УДК 550.837

А.Ф.ВОЛЫНИН, *руководитель геофизической группы, geolog1945@rambler.ru*
ГУП «Водоканал Санкт-Петербург», Санкт-Петербург

A.F.VOLYNIN, *head of the geophysical team, geolog1945@rambler.ru*
SUE «Vodokanal of Saint Petersburg», Saint Petersburg

КОМПЛЕКСНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ГРУНТОВ НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ЛИНИЯХ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Приводятся результаты опытно-методических работ комплексом геофизических методов на двух канализационных линиях. Одна линия предварительно была обследована телесъемкой с целью выработки критериев для выявления геофизическими методами аварийных участков трубопровода, требующих капитального ремонта. В результате сравнительного анализа материалов телесъемки и геолого-геофизических данных предложен критерий для выделения аварийных участков трубопровода только по геофизическим данным (без телесъемки). Эта методика была использована при оценке состояния канализационного трубопровода на аварийном участке, где телесъемка было невозможна. Результаты геофизической съемки подтвердились при проведении капитального ремонта.

***Ключевые слова*:** геофизическое обследование грунтов на канализационных линиях, сравнительный анализ гелого-геофизических данных и телесъемки, критерии аварийности участков трубопроводов.

COMPLEX EXAMINATION OF GROUNDS ON THE SEWAGE LINES BY GEOPHYSICAL METHODS

The results of experimental and methodical works complex of geophysical methods in two sewer lines. One line has been previously surveyed by tele to develop criteria for identifying areas of geophysics pipeline emergency requiring major repairs. A comparative analysis of materials telephoto and geological and geophysical data suggested a criterion for allocation of emergency pipeline sections only on geophysical data (without telephoto). This technique has been used in the assessment of sewer pipe at the emergency site, where the tele was not possible. The results of the geophysical survey were confirmed during the overhaul.

***Key words*:** geophysical survey of soils in the sewer lines, a comparative analysis geologyy and geophysical data and the telephoto, the criteria for the accident pipe sections.

Длина канализационной сети Санкт-Петербурга составляет около 8,1 тыс. км. Сеть образуется системой дворовых, квартальных и уличных канализационных линий и канализационных коллекторов с глубиной заложения от 1 до 70 м. На техническое состояние канализационных линий оказывают влияние как техногенные, так и геологические факторы. Вклад техногенных факторов (газовая коррозия, электрокоррозия, динамическое воздействие транспорта), как показал анализ, составляет менее 20 %. Главной причиной, оказывающей влияние на техническое состояние канализационной сети, являются особенности геологического строения разреза четвертичных отложений, в пределах которых расположены почти все канализационные сети, за исключением магистральных канализационных коллекторов глубокого заложения. Главными особенностями геологического строения, влияющими на техническое состояние канализационных

сетей, являются сильная латеральная неоднородность грунтов по литологическому составу и физико-механическим свойствам, широкое развитие водонасыщенных пылеватых песков и супесей, характеризующихся пониженными несущими свойствами, высокой текучестью под влиянием динамических нагрузок. По своим характеристикам водонасыщенные пылеватые пески и супеси относятся к несвязным. С ними связаны деформации грунтов, вызывающие механические нарушения на трубопроводах. Как показал анализ, по степени аварийной опасности первое место занимают пылеватые пески и супеси, далее идут торфы и пески. Минимальное количество аварий связано с суглинками.

Геофизические работы, выполненные на канализационных сетях Службой технической диагностики за последние 20 лет, позволили разработать методику детального изучения геологического разреза грунтов, вмещающих канализационные трубопроводы, выявить особенности отражения по данным геофизики участков неустойчивых и нарушенных грунтов, влияющих на техническое состояние трубопроводов.

Основным методом прямого обследования технического состояния канализационных сетей является телесъемка внутри трубопроводов. Однако ее выполнение невозможно на закупоренных участках трубопроводов, при разрушении и сильной разгерметизации трубопроводов, а также на некоторых канализационных коллекторах.

В связи с этим возникла необходимость использовать результаты геофизических работ совместно с инженерно-геологическими данными для диагностики технического состояния трубопроводов в тех случаях, когда проведение телесъемки невозможно.

С этой целью проведены опытно-методические работы методами электроразведки (электропрофилирование и вертикальное электрозондирование – ВЭЗ) и сейсмоакустического профилирования на участке канализационной линии по ул. Ольминского, ранее обследованной телесъемкой. Канализационный трубопровод с глубиной заложения 5,5 м диаметром 800 мм сложен железобетонными трубами. Грунты, вмещающие трубопровод, представлены водонасыщенными песками, пылеватыми суглинками и торфами. Для точной геологической интерпретации геоэлектрических разрезов использованы данные по трем инженерно-геологическим скважинам, пройденным на этом участке. В результате получен детальный инженерно-геологический разрез грунтов, вмещающих канализационный трубопровод (рис.1).

Для установления степени аварийного состояния канализационной сети по данным телесъемки и геолого-геофизическим данным проведен сравнительный анализ этих данных, результаты которого приведены в табл.1, 2. Канализационная сеть разделена на интервалы, равные 4 м, – длине трубы между стыками. Интервал 0-4 м относится к колодцам К-12, К-11, интервалы 4-36 м – к колодцам К-10, К-11. Факторами анализа по данным телесъемки, характеризующими аварийное состояние трубопровода, являются продольные открытые (1) и закрытые (2) трещины, а также смещения трубопровода на стыках по вертикали или горизонтали (3). Факторами, определяющими техническое состояние трубопровода по геолого-геофизическим данным, являются литологический состав грунтов (4), наличие участков сильного изменения несущих свойств грунтов (5), уровень грунтовых вод (6) и обводненных и неустойчивых грунтов (7). В зависимости от значимости фактора им присваивались значения от 1 до 40.

Таблица 1

Данные телесъемки

Интервал, м	Фактор (число баллов)			Сумма баллов
	1 (40)	2 (30)	3 (20)	
0-4	40	0	20	60
4-8	0	0	0	0
8-12	0	0	0	0
12-16	0	0	0	0
16-20	0	0	20	20
20-24	0	30	20	50
24-28	0	0	20	20
28-32	0	0	0	0
32-36	0	0	0	0

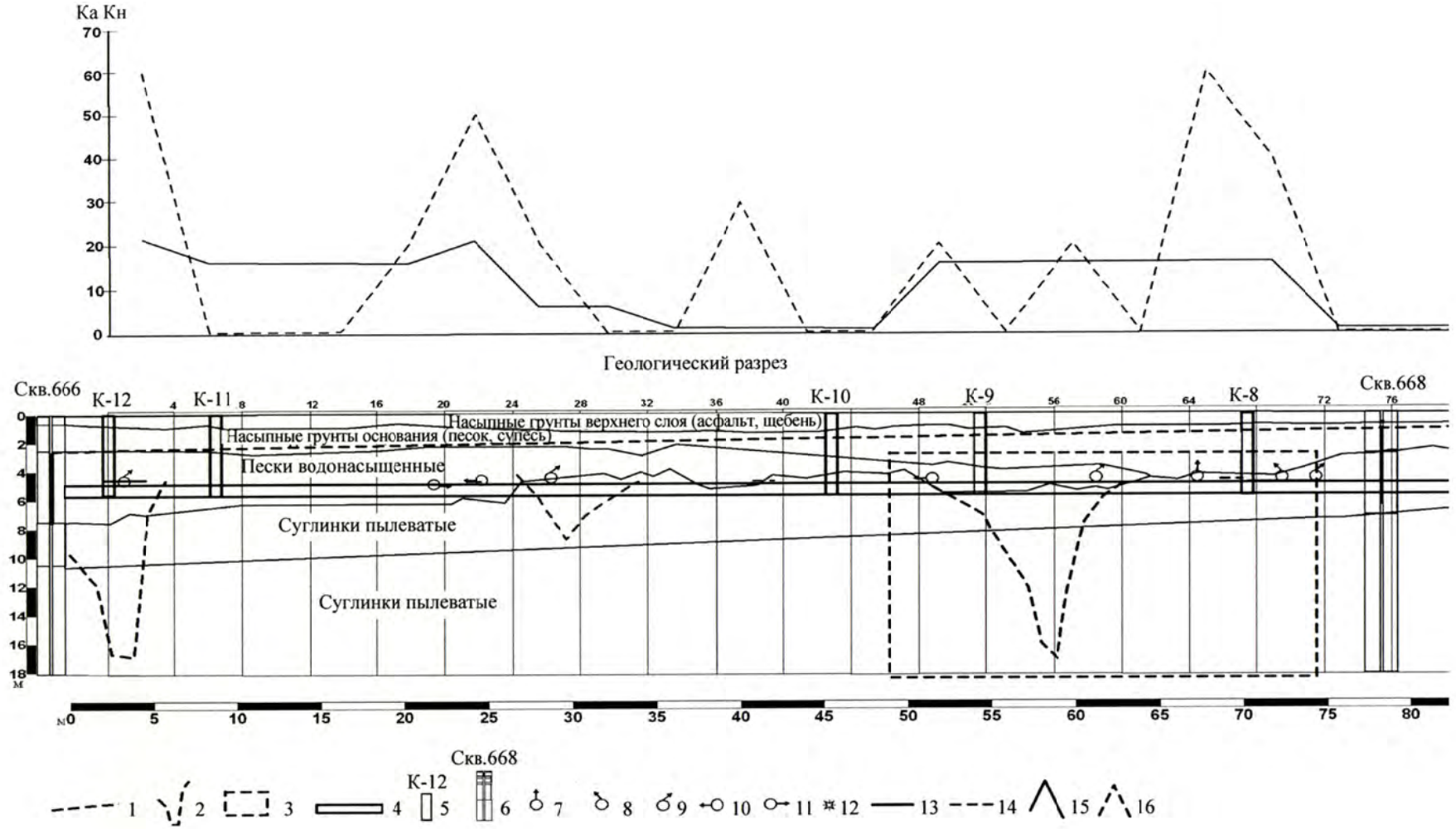


Рис.1. Геологический разрез вдоль участка канализационной линии по ул. Ольминского с графиками показателя степени аварийного состояния (Ка) и показателя неустойчивости и подвижности грунтов (Кн)

1 – уровень поверхности грунтовых вод; 2 – участки неустойчивых грунтов; 3 – зоны неустойчивых грунтов; 4 – положение канализационного трубопровода; 5 – канализационные колодцы; 6 – буровые скважины; 7 – смещения стыков вверх; 8 – смещения стыков влево вверх; 9 – смещения стыков вправо вверх; 10 – смещения стыков влево; 11 – смещения стыков вправо; 12 – сколы на стыке; 13 – широкая продольная трещина вверху; 14 – тонкая продольная трещина вверху; 15 – график Кн (по геолого-геофизическим данным); 16 – График Ка (по данным телесъемки)

ISSN 0135-3500. Записки Горного института. Т.200

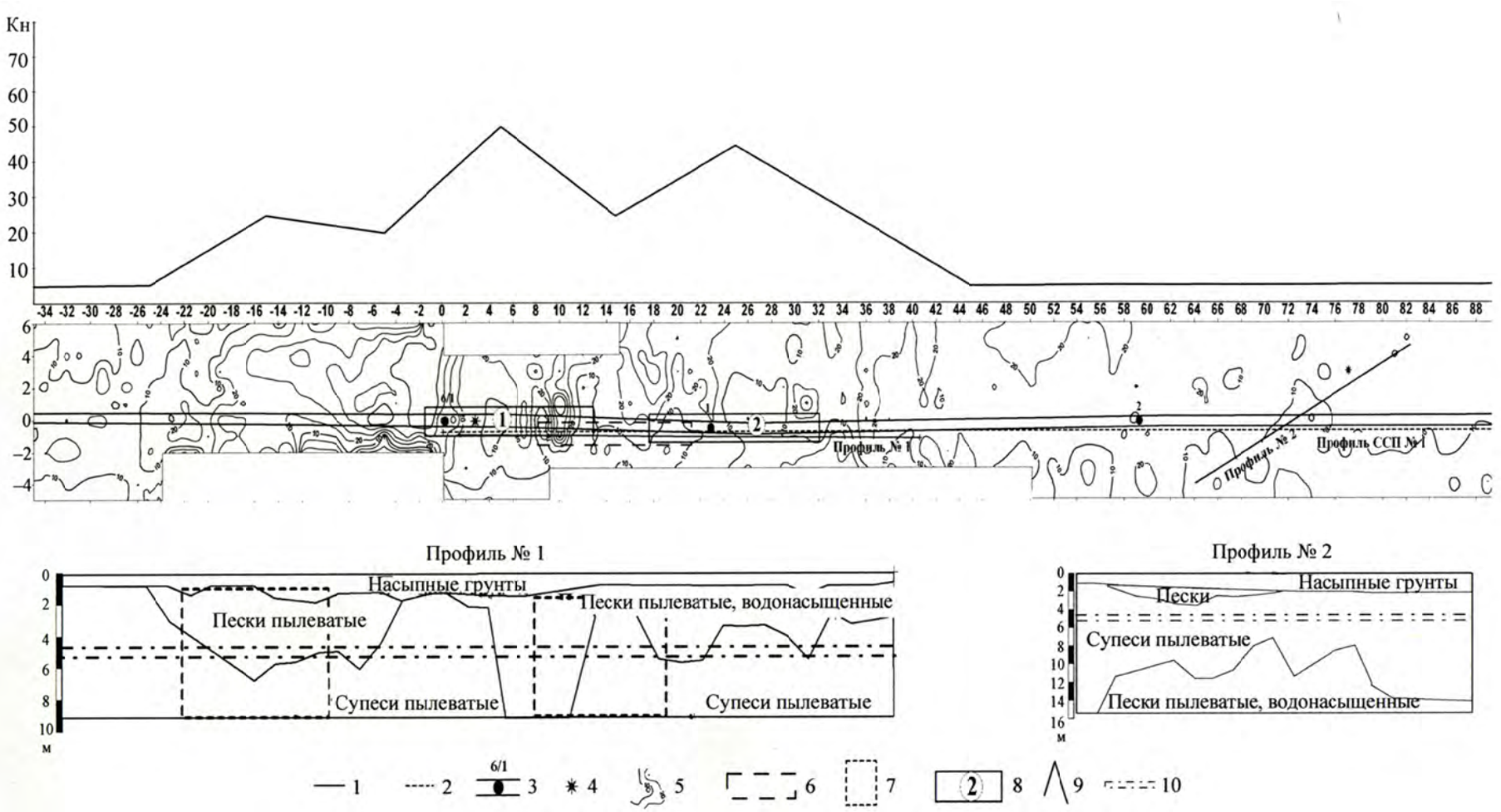


Рис.2. Геологический разрез вдоль участка канализационной линии по ул. Композиторов с графиками показателя неустойчивости и подвижности грунтов (Кн)

1 – профили ВЭЗ; 2 – профили сейсмоакустического профилирования; 3 – канализационная линия и канализационные колодцы; 4 – участок просадок грунта; 5 – изолинии кажущихся электрических сопротивлений; 6 – участки нарушенных грунтов на плане; 7 – участки нарушенных грунтов на разрезе; 8 – участки деформаций грунтов, вызывающие нарушения трубопровода, и их номера; 9 – график Кн (по геолого-геофизическим данным); 10 – положение канализационной линии на разрезах

Таблица 2

Геолого-геофизические данные

Интервал, м	Фактор (число баллов)				Сумма баллов
	4 (15)	5 (20)	6 (1)	7 (5)	
0-4	15	0	1	5	21
4-8	15	0	1	0	16
8-12	15	0	1	0	16
12-16	15	0	1	0	16
16-20	15	20	1	0	36
20-24	0	0	1	0	1
24-28	0	0	1	5	6
28-32	0	0	1	5	6
32-36	0	0	1	0	1

Примечание. Фактор 4 – водонасыщенный песок, фактор 6 – на 2 м выше заложения сети, фактор 7 – локальные зоны неглубокого заложения

Сумма баллов по каждому интервалу характеризует техническое состояние трубопровода. По данным телесъемок (графа «Сумма баллов») построен график показателя степени аварийного состояния канализационного трубопровода Ка. По геолого-геофизическим данным (графа «Сумма баллов») построен график показателя неустойчивости и подвижности грунтов Кн, косвенно характеризующий техническое состояние трубопроводов. Сопоставление графиков Ка и Кн показывает их хорошее совпадение на участках нарушений трубопровода. Полученные результаты позволили использовать геолого-геофизические данные для выделения аварийных участков канализационных трубопроводов.

Проверка предложенной методики проведена на аварийном участке канализационной сети по ул. Композиторов. Железобетонный канализационный трубопровод диаметром 400 мм расположен на глубине 4 м среди водонасыщенных пылеватых песков и супесей. На отдельных участках наблюдаются просадки грунта над трубопроводом, вызванные инфильтрацией грунта через нарушения в стенках. Телесъемка на этом участке была невозможна в связи с закупоркой трубы и полным затоплением ее грунтовыми водами.

В результате электропрофилирования в модификации срединного градиента выделены локальные участки разуплотненных грунтов и участки смены пылеватых песков супесями, выделяющиеся градиентами кажущихся электрических сопротивлений. На этих участках выполнены профильные ВЭЗы. В результате работ, с учетом данных инженерно-геологических скважин, построены геологические разрезы, на которых выделены карманы с пылеватыми водонасыщенными песками, участки разуплотненных грунтов и контактов пылеватых песков и супесей на уровне заложения трубопровода. На основании этих данных путем поинтервального суммирования баллов геолого-геофизических факторов построен график неустойчивости и подвижности грунтов Кн и выделены участки предполагаемых нарушений трубопровода (рис.2). Эти данные были использованы при капитальном ремонте, выполненном на этом участке. В результате капитального ремонта на участках канализационной линии с Кн >30 установлены нарушения на стыках трубопровода, а на двух участках, характеризующихся самыми высокими значениями Кн, выявлено полное разрушения трубопровода.

Положительные результаты применения поинтервального анализа геолого-геофизических данных позволяют использовать его при оценке технического состояния трубопроводов на канализационных сетях и планировании их капитального ремонта.