

ББК 26.323  
С 32  
УДК 624.131.: 551.3.

**Сергеевские чтения. Инженерно-экологические изыскания в строительстве: теоретические основы, методика, методы и практика. Выпуск 8/ Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (23 марта 2006 г.) – М.: ГЕОС, 2006. – 394 с.  
ISBN 5-89118-383-8**

В сборнике опубликованы доклады, представленные на восьмую ежегодную конференцию «Сергеевские чтения» памяти академика Е.М. Сергеева (г. Москва, 23 марта 2006 г.). Чтения были посвящены актуальным научным проблемам и новым достижениям в области инженерно-экологических изысканий в строительстве. В докладах обсуждаются вопросы дальнейшего совершенствования нормативной базы инженерно-экологических изысканий для разных стадий и видов строительного освоения территорий, методике и методов оценки геоэкологического состояния природной среды, а также способов интерпретации и представления данных инженерно-экологических изысканий.

This publication covers the articles submitted to the conference "Sergeevskie chteniya" in commemoration of academician E.M. Sergeev (Moscow, March 23, 2006). The conference discussed the acute scientific problems and new achievements in engineering and ecological survey in construction. The presented papers deal with the issues of further improvement of norms and standards for engineering and ecological survey performed at different stages and for different kinds of construction, as well as methods and techniques of geoenvironment assessment, interpretation and presentation of results of engineering ecological survey.

Редакционная коллегия:

**В.И. Осипов (ответственный редактор), А.С. Викторов, О.Н. Еремина (ответственный секретарь), А.Д. Жигалин, В.П. Зверев, В.М. Кутепов, П.С. Микляев, И.И. Молодых, Н.А. Румянцева.**



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №06-05-74013).

© Научный совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, 2006  
©ГЕОС, 2006

### Литература

1. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения градостроительной документации / Госстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1994.
2. «О строительстве жилого комплекса по адресу: Перовская ул., вл. 66 (Восточный административный округ)». Распоряжение Правительства Москвы от 02 июня 2005 г. №971-РП.
3. «Об Утверждении нормативно-методической документации по перебазированию, реформированию, ликвидации предприятий и организаций, расположенных в историческом центре города Москвы, и реабилитации освобождаемых территорий». Распоряжение Правительства Москвы от 20 апреля 1999 г. №375-РП.
4. «Положение о едином порядке проведения проектно-изыскательской деятельности на территории города Москвы». Москва, Москомархитектура. 1995
5. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. / Минстрой России. ПНИИИС, 1997.
6. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. / Госстрой России. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997.
7. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ / Госстрой России. – М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997.

## ЯМР-ЗОНДИРОВАНИЕ – НОВЫЙ МЕТОД ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

В.С. Кусковский<sup>1</sup>, О.А. Шушаков<sup>2</sup>, В.М. Фоменко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии нефти и газа Сибирского отделения РАН (ИГНГ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, пр. Коптюга 3; т. (383)3332109; факс: (383)3332301; [kuskovskyVS@uiggm.nsc.ru](mailto:kuskovskyVS@uiggm.nsc.ru)

<sup>2</sup>Институт химической кинетики и горения Сибирского отделения РАН (ИХКГ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская 4; т. (383)3330392; [hydro@ns.kinetics.nsc.ru](mailto:hydro@ns.kinetics.nsc.ru)

Метод ЯМР-зондирования был разработан в ИХКГ СО РАН в 80-х годах прошлого века. Исследования скоростей спиновой релаксации позволяют получать информацию о микроструктуре пор и трещин и фильтрационных свойствах коллекторов. Исследовалась ядерная магнитная релаксация воды в присутствии нефтепродуктов (бензина). Существует тесное конструктивное сотрудничество между ИХКГ СО РАН и ИГНГ СО РАН в области исследований спиновой релаксации различных типов подземных вод.

В настоящее время доказано, что ядерно-магнито-резонансное (ЯМР) зондирование в геомагнитном поле можно использовать для детектирования подземной воды в соответствующих геологических формациях на глубине до 100 м и более в зависимости от интенсивности естественного или техногенного электромагнитного шума. Применение ЯМР-зондирования в комплексе с другими методами может значительно повысить объем и достоверность информации о гидрогеологических характеристиках водоносных пластов. Количественное определение воды методом ЯМР-зондирования зависит от состава и свойств водоносных пород (в том числе наличия парамагнитных примесей), характер и степень такого влияния предполагается далее изучать в лабораторных условиях на модельных объектах.

В настоящее время в ИХКГ СО РАН (Институт химической кинетики и горения), проводятся исследования по дальнейшему развитию и совершенствованию методики изучения подземных вод совместно с ИГНГ СО РАН (Институт геологии

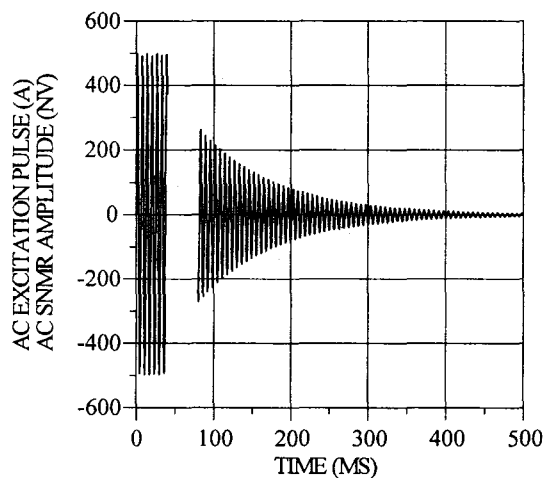


Рис. 1. Принцип действия прибора «Гидроскоп».

нефти и газа СО РАН). В ИХКиГ СО РАН создан макет ЯМР-геотомаграфа «Гидроскоп-3», который признан на настоящий момент лучшим в мире подобным прибором, другие приборы и оборудование для электрических и магнитных измерений. Оборудование смонтировано на автомобилях. Таким образом «Гидроскоп» – гидрогеологический ядерно-магнитно-резонансный (ЯМР) томограф – является представителем нового класса полевых геофизических приборов, предназначенных для выяснения гидрогеологических и инженерно-геологических условий без бурения скважин, поэтому он значительно удешевляет и ускоряет весь цикл геологоразведочных работ. Метод позволяет производить поиск и разведку подземной воды на глубинах до 100 и более метров. Макроскопические образцы воды в порах или трещинах горных пород исследуются посредством измерения ядерной релаксации в земном магнитном поле. Возбуждение и прием сигнала ЯМР производится с помощью расположенной на поверхности антенны в форме круга размерами порядка 100 метров. Регистрируется только способная к гидродинамическому перемещению вода. Вода в очень мелких порах водоупорных пород (например, в глинистых грунтах), химически связанная, кристаллизационная или замерзшая вода имеет более короткие времена спиновой релаксации и не регистрируется.

Принцип действия прибора показан на рис. 1, а блок-схема на рис. 2.



Рис. 2. Блок-схема прибора.

Нами проведены измерения в различных геологических и гидрогеологических обстановках. Проводится разработка методических основ поисков и разведки пресных подземных вод в массивах скальных пород, в рыхлых аллювиальных и делювиальных отложениях и в толще многолетнемерзлых пород. Выявляются принципы перехода от данных измерений ЯМР к конкретным гидрогеологическим параметрам.

В последние годы (1997–2005 гг.) проведен ряд исследований, в т.ч. в горных районах юга Западной Сибири по обнаружению месторождений пресных подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Особенно эффективен указанный метод в районах развития трещинных, трещинно-жильных и трещинно-карстовых вод, где обводненность скальных пород крайне неравномерна и зависит от степени тектонической трещиноватости. Хорошие результаты получены в предгорьях Алтая (с. Камышенка), Салаире (с. Верх-Бехтемир), Горном Алтае (с. Нижне Усть-Уба, г. Горно-Алтайск) и Новосибирской области (с. Бобровка Сузунского района, райцентр Ордынское) и др. [2–4]. Для примера ниже приведены результаты изысканий для п. Линево Волгоградской области (водоснабжение компрессорной станции газопровода).

На рис. 3 показана зависимость соответственно амплитуды и фазы сигнала ЯМР от интенсивности импульса тока для станции № 8. Эти зависимости состоят из двух компонент. На рис. 4 представлены результаты решения обратной задачи для станции № 8 в виде гистограмм зависимости обводненности от глубины и зависимости времени неоднородной поперечной ядерной магнитной релаксации соответственно. Последующее бурение гидрогеологической эксплуатационной скважины показало хорошие результаты ( $\sim 170 \text{ м}^3/\text{сут}$ ).

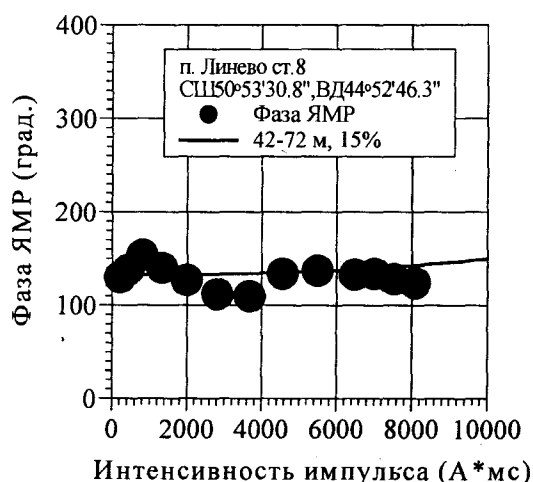


Рис. 3. Фаза ЯМР в зависимости от интенсивности импульса переменного магнитного поля. Станция №8 (п. Линево Волгоградской области).

В первой половине 2005 г. нами проводились поиски подземных вод с помощью «Сидескопа» на территории Ямало-Ненецкого национального округа для участка (участки 1, 2) газопровода, которые завершились успешно.

Для водоносные горизонты верхней части мезокайнозойской толщи проморожены, поэтому было необходимо найти и оконтурить талики – межмерзлотные талики воды, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В последние годы (2001–2005 гг.) проводятся исследования по использованию ЯМР-метода для определения ореолов загрязнений углеводородами подземных

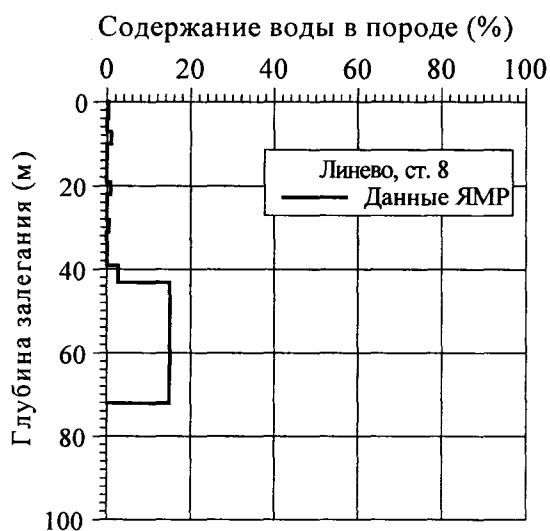


Рис. 4. Гистограмма зависимости обводненности – содержания воды (в процентах) в объеме породы от глубины. Станция №8 (п. Линево Волгоградской области).

вод. Авторы считают это направление весьма актуальным, т.к. на селитебных территориях, особенно в районах заправок, нефтехранилищ и т. п. почти повсеместно наблюдается точечное загрязнение подземных вод. Проводились эксперименты на малых глубинах по получению сигналов от известных залежей подземных утечек бензина и дизельного топлива близ Абакана. Наблюдали сигнал со многими скоростями  $T_2$  в местах, содержащих бензин и воду. Экспериментальная идентификация сигналов от бензина и воды была сделана на основе проведения измерений гораздо дальше от предполагаемого источника загрязнений и получения только одной  $T_2$  – компоненты, предполагаемо от воды. Нам не известны никакие другие эксперименты по детектированию поверхностным ЯМР подземных органических загрязнителей, особенно в присутствии воды. Для детектирования углеводородных загрязнений в подземной воде на малых глубинах использовалась антенна диаметром 17 м.

Наблюдали сигнал со многими скоростями  $T_2$  в местах, содержащих бензин и воду.

Экспериментальная идентификация сигналов от бензина и воды была сделана на основе проведения измерений гораздо дальше от предполагаемого источника загрязнений и получения только одной  $T_2$  – компоненты, предполагаемо от воды [5].

Установлена зависимость амплитуды ЯМР от времени и интенсивности возбуждающего импульса. При малых интенсивностях, когда возбуждается ядерная намагниченность малых глубинах, наблюдается только сигнал с короткими временами релаксации, предположительно от воды. При больших интенсивностях возбуждающего импульса наблюдается сигнал с короткими и длинными временами релаксации от воды и бензина. Таким образом, распределение углеводородов в порах породы не совпадает с распределением в скважине.

Аналогичные зависимости известны в литературе [1]. Так как поровая поверхность обычно смачивается водой, в то время как, несмачивающая фаза (углеводород) не контактирует с ней, характер релаксации сигнала ЯМР от несмачивающей фазы ближе к свободному (не поровому) пространству.

### Литература

1. [Redacted] and [Redacted] J. Measurements of fractional wettability of oilfield rocks by the nuclear magnetic resonance method. Trans. Am. Inst. Min. Pet. Eng. 1956. V. 220. P. 262-264.
2. [Redacted] [Redacted] Шушаков О.А. ЯМР-томография при инженерно-геологических изысканиях в урбанизированных территориях // Инженерно-геологические проблемы урбанизации. Материалы международного симпозиума. Екатеринбург: Изд-во «АК-ИНТЕР», 2000. С. 151-156.
3. [Redacted] [Redacted] Красавчиков В.О., Шушаков О.А. ЯМР-геотомография при гидрогеологических изысканиях. Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока России. Томск. 2000. Том I. С. 310-312.
4. [Redacted] [Redacted] Лазченко А.В. Расчет сигнала протонного магнитного резонанса от подстилающей среды электропроводности среды. // Геология и геофизика. 1994. Т. 35. № 10. С. 1-10.
5. [Redacted] [Redacted] Fomenko, V.J. Yashchuk, A.S. Krivosheev, E. Fukushima, S.A. Altobelli, et al. Carbon-13 contamination of aquifers by SNMR detection. WM'04 Conference, March 29 - April 1, 2004. Tucson, AZ WM-4566

## ПАЛЕОГЕОЭКОЛОГИЯ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

С.А. Несмеянов

Институт геоэкологии РАН, Москва, Уланский пер. 13, стр.2, тел. 207-91-87,  
E-mail voa@mail.ru.

Геоэкология отличается от традиционной экологии нацеленностью не на весь биосферный мир, а в основном на человека. При этом главный акцент делается на современный техногенез. Однако, как и сама геология, геоэкология имеет историческую ретроспективу. Поэтому вполне естественно появление палеогеоэкологии, основными прикладными задачами которой можно считать реконструкции условий жизнеобитания человека в прошлые эпохи и развития разнообразных геоэкологических процессов в геологической истории (для времени существования человека). В общетеоретическом плане палеогеоэкология ориентирована на анализ развития геосферных оболочек, входящих в окружающую среду человека и изменяющихся под влиянием природных и техногенных процессов.

Общее количество частных направлений палеогеоэкологических исследований и их общая систематика еще не разработана. Поэтому целесообразно остановиться на некоторых ее аспектах, кажущихся в настоящее время наиболее актуальными. Эта актуальность определяется реальными современными потребностями. А таковыми у палеогеоэкологии в настоящее время являются в основном инженерная геология и археология с их традиционным сопровождением гидрогеологией, геокриологией, ландшафтоведением, почвоведением, этнографией и др.).

В инженерно-геологическом аспекте палеогеоэкологические исследования в первую очередь, для реконструкции прежних условий активизации эндогенных и экзогенных геологических процессов и анализа тенденций их развития. Все активнее начинают изучаться процессы диагенетического преобразования исходных грунтов.