

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пермское отделение межрегиональной общественной организации  
«ЕВРО-АЗИАТСКОЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РАЗВЕДОЧНОЙ И  
ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ

Сборник научных трудов Выпуск 5 (10) – 252 с.

**Пермь 2022**

**З. М. Слепак**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
Институт геологии и нефтегазовых технологий.  
420011, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 4/5;*

Zakhar.Slepak@kpfu.ru

**РАЗВЕДОЧНАЯ ГЕОФИЗИКА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА**

*Аннотация.* Представлены результаты применения высокоточной гравиразведки и метода электромагнитного зондирования становлением поля при решении инженерно-геологических и экологических задач. Значительное внимание уделено рассмотрению негативного влияния экологических процессов.

*Ключевые слова:* Инженерная геофизика, высокоточная гравиразведка, электромагнитное зондирование.

**Z. M. Slepak**

Kazan (Volga Region) Federal University, Institute of geology and petroleum technology. 4/5 Kremlevskaya Str., Kazan 420011, Russia.

[Zakhar.Slepak@kpfu.ru](mailto:Zakhar.Slepak@kpfu.ru)

**EXPLORATION GEOPHYSICS AND ECOLOGICAL ELECTRIC  
EXPLORATION**

*Abstract.* The results of the application of high-precision gravity prospecting and the TEM sounding method in solving engineering-geological and environmental problems are presented. Significant attention is paid to the consideration of the negative impact on the environmental processes.

**Key words:** Engineering geophysics, high-precision gravity exploration, electromagnetic sounding.

## Введение

Разведочная и инженерная геофизика эффективно применяются для поисков полезных ископаемых, строительства зданий и сооружений, выявления сохранившихся остатков древних строений в антропогенных образованиях, решении задач археологии и экологии.

178

Экологическая геофизика является одним из сравнительно новых направлений исследований, изучающая верхнюю часть геологического разреза и подстилающие ее отложения, находящиеся под влиянием подземных вод и тектоники.

## Результаты исследований

Изменения в окружающем пространстве происходят вследствие выбросов углекислоты в атмосферу, роста озоновых дыр в стратосфере, влияний на земную поверхность изменений уровня базиса эрозии.

Число экологических проблем с каждым годом возрастает, к которым, в частности, относится сжигание мусора и увеличение свалок на земной поверхности.

Высокоточные гравиметрические измерения в режиме мониторинга применялись для изучения и исключения негативного влияния активных геологических процессов, снижающих возможности геофизических и экологических исследований [1–3, 4–7].

Созданный в Сибирском НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС) РАН аппаратный комплекс «Импульс-авто М-1/0-20» позволяет исследовать верхнюю часть геологического разреза [8, 9]. Результативные материалы представлялись в цветном и черно-белом изображениях в виде вертикальных разрезов суммарной электрической проводимости  $S(H)$  вдоль профилей, горизонтальных срезов суммарной электрической проводимости  $S(H)$  на различных глубинах, карт поверхностей постоянных значений  $S(H)$  в изолиниях абсолютных глубин и в аксонометрической проекции. Сравнительный анализ этих данных позволял контролировать достоверность обработки материалов, а сопоставление результатов зондирования с данными бурения и по результатам последующих археологических раскопок

оценивать надежность геологической интерпретации. Для определения возможностей метода и оценки его возможностей были проведены измерения вдоль профиля, проходящего в крест простирания ранее обнаруженной и вновь засыпанной стены (рис.1).

Как следует из рисунка 1, стена отобразилась положительной локальной аномалией в гравитационном поле и уменьшением глубин прохождения электромагнитного сигнала..Эти особенности отображения «эталонной» стены в гравитационном поле и по данным электромагнитного зондирования нами были использованы при интерпретации результатов исследований на других участках и для решения других задач.

179

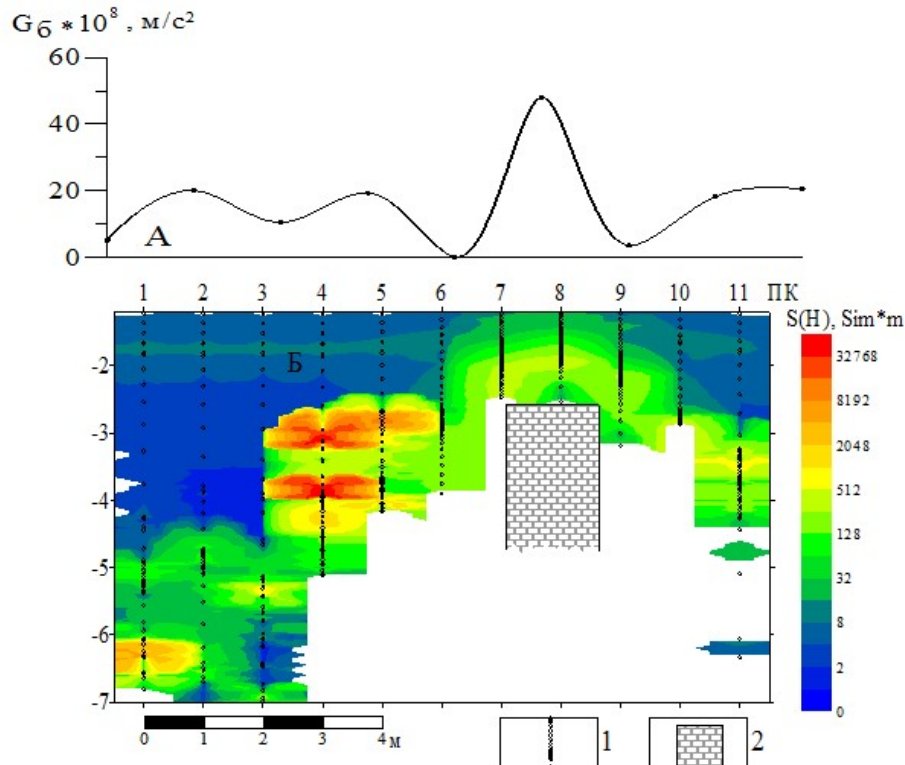


Рис. 1. График аномалий гравитационного поля и физико-геологический разрез суммарной электрической проводимости  $S(H)$  вдоль профиля над каменной стеной в сквере у Благовещенского собора: 1 – пункты измерений значений  $S(H)$ ; 2 – выявленная каменная стена

Как видно, обнаруженная и вновь засыпанная стена отобразилась увеличением гравитационного поля и уменьшением глубины проникновения электромагнитного сигнала.

Проведение измерений обоими методами вдоль дамб позволило обнаруживать ослабленные участки пород в их пределах и заблаговременно принимать меры по укреплению таких участков. Рассматриваемый участок дамбы расположен в центральной части г. Казани и ограничивает левый берег р. Казанки, впадающей западнее в р. Волгу (рис. 2). Поверхность дамбы заасфальтирована, а ее прибрежная сторона закрыта бетонными плитами. Колебания уровня реки в течение года могут достигать 6–8 м. Особенно сильный подъем наблюдается во время весеннего половодья. Отсюда появляется возможность по изменениям параметра  $S(H)$  выявлять участки ослабленных пород путем сопоставления 14 результатов электромагнитного зондирования, выполненного вдоль дамбы в различное время.

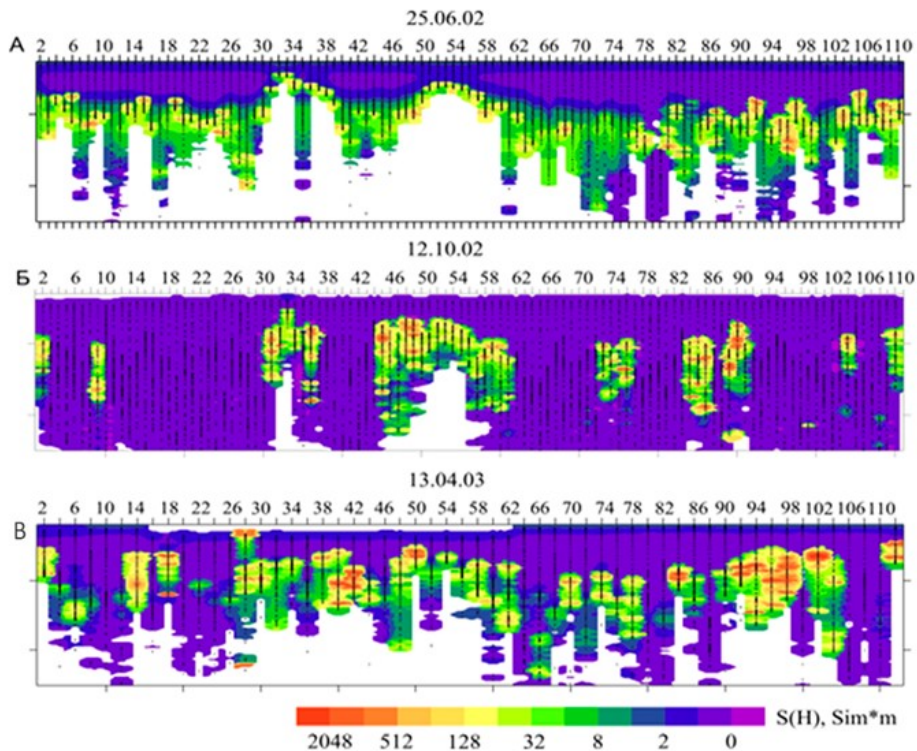


Рис. 2. Вертикальные разрезы суммарной электрической проводимости вдоль дамбы между пикетами измерений 2-110

Вертикальные разрезы суммарной электрической проводимости, построенные по результатам электромагнитного зондирования, проведенного в одних и тех же пикетах вдоль дамбы в июне и октябре 2002 г. и в апреле 2003 г. различаются весьма значительно. В июне 2002 г. глубина проникновения электромагнитного сигнала вдоль профиля значительно изменялась, а в его центральной части (в пикетах измерений 28-40 и 48-60) проникновение на глубину электромагнитного сигнала за исключением пикета 35 было ограничено возможным наличием пустот под асфальтовым покрытием. В октябре 2002 г. проникновение слабого электромагнитного сигнала прослеживается вдоль профиля по всей глубине и одновременно глубина его проникновения возросла на участке между пикетами 32-37 и 43-60. В апреле 2003 г. картина существенно отличается от двух предыдущих.

Различия в изменениях параметра  $S(H)$  вдоль профилей, вероятно, отражают влияние проникновения воды в тело дамбы. Уход воды  
181

Масштабы негативных техногенных воздействий на земную кору, атмосферу и гидросферу стремительно возрастают. Защита планеты от таких воздействий и сохранение среды обитания человека, который и сам оказывает на нее отрицательное влияние, является объективной реальностью.

Экологические проблемы и возникающие угрозы становятся осязаемыми, если напомнить о наличии сероводорода на дне Мексиканского залива, свидетельствующего об отсутствии там жизни, и последующем замедлении скорости движения Гольфстрима. Становятся понятными возмущения нашей планеты в виде извержений вулканов, землетрясений, цунами, ураганов, торнадо, таяния ледников, высыхания рек, озер и образования пустынь [1–3, 4–7, 8–12]. Все эти проблемы предстоит решать человечеству.

## Заключение

Применение разработанных технологий интерпретации результатов геофизических измерений позволит исключать негативное влияние активных геологических процессов на строения и повышать эффективность решения экологических и других задач.

## Литература

1. Вахромеев Г. С. Экологическая геофизика. Иркутск. Полиграфическая фирма «Улисс», 1995. 215 с.
2. Вахромеев Г. С., Давыденко А. Ю. Моделирование в разведочной геофизике. М.: Недра, 1987. 193 с.
3. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат, 1984. 560 с.
4. Костицын В. И. Методы повышения точности и геологической эффективности детальной гравиразведки. Пермь, ПГУ, 2002. 224 с.
5. Маловичко А. К. Основной курс гравиразведки. Ч. 1. Пермь: ПГУ, 1966. 326 с.
6. Маловичко А. К., Костицын В. И., Тарунина О. Л. Детальная гравиразведка на нефть и газ. М.: Недра, 1979. 192 с.
- 182
7. Профессор А. К. Маловичко и пермская школа геофизиков. Пермь-Екатеринбург: Горный институт, ПГУ, 1998. 196 с.
8. Слепак З. М. Геофизика для города. М.: ЕАГО. Изд-во «ГЕРС», 2007. 240 с.
9. Слепак. З. М. Разведочная геофизика в археологии. Изд-во Казанского государственного университета. Казань, 2010. 225 с.
10. Slepak Z. M. Complex geophysical investigations for studying the cultural layer and remains of ancient buildings in the territory of Kazan Kremlin, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia // Archaeological prospection, 1997. Vol. 4. Pp. 207–218.
11. Slepak Z. M. Electromagnetic sounding and high-precision gravimeter survey define ancient stone building remains in the territory of Kazan Kremlin, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia) // Archeological prospection, 1999. Vol. 6. Pp.147–160.
12. Слепак З. М. Планета Земля, Строение и энергетика планеты, Нефтяная геология, Геофизика, Экология, Зеленые технологии: Электронное издание Казанского федерального университета, 2022. 177 с.

## Referenses

1. Vakhromeev G. S. Ekologicheskaya geofizika [Environmental geophysics]. Irkutsk. Printing company Ulysses, 1995. 215 p. (In Russian).
  2. Vakhromeev G. S., Davydenko A. Yu. Modelirovanie v razvedochnoy geofizike [Modeling in exploration geophysics]. M.: Nedra, 1987. 193 p. (In Russian).
  3. Israel Yu. A. Ekologiya i kontrol' sostoyaniya prirodnoy sredy [Ecology and control of the state of the natural environment]. M.: Hydrometeoizdat, 1984. 560 p. (In Russian).
  4. Kostitsyn V. I. Metody povysheniya tochnosti i geologicheskoy effektivnostidetal' noy gravirazvedki [Methods of improving the accuracy and geological efficiency of detailed gravity exploration]. Perm, PSU, 2002. 224 p. (In Russian).
  5. Malovichko A. K. Osnovnoy kurs gravirazvedki [Basic course of gravity exploration]. Part 1. Perm: PSU, 1966. 326 p. (In Russian).
  6. Malovichko A. K., Kostitsyn V. I., Tarunina O. L. Detal'naya gravirazvedka na neft' i gaz [Detailed gravity exploration for oil and gas]. Moscow: Nedra, 1979. 192 p. (In Russian).
  7. Professor A. K. Malovichko i permskaya shkola geofizikov [Professor A. K. Malovichko and the Perm School of Geophysicists]. Perm-Yekaterinburg: Mining Institute, PSU, 1998. 196 p. (In Russian).
  8. Slepak Z. M. Geofizika dlya goroda [Geophysics for city]. M. EAFO. GERS, 2007. 240 p. (In Russian).
- 183
9. Slepak Z. M. Razvedochnaya geofizika v arkheologii [Exploration geophysics in archeology]. Publishing house of Kazan State University. Kazan, 2010. 225 p. (In Russian).
  10. Slepak Z. M. Complex geophysical investigations for studying the cultural layer and remains of ancient buildings in the territory of Kazan Kremlin, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia. Archaeological prospection, 1997. Vol. 4. Pp.207–218.
  11. Slepak Z. M. Electromagnetic sounding and high-precision gravimeter survey define ancient stone building remains in the territory of Kazan Kremlin (Kazan, Republic of Tatarstan, Russia). Archeological prospection, 1999. Vol. 6. Pp.147–160.
  12. Slepak Z. M. Planeta Zemlya, Stroenie i energetika planety,



Neftyanaya geologiya, Geofizika, Ekologiya, Zelenye tekhnologii  
[Planet Earth, Structure and energy of the planet, Petroleum geology,  
Geophysics, Ecology, Green technologies].Electronic edition of Kazan  
Federal University, 2022. 177 p. (In Russian).

