



**ФГБУ «НИИ экологии человека и гигиены
окружающей среды им. А.Н. Сытина»
Минздрава России**



Оценка риска здоровью как системообразующий фактор при изучении химического загрязнения объектов окружающей среды

*академик РАН Рахманин Ю.А.
д.м.н., профессор Синицына О.О.*

«Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения
при воздействии факторов среды обитания»

г. Пермь, 21–23 мая 2014 г.



Источники возникновения и виды рисков здоровью

“Гены заряжают оружие. Образ жизни и факторы окружающей среды нажимают на курок.” Dr. Elliot Joslin



ВОЗ, 2011:

воздействие **отдельных химических веществ**, находящихся в окружающей и производственной среде, **обусловило в 2004 г. в мировом масштабе 4,9 млн. случаев смерти** (8,3% от общего числа) и **86 млн. лет жизни**, утраченных в результате смертности и инвалидности

REACH, 2012:

- на европейском рынке присутствует около **150 тыс. соединений**
 - в токсикологическом плане изучено около **15%** из них
- прогнозируется, что в период до **2050 г.** рынок химических веществ будет ежегодно расти **на 3%**



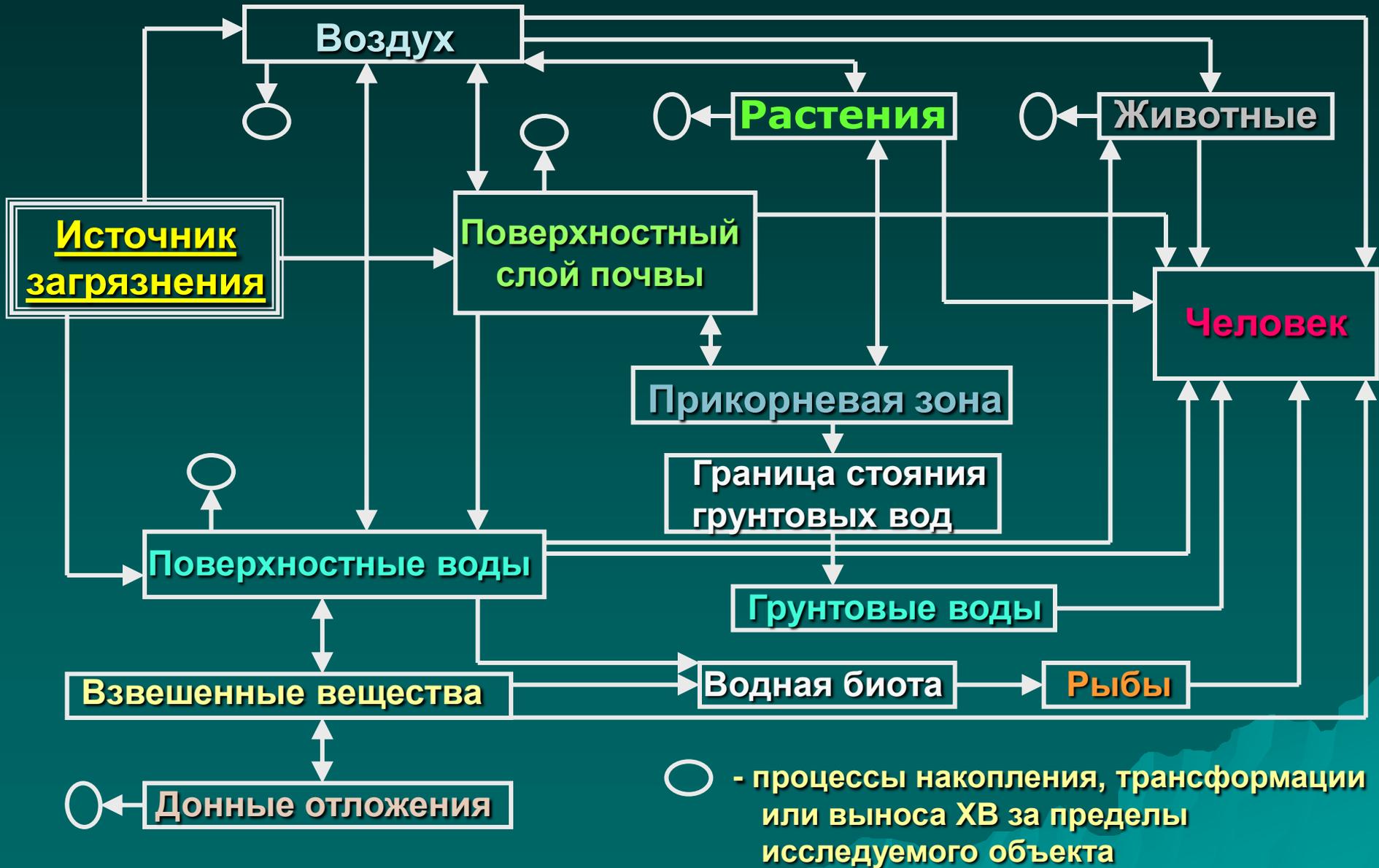
Международный саммит «Rio+20» *«Будущее, которое мы хотим»:*

«Бремя и угрозы неинфекционных заболеваний создают главную проблему устойчивому развитию в 21 веке, а сокращение **химического загрязнения оказывает положительное влияние на здоровье»**





Основные пути транспорта ХВ в ОС и поступления в организм человека





Десять химических соединений или их групп, являющихся главной проблемой здравоохранения при изучении влияния окружающей среды на здоровье (ВОЗ)





Основные группы болезней, связанные с химическим воздействием

Приоритетные химические соединения	Группы болезней
Взвешенные частицы (PM10, PM2,5), азот диоксид, озон	Заболевания сердечно-сосудистой системы и болезни органов дыхания
Мышьяк	Онкологические, сердечно-сосудистые и эндокринные заболевания, психоневрологические нарушения и нарушения развития, заболевания
Асбест	Заболевания органов дыхания, онкологические заболевания
Бензол	Заболевания крови, онкологические заболевания
Кадмий	Заболевания опорно-двигательного аппарата, мочеполовой системы, сердечно-сосудистой системы
Диоксины	Онкологические и эндокринные заболевания
Фториды	Заболевания костной системы
Свинец	Психоневрологические нарушения и нарушения развития, сердечно-сосудистые и эндокринные заболевания, заболевания крови, мочеполовой системы и опорно-двигательного аппарата
Ртуть	Сердечно-сосудистые и неврологические заболевания
Пестициды	Заболевания органов дыхания и сердечно-сосудистые заболевания, онкологические заболевания

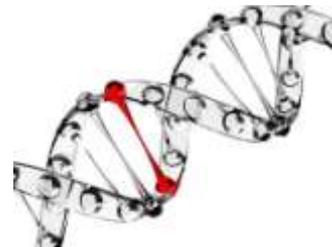


Проблемы оценки влияния факторов окружающей среды на здоровье человека



Сложность выявления этиологической роли факторов окружающей среды обусловлена:

- многофакторностью и многообразием путей воздействия;
- полиэтиологической природой многих неинфекционных заболеваний человека;
- практическим отсутствием различий в клинической картине “обычных неинфекционных заболеваний” от патологий, обусловленных воздействием факторов окружающей среды.





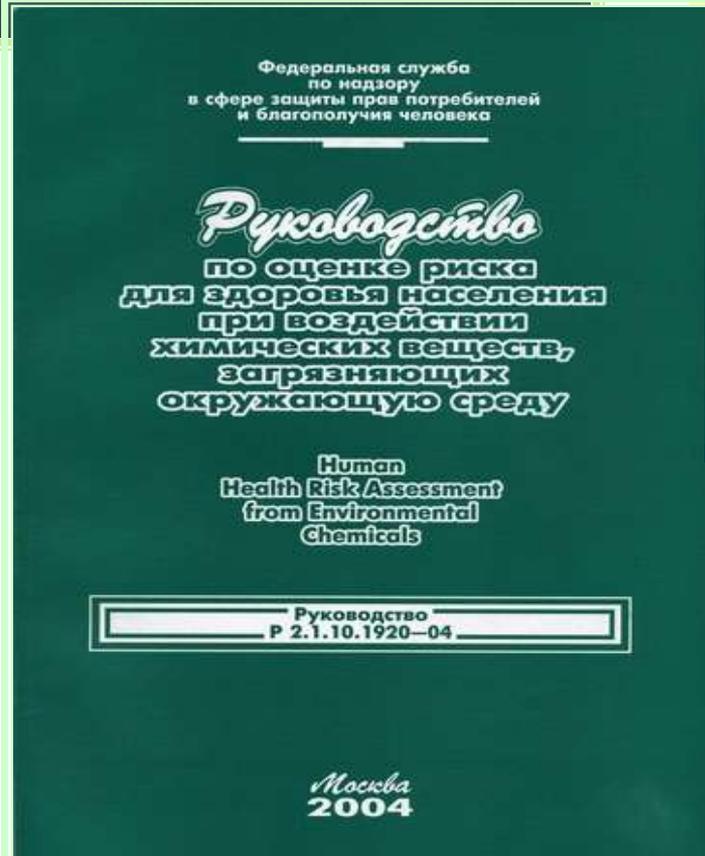
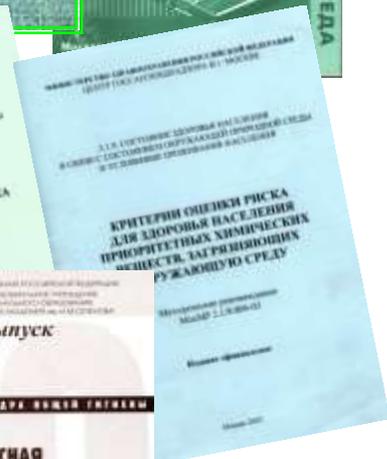
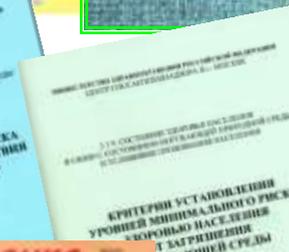
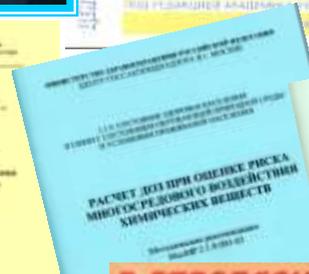
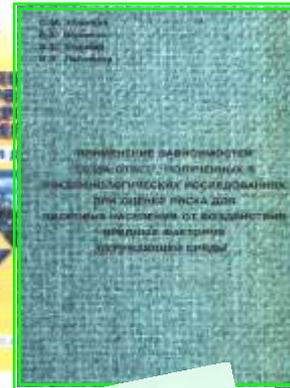
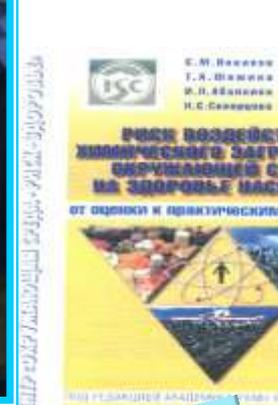
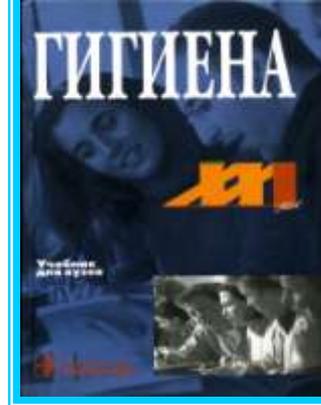
Основные стадии внедрения методологии оценки риска в России



Года	Мероприятия
1993-1995	Семинары по оценке риска здоровью, организованные при поддержке Агентства международного развития США (US AID)
1996 -1998	Проекты по экологической политике и экономике природопользования (Гарвардский Институт Международного развития, US AID)
1997	Постановление Главного государственного санитарного врача РФ «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации»
2000	Постановление Правительства РФ от 01.06.2000 г. №426 «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге (СГМ)»
2001	Проблемная комиссия «Научные основы комплексной оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека» на базе НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина
2002	«Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., и соавт.)
2004	Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04)
2010- ...???	Проект новой редакции Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду

ОСНОВЫ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Москва 2002 г



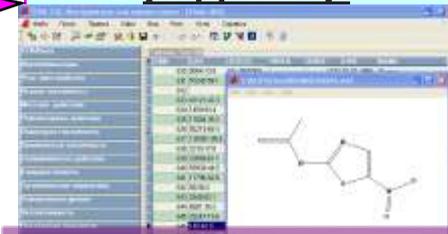
- Более
- 100 публикаций,
 - 10 книг и монографий,
 - 20 методических документов и компьютерных программ



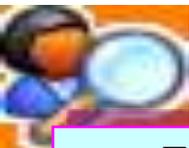
Основные модули компьютерной системы TERA (Tools for Environmental Risk Assessment)



Химический редактор



Ввод структурных формул, их кодирование, просмотр



Поиск информации TERAbase



Экспорт информации и создание отчетных форм



Дополнительные информационные модули:
более 200 взаимосвязанных специализированных баз данных

Расчетные модули:

- Физико-химические свойства
- Поведение и транспорт в ОС
- Расчет различных рисков
- Расчет многосредового риска
- Расчет эпидемиологических рисков
- Оценка ущерба здоровью





Оценка риска здоровью населения воздействия химических факторов окружающей среды (1998-2013 гг.)

г.Москва, г.С.-Петербург, Московская, Самарская,
Воронежская, Свердловская, Архангельская области,
Краснодарский край, гг. Липецк, Череповец,
Новокузнецк, Оренбург, Ангарск, Волгоград, Нижний
Новгород, Великий Новгород, Саяногорск и др.

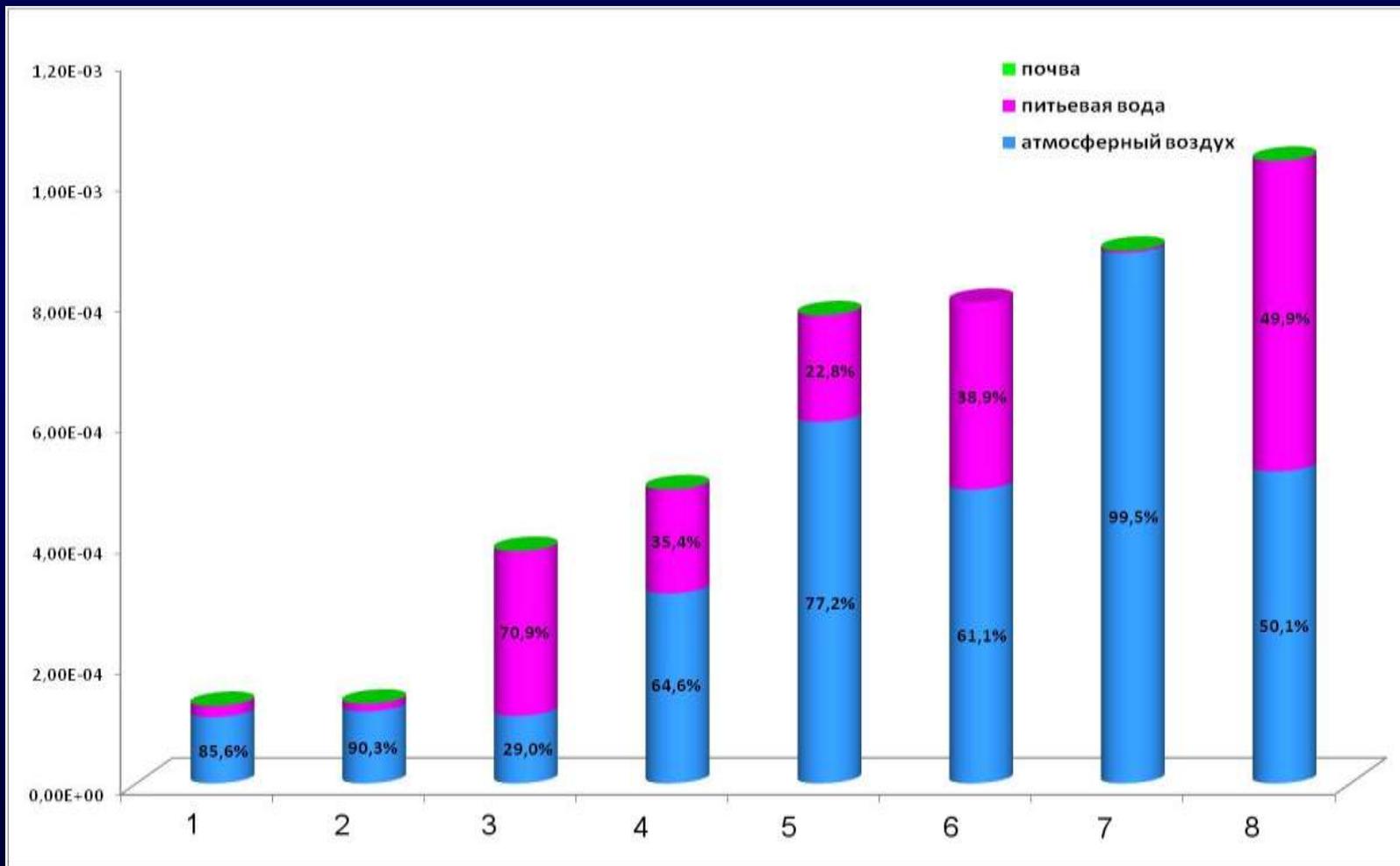
(более 40 объектов)





СУММАРНЫЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ КАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК ЗДОРОВЬЮ*

в 8-ми городах N-края с учетом многосредового воздействия
(по данным мониторинга окружающей среды в 2007 - 2011 гг.)



* С.Л.Авалиани, С.М.Новиков и соавт. (2012)



Величина многосредового риска здоровью с учетом региональных факторов экспозиции городского населения в зоне влияния алюминиевого производства

* С.Л.Авалиани, С.М.Новиков и соавт. (2012)

Вещество	Воздух	Питьевая вода	Почва	Итого:
Бензо(а)пирен	3,95 E-11	2,74 E-6	2,32E-9	2,74E-6
Бенз(а)антрацен	5,50 E-12	2,42 E-5	5,90E-9	2,42E-5
Бензо(б)флуорантен	4,43 E-12	2,40 E-5	8,44E-10	2,40E-5
Бензо[к]флуорантен	1,24 E-14	2,39 E-8	1,05E-12	2,39E-8
Индено(1,2,3-с,d)	2,13 E-12	2.70 E-6	3,05E-11	2,70E-6
Хризен	2,20 E-14	2,35 E-5	9,94E-10	2,35E-5
Дибенз(а,h)антрацен	3,87 E-12	2,36 E-5	3,02E-10	2,36E-5
Свинец	2,81 E-10	-	1,29E-8	1,29E-8
Итого:	3,36 E-10	1E-4	2,24E-8	1,01E-4

При расчете учитывались все возможные пути поступления в организм из каждой среды (например, из воды или почвы – ингаляционно, наочно, перорально).



Количество населения с разной степенью канцерогенного риска от выбросов автотранспорта на территории Москвы в зоне влияния 3-го транспортного кольца*

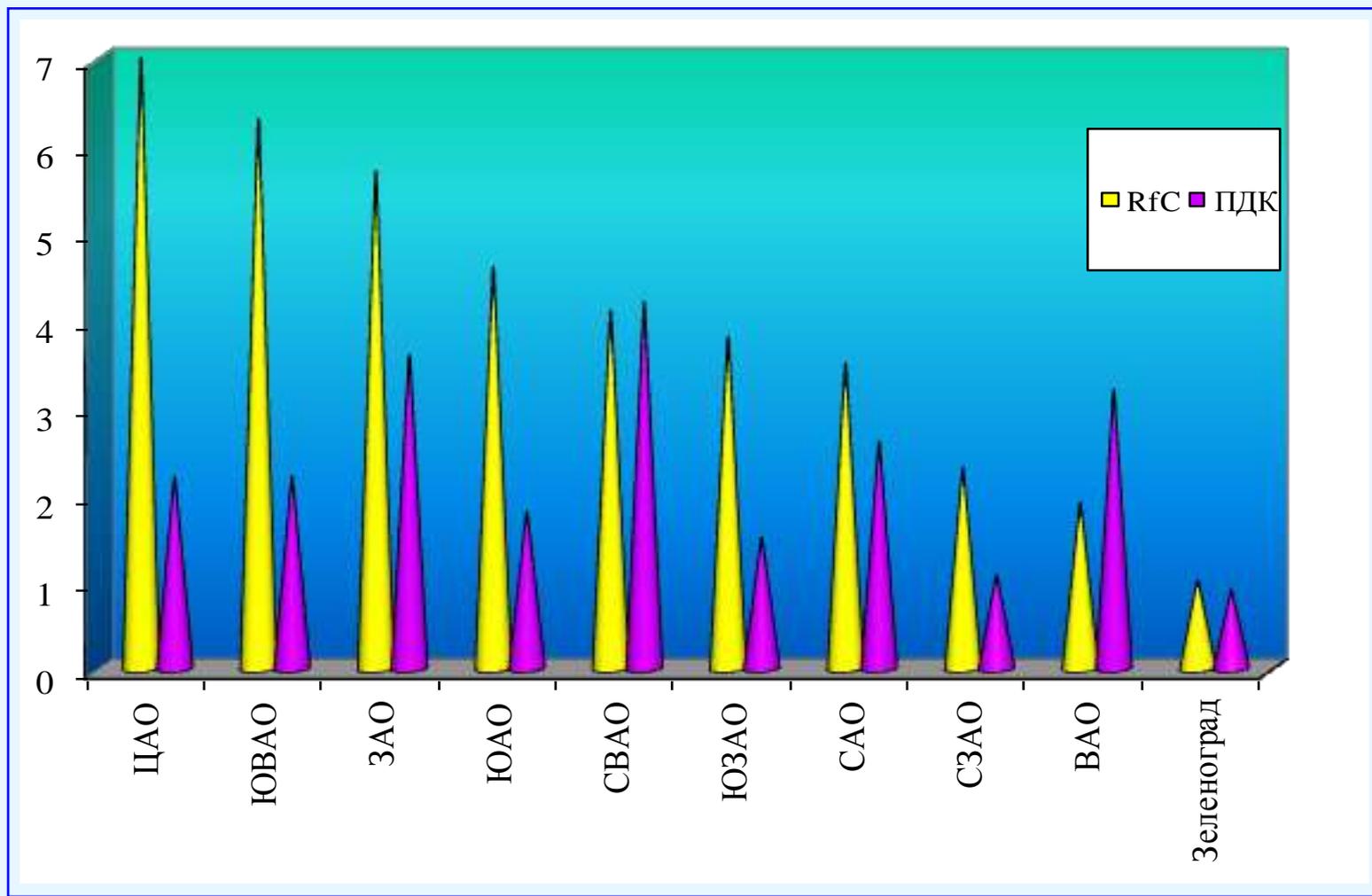


Количество населения	Уровень индивидуального канцерогенного риска
1 255 000 (42,8 %)	Небольшое превышение допустимого - менее 3.0×10^{-4}
1 128 000 (38,5%)	Средний - от 3.0 до 6.0×10^{-4}
343 000 (11,7 %)	Высокий - от 6.0 до 9.9×10^{-4}
204 000 (7%)	Абсолютно недопустимый более 1.0×10^{-3}
Всего населения - 2 млн 930 тысяч человек	

* С.Л.Авалиани, С.М.Новиков и соавт. (2013)



Суммарный неканцерогенный риск влияния на сердечно-сосудистую систему по административным округам г.Москвы (ингаляционное воздействие бензола, фенола, углерода оксида)*



* С.Л.Авалиани, С.М.Новиков и соавт. (2012)



Оценка неканцерогенного риска гипотетического воздействия приоритетных загрязнений атмосферного воздуха г. Москвы на уровне 0,5 ПДК

Вещество	Классификация канцерогенной опасности		ПДКс.с., мг/м ³	Референтная концентрация (RfC)	Среднегодовая концентрация, мг/м ³	Коэффициент опасности (неканцерогенный риск)	
	IARC	EPAC				ПДКс.с.	RfC
Марганец	-	-	0,001	5,00E-05	0,0005	0,50	10
Медь оксид	-	-	0,002	2,00E-05	0,001	0,50	50
Никель оксид	1	A	0,001	2,00E-05	0,0005	0,50	25
Свинец	2A	B2	0,0003	0,0005	0,00015	0,50	0,3
Хром (VI)	1	A	0,0015	0,0001	0,00075	0,50	7,5
Мышьяк	1	A	0,0003	3,00E-05	0,00015	0,50	5
Сера диоксид	3	-	0,05	0,02	0,025	0,50	1,25
Углерод оксид	-	-	3	3	1,5	0,50	0,5
1,3-Бутадиен	1	A/B2	1	0,002	0,5	0,50	250
Бензол	1	A	0,1	0,03	0,05	0,50	1,67
Бензо(а)пирен	1	B2	1,00E-06	1,00E-06	5,00E-07	0,50	0,5
Тетрахлорметан	2B	B2	0,7	0,1	0,35	0,50	3,5
Формальдегид	1	B1	0,003	0,009	0,0015	0,50	0,17



Гармонизация нормативов содержания веществ в атмосферном воздухе с международными требованиями

К концу 2013 г. разработано **100 гармонизированных нормативов**, включая **35 для наиболее распространенных загрязнений** атмосферного воздуха, **рекомендуемых ВОЗ для стран Европы**, а также усовершенствована структура проекта ГН «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

№ п/п	Наименование вещества	CAS	ПДК м. р.			ПДК с.с.	ПДК с.г. *		
			Рефлект	Резорбт	Поражаемые органы/ системы	Резорбт	Резорбт	Канцероген	Поражаемые органы/ системы
49	Марганец и его соединения	7439-96-5	-	0,00017	ЦНС	0,0001	0,00005	-	ЦНС, органы дыхания
62	Свинец и его неорг. соед.	7439-92-1	-	0,001	ЦНС	0,0003	0,00015	0,0008	ЦНС, кровь, развитие, репрод., рак
94	Эпихлор-гидрин	106-89-8	0,005	1,3	Органы дыхания, глаза	0,003	0,001	0,008	Органы дыхания, глаза, рак

* Среднегодовой норматив с учетом канцерогенного действия приведен на уровне допустимого (приемлемого) риска, равного 1×10^{-5}



Методическая схема WHO/ICSP для оценки риска при комбинированном воздействии химических веществ

- Предполагает **рутинную оценку риска на начальных этапах** на основе **Порогов токсикологической значимости (ТТС)** [Munro I. et al., 1999] с постепенным ее усложнением с учетом воздействия на определенные органы и системы и механизмов действия (4 уровня)
- Основана на оценке степени аддитивного воздействия (синергизм? антагонизм? потенцирование?)
- Один из **первых международных документов**, посвященных оценке риска **комбинированного воздействия химических смесей**



Формулирование проблем для оценки комбинированного воздействия
 Каков характер воздействия?
 Вероятна ли экспозиция, принимая во внимание ситуацию?
 Существует ли вероятность совместной экспозиции в значимые временные рамки?
 Каковы основания для рассмотрения соединений в исследуемой группе веществ?





Порог токсикологической значимости (ТТС)

4 значения для оценки риска

✓ Базируется на химической структуре вещества и данных о токсичности ранее изученных веществ, для которых установлены **NOEL per os**

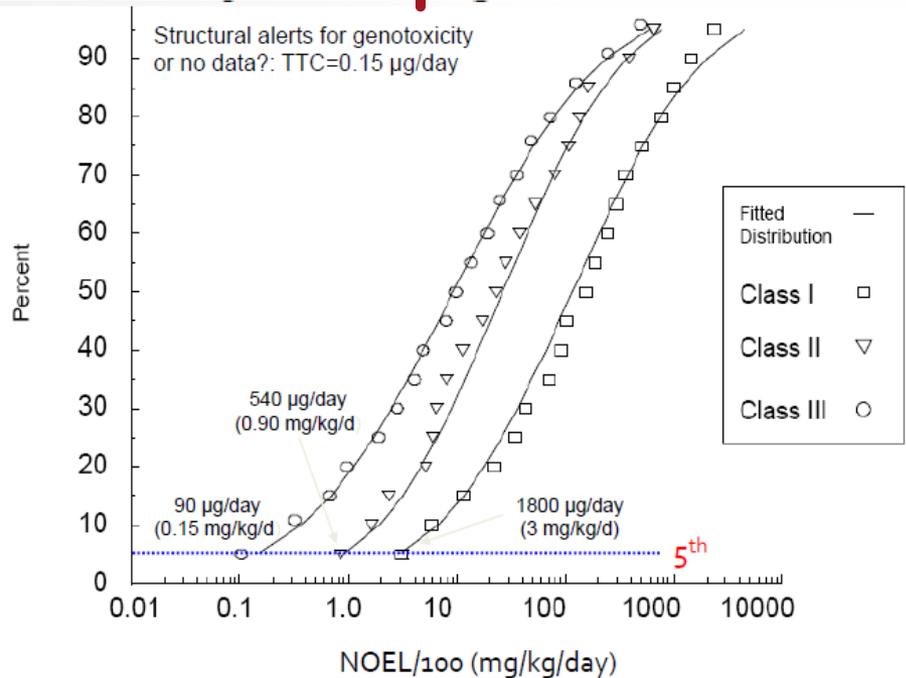
✓ 3 класса веществ по классификации Крамера [Cramer G.M. et al., 1978]

➤ 1-й класс (простая химическая структура и эффективный метаболизм) – **30** мг/кг массы тела/день

➤ 2-й и 3-й классы – **1,5** мг/кг массы тела/день

✓ Вещества, имеющие структуру, характерную для **генотоксичных веществ** – **0,0000025** мг/кг массы тела/день

✓ Органофосфаты и карбаматы (вещества с антихолинэстеразной активностью) – **0,0003** мг/кг массы тела/день





Оценка риска при комбинированном воздействии химических

веществ*

M.E. (Bette) Meek^a, Alan R. Boobis^b, Kevin M. Crofton^c, Gerhard Heinemeyer^d, Marcel Raaij^e, Carolyn Vickers^f

^a McLaughlin Centre, Institute of Population Health, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada

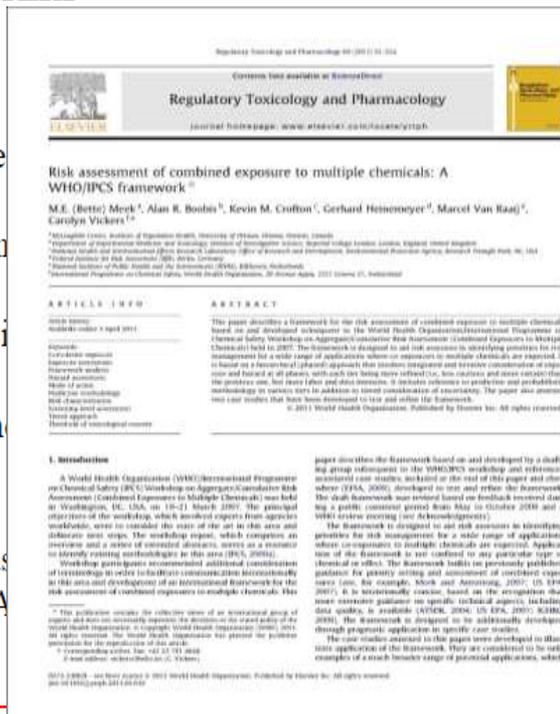
^b Department of Experimental Medicine and Toxicology, Division of Investigative Science, Imperial College London, London, England, United Kingdom

^c National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Office of Research and Development, Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA

^d Federal Institute for Risk Assessment (BfR), Berlin, Germany

^e National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, Netherlands

^f International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland



* перевод материалов ВОЗ сделан специалистами Федерального государственного бюджетного учреждения "НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина" Министерства здравоохранения России к.м.н. Скворцовой Н.С., к.т.н. Кислицыным В.А., д.м.н. Синуцыной О.О., д.м.н. Жолдаковой З.И.

Резюме

В этом документе описана методическая схема оценки риска комбинированного воздействия нескольких химических веществ, разработанная на основе материалов семинара по оценке агрегированного/кумулятивного риска¹ (Комбинированное воздействие нескольких химических веществ), организованного ВОЗ и ИПС, который состоялся в 2007 г. Методическая схема предназначена для помощи специалистам по оценке риска в расстановке приоритетов при





Основные химические вещества, загрязняющие воздушную среду современных жилых и общественных зданий [Губернский Ю.Д. и соавт., 2012]

№	Вещество	Кл. опасности	Частота обнаружения	Превышение ПДК		Источники загрязнения
				Кратность	% помещений	
1	Формальдегид	2	90%	1,1-6,2	65	Мебель, отделочные и строительные материалы
2	Стирол	2	80%	1,5-16,0	58	Отделочные и строительные материалы, быт. техника
3	Фенол	2	50%	1,3-12,0	28,0	Отделочные и строительные материалы, дез. средства
4	Этилбензол	3	60%	1,3-6,5	10,7	Атмосферный воздух, отделочные и строительные материалы
5	Бензол	2	55%	1,0-3,9	10,7	Лаки, краски, бытовой газ, атмосферный воздух
6	Ацетофенон	3	60%	1,0-5,0	35,0	Мебель, смолы, парфюмерия
7	Гексаналь	3	70%	1,2-10,3	32,1	Мебель, лаки, краски, строит. материалы, парфюмерия
8	Изопропанол	3	50%	1,5-2,0	10,7	Бытовая химия, лаки, краски
9	Оксиды азота	2	70%	1,2-3,6	14,3	Бытовой газ, атмосферный воздух
10	Оксид углерода	4	90%	1,3-2,2	20,8	Бытовой газ, атмосферный воздух



Гигиенические нормативы отдельных химических загрязнений воздуха жилых и общественных помещений

Вещества	Рекомендации ВОЗ	Россия
Формальдегид	0,1 мг/м ³ в среднем за 30 мин	0,01 мг/м ³
Бензол	0,001 мг/м ³ риск лейкоза 6×10^{-6}	0,1 мг/м ³
Нафталин	0,01 мг/м ³	0,007 мг/м ³
Оксид углерода	100 мг/м ³ – 15 мин 35 мг/м ³ – 1 час 10 мг/м ³ – 8 час 7 мг/м ³ – 24 часа	3,0 мг/м ³
Диоксид азота	0,2 мг/м ³ – в среднем за 1 час 0,04 мг/м ³ – в среднем за год	0,04 мг/м ³
Трихлорэтилен	0,23 мг/м ³ избыточный риск $1:10^5$	1,0 мг/м ³
Тетрахлорэтилен	0,25 мг/м ³ – в среднем за 1 год	0,06 мг/м ³

**«Основы государственной политики
в области обеспечения химической и
биологической безопасности
Российской Федерации на период до
2025 года и дальнейшую
перспективу»**

Утверждены Президентом Российской Федерации 01 ноября 2013 г. № Пр-2573





«Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу»

- ▶ Впервые в России в юридическом документе такого высокого уровня подчеркнуто, что основным критерием совершенствования мер государственного регулирования проведения мероприятий по последовательному снижению на территории страны негативного воздействия на население и окружающую среду опасных химических и биологических факторов является "достижение уровней **приемлемого риска**".



Приемлемый риск

- ▶ уровень *риска развития неблагоприятного эффекта*, который *не требует принятия дополнительных мер* по его снижению, и оцениваемый как *незначительный по отношению к рискам*, существующим в повседневной деятельности и жизни населения

$$Risk = f(C, E, T)$$



Классификация уровней риска

Уровень риска	Канцерогенный риск	Неканцерогенный риск		Оздоровительные мероприятия по снижению риска
		Коэффициент опасности (HQ)	Индекс опасности (HI, TI)	
Высокий (неприемлемый)	$> 1 \times 10^{-3}$	>3	>6	Срочные мероприятия
Настораживающий	$1,0 \times 10^{-4} - 1,1 \times 10^{-3}$ питьевая вода: $1,0 \times 10^{-5} - 1,1 \times 10^{-3}$	1,51-3,0	3,1 – 6,0	Постоянный контроль. Плановые мероприятия
Приемлемый	$1,0 \times 10^{-6} - 1,1 \times 10^{-4}$ питьевая вода: $1,0 \times 10^{-6} - 1,1 \times 10^{-5}$	0,11-1,5	1,1 – 3,0	Постоянный контроль, дополнительные мероприятия
Минимальный	1×10^{-6} и менее	0,1 и менее	1,0 и менее	Периодический контроль



**Проект Концепции
федеральной целевой программы
«Национальная система
химической и биологической
безопасности Российской
Федерации (2015-2020 годы)»»**



Приоритетные направления ФЦП ХББ

1. Мониторинг химических и биологических рисков
2. Совершенствование государственного управления в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации
3. Развитие ресурсного обеспечения (сил и средств) функциональных элементов национальной системы химической и биологической безопасности
4. Нейтрализация химических и биологических угроз, предупреждение и минимизация рисков негативного воздействия химических и биологических факторов, повышение защищенности населения и окружающей среды

Координационно-аналитический центр по обеспечению химической и биологической безопасности

- ▶ **«Отсутствие должной координации и дублирования отдельных направлений деятельности в области обеспечения химической и биологической безопасности ведет к нерациональному и неэффективному расходованию средств федерального бюджета. Одной из важнейших задач совершенствования государственного управления является развитие деятельности координационно-аналитического центра по обеспечению химической и биологической безопасности, условия для функционирования которого создаются на базе профильного учреждения Минздрава России»**



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ