

Рис.8

Фрагмент плана раскопа- скважины № 10-17

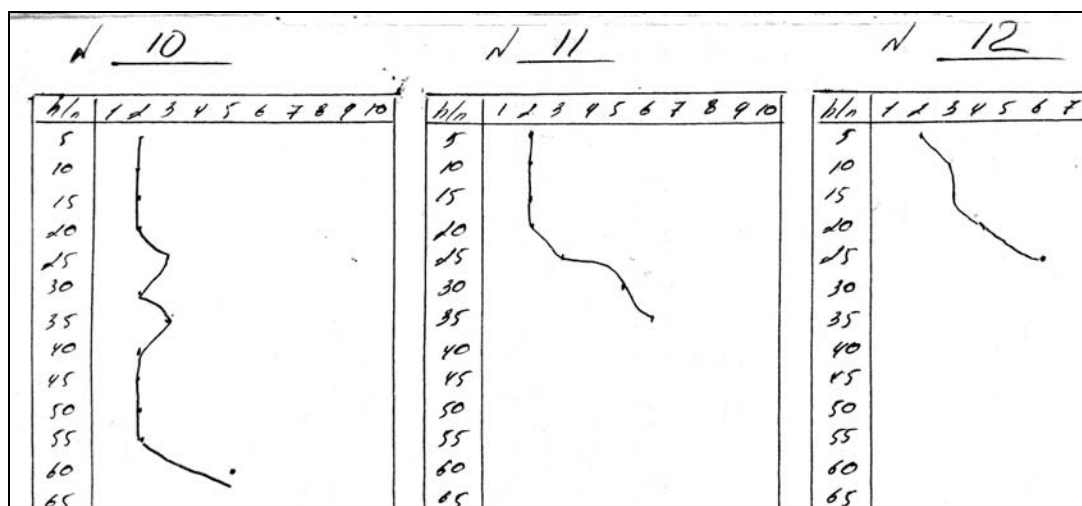


Рис.9

Протокол зондирования: скважины 10-12

Скважина №10 показала аномалию культурного слоя с нарастанием сопротивления на глубине 45-40 см. и резким падением сопротивления в предматериковом слое на глубине 40-55 см. Во время зондирования происхождение этой аномалии не поддавалось объяснению. После снятия слоя грунта никакой объект в месте фиксации скважины на плане раскопа не выделялся цветом грунта на горизонтальной поверхности после её зачистки. Таким образом, эта аномалия не имеет удовлетворительного объяснения и теперь. Поэтому можно допустить, что этот график зондирования отражает в реальности попадание в край близлежащей ямы, и речь может идти об ошибке, возникшей при переносе координат скважины на план. Скважины №11 - 17 показывают нормальную глубину залегания материкового слоя на глубине 20-25 см. с единственным незначительным западением- до 30 см. в скважине №14, где можно со слабой степенью вероятности предполагать наличие могильной ямы (См. Рис.8, обозначено овальным пунктиром). Последнее предположение не было проверено: прирезка раскопа в этом направлении не производилась. Такое решение было принято на основании того, что зондирование в направлении указанных скважин не выявило признаков погребений, а вскрытие новых квадратов и сплошное прокапывание прочного грунта, насыщенного известковыми включениями было признано слишком трудоёмким для малочисленного разведочного отряда.

Ещё одна цепочка зондирований (Скважины №18-24) проходила по линии квадратов 3 119-120 (Рис.10).

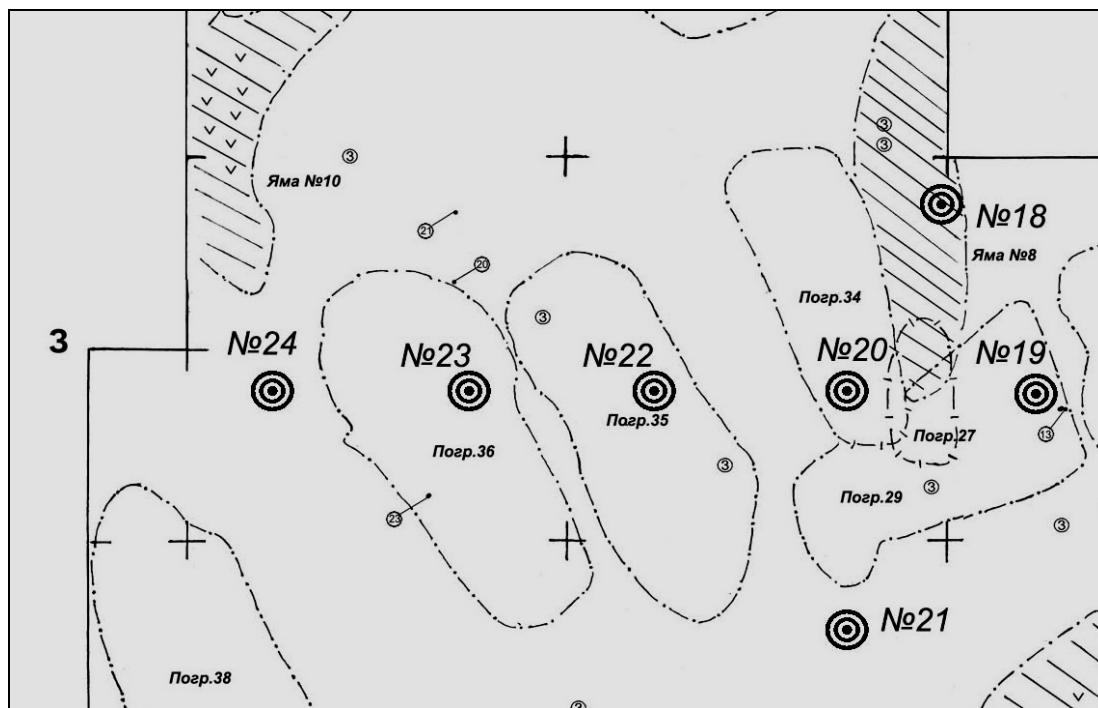


Рис.10

Фрагмент плана раскопа- скважины № 10-17

Скважина №18 показала западение материкового слоя до 35 см., что однозначно указывало на наличие здесь могильной ямы.

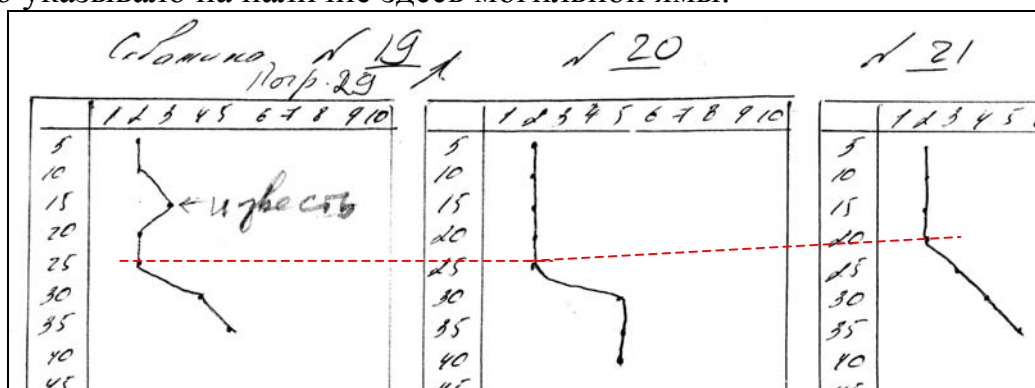


Рис.11

Протокол зондирования: скважины 19-21

Скважины №19 и 20 дали резкие перегибы графика на глубине 25-30 см., а скважина №21 – на глубине 20-25 см. Это свидетельствовало в пользу возможного наличия ям в месте дислокации скважин № 19 и 20. Интересно, что В скважине № 19 было отмечено нарастание сопротивления на глубине 10-15 см., с падением в интервале глубин 20-30 см.

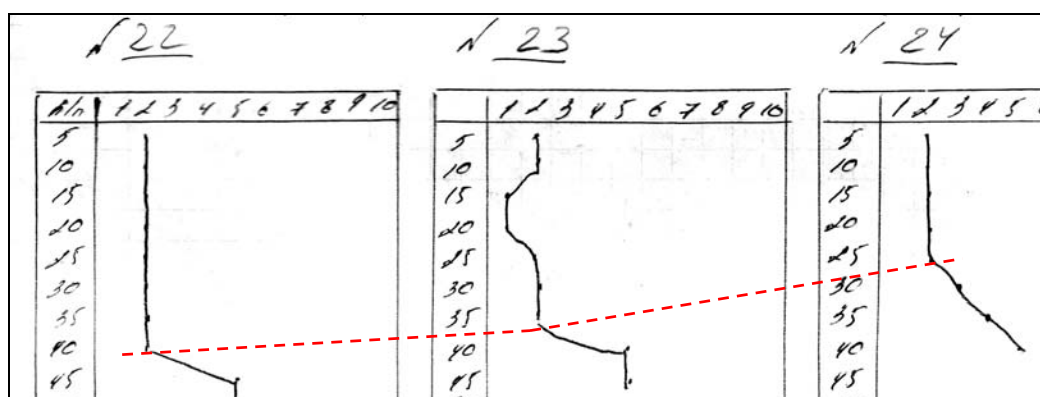


Рис.12

Протокол зондирования: скважины 22-23.

Перегибы графика соединены пунктирной линией для сравнения.

Сравнение протоколов зондирования №22, 23 и 24 после соединения точек перегиба изолинией явно указывало на то, что последняя скважина указывает на нормальное залегание материка, а две предыдущие попали в ямы (Рис.12).

Сектор № 2 был прирезан к сектору №1 с северной стороны (См.Рис.1). Особенностью сектора №2 было то, что планиграфические объекты с большим трудом определялись на горизонтальной зачистке, так как они не были контрастны по цвету и составу грунта. Кроме того, в месте расположения скважины №19 можно было видеть материковый слой, и ничто не указывало здесь на наличие погребения (См. Рис.13, на котором можно видеть стратиграфию, материковый грунт со светлыми известковыми включениями показан стрелкой.).



Рис.13

Сектор 2; Стратиграфия в области скважины №19

Дальнейшие раскопки здесь показали, что под слоем плотного материкового грунта с известковыми включениями было расположено погребение № 29 (См. Рис.1 и Рис.14.).



Рис.14

Погребение №29, вид с Юга;
Материковый грунт с известковыми включениями
вокруг и поверх костяка показан стрелками.

Следовательно, падение сопротивления в скважине №19 было вызвано попаданием в заполнение могилы после прохождения зондом слоя материкового грунта, который перекрывал погребение и, видимо, попал на могилу при копании соседней ямы. (См. Рис.11, надпись карандашом “Известь” на полевом протоколе зондирования).

Исходя из того, что обнаруженное с помощью зондирования погребение уходило за северную бровку раскопа, а также с учётом того, что графики скважин № 20, 22 и 23 указывали на вероятное наличие здесь могильных ям прирезка раскопа была произведена в наиболее перспективном направлении (См. Сектор 3 на *Рис.1*). Дальнейшие раскопки в секторе №3 подтвердили, что погребения №34, 35 и 36 были обнаружены в тех местах, где западения материкового слоя были отмечены скважинами №20, 22 и 23 соответственно (См. *Рис.10*).

Выводы

Разведочное обследование предполагаемого курганного могильника Пыштайн II (руководитель работ Мингалёв В.В.) позволило подтвердить предварительную интерпретацию памятника, получить данные о вероятном количестве погребений, их точном расположении и организовать работы так, чтобы получить максимальный результат в рамках полевого сезона. Полученные данные будут использованы для дальнейших раскопок.

Фиксируемые при динамическом зондировании значения сопротивляемости грунта имеют привязку в пространстве. Следовательно, их можно использовать для создания трёхмерных изображений объёмов, скрытых современной дневной поверхностью.

Артефакты и костные останки в ходе зондирования повреждены не были. Таким образом, динамическое зондирование грунтов может найти широкое применение в археологии. По результатам использования описанного метода и устройства был получен Акт внедрения. В настоящее время устройство и метод находятся в стадии патентования.

Для выявления невидимых глазом планиграфических объектов на зачищенной площади раскопа могильника было бы целесообразно использовать прибор-прочномер с коротким шиловидным наконечником по методу Ю.А.Ельцова [3]. Наконечник этого прибора, погружаемый в грунт, передаёт усилие на пружину, степень деформации которой фиксируется микрометром. Таким образом можно было бы выявить разницу в прочностных характеристиках грунта ненарушенной структуры вокруг могил (грунта естественного залегания) и насыпного грунта (из засыпки могильной ямы) и очертить границы могильных ям, которые не выделяются цветом. Применение данного способа обусловлено физическими свойствами объекта исследования: большая прочность грунта ненарушенной структуры объясняется тем, что он подвергся естественному уплотнению в пределах геологических эпох (миллионы лет), в то время как грунт могильной засыпки находился в условиях естественного уплотнения лишь в пределах исторического периода (тысячи лет).

Библиография

1. Мингалёв В.В. Отчёт о научно-исследовательской работе. Археологические раскопки могильника Пыштайн II в Гайнском районе Коми-Пермяцкого автономного округа в 2005 году.//Архив кабинета археологии и этнографии кафедры древней и средневековой истории Отечества Пермского государственного педагогического Университета.-Пермь, 2006
2. Коробейников А.В. Опыт динамического зондирования в археологии.// Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе. Доклады 8-й студенческой научной конференции.-Сыктывкар: Геопринт, 2005.-Том VIII.- С.126-131
3. Ельцов Ю.А. Методы определения механических свойств грунтов малогабаритными устройствами.// Дисс. На соискание учёной степени кандидата технических наук. -Ижевск, 1975.-199с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, предложенный метод и устройство для динамического зондирования доказали свою работоспособность в условиях археологических раскопок неолитической стоянки, средневекового селища и средневекового могильника. Какой технический эффект можно ожидать в случае широкого внедрения предлагаемого метода?

1. Имеющийся разрез культурного слоя в сравнении с графиком зондирования, который получен вблизи этого разреза, дают информацию для оценки стратиграфии всего памятника. Однако даже если в распоряжении исследователя нет стратиграфической колонки, (то есть никаких раскопок и разведок на памятнике не было, либо данные о них не сохранились) резкие перегибы графиков зондирования могут указывать на границы залегания слоёв грунта. Например, данные о глубине залегания материкового слоя во множестве точек могут быть использованы непосредственно “в поле” при планировании раскопок: для выявления и уточнения конфигурации валов, рвов, и западений материкового слоя (жилищных, хозяйственных и могильных ям) и эффективного планирования раскопок. Конечно, любая выявленная аномалия поверхности материка или линза в составе насыпи могут быть обрисована более точно путём уменьшения интервала между точками исследования (скважинами).

2. Цепочки зондирований и дешифровка множества их графиков, на которых отмечены величины сопротивления для каждого слоя, могут давать информацию о стратиграфии и приблизительной консистенции грунтовой толщи, например, в теле вала.

3. Получаемые при зондировании значения сопротивляемости грунта имеют привязку в пространстве. Следовательно, их можно использовать для компьютерного моделирования культурного слоя путём создания трёхмерных изображений объёмов, скрытых современной дневной поверхностью.

4. Кроме того, данные о составе грунта земляных сооружений, полученные путём зондирования, уменьшают погрешность вычисления трудоёмкости земляных работ, произведённых фортификатором; ведь этот показатель различен для разных грунтов.

5. Дополнительным результатом пробных зондирований явилось выявление гидрогеологической обстановки и глубины залегания твёрдых включений (камня) в окружении раскопа. Выявленные таким образом признаки могут быть использованы для инструментальной разведки в целях обнаружения неизвестных пока археологических памятников.

Безусловно, предлагаемый метод исследования культурного слоя и устройство для его осуществления имеют свои ограничения: наиболее ярким из них является ограниченность глубины исследования длиной зонда в один метр. Предполагается, что увеличение длины зонда приведёт к его затиранию в скважине, и лобовое сопротивление в общем значении сопротивления в этом случае определить будет сложно без серии опытов с разными грунтами,

для которых придётся определить коэффициенты трения. Тем не менее, увеличение глубины зондирования и уменьшение затирания возможны через снабжение погружаемой части прибора коническим наконечником. Однако, это приведёт к некоторому утяжелению молота, что увеличит трудозатраты по использованию прибора и скажется на его портативности. Однако, испытания прибора производились нами в условиях археологической экспедиции, в которой не было “лишних людей”, и трудоёмкость наших экспериментов была внеплановой. Следующим недостатком нам видится трудность фиксации точного количества ударов, требуемых для заглубления на установленную величину 5 см. Однако, этот недостаток, как и тот что был отмечен выше, на наш взгляд можно преодолеть, если с прибором станет работать специально выделенный и обученный персонал из числа археологов (возможно, студентов), имеющих некоторый опыт полевых исследований.

Наши затраты на изготовление опытного образца ударного зонда составили триста рублей. Значит, такие устройства могут быть производимы в массовом количестве, их может иметь каждая археологическая экспедиция.

Всё сказанное позволяет надеяться, что динамическое зондирование войдёт в арсенал современного археолога и позволит ему работать более эффективно.

Авторы будут рады получить читательские отклики по адресу alexeika@udm.net и постараются ответить на каждое письмо.

METHOD OF DYNAMIC STACK PROBE IN COURSE OF ARCHAEOLOGICAL EXCAVATIONS

Description of the situation

At present time archaeologists study ground throughout excavation area by applying to great variety of geophysical techniques (Zhurbin, 2004). They reveal a lot of physical properties of encountered ground (i.e. electric conductivity, density, etc.) which allows to detect large-sized artifacts or remnants of different facilities (ramparts, dwelling or household constructions, etc.) which do not exhibit any traces on the day-light surface. Meantime, such geophysical techniques require application of expensive equipment. The equipment in its turn demands electric power which may be not available at field excavations. Finally, geophysical techniques implicate high expenses and labor-consumption which are significantly limiting their efficiency.

Studies of ground by means of probing rod are much cheaper and easier. What is more, in some cases this method is able to detect heterogeneity of the ground mass which may indicate remnants of ancient constructions. The mentioned technique may determine approximate location of household caves - it is generally accepted that material filling the cave is softer than the cave's bottom (Avdustin, 1980, pages 86, 99 and 117). Although, such method possesses one significant drawback: the researcher estimates density of cultural layer depending on resistance of the rod's penetration. Such estimation is based upon his personal sensations – i.e. he operates with criteria “more hard” or “less hard”. Rough gradation of the encountered properties is quite possible, but it is rather subjective since no numeric values referred to the depth of the rod's penetration get registered in course of such job. It implies impossibility to obtain any formal result which is absolutely necessary for elaboration of data-base revealing properties of the studied area. The mentioned criteria “more hard” or “less hard” are really important for an archeologist, but this information doesn't give answer to the questions: “At what depth the

ground becomes harder?” and “How much harder the discussed layer of the ground is?” Another drawback of this method is that depth of penetration is limited by physical abilities of the researcher. Despite all drawbacks, application of probing rod (as a kind of cheap and simple tool) may serve as a prototype of the method which is described below.

Abundance of drawbacks related to the existing techniques requires elaboration of a simple and reliable method how numeric values of ground properties can be acquired and processed.

Obviously, properties of various grounds are very important to modern builders who pay great attention to the density of grounds, collapse resistance, etc (Standard GOST 19912-81). Although contemporary builders need such information for solution of their specific problems. For instance, before driving piles or placing foundation they may study properties of underling ground even at 20 meters depth. No archeological excavations are usually implemented so deeply. Besides that, builders need to predict behavior of the ground suffering from great pressure of contemporary constructions. Such values are incomparable to the pressures characteristic to medieval hand-made ramparts or wooden facilities. Each archeologist would surely pay attention to even 5-10 cm. inclusion of alien ground being confined to rampart’s body. Compared to him, the methods are in usage of contemporary builders would not even notice this thin layer since its influence upon properties of the total mass of ground is almost worthless.

How the proposed method works

Correlation between the resistance of ground to rod’s penetration (i.e. ground’s density) and its composition allows to probe the cultural layer by applying to a simple and cheap non-expensive and non-destructive method. The essence of this method is as follows: A prospecting shaft within the area selected for excavations should be dug. The shaft shall exhibit cross-section of local ground (sequence of layers composing the area of our study) till so-called “sterile” layer of the native soil (i.e. that one which was never penetrated by constructors). After that we com-

mence introducing the rod into ground pretty closely to the shaft's edge. This job should be done by special appliance possessing sliding hammer whose each strike is implemented with the same strength and from the same height. Quantity of strikes required to penetrate the rod for each 5 cm. interval of the depth should be counted and registered in record-table. This information allows to draw a diagram showing resistance of ground to rod's penetration in different intervals of the cross-section (*Figure 1*). Should the mentioned diagram possess a proper scale, the researcher is able to monitor alteration of ground's density throughout the cross-section and also simultaneously consider composition of each interval of the prospecting shaft.

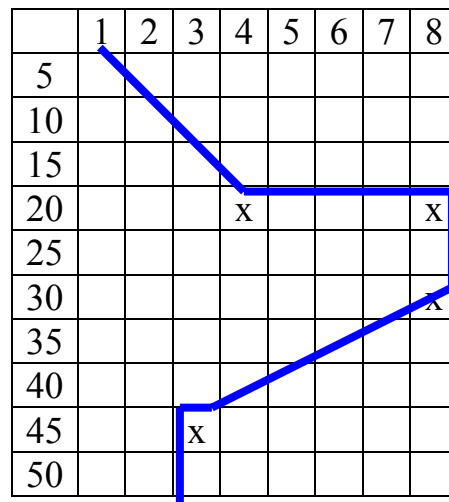


Fig. 1

Diagram showing results of ground's study by introduction of the rod

Numeric values of abscissa axis mean strikes of hammer.

Y-axis corresponds to the reached depth (equal 5 cm. intervals of cross-section.)

Example shown on Figure # 1 reveals the following composition of the encountered ground:

- From surface to 15 cm – friable shifting ground (for example: sandy soil);
- From 15 to 35 cm – mass of solid ground (for example: clay);
- From 35 to bottom – again shifting ground (for example: black earth).

Numeric values obtained during the piloting study can serve as a certain standard attributed to different types of grounds, so it can reveal composition of mass encountered in course of further excavations in adjoining area.

Figure # 2 brings us to the conclusion that each dogleg of diagram shows results of the ground's study is corresponding to alteration of its composition. In other words, dramatic increase of material's density is characteristic to formations composed clay or native soil, while slump in resistance is registered as soon as the rod reaches a horizon built by sand or humus .

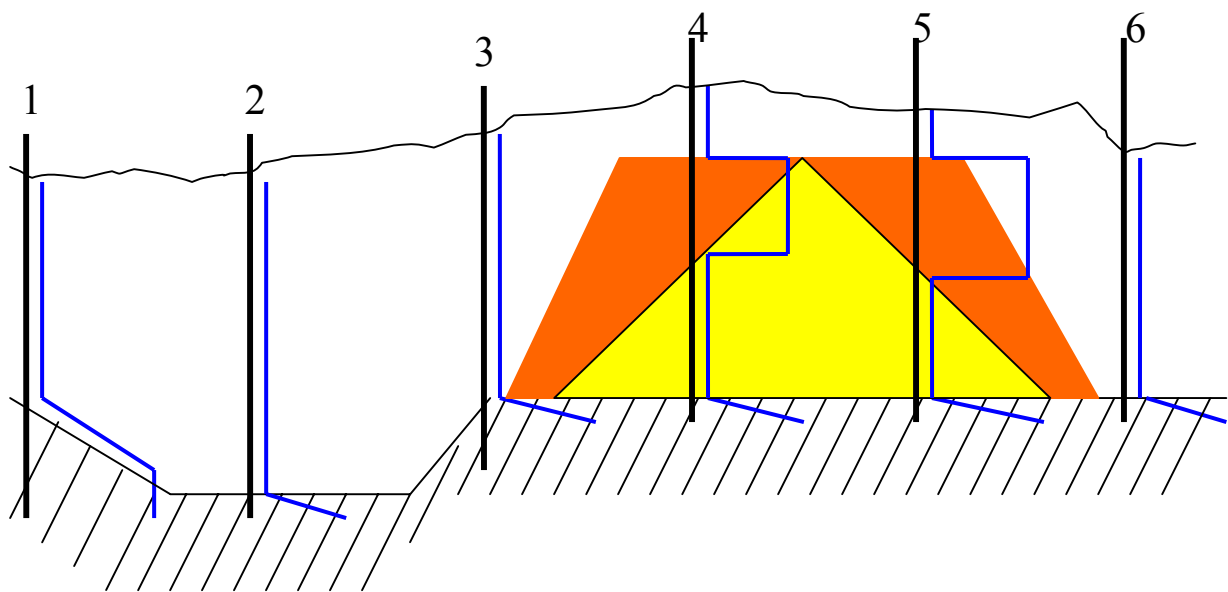


Fig. 2.

Interpretation of obtained numeric values revealing a moat and rampart (Rampart's body is filled with sand while its slopes are covered with more hard material).

For practical implementation of the above-described method a portable appliance purposed for dynamic sounding of ground has been designed and elaborated.

Probe effect

In season of 2005 the above-described method of traveling probe as well as the appliance were successfully tested in course of field studies implemented in the

Perm Region (Russian Federation) by members of archeological expedition of Perm State Pedagogical University (headed by Prof. Andrew Belavin). A variety of objects of quite different ages were studied by applying to this technique. The expedition obtained the following results:

1. Inspection of the river bank terrace adjoining to the Chaskinskoye Lake VI which presents a Neolithic settlement site (headed by Dr. Eugenia Ly-chagina) revealed the following: In 20 meters out of the terrace's territory the ground presents an interlaying of two differently dense grounds. It allowed to make a grounded conclusion that real boundaries of the discussed object have to be extended so the most promising areas for future excavations were selected.
2. Studies in the medieval settlement Zapolesye of the Rodanovskaya Culture (headed by Dr. Natalya Krylasova) detected an interlaying structure characteristic to household caves. Additional works discovered new household caves which were still unknown. Based upon this information the inhabited area of this settlement was determined more precisely so the territory of excavations was enlarged. It allowed to discover new sites of dwelling constructions. As a result, labor consumption and expense for excavation activities were significantly reduced.
3. Prospecting studies of the contemplated burial ground Pyshtain (headed by Vitaly Mingalev) proved the assumed interpretation of this object. Also, it revealed quantity of graves as well as their exact distribution throughout the discussed object. Next Summer this information will be used in course of excavations.

Conclusion

In all cases the numeric values obtained by means of the described technique possess particular coordinates which were properly registered. It means that the acquired data allow to elaborate 3D models of archeological objects still being

buried by mass of ground. That is why the proposed method can be widely used in contemporary archeological researches. At present time the described device and the method itself are under procedure of patenting in the Russian Federation

Bibliography

- Avdusin D.A..Polevaya arheologia.-Moscow:Vysshaya shkola, 1980.- 316 p.
- Standard GOST 19912-81. "Grounds. Method of field studies by dynamic sounding."
- Zhurbin I.V. Geofizika v arheologii.- Izhevsk:UdNII, 2004.- 152 p.

СОДЕРЖАНИЕ

Способ и устройство для динамического зондирования.....	3
Исследования селища Запоселье	16
Зондирование неолитической стоянки	
Чашкинское озеро VI	28
Динамическое зондирование на раскопках	
могильника Пыштайн II в сезоне 2005 г.	39
Заключение	51
Summary	53

Монография

Коробейников Алексей Владимирович
Мингалёв Виталий Викторович

Опыты динамического зондирования в археологии

Печатается в авторской редакции с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать 3.10.2006. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 3,23.

Тираж 200 экз. Заказ №160.

Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика»
426034, г.Ижевск, ул. Университетская, 1.