

## Георадар и гады

Земноводные, или амфибии (лат. Amphibia) — класс позвоночных четвероногих животных, в числе прочих включающий тритонов, саламандр, лягушек и червяг — всего более 6700 (по другим данным — около 5000) современных видов, что делает этот класс сравнительно немногочисленным. В России — 28 видов, на Мадагаскаре — 247 видов.

Пресмыкающиеся (рептилии — от лат. Reptilia) — класс (по традиционной классификации), или парафилетическая группа (по кладистической классификации) преимущественно наземных позвоночных животных, включающий современных черепах, крокодилов, клювоголовых, амфисбен, ящериц и змей. В XVIII—XIX веках вместе с амфибиями объединялись в группу гады — холоднокровные наземные позвоночные. В мире известно около 9400 видов пресмыкающихся, на территории России обитает 72 вида.

*(Из Википедии)*

Уже давно мы убедились, что змеям не нравится мощный искровой передатчик нашего георадара. А недавно получили новое подтверждение своим старым наблюдениям.

Рассказал Дима Горкин, только что вернувшийся из Африки:

- В Африке вообще много змей, а в Ботсване особенно. Почти в каждой стране перед выходом в поле проводится инструктирование о способах поведения. Самая опасная африканская змея — зеленая мамба. Гюрза так себе, хотя и входит в первую десятку. Для половины из них, если после укуса сразу не сделать инъекцию сыворотки, дальше можно уже не беспокоиться.

- В этот раз приставили аборигена с палкой, в задачу которого входила расчистка местности от змей по трассе георадара. Через некоторое время он с удивлением сообщил, что все змеи исчезли. Потом, убедившись, что их вообще нет в окрестностях, бросил свою задачу и присоединился к нам, заглядывая в экран георадара.

А вот лягушкам, судя по всему, наш прибор нравится.

Работаем на спецполигоне Коммунарка по поиску захоронений жертв репрессий конца тридцатых годов. Отец Гермоген просил это сделать сейчас, весной, пока трава еще не поднялась, и ее не надо выкашивать, чтобы пройти с георадаром.

Возле нас прыгает лягушка. Куда мы, туда и она; и так в продолжении всей георадарной съемки. Когда выключили передатчик и стали сворачивать аппаратуру, лягушка куда-то ускакала, как мне показалось, разочарованной. Ей явно нравилось находиться вблизи работающего передатчика. Может, поле радиоволны и форма излученного импульса приятно щекотали ей брюшко?

И лягушки, и змеи относятся, по старой терминологии, к гадам. Почему их поведение различно?

Форма тела! Змея — это «кусочек провода», который становится приемной антенной, согласованной по длине с диапазоном излучаемых нами радиоволн!

По проведенным ранее измерениям знаем, что на приемной антенне длиной в один метр, расположенной в двух метрах от антенны передатчика, может наводиться пиковое напряжение в сотни вольт. Это напряжение, конечно, зависит от того, в каком направлении располагается антенна-змея. Если параллельно передающей антенне — напряжение максимально, если перпендикулярно — минимально. Законов электродинамики она, конечно, не знает, и предпочитает уползти, получая ощутимые удары током.

Можно подумать над тем, чтобы расширить сферу применимости наших георадаров и использовать их для отпугивания змей. Кроме того, змея является хорошим отражателем радиоволн, и можно отслеживать ее перемещение, которое будет заключаться в «бегстве» от георадара.

*Старожилы рассказывают, что, бывало, заходил в обычный сельский магазин старец с длинной седой бородой и в старинной славянской одежде. Он просил продать хлеб, а расплачивался старинными русскими монетами времен татаро-монгольского ига. Нередко старец задавал вопрос: «Как сейчас на Руси? Не пора ли восстать Китежу?» Ему отвечали, что рано еще.*

## **Экспедиция на озеро Светлояр**

Идея посетить Светлояр с георадаром окончательно приобрела характер необходимости 14 февраля 2014 года во время открытия Зимней олимпиады в Сочи, когда град Китеж был упомянут в числе символов Руси.

К первому мая, началу экспедиции, от первоначального состава осталось только два человека: я и Сергей Тютюрук. У всех остальных появились уважительные причины не ехать.

Путь в 650 км занял 18 часов почти непрерывных пробок, как будто природа нам препятствовала.

Сразу же по приезду познакомились с Алексеем Борисовичем Грозой, директором природного парка, в который входит и озеро Светлояр. Мы его попросили разрешения работать на озере, а он попросил разрешения на видеосъемку наших действий. Возражений с обеих сторон не было.

Природа продолжала нам препятствовать. Китайские надувные матрасы, которые мы планировали использовать в качестве поплавков для антенн, не надувались. Сергей уехал на строительный рынок в Воскресенское, чтобы заменить их пенопластом. Его долго не было, а в это время появился директор с оператором. Все оставшееся время было использовано на интервью, когда я отвечал на вопросы.

По приезду Сергея соорудили поплавки для антенн, байдарку и надувную лодку сбросили на воду. Я сел в лодку, чтобы собрать прибор, а из днища ударила струя воды: недавно купленная лодка оказалась пробитой.

Решили, что я буду лежать на корме байдарки, насколько это позволяет провод приемника, и производить съемку. Включил передатчик, а он не работает: его недавно переделывали! Но после нескольких ударов кулаком по корпусу он до конца экспедиции отработал без сбоев. Отечественная техника допускает такой способ ремонта.

Лежать на корме байдарки и производить съемку на вытянутых руках было неудобно, но результаты того стоили: мы «простреливали» озеро на глубину почти 100 метров! Природа, кажется, поняла, что препятствовать дальше бессмысленно, и наши неудачи прекратились. А вечером я парился в деревенской бане!

Директор заповедника провел для нас двоих экскурсию по местному музею, где мы узнали для себя много нового об исследованиях Светлояра, и о связанных с ним легендах.

Об истории возникновения Большого Китежа, основанного князем Юрием Всеволодовичем, его неравной борьбе с ханом Батыем, о предательстве Гришки Кутерьмы, гибели князя и погружении Китежа в волны озера Светлояр повествует «Китежский летописец» - древнее культурно-историческое наследие Заволжья. Хотя в «Летописце» много исторических неточностей и явных заимствований из древнерусских хронографов того времени, эта версия легенды считается основной.

Второе рождение легенды озера Светлояр связано с расколом церкви, когда более сорока тысяч православных христиан, исповедующих старую веру, пришли в керженские леса. Озеро Светлояр стало их главной святыней. Они считали, что в Невидимом Граде Китеже царит божественная справедливость и мудрость.

В 1959 г. в окрестностях Светлояра работала Горьковская геологическая экспедиция под руководством Г.И. Блома. Вокруг озера проводилось бурение, результаты которого приведены на рис. 27.

Г.И. Блом пришел к выводу, что озеро Светлояр не карстового происхождения, поскольку мергель не относится к карстообразующим породам, по результатам бурения образование карста возможно только на глубине 200 метров под дном озера.



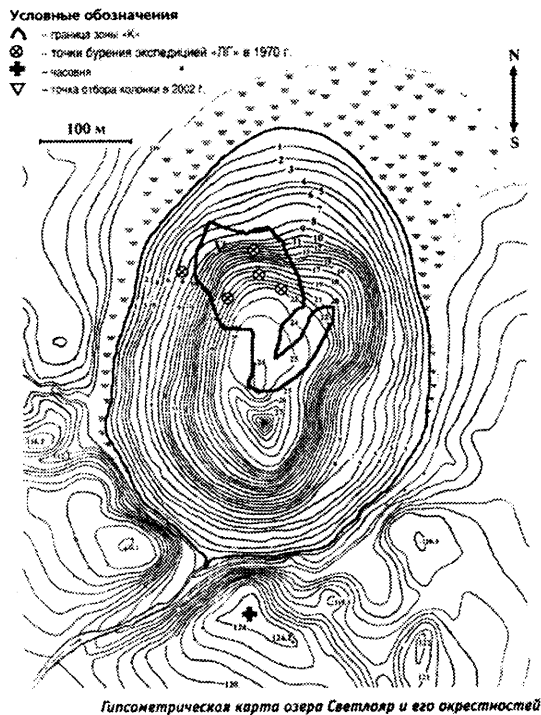


Рис. 28.

Мы ставили перед собой задачу обследовать структуру озера до задержек радиолокационного сигнала 4 мкс, что соответствует глубинам около 100 метров в насыщенных водой почвах. Для имеющегося у нас комплекта аппаратуры эта глубина была предельной.

Использовался георадар Лоза-Н со следующими характеристиками:

- |                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| 1. Амплитуда импульса передатчика     | 5 кВ.   |
| 2. Чувствительность приемника         | 100 мкВ |
| 3. Длительность зондирующего импульса | 10 нс.  |
| 4. Частота дискретизации данных       | 125 МГц |

В качестве антенн использовались резистивно-нагруженные диполи длиной 3 метра, установленные на пенопластовые поплавки толщиной 15 см. Поплавки с антеннами располагались по бортам резиновой лодки, расстояние между их центрами составляло 1.5 м.

Зарисовка трасс съемки по поверхности озера приведена на рис. 29.

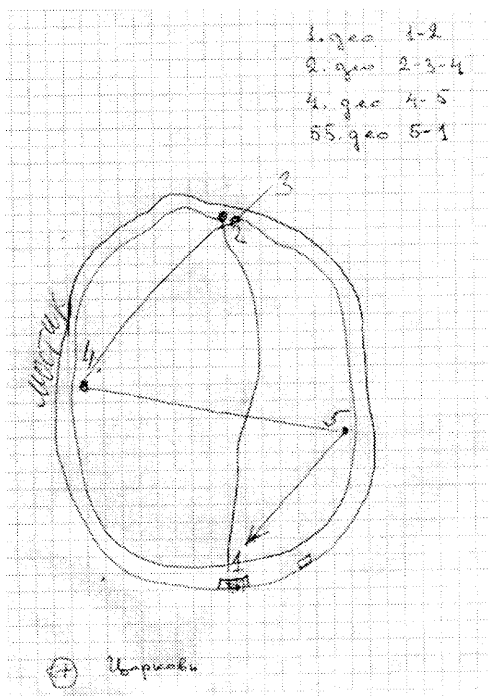


Рис. 29. Схема профилирования озера.

Во время проведения съемки стало понятным, что прибор работает на максимальную глубину. Сразу за твердым дном возникает «брэгговская дорожка» и тянется до конца развертки. Брэгговское отражение говорит о том, что радиоволна распространяется в среде с квазипериодическим изменением диэлектрической проницаемости и/или проводимости. В геологии это чаще всего соответствует трещиноватой среде. Опираясь на данные Г.И. Блома, можно заключить, что эта среда — мергель.

На рис. 30 - 42 показаны профили, снятые на озере. Это запись отраженных сигналов в цветовой палитре «географической карты», когда отрицательная амплитуда сигнала изображена насыщенностью синего цвета, положительного сигнала — насыщенностью красного цвета. По горизонтальной оси отображено расстояние по трассе, по вертикальной — глубина от поверхности. Представлена исходная, записанная георадаром информация без какой — либо математической обработки.

На рис. 30, 31, 40 видно, что отражение от дна теряется на глубинах 16 – 20 м. Это связано не с затуханием радиоволн в среде, а с уходом их в сторону из-за увеличивающегося наклона дна, играющего роль зеркала. Отраженную радиоволну можно зафиксировать, если разнести приемные и передающие антенны, однако у нас такой возможности не было. Подтверждение факту зеркального отражения можно найти в разной глубине пропадания сигнала в зависимости от наклона дна.

Но, тем не менее, энергия радиоволны проникает в дно и на участках, где его отражение теряется, о чем говорит «брэгговская дорожка» до конца развертки. Если бы на этом участке был «незеркальный» объект, мы его не пропустили бы.

Среда под дном озера по своим электродинамическим характеристикам однородна, но в разной степени насыщена водой и имеет разброс в характерных размерах периодичности (трещиноватости).

Подымающиеся снизу вверх «языки» голубого цвета отображают подход ко дну озера грунтовых вод, которые видны на его поверхности в безветренную погоду как вспучивание воды. Одновременно на радарограмме можно наблюдать уменьшение периода трещиноватости среды внутри этих подымающихся снизу «языков».

Основным результатом предпринятой экспедиции следует считать факт, что на наших профилях озера Светлояр до глубины 100 метров град Китеж не обнаружен. Мы считаем, что илистые донные отложения уже достаточно хорошо изучены до нас. Но наши данные не закрывают тему града Китежа: мы не знаем, что находится глубже.

По мнению Г.И. Блома карст, если он существует, может быть на глубине не менее 200 метров. А может, там и град Китеж? Надеюсь, что в следующую экспедицию мы достигнем таких глубин. По крайней мере, необходимая аппаратура у нас имеется. В эту экспедицию мы не брали более мощную аппаратуру, требующую привлечения дополнительных транспортных средств, поскольку само ее проведение находилось под вопросом из-за резкого сокращения числа участников.

Возвращение домой заняло 11 часов. Пробки были только перед Нижним Новгородом.