

**Применение приборов, разработанных
в Лаборатории дистанционного зондирования,
при реконструкции уникальных зданий**

I. Обследование здания Сената в Санкт-Петербурге

В настоящее время в Санкт-Петербурге заканчивается реконструкция знаменитого здания Сената и производится укладка паркета. В здании уложены трубы теплого пола, местоположение которых не документировано. По технологии, перед укладкой паркета к бетонному основанию пола должны быть пришиты листы фанеры размером 76×76 см, что было невозможно сделать из-за опасения повредить трубы. Кроме того, под поверхностью бетонного пола располагаются электрические и связные коммуникации, а также стальная арматурная сетка. Фирма, укладывающая паркет, обратилась к сотрудникам Лаборатории дистанционного зондирования с просьбой обследовать полы в нескольких комнатах здания Сената с целью определения точного расположения труб теплого пола с помощью подповерхностных радиолокаторов, разрабатываемых в лаборатории.



Рис. 1. Общий вид здания Сената во время реконструкции

Работа по обследованию бетонной стяжки пола была проделана 19.07.2007 с помощью подповерхностного голографического радиолокатора РАСКАН-4/2000, разработанного в Лаборатории дистанционного зондирования. Радиолокатор РАСКАН-4/2000 (рис. 2а) работает в частотном диапазоне 1,5 – 2,0 ГГц и имеет штангу для перемещения, что значительно облегчает работу при обследовании больших площадей. В качестве пульта управления радиолокатором использовался стандартный портативный компьютер RoverBook Explorer RT5.

Радиолокатор РАСКАН-4/2000 работает «на отражение», что позволяет зондировать строительные конструкции при одностороннем подходе к ним. В этом его значительное преимущество перед рентгеновскими аппаратами, требующими двухстороннего подхода к обследуемому объекту.



Рис. 2. Радиолокатор РАСКАН-4/2000 во время выполнения работ

При осмотре обследуемого помещения во входных колодцах бетонной стяжки пола, кроме нагревательных труб, было выявлено большое количество электрических и связных кабелей различного назначения, рис. 3, расположение которых не было документировано. Это сильно осложнило задачу поиска.



Рис. 3. Кабели в бетонной стяжке

На рис. 4 приведен фрагмент радиоизображения участка бетонной стяжки пола, на котором видно, как трубы теплого пола огибают проходящий поперек пучок кабелей. На рис. 5. приведено радиоизображение участка пола общей площадью 13,7 м².



Рис. 4. Фрагмент радиоизображения пола, на котором видно, как трубы теплого пола огибают проходящий поперек кабель

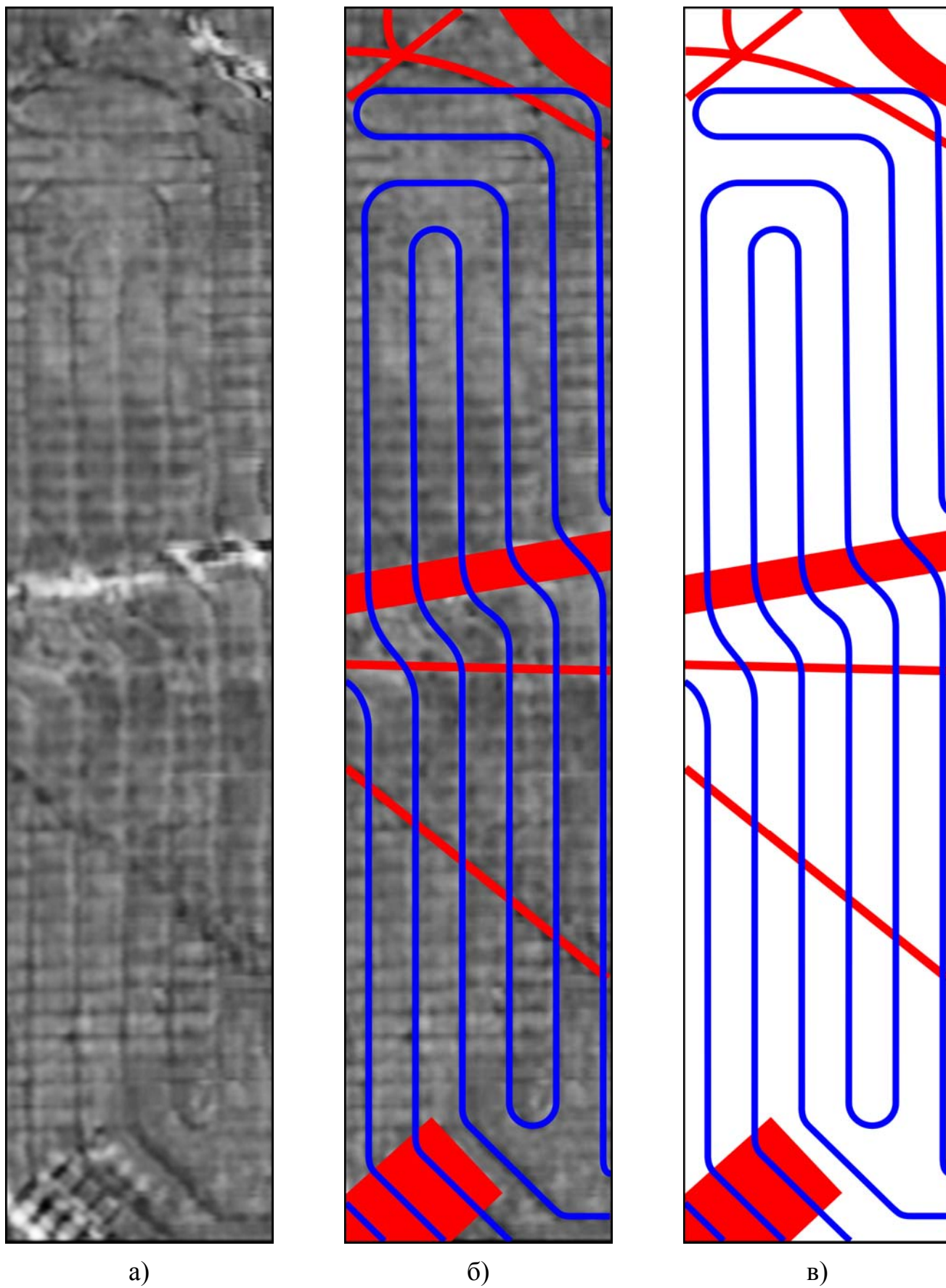


Рис. 5. Результаты зондирования:
а) исходное радиоизображение обследуемого участка пола размером 1.70×8.04 м
б) восстановление положения труб и кабелей по радиоизображению;
в) полученный чертеж внутренней структуры пола:
— тепловые трубы; — связные и электрические коммуникации

При проведении работ обследуемый участок пола был разбит на фрагменты размером 1.7×2.0 м каждый. После получения изображения каждого фрагмента, оператор проводился анализ изображения, и мелом прямо на полу наносилось истинное положение найденных труб теплого пола и электрических кабелей. Нагревательные трубы отмечались мелом синего цвета, кабели – красного.

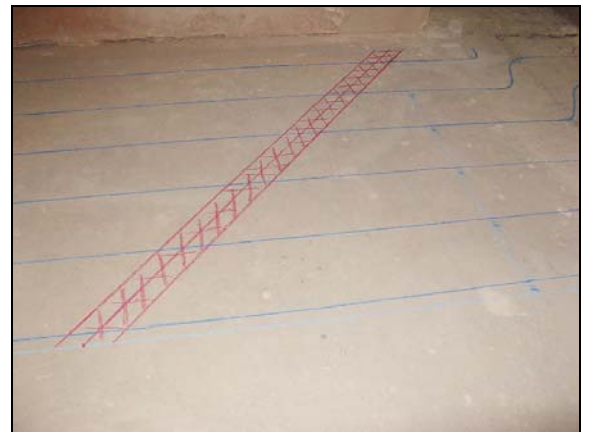


Рис. 6. Расшифровка полученных радиоизображений пола и нанесенное на поверхность пола положение труб и кабелей

II. Обследование гостиницы «Ленинградская» в Москве

В настоящее время в Москве проводится реконструкция гостиницы «Ленинградская». ЗАО «КОСМИ» выполнила в здании гостиницы установку автоматической системы водяного пожаротушения. В каждом помещении проходит основная подводящая труба диаметром 63 мм, а в нее сделаны врезки трубами меньшего диаметра, по которым вода поступает непосредственно к спринклерным оросителям. Прокладка труб и установка оросителей должна выполняться строго по чертежам, однако, при выполнении работ возникали различные нештатные ситуации (например, в месте предполагаемой установки оросителя проходит электрический кабель), в результате которых реальное расположение труб и оросителей несколько отличалось от чертежа. В дальнейшем, в комнатах гостиницы планируется уложить паркет, а перед укладкой по технологии к бетонному основанию пола должны быть пришиты листы фанеры. Для того, чтобы при этом не повредить трубы, их расположение необходимо знать абсолютно точно.



Рис. 7. Проведение работ в гостинице «Ленинградская»

Для определения истинного положения труб сотрудники лаборатории 14.07.2007 выполнили обследование пола с помощью радиолокатора РАСКАН-4/2000. Оказалось, что на получаемых изображениях хорошо видны места, где горизонтальные трубы загибаются вниз, чтобы осуществить подвод к

оросителям, расположенным в потолке комнаты этажом ниже. Поэтому были обследованы места предполагаемого расположения оросителей. После получения изображения каждого фрагмента, операторами проводился анализ изображения, и мелом прямо на полу наносилось истинное положение найденных труб и оросителей.

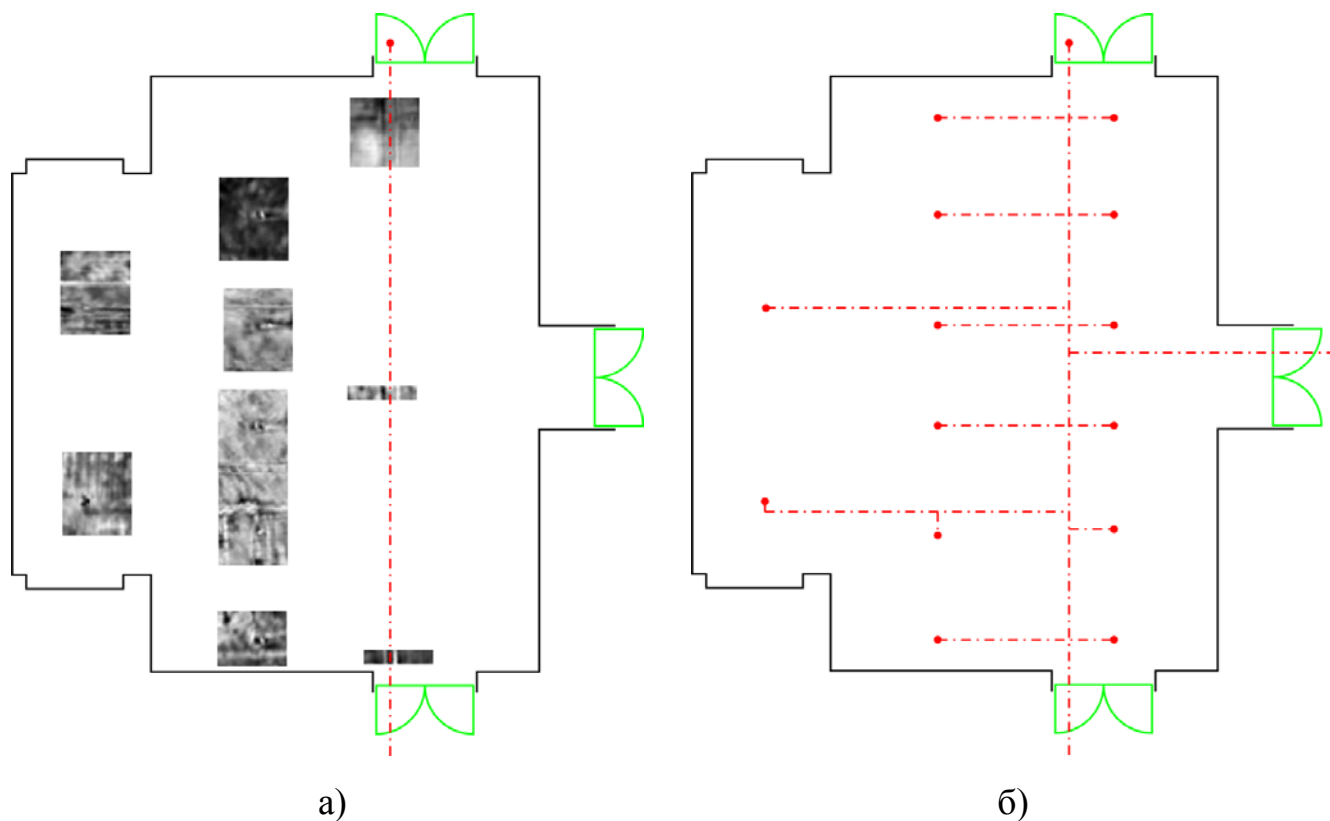


Рис. 8. а) полученные изображения, наложенные на план комнаты;
б) скорректированный чертеж расположения труб и оросителей



Рис. 9. Результат обследования пола в гостинице Ленинградская с указанием истинного положение труб

III. Обследование церкви S. Viagio в окрестностях Флоренции

Церковь S. Viagio была возведена в окрестностях Флоренции более 500 назад знаменитым архитектором Браманте, который позднее построил и собор Св. Петра в Ватикане. Интернациональный коллектив в составе итальянских, американских и российских ученых провел обследование полов в церкви S. Viagio 21.09.2007, рис. 10.

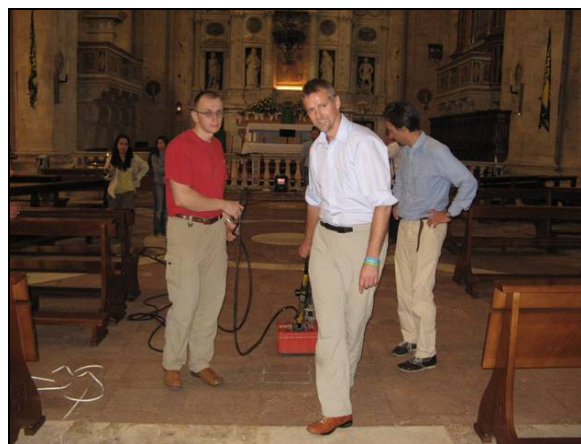


Рис. 10. Обследование церкви S. Viagio в окрестностях Флоренции

При работах в церкви S. Viagio использовался подповерхностный радиолокатор Раскан-4/4000, также разработанный в Лаборатории дистанционного зондирования. Этот радиолокатор работает в диапазоне частот 3,6 – 4,0 ГГц. Это радиолокатор относительно небольшой, и сканирование выполняется рукой оператора, рис. 11.



Рис. 11. Проведение работ с помощью радиолокатора Раскан-4/4000

Обследуемый фрагмент пола представлял собой мраморный медальон, рис. 12. Результат обследования фрагмента пола в церкви S. Viagio приведен на рис. 13. На полученных радиоизображениях, полученных в двух скрещенных поляризациях четко видно наличие некоторой закладной детали, происхождение которой неизвестно. В настоящее время итальянские участники работ пытаются выяснить это.



Рис. 12. Мраморный медальон на полу



Рис. 13. Радиоизображения медальона в двух поляризациях

Сравнительные характеристики радиолокаторов серии РАСКАН

		Раскан-4/2000	Раскан-4/4000	Раскан-4/7000
Частотный диапазон, ГГц		1,6 – 2,0	3,6 – 4,0	6,4 – 6,8
Количество рабочих частот		5		
Выходная мощность, Вт		$6 \cdot 10^{-3}$		
Чувствительность приемника, Вт		10^{-9}		
Разрешение в плоскости зондирования на малых глубинах, см		4	2	1,5
Максимальная глубина зондирования (зависит от свойств среды), см		35	20	15
Размеры, мм	Антенна	160 × 310 × 210 длина ручки – 1030	95 × 148 × 119	
	Блок управления	157 × 63 × 200		
	В упаковке	570 × 230 × 390	380 × 460 × 130	
Вес, кг	Антенна	без ручки – 2,0 с ручкой – 2,5	0,6	
	Блок управления	0.7		
	В упаковке	9	5,5	

Использование приборов серии Раскан абсолютно безопасно для оператора, санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.01.09.650.П.041358.10.05 от 19 октября 2005 года.