

## **ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ С ЦЕЛЮ ОЦЕНКИ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

**А. А. Аузин, Хеляль Марьям Ахмад**

*Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 20 ноября 2017 г.

**Аннотация:** *опыт проведения инженерно-геологических исследований на пресноводных акваториях свидетельствует о высокой информативности геофизических исследований, которые позволяют успешно решать многие задачи, в том числе, и экологической направленности. Уникальные особенности геофизических методов (неразрушающее взаимодействие с обследуемыми объектами, возможность бесконтактных измерений, оперативность и мобильность), часто делают геофизическое обследование единственно возможным реальным способом решения некоторых важных задач. В статье приведены практические примеры успешного применения георадиолокации с целью решения целого ряда задач экологической направленности.*

**Ключевые слова:** *экологические изыскания, пресноводные акватории, георадиолокационное обследование.*

### **THE DETERMINATION OF THE ECOLOGICAL STATUS OF FRESHWATER RESERVOIRS BY GEOPHYSICAL SURVEY**

**Abstract:** *the experience of conducting engineering and geological studies on freshwater reservoirs indicates high information content of geophysical research. They allow to successfully solve many problems, including ecological orientation. Non-destructive interaction with the examined objects, the possibility of contactless measurement, efficiency and mobility, often doing geophysical survey of the only possible real way of solving some important tasks.*

*The article presents practical examples of successful application of Ground Penetrating Radar (GPR) in solving important problems of ecological orientation.*

**Key words:** *ecology researches, freshwater reservoirs, Ground Penetrating Radar (GPR).*

При контроле экологической ситуации в пределах какой-либо территории, проведению геофизических исследований должно придаваться большое значение, так как, с одной стороны, физические поля сами по себе влияют на экологическую обстановку в пределах области своего распространения. Несмотря на то, что влияние геофизических полей на живые организмы до сих пор еще недостаточно изучено (исключение составляют радиационные поля, действие которых на живые организмы, по вполне понятным причинам, изучено относительно полно). Выполненные к настоящему времени исследования позволяют считать, что, в определенных условиях, сама возможность негативного воздействия электромагнитного, гравитационного, температурного и пр. естественных и искусственных физических полей не подлежит сомнению [1].

С другой стороны, экологические факторы тем или иным образом сказываются на параметрах геофизических полей, которые несут в себе информацию об экологической ситуации и, следовательно, их изуче-

ние позволяет контролировать, а, при соответствующей постановке исследований, и прогнозировать экологическое развитие территории.

Хорошо известно, что основными преимуществами геофизических методов исследований являются [2, 3, 4]:

1. Неразрушающее взаимодействие с изучаемой средой.

2. Относительная простота организации геофизического мониторинга, т.е. отслеживания изменений состояния геологической среды посредством постоянных или периодических измерений параметров геофизических полей. Вариации геофизических полей часто являются следствием изменений в функционировании природно-технических систем – электростанций, водохранилищ и пр., а также развития природно-техногенных явлений – карста, оползней и др.

3. Многие геофизические методы допускают бесконтактное изучение полей, что позволяет проводить непрерывные профильные измерения, в том числе с

поверхности воды, льда и др.

4. В случае получения результатов имеющих недостаточную информативность или сомнительную достоверность, имеется принципиальная возможность повторения исследований тем же или иным набором методов при неизменности условий их проведения.

5. Геофизические методы являются дистанционными, поэтому измерительные устройства могут находиться на достаточном удалении от обследуемого объекта.

В последнее время повысилась востребованность работ по геофизическому обследованию водоемов, которое обычно связано с решением следующих задач:

- картирование дна водоемов;
- картирование придонных отложений (определение мощности илов, разделение их по консистенции и пр.);
- выявление, пространственная локализация и определение геометрических характеристик и физической природы затопленных объектов (в том числе с целью оценки их потенциальной опасности);
- мониторинг технического состояния действующих

щих или выведенных из эксплуатации подводных линейных объектов, таких как продуктопроводы, силовые электрические кабели, водоводы и пр.;

- оценка степени заселенности водорослями разных участков водоемов;
- контроль состояния ледового покрытия водоемов в зимнее время, в том числе временных ледовых переправ.

Практическими примерами успешного применения геофизических методов для решения некоторых из числа перечисленных выше задач, могут служить работы по георадиолокационному обследованию прудов и рек в центральной части России, которые в разные годы были выполнены сотрудниками кафедры геофизики Воронежского госуниверситета.

В частности, в процессе восстановления когда-то роскошного усадебного комплекса Баловнево, расположенного вблизи г. Данков в Липецкой области, было принято решение выполнить обследование пруда Двухвостный (рис. 1), который в свое время входил в состав каскада из 17-ти прудов.

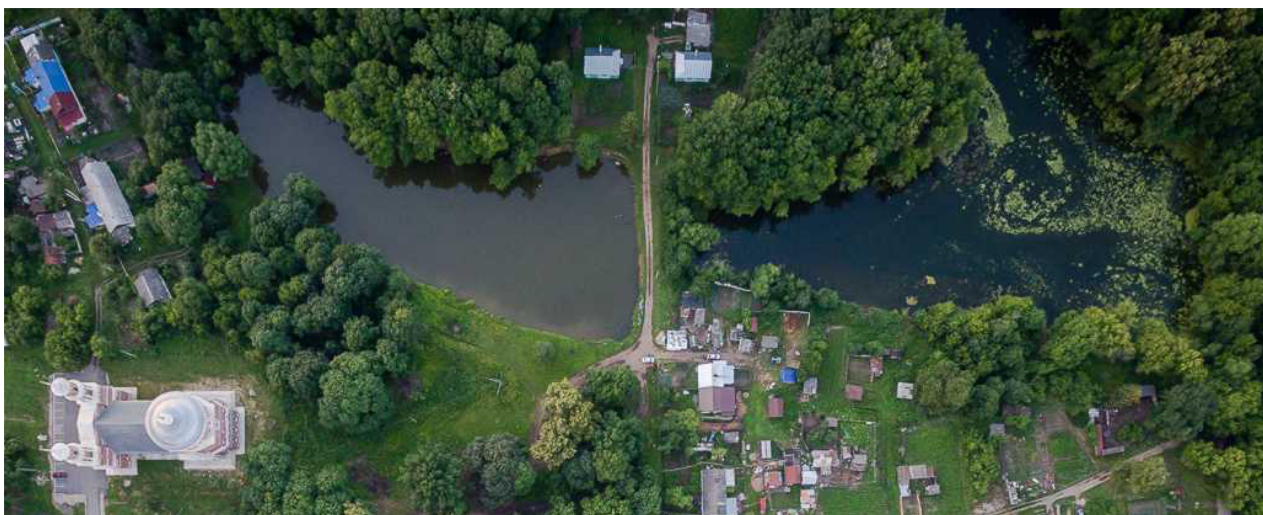


Рис. 1. Церковный (слева) и Двухвостный (справа) пруды. В левом нижнем углу видна отреставрированная Владимирская церковь постройки 1797 г. [5].

Обследование имело целью оценить состав и объем предстоящих работ по очистке пруда. Для определения рельефа минерального ложа пруда, определения мощности и структуры донных отложений, а также выявления затопленных объектов было выполнено его георадиолокационное обследование (рис. 2).

Наиболее информативные материалы были получены с экранированной антенной, работающей на центральной частоте 500 МГц (использовался георадар Зонд-12е). На рис. 3 приведены результаты исследований, выполненных на профиле, проложенном через северный апофиз пруда.

Результаты интерпретации предварительно обработанных материалов георадиолокации, которая осуществлялась с привлечением данных независимых инструментальных промеров глубин пруда, свидетельствуют, что на дне пруда не только накопился



Рис. 2. Георадиолокационное обследование пруда с антенной 500 МГц.

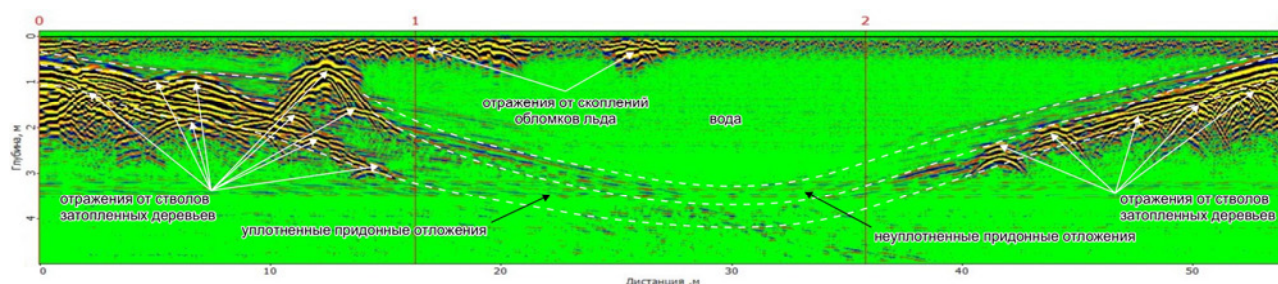


Рис. 3. Результаты георадиолокационного обследования с антенной 500 МГц.

значительный объем илов, но и он сильно засорен затопленными деревьями (на волновой записи стволы деревьев дают отражения характерной гиперболической формы). При этом стволы деревьев не только погребены в толще придонных осадков, но и возвышаются над ними. Подобная картина наблюдается на расстояниях вплоть до 12–15 метров от берегов пруда. Следует обратить внимание на то, что наиболее засоренной является та часть акватории пруда, которая примыкает к его северо-восточному, наиболее возвышенному берегу (на рис. 3, слева).

Интерпретация данных георадиолокации позволила выделить 3 слоя, последовательно залегающих на материковых суглинистых отложениях, формирующих ложе пруда. Эти слои представлены (сверху – вниз): водой, неуплотненными придонными отложениями и уплотненными придонными отложениями. Мощности уплотненных придонных отложений изменяются в достаточно широких пределах: от первых десятков сантиметров, в прибрежной части, до 1,5–1,7 м, в удаленной от берега центральной части водоема. Мощности неуплотненных отложений, как правило, не превышают 0,5–0,75 м. При анализе результатов интерпретации данных георадиолокации, представленных на рис. 3, следует иметь в виду, что в данном случае шкала глубин оцифрована исходя из диэлектрической проницаемости 81 ед. (вода). Для определения истинных мощностей придонных отложений, в видимые значения следует ввести поправки, учитывающие отличие их диэлектрических проницаемостей от диэлектрической проницаемости воды. Значения диэлектрических проницаемостей придонных отложений вычислялись путем анализа и статистической обработки набора определений кажущихся проницаемостей, получаемых в результате стандартной процедуры интерпретации отражений гиперболической формы, при учете толщин слоев воды и придонных отложений, получаемых в результате промеров.

Работы аналогичного плана были выполнены в пригородной части г. Воронежа, где, в зимнее время, при подготовке реконструкции территории пансионата, проводилось георадиолокационное обследование каскада старинных прудов. При этом были определены толщины льда и слоя воды, а также мощности газонасыщенных в результате интенсивного гниения иловых отложений [6].

Важное практическое значение имеют геофизичес-

кие исследования, направленные на обследование опор мостов с целью информационного обеспечения принятия обоснованных проектных решений по реконструкции. Такого рода работы были выполнены на акватории реки Ока в одном из областных центров России [2]. Мост был построен в 1965 г. Комплекс изысканий включал в себя электроразведку методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и георадиолокационное профилирование. Георадиолокационное обследование выполнялось с целью определения профиля дна реки и выявления в толще воды затопленных объектов, поскольку их присутствие могло осложнить не только ремонтные работы, но и интерпретацию данных ВЭЗ. Георадиолокация проводилась с использованием экранированной антенны 500 МГц. Профиль проходил вдоль опор моста.

Результаты интерпретации данных георадиолокации свидетельствуют, что дно р. Ока вблизи опор моста имеет достаточно сложный рельеф – глубины изменяются в пределах от 1,5 до 3,5 м (рис. 4). Кроме того, на дне реки было выявлено несколько крупных металлических конструкций, часть которых не лежит на дне, а приподнята и находится в толще воды на относительно небольшой глубине.

Очевидную опасность представляет нагромождение металлических предметов между промежуточными опорами ОП 2 и ОП 3 (левая часть рис. 4). Как известно, в годы Великой Отечественной войны все городские мосты были взорваны. Таким образом, велика вероятность того, что затопленные металлические объекты являются наследием именно этого времени и их наличие в черте города может быть чревато разного рода эксцессами.

В целом, специалистами-геофизиками ВГУ георадиолокационные исследования были проведены на акваториях многих рек центральной части России, в основном, при подготовке проектной документации для прокладки трубопроводов, очистки русел и реконструкции мостов (реки Дон, Усмань, Проня и др.).

Приведенные выше материалы свидетельствуют, что обследование водоемов геофизическими методами может быть очень эффективным для достижения таких целей как:

- подготовка зон отдыха и, в особенности, пляжей к эксплуатации;
- обеспечение безопасности судоходства;

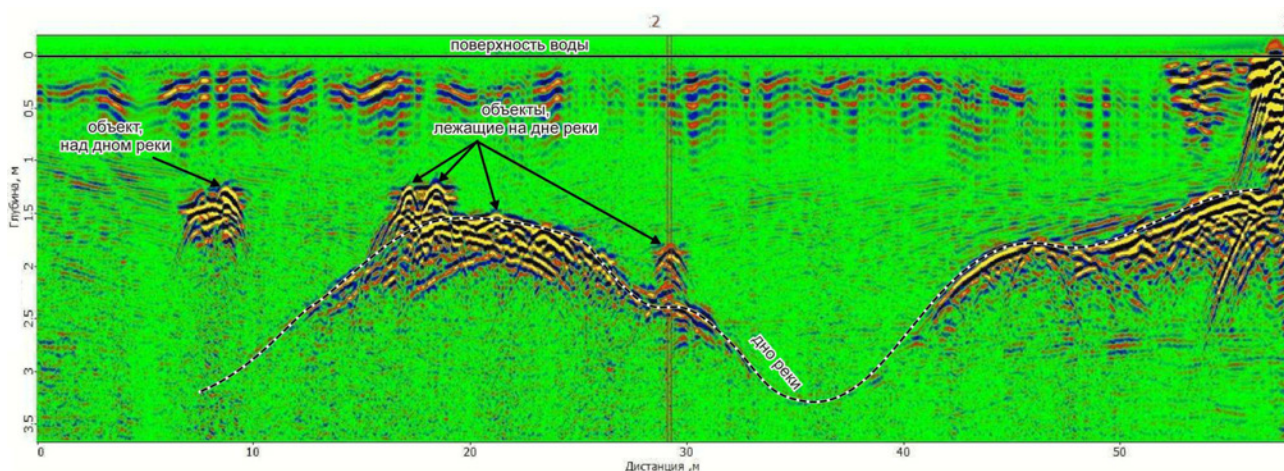


Рис. 4. Результаты георадиолокационного обследования с антенной 500 МГц.

– реконструкция объектов садово-парковой архитектуры, которые включают в себя пруды;

– поиск расположенных на дне предметов и объектов, в том числе и потенциально опасных, затопленных в ходе вооруженных конфликтов и в настоящее время затрудняют хозяйственное использование водоемов для целей водоснабжения, судоходства и пр.

– оценка объемов предстоящих работ при углублении и (или) изменении береговой линии водоемов, очистке водоемов от илов, которые, будучи насыщенными органикой, подвержены процессам гниения с образованием токсичных для человека конечных продуктов;

– инспекция уже построенных, в том числе аварийных, трубопроводов или планирование строительства новых, пересекающих водные преграды, линейных объектов.

Дополнительную актуальность геофизическим исследованиям на акваториях придает то обстоятельство, что природные и антропогенные процессы, протекающие в прибрежных частях водоемов и в толще вод, находят свое отражение в рельефе дна акваторий и составе грунтов, слагающих придонную часть разреза.

*Воронежский государственный университет*

*Аузин Андрей Альбертович, доктор технических наук, профессор кафедры геофизики геологического факультета*  
E-mail: AAuzin@yandex.ru  
Тел.: 8-473-220-83-85

*Хеляль Марьям Ахмад, Сирийская Арабская Республика, аспирант кафедры геофизики геологического факультета*  
E-mail: maryam.he@hotmail.com  
Тел.: 8-920-454-21-49

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимов, В. Т. Экологическая геология / Трофимов В. Т., Зилинг Д. Г. – М. : ЗАО "Геоинформмарк", 2002. – 415 с.
2. Аузин, А. А. Георадиолокационные исследования при инженерных изысканиях на пресноводных акваториях (примеры практического применения) / А. А. Аузин, Н. А. Корабельников, С. А. Зацепин // Инженерные изыскания. 2015. – № 2. – С. 52 – 56.
3. Богословский, В. А. Геофизика / В. А. Богословский [и др.]. – М. : КДУ, 2009. – 320 с.
4. Владов, М. Л. Обзор геофизических методов исследований при решении инженерно-геологических и инженерных задач / М. Л. Владов, А. В. Старовойтов. – М. : ГДС Продакшен, 1998. – 64 с.
5. Разумов, В. Летопись Русской Усадьбы [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://deadokey.livejournal.com>, свободный. (Дата обращения: 20.11.2017).
6. Аузин, А. А. Инженерно-геофизические исследования на пресноводных акваториях / А. А. Аузин, С. А. Зацепин // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер.: Геология. – 2014. – № 2. – С. 102 – 109.

*Voronezh State University*

*Auzin A. A., the doctor of Technical Science, professor of the Geophysical department of Geological faculty*  
E-mail: AAuzin@yandex.ru  
Тел.: 8-473-220-83-85

*Maryam Ahmad Helal, the post-graduate student of the Geophysical department of Geological faculty*  
E-mail: maryam.he@hotmail.com  
Тел.: 8-920-454-21-49