

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ  
ПРИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОМ ИНТЕРАКТИВНОМ  
МОНИТОРИНГЕ**

*Московский государственный  
строительный университет*

**Гаврилов А.Н.**

*Старший научный сотрудник  
научно-технического и образовательного центра  
техники безопасности, диагностики и мониторинга  
зданий и сооружений МИСИ,  
кандидат технических наук*

**Грязнова Е.М.**

*Старший научный сотрудник научно-технического и образовательного центра  
техники безопасности, диагностики и мониторинга зданий и сооружений МИСИ,  
кандидат технических наук*

**Сарков Р.Р.**

*Инженер научно-технического и образовательного центра техники безопасности,  
диагностики и мониторинга зданий и сооружений МИСИ*

Строительство и реконструкция объектов в таких крупных городах, как Москва, особенно в исторических центрах, где ограничены этажность и площадь застройки, в последние годы идут с освоением подземного пространства.

Обработка грунта и возведение подземных и надфундаментных конструкций оказывают влияние на целостную систему взаимодействия окружающих строений и геологической среды пятна строительства.

Большая часть существующих строений в центре города является памятниками архитектуры и истории. Высокая плотность существующей застройки территории, здания и сооружения которой продолжают эксплуатироваться, и значительное развитие подземных сооружений и коммуникаций в совокупности со сложными инженерно-геологическими условиями обуславливают необходимость серьезного и комплексного подхода при решении поставленных задач строительства. Однако, выполнение геотехнического мониторинга такими традиционными методами, как проходка инженерно-геологических выработок, скважин и шурфов, установка глубинных марок и другие мероприятия, в условиях тесной городской застройки затруднено.

Для безопасного ведения строительных работ и получения информации о возможных изменениях инженерно-геологических условий площадки в процессе возведения и состоянии конструкций зданий, попадающих в зону влияния нового строительства, наиболее целесообразно применение таких методов обследования, которые могут работать и давать достоверную информацию, не нарушая процесс эксплуатации здания или ведения строительных работ.

Таковыми методами являются геофизические методы обследования [1].

В качестве примера рассмотрим два объекта строительства, расположенные в историческом центре Москвы в условиях плотной городской застройки.

На участке строительства по адресу: г. Москва, Большой Козихинский переулок, дом 16, стр. 1-2 находится котлован, расположенный в непосредственной близости от ранее построенных домов.

До начала работ НИИОСП были выполнены инженерно-геологические изыскания, которые позволили получить информацию о литологическом строении площадки, физико-механических свойствах грунтов основания и гидрогеологических условиях (рис. 1).

Задача исследований заключалась в изучении строения и свойств грунтового массива в непосредственной близости от котлована и в некотором удалении от него, а также в оценке влияния этого котлована на свойства грунтов с течением времени. Кроме того, стояла задача определить уровень грунтовых вод на момент проведения исследований. Поставленные задачи решались методом электроконтактного динамического зондирования (ЭДЗ) в два этапа с интервалом в полгода (рис. 2). В основном зондирование проводилось с поверхности земли и со дна котлована.

По результатам исследований было установлено, что уровень грунтовых вод повысился на 1,2-1,5 м по сравнению с первоначальным (рис. 3,а,б).

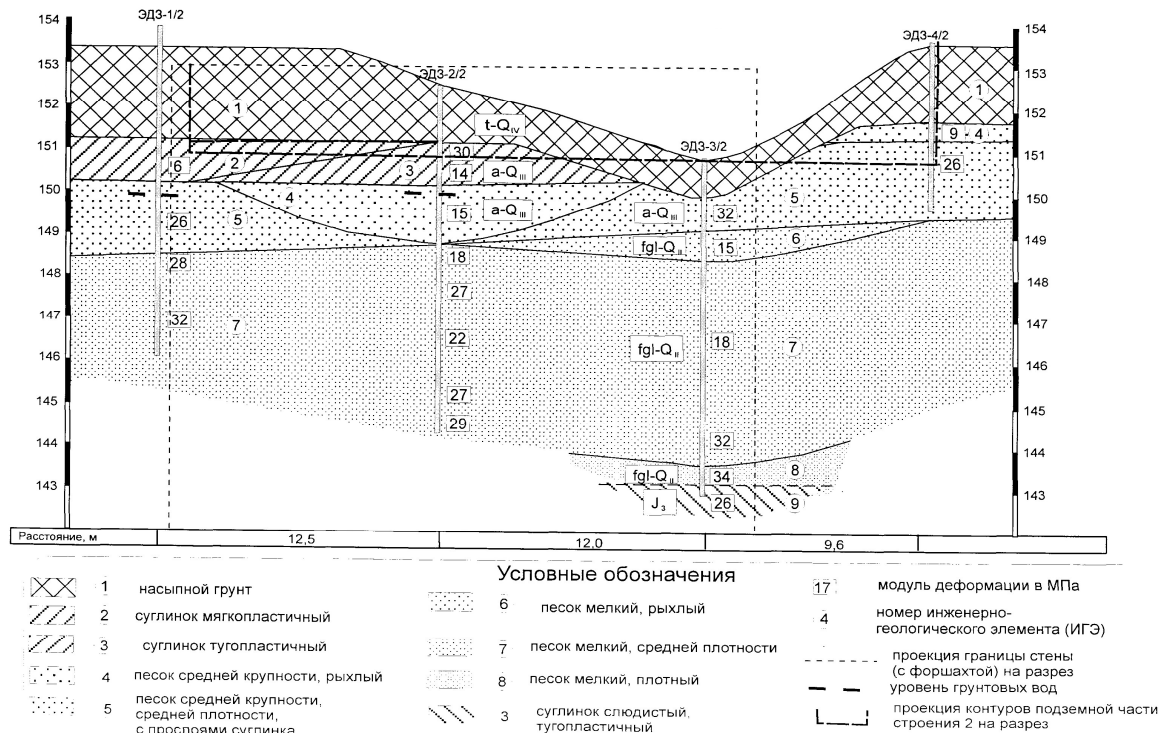
В целом геологическая ситуация к моменту проведения второго этапа работ не изменилась. Однако отмечены изменения свойств грунтов и в отдельных случаях их состояния.

Так, по сравнению с первым этапом работ произошли следующие изменения: в верхней части разреза консистенция суглинков изменилась с тугопластичной на мягкопластичную; аллювиальные пески средней крупности средней плотности стали рыхлыми; флювиогляциальные мелкие плотные пески перешли в категорию песков средней плотности.

Расчетные значения физико-механических характеристик некоторых грунтов верхней части разреза – тугопластичных суглинков и песков средней крупности – ухудшились: значение модуля деформации уменьшилось с 19 до 14 МПа и с 20 до 9 МПа, соответственно в 1,35 и 2,2 раза. Для остальных инженерно-геологических элементов расчетные значения физико-механических характеристик практически не изменились (в пределах точности определения). Результаты показаны в табл.1.

Из изложенного выше видно, что строительные работы по проходке котлована оказывают воздействие как на физико-механические свойства грунтов, так и на гидрогеологический режим площадки строительства.

## Предотвращение аварий зданий и сооружений



**Рис. 1. Инженерно-геологический разрез по линии 1-1.  
Масштабы: горизонтальный 1:200, вертикальный 1:100**

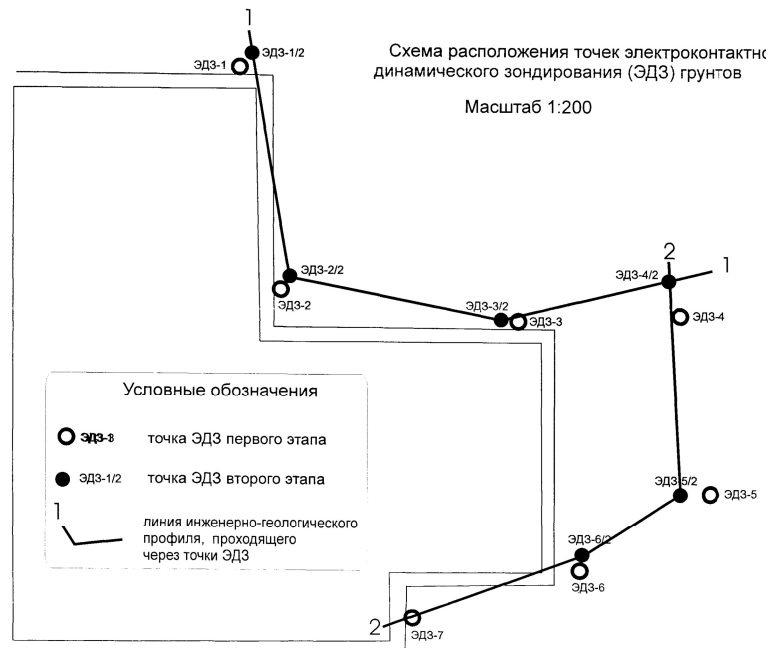


Рис. 2. Схема расположения точек электроконтактного динамического зондирования (ЭДЗ) грунтов.  
Масштаб 1:200

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

ЭДЗ №2, 2/2

Объект: Б. Козихинский пер., д. 16, стр. 1-2

Отметка устья: 152,05 м

Дата: 13.04, 5.10.2005

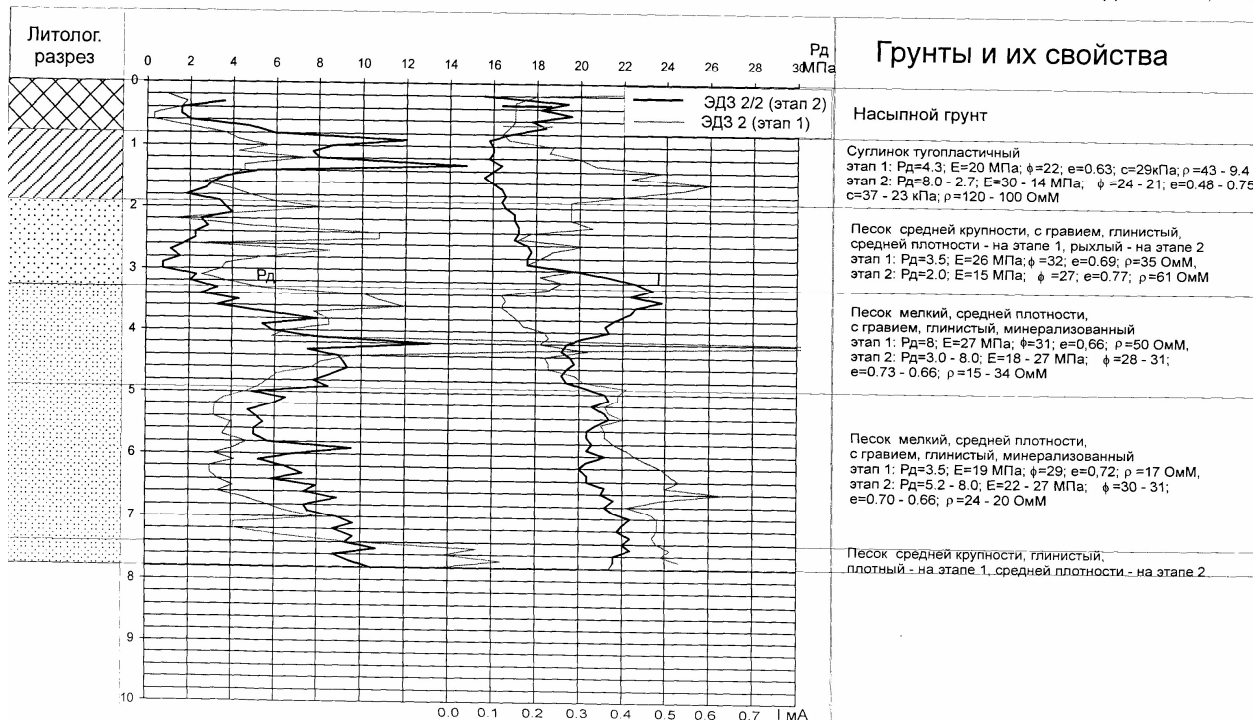


Рис. 3, а. Результаты электродинамического зондирования на первом и втором этапах исследований

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

ЭДЗ №3, 3/2

Объект: Б. Козихинский пер., д. 16, стр. 1-2

Отметка устья: 150,85 м

Дата: 19.04, 4.10.2005

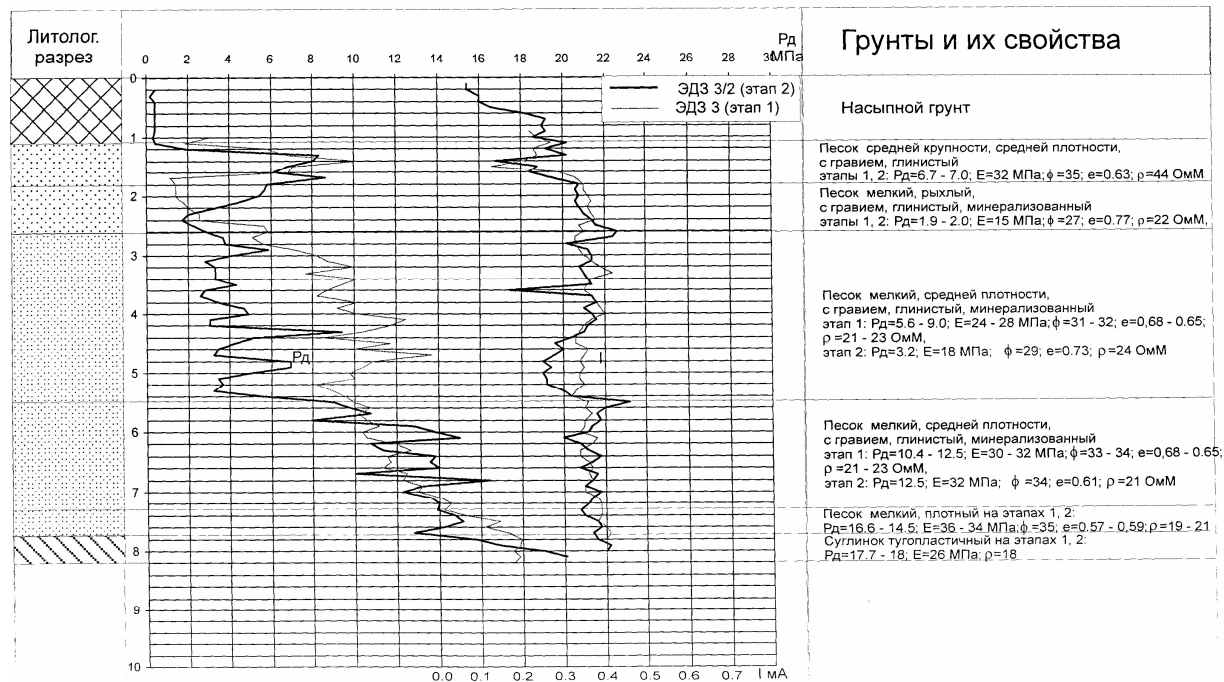


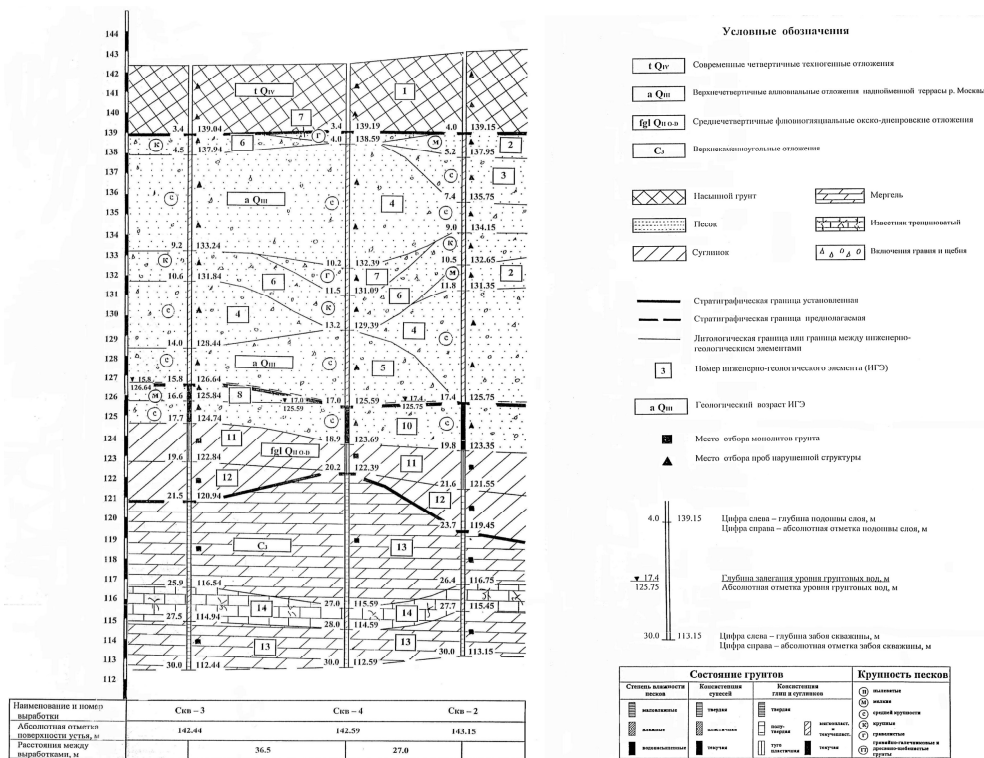
Рис. 3. б. Результаты электродинамического зондирования на первом и втором этапах исследований

## Предотвращение аварий зданий и сооружений



Рис. 4. План участка с указанием линий сейсмических профилей и расположения разведочных выработок

## Предотвращение аварий зданий и сооружений



- 1- Насынный грунт, сжавшийся, влажный;
- 2- Песок мелкий, средней плотности, влажный;
- 3- Песок средней крупности, рыхлый, влажный;
- 4- Песок средней крупности, средней плотности, влажный;
- 5- Песок средней крупности, плотный, влажный;
- 6- Песок средней крупности, средней плотности, влажный;
- 7- Песок гравелистый, средней плотности, влажный;
- 8- Песок мелкий, средней плотности, насыщенный водой;
- 10- Песок средней крупности, плотный, насыщенный водой;
- 11- Сулинок тугопластичный;
- 12- Сулинок полутвердый;
- 13- Мергель глинистый твердый;
- 14- Известняк малой прочности, трещиноватый, кавернозный, влажный

Рис. 5. Инженерно-геологический разрез по линии IV-IV



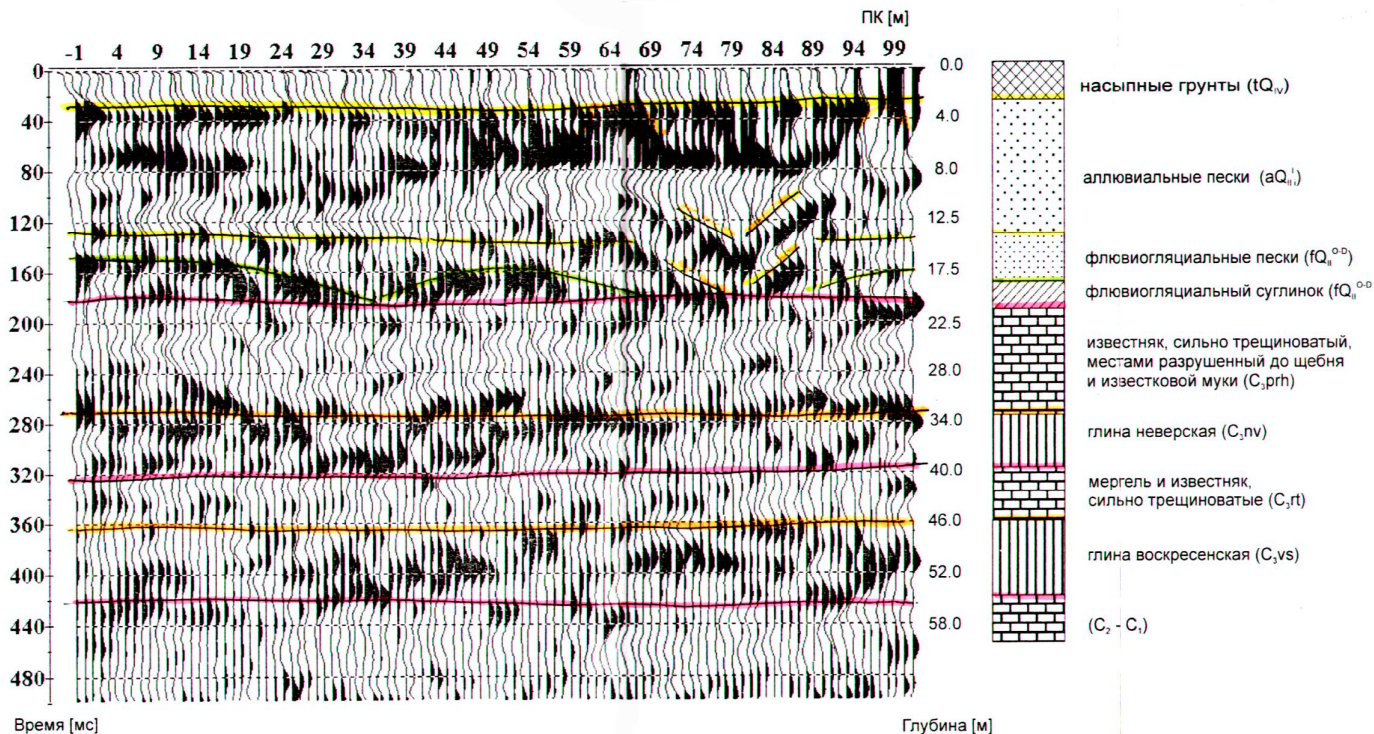


Рис.6. Сейсмогеологический разрез вдоль профиля №3 по данным сейморазведки МОВ ОГТ (кратность суммирования 6-12)

Таблица 1

Сводная ведомость расчетных характеристик грунтов

Описание грунтов	Модуль деформации $E$ , МПа		Угол внутреннего трения $\varphi$ , град.		Коэффициент пористости $e$	
	на 1-м этапе	на 2-м этапе	на 1-м этапе	на 2-м этапе	на 1-м этапе	на 2-м этапе
Суглинок мягкопластичный	6	6	14	14	0,95	0,95
Суглинок тугопластичный	19	14	22	21	0,65	0,75
Песок средней крупности, рыхлый	20	9	31	27	0,75	0,83
Песок средней крупности, средней плотности	28	29	31	34	0,65	0,66
Песок средний, рыхлый	15	15	27	27	0,77	0,77
Песок мелкий, средней плотности	25	24	31	31	0,68	0,69
Песок мелкий, плотный	35	34	35	35	0,58	0,59

Другим примером может служить строительная площадка здания ЦВУМ «Военторг».

Площадка строительства расположена в самом центре г.Москвы на ул. Воздвиженка в непосредственной близости от существующей исторической застройки и метрополитена. При проведении изысканий площадка была застроена. Поэтому скважины и статическое зондирование приходилось делать не там, где нужно, а там, где можно (рис.4). В этой связи, в дополнение к инженерно-геологическим изысканиям были проведены геофизические исследования, которые позволили не только уточнить инженерно-геологическое строение площадки (рис.5), но и выявить ряд его особенностей. В частности было установлено значительное количество зон разуплотненных песков на разных глубинах, обусловленных развитием в них суффозионных процессов, а также ряд неоднородностей, которые были классифицированы как отдельные валуны или захороненные фундаменты. Указанная задача решалась сейсмическим профилированием – методом отраженных волн по методике общей глубинной точки (МОВ ОГТ). Более подробно об этом методе см. [1].

Наличие зон разуплотненных рыхлых песков в общем песчаном массиве, который сложен песками различной крупности, средней плотно-

сти, было подтверждено заверочным бурением и статическим зондированием, а наличие валунных включений подтвердилось при ведении строительных работ.

Также этот метод был применен для определения карстово-суффозионной опасности площадки строительства. Он позволил выявить, что обследованный участок является опасным для строительства с точки зрения развития карстово-суффозионных процессов, так как содержит значительное количество локальных образований карстово-суффозионного характера (рис.6).

По результатам интерактивного мониторинга корректировалась проектная документация, касающаяся как методов, так и сроков ведения строительных работ.

### **Заключение**

В заключение можно сделать вывод о том, что экспресс-методы можно применять при ведении строительных работ в условиях плотной городской застройки с освоением подземного пространства, поскольку они позволяют решать широкий круг поставленных задач для безопасного ведения работ и оперативности получения информации без нарушения цикла строительства и эксплуатации зданий.

Особенно эффективно показывает себя сочетание указанных выше методов с традиционными изысканиями.

### **Библиографический список**

1. Аникин О.П., Гаврилов А.Н., Грязнова Е.М. Применение геофизических методов при обследовании зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки // Современные методы инженерных изысканий в строительстве. – М.: МГСУ, 2001. – С.41-50.
2. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции. – М.: Москомархитектура, 1998. – С.89.