

УДК 550.3:631.6

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕОФИЗИКИ В МЕЛИОРАЦИИ



В.А. ШЕВЧЕНКО, С.В. ИЗЮМОВ, С.И. МИРОНОВ, К.С. ПОЛТАРЫХИН

Ключевые слова: мелиорация земель, комплексирование геофизических методов, инженерная геофизика, инженерная геология, георадиолокационное зондирование, гидромелиорация.

Keywords: land reclamation, complex of geophysical methods, engineering geophysics, engineering geology, ground-penetrating radar sensing, hydromelioration.

В статье рассмотрены вопросы комплексного применения геофизических методов на стадиях проектирования, строительства и реконструкции гидромелиоративных систем, приведено описание георадаров, использованных в работе, показаны результаты моделирования поиска мелиоративных сооружений при помощи программы FD, сделаны выводы относительно применения комплекса геофизических методов на всех стадиях работы с гидромелиоративными системами.

The article considers the questions about application of complex geophysical methods at design, construction and reconstruction stage of hydromelioration system, provided description of used GPR, shown the modeling results of hydromelioration system search, drawn conclusion about usage complex geophysical methods at allwork stages with hydromelioration systems.

Вмировой сельскохозяйственной практике комплексная мелиорация земель, включающая наряду с гидромелиорацией (как основного фактора длительного и коренного изменения природной среды) агролесомелиорацию, культуртехническую, биологическую мелиорации и иные мелиоративные мероприятия, является решающим условием стабильного высокого уровня производства сельскохозяйственной продукции.

В период до 1990 г. в России создан мощный потенциал мелиорированных земель в размере 11,5 млн га. Мелиорированные земли, занимая только 5,4 % площади используемых сельскохозяйственных угодий, обеспечивали более 15 % всей продукции земледелия.

Большая часть основных фондов мелиоративного комплекса создана в 1960–1980 гг., поэтому около 43 % оросительных и свыше 24 % осушительных систем нуждаются в проведении работ по техническому улучшению, перевооружению и восстановлению.

Вовлечение в оборот неиспользуемых и неэффективно используемых мелиорируемых земель — один из важных факторов увеличения производства зерна и других сельскохозяйственных продуктов, серьезный резерв для улучшения экономического состояния сельского хозяйства страны.

На таких полях возможно наличие сети подземных мелиоративных коммуникаций, информация о состоянии, а зачастую и о местоположении элементов кото-

рой отсутствует. Картирование имеющихся на территории поля подземных мелиоративных коммуникаций позволит использовать существующую сеть, что, в конечном итоге, приведет к повышению урожайности. Одним из эффективных способов поиска подземных мелиоративных сооружений может служить метод георадиолокационного зондирования [1–6]. Георадар является надежным и универсальным средством для поиска различных техногенных и природных объектов расположенных под поверхностью земли. Обнаружение неоднородностей основано на регистрации отраженных радиоволн. Эффективное обнаружение с помощью георадара возможно при условии контраста диэлектрической проницаемости объекта и почвы.

На сегодняшний день методы инженерной геофизики применяются в основном при изысканиях под строительство, для решения геотехнических задач, а также в процессе экологических изысканий. Использование геофизики в сельском хозяйстве встречается редко, однако, по мнению авторов, геофизические методы могут найти применение в мелиорации, например, для картирования подземных коммуникаций на полях, уточнения особенностей строения плодородного слоя поля и подстилающих пород, что дает достоверную исходную информацию для проектирования эффективных мелиоративных систем.

Одним из вариантов прибора для поиска и картирования подземных мелиоративных коммуникаций служит георадар универсального назначения ТР-ГЕО-01 (рис. 1) со средней частотой спектра 140 МГц. Он предназначен для обнаружения металлических

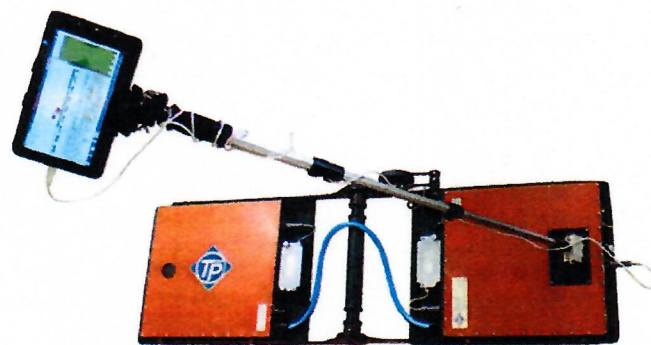


Рис. 1. Георадар ТР-ГЕО-01 (модификация для пешего зондирования)

и диэлектрических объектов, зон измененного состояния грунта, разуплотнений, пустот, водонасыщенных горизонтов и обводненных линз, других объектов и слоев, имеющих достаточно резкие границы и отличающихся от окружающего грунта по диэлектрической проницаемости или проводимости [1].

Блок-схема и принцип работы импульсного георадара показана на рис. 2 [2]. Для зондирования георадар перемещают по поверхности почвы вручную, для обеспечения более высокой скорости устанавливают на моторизированной технике (автомобиль, квадроцикл, трактор, зимой – снегоход). Георадаром ТР-ГЕО-01 проводят зондирование, записывая данные во встроенную память прибора, или выводит радиолокационное изображение на экран монитора в реальном времени при движении со скоростью до 40 км/ч. Георадар оснащен GPS-трекером для точной привязки данных зондирования. Съемные аккумуляторы обеспечивают непрерывную работу прибора в течение 4 ч.

Георадар ТР-ГЕО-01 обеспечивает глубины зондирования, указанные в таблице. Разрешающая способность радара по глубине – 0,2...0,4 м (в зависимости от влажности грунта).

Обработку сигналов проводили в программе «Радар», обеспечивающей визуализацию данных геозондирования в виде объемных волновых изображений, отражающих местоположение объектов и неоднородности массива и их идентификацию. Программа «Радар» оснащена блоком численного моделирования методом конечных разностей.

С помощью численного моделирования распространения электромагнитного поля можно получить форму отраженного сигнала от искомого объекта в заданной модели среды.

В 2016 г. проводили инженерно-геофизические исследования на опытных полях РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева с целью выявления техногенных и природных объектов, находящихся в грунтовом массиве. Использовали зондирование георадаром ТР-ГЕО-01 по параллельным профилям с шагом между соседними профилями 5 м. Общая площадь обследования составила около 2 га.

По результатам обработки построено объемное волновое изображение грунтового массива, выявлены неоднородности почвенного слоя – зоны намочения и переувлажнения, а также особенности строения подстилающих пород (рис. 3). Горизонтальное сечение волнового изображения вынесено на ортофотоснимок,

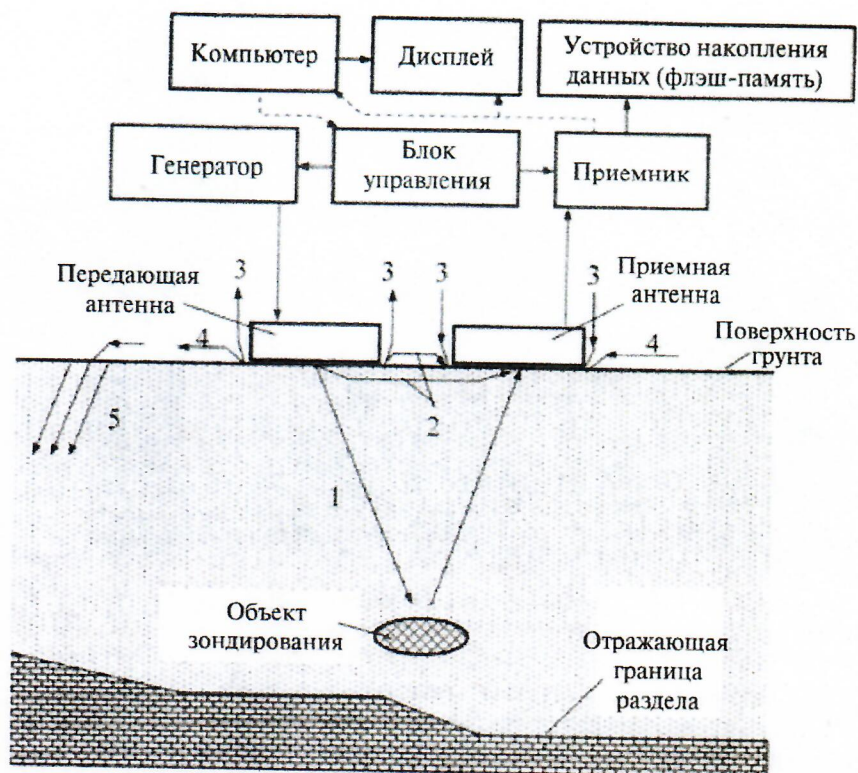


Рис. 2. Блок схема и принцип работы импульсного радара: 1 – зондирующий сигнал (объемная волна); 2 – сигнал прямого прохождения между антеннами; 3, 4 – сигналы, идущие в обратном и боковом направлениях; 5 – боковая волна, идущая в грунт

Глубина зондирования георадаром ТР-ГЕО-01

Дальность зондирования, м		Размер линейных объектов, м
При контактном зондировании (вручную)	При зондировании с автолаборатории	
До 3	До 2	Не менее 0,25
До 5	До 3,5	0,25...0,5
До 10	До 7	Не менее 0,5

полученный с БПЛА (снимок предоставлен компанией «Геоскан») (рис. 4). На волновом изображении выделе-

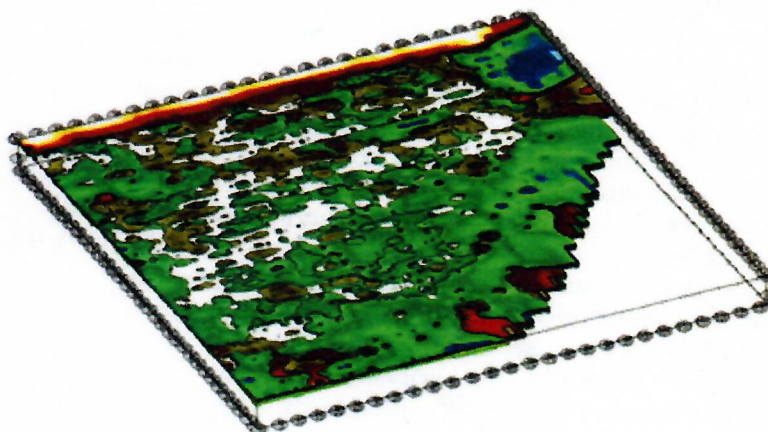


Рис. 3. Объемное волновое изображение по результатам георадиолокационных исследований опытного поля РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (синим и зеленым цветом соответствуют участки повышенной влажности)



Рис. 4. Горизонтальное сечение волнового изображения, вынесенного на ортофотоснимок

но два линейно-протяженных объекта, один из которых интерпретирован как действующая теплосеть с колодцами на поверхности, а второй, вероятнее всего, — закрытый дренаж.

Сопоставление результатов полевой геофизики с ортофотоснимками и данными спутниковой съемки в различных спектрах [3, 4] позволяет на основании комплексной оценки геофизических и геоморфологических признаков составить электронную почвенную карту с указанием имеющихся на поле коммуникаций и других неоднородностей — участков повышенной влажности, засоленности почвы, положения верховодки и уровня грунтовых вод, а также обнаружить места утечек из оросительных и дренажных систем.

Выводы

С использованием георадарных технологий возможно:

- выявление подземных полостей и пустот, трещин, зон разуплотнения, действующих и неиспользуемых коммуникаций и коллекторов различного назначения, старых сооружений;
- определение глубин заложения фундаментов, свай, дренажных систем, противодиффузионных завес, мостовых опор, выявление в них трещин и повреждений;
- обследование тела земляных плотин для оценки их состояния;
- установление глубины залегания грунтовых вод и верховодки;
- просвечивание донных отложений (с поверхности пресных водоемов) с расположением необходимых для интерпретации скважин по берегам водоема;
- выявление зон повышенной фильтрации;
- обследование состояния бетонных конструкций;
- изучение геологического строения дна водных объектов;
- изучение инженерно-геологической обстановки территорий, прилегающих к мелиоративным системам и сооружениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изюмов С.В., Дручинин С.В., Вознесенский А.С. Теория и методы георадиолокации: учебное пособие. — М.: Изд-во Московского государственного горного ун-та, 2008. — 196 с.
2. Определение точного местоположения и глубины залегания подземных сооружений с использованием технологии георадарного подповерхностного зондирования. Стандарт организации. — М 2014. — 94 с.
3. Использование спутникового сервиса ВЕГ в региональных системах дистанционного мониторинга / Е.А. Лупян, С.А. Барталев, В.А. Толпин др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — М., 2014. — Т. 11. № 3. — С. 215–232.
4. Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для решения различных задач мониторинга наземных экосистем / С.А. Барталев, Д.В. Ершов, Е.А. Лупян [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М., 2012. — Т. 9. — № 1. — С. 49–56.
5. ПНСТ 55–2015. Коммуникации подземные. Определение местоположения и глубины залегания неразрушающими методами. — М.: Стандартинформ, 2015. — 30
6. МДС 11–21. Методика определения точного местоположения и глубины залегания, а также разрывов подземных коммуникаций (силовых, сигнальных кабелей, газо-водоснабжения и др.), предотвращающих их повреждение при проведении земляных работ. — М., 2004. — 42 с.

REFERENCES

1. Izyumov S.V, Druchinin S.V., Voznesenskij A.S. Teoriya i metody georadiolokatsii. Ucheb. Posobie. M.: Izdatel'stvo «Gornaya kniga», Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta, 2008. — 196 s.
2. Opredelenie tochnogo mestopolozheniya i glubiny zaleganiya podzemnykh sooruzhenij s ispol'zovaniem tekhnologii georadarnogo podpoverhnostnogo zondirovaniya. Standart organizatsii. M.: 2014. — 94 s.
3. Ispol'zovanie sputnikovogo servisa VEGA v regional'nykh sistemakh distantsionnogo monitoringa. /Lupyan E.A, Bartalev S.A., Tolpin V.A., Zharko V.O., Krashenninnikova Yu.S Oksyukevich A.Yu. // Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. M.: 2014. T. 11 № 3. S.215–232
4. Vozmozhnosti ispol'zovaniya sputnikovogo servisa VEGA dlya resheniya razlichnykh zadach monitoringa nazemnykh ekosistem/Bartalev S.A., Ershov D.V., Lupyan E.A Tolpin V.A.// Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. M.: 2012. T. 9 № 1. S.49–56.
5. PNST 55–2015. Kommunikatsii podzemnyye. Opredelenie mestopolozheniya i glubiny zaleganiya nerazrushayushchimi metodami. Standartinform. M., 2015. — 30 s.
6. Metodika opredeleniya tochnogo mestopolozheniya i glubiny zaleganiya, a takzhe razryvov podzemnykh kommunikatsii (silovykh, signal'nykh kabelej, gazo-vodosnabzheniya i dr.). predotvrashchayushchih ih povrezhdenie pri provedenii zemlyanykh rabot. MDS 11–21. M., 2004. — 41 s.

Шевченко Виктор Александрович, доктор с.-х. наук, профессор, директор (ФБГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова» Изюмов Сергей Викторович, ген. директор, Миронов Сергей Игоревич, техн. директор, Полтарыхин Кирилл Сергеевич, инженер-геофизик (ООО «Геологоразведка»).