

## **Пудова Наталья Геннадьевна**

### **Семейство российских подповерхностных радиолокаторов "ОКО"**

Традиционно при инженерно-геологических изысканиях используется комплекс геофизических методов: сейсморазведка, электроразведка в различных модификациях, а также одно из современных направлений геофизики – георадиолокация. Геофизические методы позволяют повысить детальность, а также осуществить непрерывное изучение геологической среды в разрезе и по площади наряду с бурением.

Группа компаний «Логис-Геотех» является лидером по производству георадаров, сейсмического и электроразведочного оборудования в России с 1989 г. Одним из важнейших направлений работы компании является разработка и производство георадаров «ОКО». Мобильность, сравнительная компактность и возможность проводить неразрушающий мониторинг среды с высокой детальностью делают георадар «ОКО» уникальным среди геофизического оборудования. Особенность и характерное отличие этих приборов от зарубежных аналогов – интеллектуальные антенные блоки и блоки управления. Это облегчает запуск георадара (все предварительные настройки, информация об антенном блоке, частота, развёртка сигнала, количество точек по глубине и др. записаны сразу в антенном блоке), а также позволяет комплексовать георадар с другими датчиками и устройствами (трассоискателем, металлодетектором, магнитными датчиками и др.).

Георадары «ОКО» используются для решения широкого спектра инженерно-геологических, гидрогеологических и поисковых задач, таких как:

- картирование геологических структур;
- обследование протяжённых инженерных сооружений, строительных железобетонных конструкций;
- определение толщины ледяного покрова;
- обследование водоёмов и картирование придонных отложений;
- определение мощности слоя сезонного промерзания/оттаивания, оконтуривание областей вечной мерзлоты, таликов;
- поисковые и археологические задачи;
- специальные задачи (широкое применение георадары «ОКО» нашли в силовых структурах, в том числе в Генеральной прокуратуре, МВД, ФСБ, МЧС России и др.)

Георадар «ОКО-2» - единственный в СНГ серийно выпускаемый георадар с полной линейкой антенных блоков в диапазоне от 50 до 2500 МГц. По принципу действия антенны делятся на **дипольные** (контактные) и **рупорные**. **Дипольные** антенны в свою очередь, бывают как *неэкранированные* (гибкий антенный блок Тритон с центральной частотой 50 и 100 МГц применяется в основном для решения геологических задач), так и *экранированные* с центральными частотами от 90 до 1700 МГц. **Экранированные** антенные блоки используются для эффективной работы в условиях наличия «воздушных» помех (здания, сооружения, линии электропередач). Приёмник и передатчик такой антенны закрыт специальным проводящим и поглощающим экраном, что сводит к минимуму количество отражений от объектов, находящихся в верхнем полупространстве. Если необходима высокая детальность для обследования верхней части разреза, обычно применяют высокочастотные антенные блоки. Низкочастотные антенные блоки используют для увеличения глубинности исследований.

**Рупорные** антенные блоки имеют специальную конструкцию рупора и используются при работе с отрывом от земли. Такой антенный блок имеет обуженную диаграмму направленности, что улучшает обнаружение границ слоёв, как контрастных по диэлектрической проницаемости (например, граница "асфальт-щебень"), так и малоконтрастных (например, граница "щебень-песок"). Поэтому рупорные антенные

блоки широко используются для изучения строения автомобильных и железных дорог, а также любых искусственных покрытий.

Последнее время ГК «Логис-Геотех» успешно разрабатывает и внедряет узкоспециализированные программно-аппаратные комплексы. Так, например, в 2007 г. для РЖД был разработан **многоканальный георадарный комплекс «ОКО»**, позволяющий осуществлять высокоскоростное георадарное обследование основной площадки железнодорожного пути, проводить эффективный мониторинг состояния балластной призмы и подстилающего естественного основания с целью выявления возможных деформаций.

Для детального обследования строительных бетонных и железобетонных конструкций на основе георадара был создан портативный прибор **Бетоноскоп-СК** с центральными частотами антенн 1700 МГц, и 2500 МГц. Данный прибор предназначен для поиска и локализации различных дефектов в кирпичных, железобетонных строительных конструкциях, а также для обнаружения арматуры, скрытой проводки, кабелей и других коммуникаций.

Для локализации и картирования подземных коммуникаций (трубопроводов, кабелей, коллекторов, дренажных сетей и пр.) был создан уникальный **георадарный комплекс «Геокарт 2D»** в комплекте с двухчастотным антенным блоком АБ-250/700, системой топопривязки и специализированным программным обеспечением.

Новым техническим решением компании является объединение блока управления и антенного блока в единый моноблок, что значительно упрощает подготовку георадара ОКО к проведению работ. В таком исполнении изготавливается **двухчастотный георадар-моноблок МГ-250/700М** и **двухчастотный георадар-моноблок МГ-150/400М**. Использование в работе двух частот одновременно позволяет при одном проходе получить сразу два профиля – профиль с максимальной глубиной зондирования, а также радарограмму верхней части разреза с лучшим разрешением.

В 2015 г. для решения задач МЧС ГК «Логис-Геотех» разработан специализированный **аппаратно-программный комплекс «Ледомер»** для определения толщины слоя льда на ледовых переправах, а также для слежения за состоянием и структурой ледовых переправ. В данном комплексе для достижения необходимой глубинности и разрешающей способности используются антенные блоки с центральной частотой от 700 до 1700 МГц.

С недавнего времени в семействе георадаров «ОКО» появилось новое поколение георадаров. **Георадар «ОКО-3»** - это новая серия скоростных высокопроизводительных георадаров «ОКО», позволяющая проводить зондирование в три раза быстрее при увеличении качества полученных полевых данных. В новом георадаре «ОКО-3» значительно увеличено количество точек по глубине, увеличена скорость сканирования до 350-400 трасс/сек, есть возможность подключения датчика GPS-GLONASS, а встроенный датчик Wi-Fi позволяет работать удаленно с планшетом, смартфоном, ноутбуком.

Помимо разработки георадарного оборудования для решения инженерных задач группа компаний «Логис-Геотех» занимается производством и разработкой широкого спектра поискового и досмотрового оборудования для таможенных структур, специалистов Следственного комитета РФ, а также разработкой нового антитеррористического оборудования для силовых структур. Так, например, в ФТС РФ принят на вооружение **Поисковый комплект «Зонд-М»** на основе георадара с двумя антенными блоками АБ-700 и АБ-1200. Поисковый комплект предназначен для оперативного досмотра грузов на предмет обнаружения контрабандных вложений, обнаружения тайников, схронов, людей в укрытиях, обнаружения ВУ, в том числе в пластиковых корпусах и бескорпусных.

При проведении комплекса специальных, оперативно-боевых, войсковых и иных контртеррористических мероприятий, обезвреживания террористов и обеспечения безопасности населения и организаций используются **радары-обнаружители «РО-400»** и

«РО-900» на основе георадаров с антенными блоками АБ-400 и АБ-900. Радары-обнаружители применяются для обнаружения людей, скрытых за кирпичными, железобетонными стенами, многослойными строительными конструкциями при проведении боевых, поисковых и спасательных операций.

Уникальная особенность и отличие интеллектуальных георадаров «ОКО» от зарубежных аналогов позволяет комплексовать георадар с другими датчиками и устройствами. Так, например, создан уникальный комбинированный прибор – **подповерхностный обнаружитель ППО-2** для обнаружения взрывных устройств в металлических и пластиковых корпусах и проводных линий. Уникальность прибора заключается в совмещении двух различных физических методов – индукционного и георадиолокационного, устройство совмещает в себе металлоискатель и георадар с антенным блоком АБ-1200.

Поисковые приборы ГК «Логис-Геотех», радар-обнаружитель «РО-400» и подповерхностный обнаружитель «ППО-2» приняты на вооружение ФСБ РФ.

Приведенный в данном докладе обзор георадаров «ОКО», а также узкоспециализированных программно-аппаратных комплексов, использующих в своей основе георадары с различными частотами, наглядно иллюстрирует перспективы для их широкого внедрения и применения для решения различных задач. Это позволит в результате повысить достоверность инженерно-геологических изысканий, иметь полную информацию об изменении состояния конструктивных слоёв протяжённых инженерных сооружений, проводить непрерывный, инструментальный мониторинг, принимать правильные проектные решения и достигать максимального экономического эффекта. Правоохранительные органы и подразделения специального назначения смогут получать критически важную информацию об искомом объекте, увеличить уровень безопасности и мобильности проведения операции.