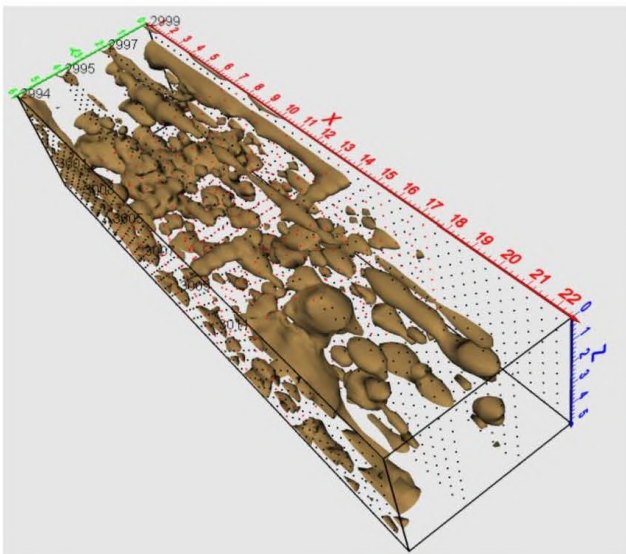
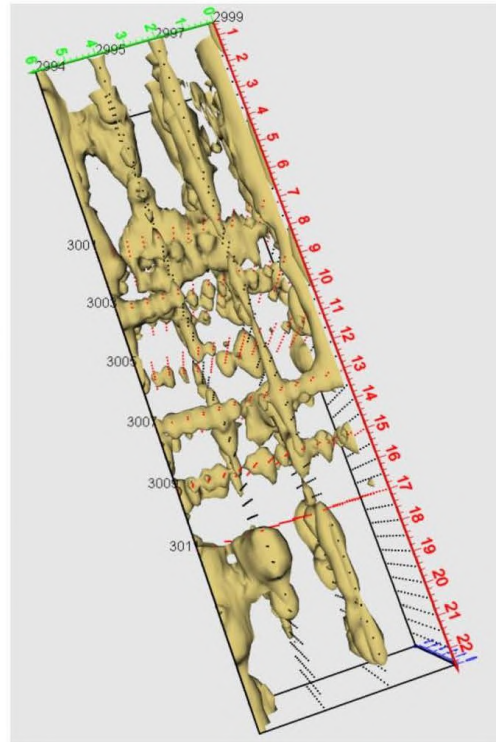


ნახ.5. გათხრები გატარდა პროფ.4-ის გასწვრივ. რადაროგრამა ნახ.4-ზე წარმოდგენილი და ფოტო ნახ.5 ზე სრულიად ადასტურებს გეორადიოლოკაციური კვლევის შედეგებს. ანომალიათა ნომრები 4-1, 4-2,4-3,4-4,4-5. მეტი თვალსაჩინოებისთვის მოგვყავს გეორადიოლოკაციური ჭრილების 1,2,3,4 გაერთიანებული პროფილები.



ნახ.6 გრძივად ტაძრის პარალელური პროფილები (1, 2, 3, 4) 500 მჰც სიხშირის ანტენისთვის, ჩანს ობიექტების რადიოსახეების განგრძობა მომდევნო პარალელურ პროფილებზე (გამოყენებულია პროგრამული უზრუნველყოფა „ვოქსლერი“).

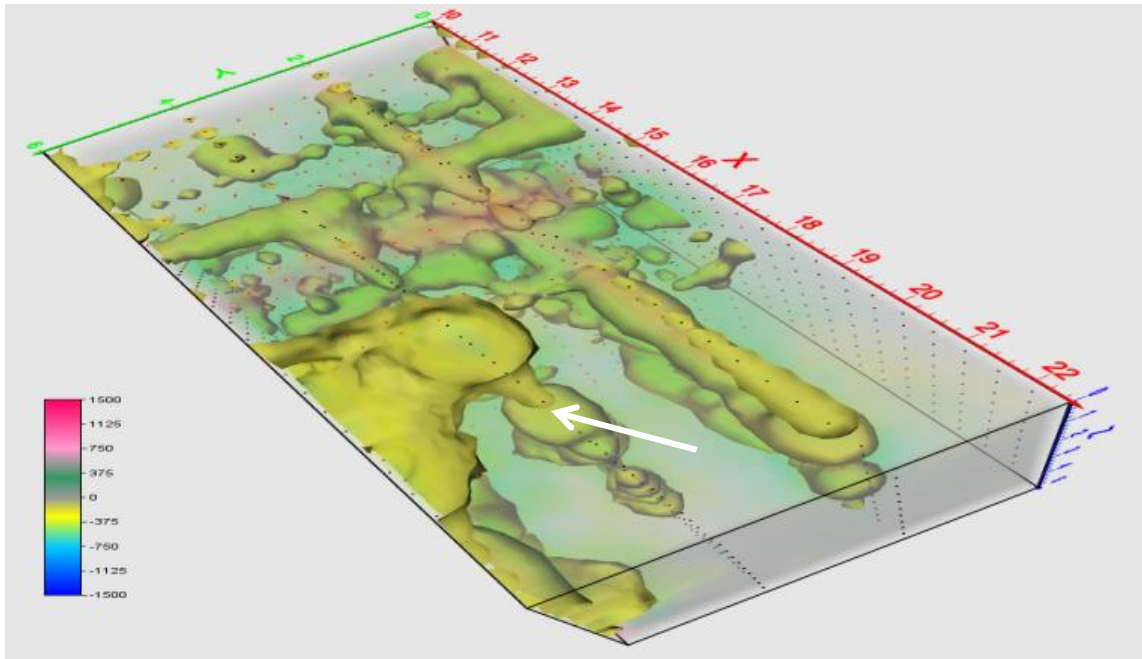
აქვე მოგვყავს იგივე უბნის 1,2,3,4 პროფილების სამ განზომილებიანი წარმოდგენა „ვოქსლერის პროგრამის გამოყენებით სხვადასხვა რაკურსში.





ნახ.7, არქეოლოგიური გათხრების ფოტოგრაფია და სიგრძივი პარალელური პროფ-1,2,3,4 პროფილების პროგრამული უზრუნველყოფა „პრიზმ 2.5“ და „ვოქსლერით“ დამუშავების შედეგად მიღებული 3-დ რადიოსახეების გამოსახულება. ლეგანდაზე მოტანილია და ჩვენს მიერ გამოყენებულია 500მ<sup>3</sup>ც ცენტრალური სიხშირის რადარის ელექტრომაგნიტური ტალღის ამპლიტუდის შერჩეული(უკეთესი ვიზუალიზაციისათვის) სეგმენტი (-500+500) ფარდობით ერთეულებში.

აქვე მოგვყავს პროფილების სიგრძის მეათე მეტრიდან დაწყებული სამგანზომილებიანი ნაწილი, სადაც მკაფიოდ იკვეთება კიბის რადიოსახე (მითითებულია ისრით) და მიმდებარე ობიექტების რადიოსახეები 5მ სიღრმეებამდე.



ნახ.8,ოთხი პროფილის მიერ, მე 10- მეტრიდან დაწყებული მიწის ახლოქვედაპირული განლაგების ობიექტების რადიოსახეები (მონიშნული ფრაგმენტის უკეთესი წარმოჩენით). ლეგენდაზე დატანილია 500მ<sup>3</sup>ც ცენტრალური სიხშირის ტალღისთვის შერჩეული ამპლიტუდების სეგმენტით შემოსზღვრული (-500+500) ფარდობით ერთეულებში.

არქეოლოგიური გათხრების შედეგების შედარებით გეორადიოლოკაციურ კვლევებთან დადასტურდა მათი ურთიერთ შესაბამისობა.

**დასკვნა:** ხობის ღვთისმშობლის მიძინების მონასტრის სამხრეთ ტერიტორიის გეორადიოლოკაციური დაზვერვითი სამუშაოს შედეგების ორ და სამგანზომილებიანი სივრცული ინტერპრეტაციის მიხედვით შესრულებულმა არქეოლოგიურმა კვლევებმა ფოტოგრაფიულად დადასტურეს რადაროგრამებზე გამოკვეთილი სავარაუდო ობიექტების რეალურად არსებობა, მათი ლოკაცია და მათი რაობა.

### ლიტერატურა

1. Bigman D. 2018. GPR Basics. Bigman Geophysicsl, LCC, Suwanee, USA
2. Одилавадзе Д.Т., Челидзе Т.Л., Глonti Н.Я., Кирия Д.К., Тархнишвили А.Г. Физическое моделирование модели типа, слоистый клин” в прямых и обратных задачах георадиолокации, 2018.



3. Odilavadze D.T., Chelidze T.L. Physical modeling of lava tubes in the GPR. Mikheil Nodia Institute of Geophysics, Transactions, vol. LXVII; ISSN 1512-1135, Publishing house of the Tbilisi State University, Tbilisi, 2017, pp. 129-142.
4. Odilavadze D., Chelidze T., Tskhvediashvili G. Georadiolocation physical modeling for disk-shaped voids. JOURNAL OF THE GEORGIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, , PHYSICS OF SOLID EARTH, Vol 18, 2015.
5. Odilavadze D.T., Chelidze T.L. Физическое моделирование георадиолокационного поля в прямой и обратной задачах электродинамики .Geophysical Journal, V.35, № 4, 2013, (in Russian).
6. Chelidze T., Odilavadze D., Pitskhelauri K. Archaeogeophysics in Georgia-New Results, New Prospects. Proceedings of the Georgian National Academy of Sciences, Series of History, Archeology, Ethnology and Art History, № 1, 2012.
7. Odilavadze D.T., Chelidze T.L. A Preliminary GPR investigation of Metekhi Cathedral and the surrounding area. Journal of the Georgian Geophysical Society, № 14, 2011.
8. Neal A. Ground-Penetrating Radar and its Use in Sedimentology: Principles, Problems and Progress Earth-Sci. Rev., 66, 2004, 261—330.
9. Negi J. G., Gupta C. P. Models in Applied Geoelectromagnetics // Earth Sci. Rev., 1968, pp 219—241.
10. Sena D’Anna A. R. Modeling and Imaging of Ground Penetrating Radar Data. — Texas: The University of Exas at Austin, 2004, 251 p. (repositories. Lib.Utexas. edu).
11. Sharma P.V. Environmental and Engineering Geophysics. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

## **ხობის ღვთისმშობლის მიძინების მონასტრის სამხრეთი ტერიტორიის დაფარული არქეოლოგიური ძეგლების გეორადიოლოკაციური ძიების შედეგები**

**დ.ოდიავაძე, თ. ჭელიძე, ნ.ლლონტი, ჯ. ქირია, ო.იავოლოვსკაია, ა.თარხნიშვილი**

### **რეზიუმე**

თსუ გეოფიზიკის ინსტიტუტის გამოყენებითი და ექსპერიმენტალური სექტორის თაოსნობით, ხობის ღვთისმშობლის მიძინების მონასტრის გალავანის შიდა ტერიტორიის სამხრეთ ნაწილში ჩატარდა არქეოგეორადიოლოკაციური სამუშაოები. გეორადიოლოკაციური სამუშაო მიზნად ისახავდა ტერიტორიის სამხრეთის მხარეს არქეოლოგიური კვლევებისთვის პერსპექტიული საკვლევი უბნის საზღვრების დადგენა- შემოფარგვლას.

ხობის ღვთისმშობლის მიძინების მონასტრის სამხრეთ ტერიტორიის გეორადიოლოკაციური პროფილების, დაფიქსირებული რადიოსახეების ორ და სამგანზომილებიანი სივრცული ინტერპრეტაციის მიხედვით შემოიფარგლა პერსპექტიული უბანი. აღნიშნულ უბანზე შესრულებულმა არქეოლოგიურმა კვლევებმა ფოტოგრაფიულად დაადასტურეს რადაროგრამებზე გამოკვეთილი სავარაუდო ობიექტების რეალურად არსებობა, მათი ლოკაცია და მათი რაობა.

# **Результаты георадиолокационных поисков погребенных археологических памятников на южной территории Хобского монастыря Успения Пресвятой Богородицы**

**Д. Одилавадзе, Т. Челидзе, Н. Глонти, Дж. Кириа, О. Яволовская, А. Тархнишвили**

## **Реферат**

Под руководством сектора Экспериментальной и Разведочной геофизики Института геофизики ТГУ проводились археогеорадиолокационные исследования южной части территории Хобского монастыря Успения Пресвятой Богородицы. Георадиолокационная работа была направлена на выявление и оконтуривание предполагаемого перспективного места для археологических исследований на южной стороне внешней территории Монастыря.

Выделенная область была ограничена георадиолокационными профилями территории монастыря Успения Пресвятой Богородицы. Георадиолокационные данные представлены двух и трёх-мерной пространственной интерпретацией записанных профильных георадиоизображений. Археологические раскопки, проведенные на месте, подтвердили фактическое наличие предполагаемых объектов, выявленных на интерпретированных радарограммах, их местонахождение и соответствие образа оригиналу.

## **Results of GPR Survey of Buried Archaeological Objects on the Southern Part of Territory of the Blessed Virgin Mary Assumption Khobi Monastery**

**D. Odilavadze, T. Chelidze, N. Ghlonti, J. Qiria, O. Iavolovskaia, A. Tarkhnishvili**

## **Abstract**

Under the leadership of the Experimental and Field Geophysics sectors of the Institute of Geophysics, TSU, archaeogeoradiological studies were conducted in the southern part of the territory of the Blessed Virgin Mary Assumption Khobi Monastery. GPR work was aimed at identifying and outlining the promising places for archaeological research on the southern part of the monastery's outer territory.

The selected area was limited by georadar profiles of the territory of the monastery. We present by two and three-dimensional spatial interpretation of the recorded GPR profile images. Archaeological trenching conducted on the spot confirmed the presence of the alleged objects on the interpreted georadar recordings. The location and depth of georadar images correspond to these of the excavated buried objects.