ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Пространственно-временной анализ шумового и электромагнитного загрязнения воздуха крупного промышленного города для задач оценки риска для здоровья населения

д.б.н., проф., Май Ирина Владиславовна Бапашов С.Ю.

## Оценка экспозиции – важнейший этап оценки риска



# International Society of Exposure Science

# NO e

## NO exposure –NO risk

## Международные конференции по оценке экспозиции

Atlanta, Georgia, США	1991 (1st)
Noordwijkerhout, Нидерланды	1995 (5th)
Athens, Греция	1999 (9th)
Charleston, South Carolina, США	2001 (11th)
Vancouver, <b>Канада</b>	2002 (12th)
Brassels, Бельгия	2004 (14th)
Paris, Франция	2006 (16 th)
Seoul, <b>Корея</b>	2010 (20 th)
Milan, <mark>Италия</mark>	2011 (21th)
Edinburg, Великобритания	2012 (22 th)
Basel, Швейцария	2013 (23 th)

## Уровни акустических воздействий на среду обитания человека остаются высокими



#### Россия:

- **⇒** в условиях шумового дискомфорта, выше 75 дБ, в настоящее время живет 35 млн. человек, или 30% городского населения страны;
- воздушные трассы из более 300 аэропортов проходят над населенными пунктами

### Украина:

**с**реднестатистический город Украины имеет площадь акустического дискомфорта примерно 40%

#### Белоруссия:

**э** в Минске и большинстве областных центров Беларуси, акустический дискомфорт испытывают от 17% до 40% городских жителей

#### Таджикистан:

**60-80%** населения Душанбе, Худжанда, Курган-Тюбе подвержены шумовому воздействию. Уровень городского шума достигает более 80-85 ДбА

## Растет электромагнитная нагрузка на среду обитания



На контроле Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Российской Федерации находится более чем 489 тыс. источников электромагнитных полей, из них 115,8 тыс. являются передающими радиотехническими объектами.

Зарегистрировано более **9,9 тыс**. объектов теле- и радиовещания, которые характеризуются передатчиков и расположением в пределах селитебных территорий.

Количество абонентов сотовой связи в Российской Федерации растет ежегодно и составило 242 млн 790 тыс. (число SIM-карт)<sup>1.</sup>

Проникновение сотовой связи в Москве на конец сентября 2013 г. составило **213,4%**;

в Санкт-Петербурге - 208%,

в регионах РФ - **164%** (по числу SIM-карт; по числу абонентов - 73%)



1. по данным аналитического отчета areнтства Advanced Communications & Media (AC&M)

# Пространственный анализ уровней загрязнения позволяет решить целый комплекс задач:



- оценивать уровень фактора сразу для значительного числа лиц
- выделять зоны с различным уровнем экспозиции, а следовательно - определять наиболее проблемные территории и зоны наибольшего благоприятствования
- оценивать численность населения под воздействием
- оптимизировать систему инструментальных наблюдений, концентрируя усилия на участках с наибольшими уровнями загрязнения
- обосновывать градостроительные и иные пространственные решения

# Формирование базы по источникам шума – первый шаг в оценке экспозиции



## Источники данных:

- техническая документация хозяйствующих субъектов (стационарные промышленные источники шума)
- <mark>паспортные данные</mark> типовых источников шума (транспорт, объекты соц-культбыта, пр.)
- данные литературы или специальных исследований (иные источники шума)

Дальнейшая обработка – в геоинформационной системе

Для привязки источников шума могут быть использованы готовые тематические векторные слои, подготовленные в ГИС, например в формате \*shp, с набором атрибутивных данных по каждому объекту. Например: земельные отводы, здания и сооружения, автодороги, ж/д дороги и т.д.



Выполнение акустических расчетов проводится с использованием специализированных программных продуктов, реализующих действующие нормативные документы на территории России(СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003) К таким программам относятся:

- программный комплекс «Эколог-Шум»(НПП «Интеграл», г. Санкт-Петербург)
- программный продукт ПК «Шум» (НПП Логус),
- APM «Акустика-3D» (ООО «Технопроект»); Возможно использование зарубежных программных комплексов









# Шумовая карта - разовая «фотография» акустической ситуации на конкретный момент или заданный период времени





Общая площадь авиационного «зашумления» в границах г. Перми составляет более 210 км<sup>2</sup>, в центральной части г.Перми – 19,66 км<sup>2</sup>. Под воздействием – около 200 тыс человек

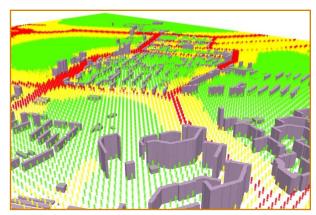
Сопряжена с адресным реестром, с базой данных ФОМС

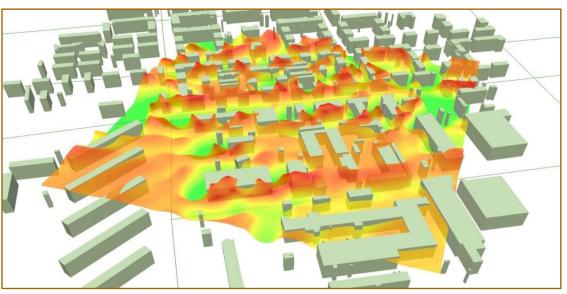
# Зоны акустического дискомфорта - до 60% жилых территорий

Адрес	до дома, м	Шум, дБ
Ш.Космонавтов, 90	90	60
Рабочая, 1	90	60
Челюскинцев, 4/1	30	64
Самолетная,с17ческие р	ас405 ш	ума <b>5</b> 9
Молодежная, 2	й дороги 52	72
1-я Бахаревская, 25	35	76

# 3D шумовая карта позволяет оценивать изменение акустической нагрузки по высоте



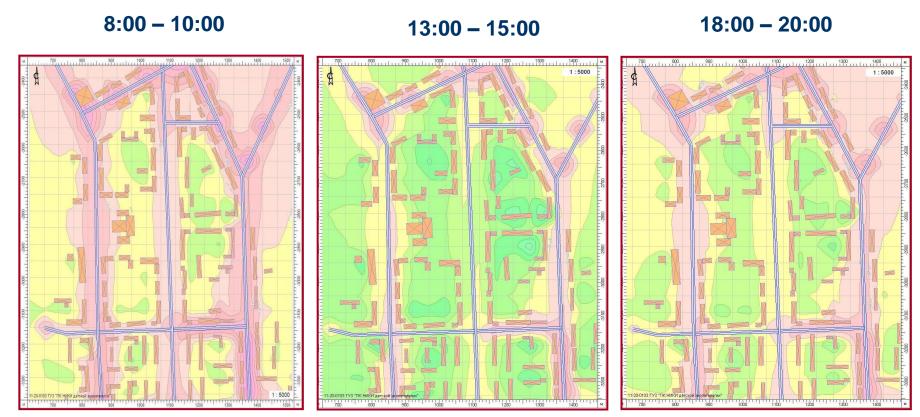






## Временной фактор – вторая составляющая экспозиции



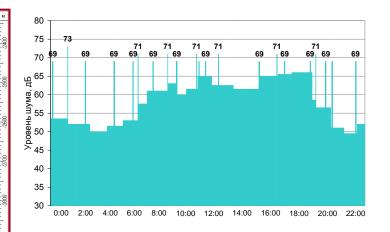


**Шумовая карта** - это динамическая система распределения шумовой нагрузки на территории с использованием массива данных о стационарных и передвижных источниках шума территории и интенсивности их функционирования во времени

## Расчет акустических доз выполняется через создание суточных сценариев шумовой нагрузки







$$L_{den} = \frac{L_{t1}^{i} \cdot p_{1} + L_{t2}^{i} \cdot p_{2} + ... L_{tn}^{i} \cdot p_{n}}{p_{1} + p_{2} + ... p_{n}}$$

«Методические рекомендации по оценке риска здоровью населения от воздействия транспортного шума»

MP 1.2.1.059 -12

## Суточная шумовая фотография

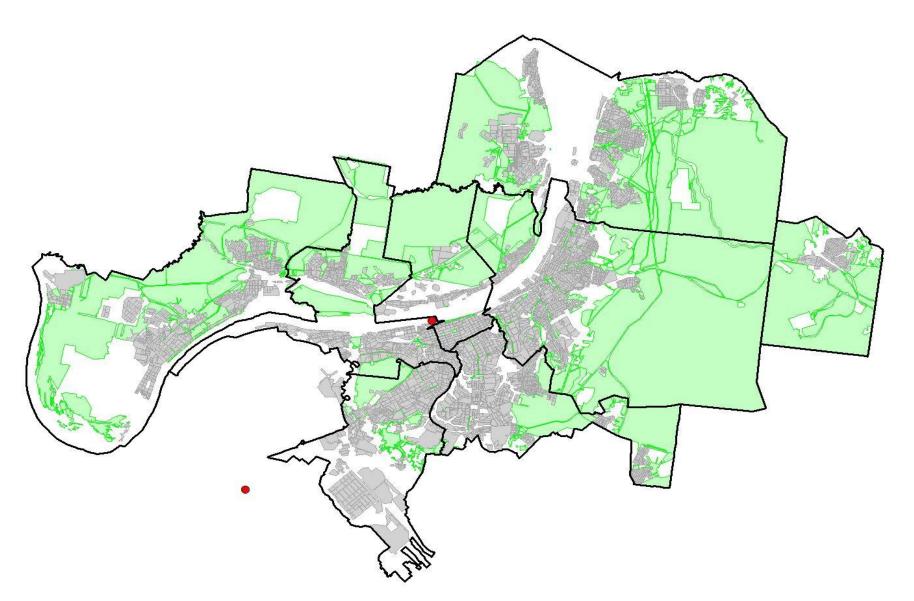


Экспозиция шума оценивается по результатам анализа хронологии и длительности шумовых событий на изучаемой территории

		Шум, дБ		Продолжи-	Доля
Время суток	Источник шума	Внешний		тельность	времени
	источник шума		проникающий	шумового	события от
		(Э)		события, мин	суток (р)
0:00-02:00	автотранспорт,	48	36	120	0,0830
	кафе, клубы				•
02:00-04:00	автотранспорт,	43	31	120	0,0830
	пасс. поезд	69	57	6	0,0042
	пролет самолета	75	63	4	0,0028
	автотранспорт	44,5	32,5	120	0,0830
04:00-06:00	пролет самолета	75	63	4	0,0028
	грузовой состав	71	59	7	0,0049
04.00-00.00	грузовой состав	71	59	7	0,0049
	пролет самолета	75	63	4	0,0028
	пасс. поезд	69	57	3	0,0021
06:00-08:00	автотранспорт,	49,6	37,6	109	0,0757
06.00-06.00	пасс. поезд	69	57	6	0,0042
08:00-10:00	автотранспорт,	58,5	46,5	199	0,1382
10:00-12:00	автотранспорт,	58,8	46,8	120	0,0830
10.00-12.00	пасс. поезд	69	57	3	0,0021
12:00-14:00	автотранспорт,	62,5	50,5	12	0,0083
14:00-16:00	автотранспорт,	61,5	49,5	120	0,0830
16:00-18:00	автотранспорт, кафе, клубы	56,2	44,2	120	0,0830
	автотранспорт,	62,8	43	115	0,0799
40.00.00.00	кафе, клубы		00	4	-
18:00-20:00	пролет самолета	75	63	4	0,0028
	пасс. поезд	69	57	3	0,0021
	грузовой состав	71	59	14	0,0097
20:00-22:00	автотранспорт, кафе, клубы	60,5	43,4	107	0,0743
	пролет самолета	75	63	4	0,0028
22:00-00:00	автотранспорт,	54,8			
	кафе, клубы		42,8	108	0,0750
	грузовой состав	71	59	7	0,0049
	пасс. поезд	69	57	3	0,0021
	пролет самолета	75	63	4	0,0028
Средневзвец	енный суточный шум	55,72			

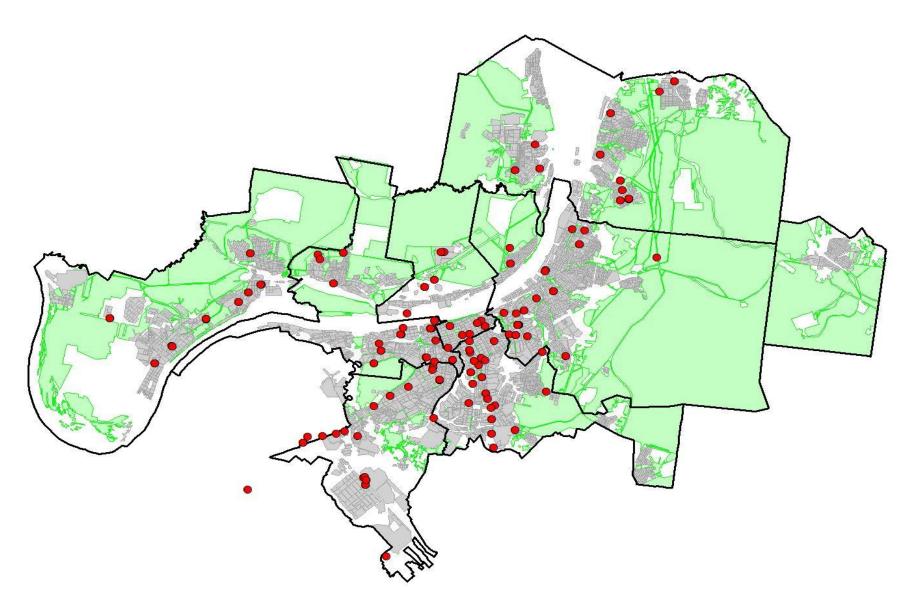
# Пространственная привязка источников ЭМП к электронной карте города





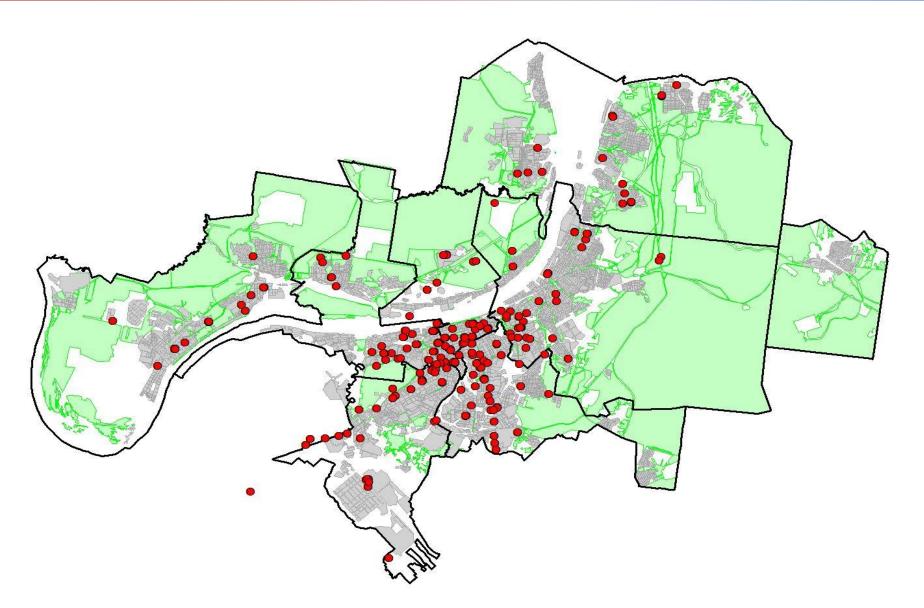
# Пространственная привязка источников ЭМП к электронной карте города





# Пространственная привязка источников ЭМП к электронной карте города









В качестве основы для выполнения оценки существующего уровня воздействия ЭМП был использован специализированный программный продукт «ПК АЭМО 4.0»

МУК 4.3.1167-02 "Определение плотности потока энергии электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц" МУК 4.3.1677-03 "Определение уровней электромагнитного поля, создаваемого излучающими техническими средствами телевидения, ЧМ радиовещания и базовых станций сухопутной подвижной радиосвязи".

# Порядка 80% всех расчетных точек характеризовались параметрами ЭМП в диапазоне 0,1-1ПДУ.



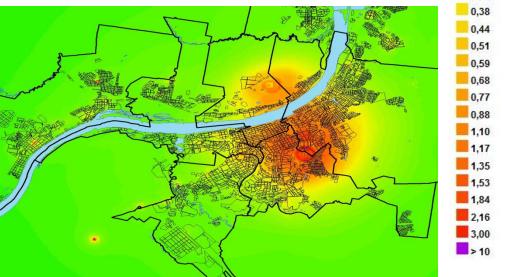
КБ

Высота 3 м (первые этажи зданий)

S >ПДУ установлена на площади 5,86 км<sup>2</sup> 0,0035 0,01 0.02 0,03 0,04 0.05 0,07 0,08 0.10 0,12 0,15 0,17 0.20 0.22 0,25 0,29 0,33

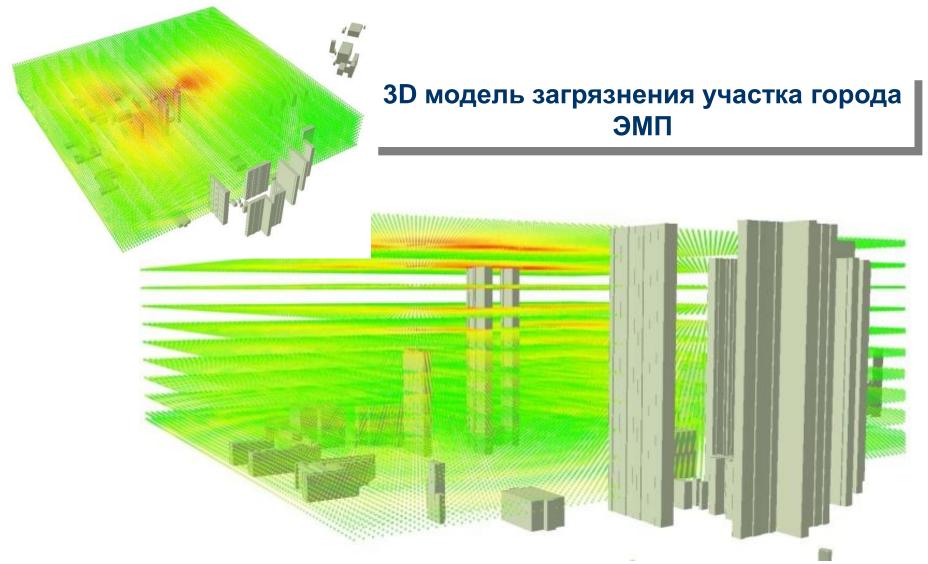
Высота 12 м (3-4 этажи зданий)

S >1ПДУ установлена на на площади 20,9 км2,



## С увеличением высоты до 18 м отмечали рост ЭМП



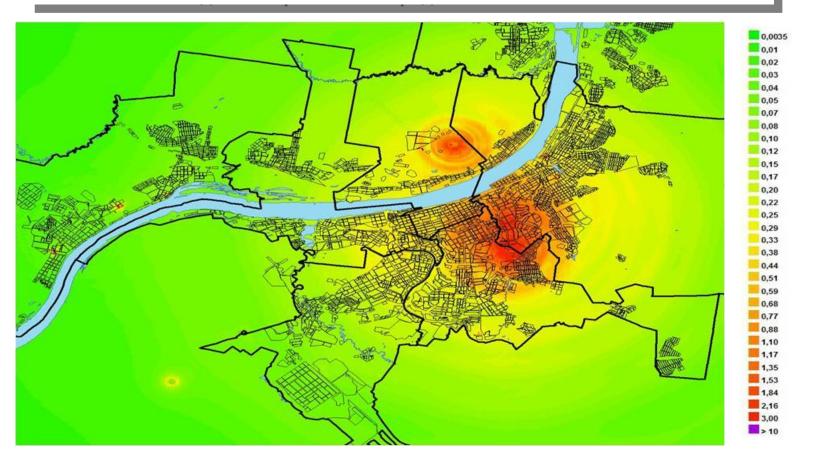


## На высоте 18 м были установлены максимальные уровни ЭМП, что было подтверждено инструментальными исследованиями



Высота 18 м (6-7 этажи зданий) S >1ПДУ установлена на площади 35,4 км², где расположено более 1000 домов. Проживает порядка 145 тыс. человек

КБ



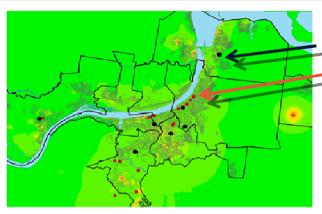
Задача – оценка временных изменений

$$\vec{9}\vec{9} = \frac{\vec{9}\vec{9}_{j_1}^i \cdot p_1 + \vec{9}\vec{9}_{j_2}^i \cdot p_2 + ... \vec{9}\vec{9}_{j_n}^i \cdot p_n}{p_1 + p_2 + ... p_n}$$

## Сопряжение инструментальных и расчетных данных – путь к снижению неопределенности при оценке экспозиции



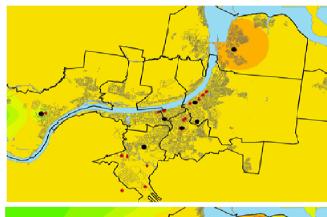
Расчет рассеивания

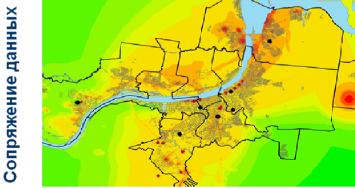


Точки мониторинга

- Точки измерений для верификации

Данные постов наблюдения, интерэкстраполяция методом обратных расстояний





 $1) K_i = \frac{C_i^p}{C_i^y}$ 

В точке размещения поста

**2)**  $K(x, y) = a_0 + a_1 x + a_2 y$  В границах треугольника,

полученного

методом Делоне

**4)**  $C^r(x,y) = K(x,y) \cdot C^p(x,y)$ 

**3)**  $k_i = K(x_i, y_i) = a_0 + a_1 x_i + a_2 y_i$ 

Май И.В., Клейн С.В., Чигвинцев В.М., Балашов С.Ю.

Методические подходы к повышению точности оценки экспозиции населения на основе сопряжения расчетных и натурных данных о качестве атмосферного воздуха

// Анализ риска здоровью. № 4, 2013

## Погрешности прогноза приземных концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе г. Перми (штиль, скорость ветра 0-0,5 м/с, температура воздуха 25-26°С)



$ \overline{\Delta} $			14	$oldsymbol{\Delta}$ (абсолютная ошибка прогноза), ПДК $_{ ext{\tiny M.p.}}$ .		
Номер точки	Координаты точки		Измеренное значение, доли ПДК м.р.	Расчетный метод	Аппроксимация данных постов методом обратных расстояний	Аппроксимация методом сопряжения расчетных и натурных данных
точка 1	2572	888	1,1000	0,6629	-0,175	0,160
точка 2	3854	1641	1,3200	1,1085	0,511	0,418
точка 3	4395	2285	2,4000	1,1200	1,003	-0,242
точка 4	4884	2883	1,9200	1,0300	0,520	0,200
точка 5	-1086	-305	2,1500	0,8800	0,510	0,290
точка 6	-1926	-547	2,1440	1,5559	0,282	-0,225
точка 7	1671	-1835	0,9500	1,1928	0,710	0,360
точка 8	1915	-1529	1,4500	0,7800	-0,240	0,400
точка 9	-3475	-9303	1,2700	0,9868	-0,429	0,240
точка 10	-7050	-7700	1,4200	1,3041	-0,054	-0,180
точка 11	-6275	-7825	1,9100	1,4654	-0,680	-0,192
точка 12	-7007	-13389	1,3500	1,0912	0,450	0,150
точка 13	-3779	-12804	2,1500	1,3200	-0,590	0,294
точка 14	-11580	2690	1,1000	0,1100	-0,365	-0,240
Средняя абсолютная ошибка ()			1,043	0,465	0,255	
Среднее квадратичное отклонение ( σ)			1,101	0,521	0,2681	

## Основные направления дальнейших исследований



- оптимизация сбора данных об источника опасности. Создание общедоступных, постоянно актуализируемых баз данных параметров источников
- исследование изменчивости параметров источников во времени
- изучение временных характеристик контакта разных контингентов с факторами опасности
- совершенствование методов сопряжение расчетных и натурных данных с целью снижения неопределенностей при оценке экспозиции
- расширение практики применения ГИС-технологий для задач оценки экспозиции и оценки риска

# Спасибо за внимание Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» 21-23 мая 2014 г. Пермь