

(3B) Методология оценки риска здоровью и статистические методы анализа данных

3B Methodologies for public health risk assessments and
statistical methods for analyzing data

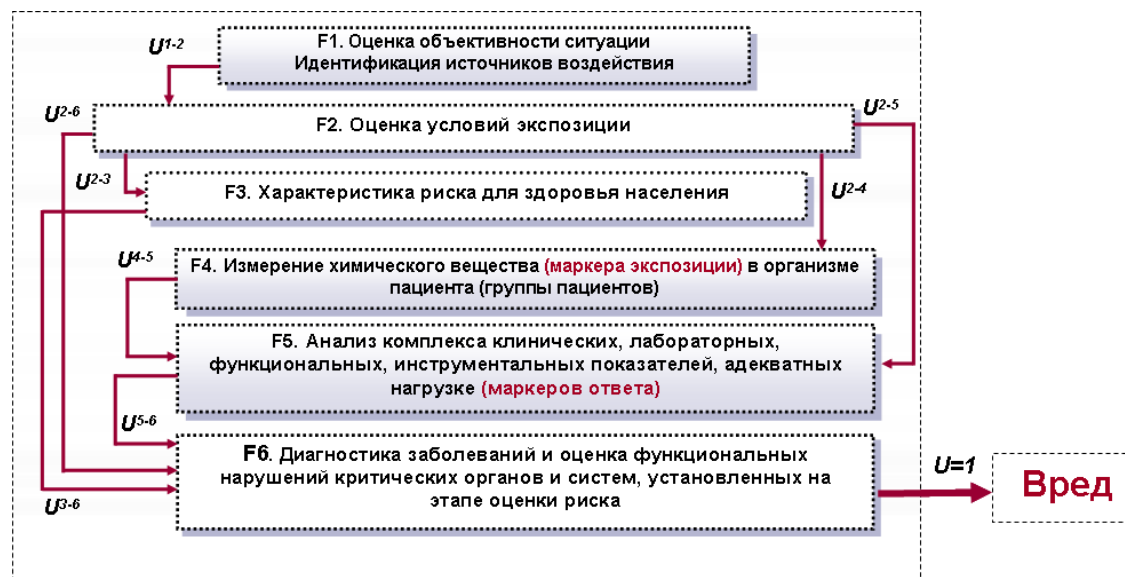
Вековшина Светлана Анатольевна
Svetlana Vekovshinina

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

**The Federal Science Center for Public Health Care and the
Management of Risks to Human Wellness**

F3. Характеристика риска для здоровья населения

F3. Characterizing risks to human health



Правовая основа оценки риска в РФ

Legal Bases for Assessing Risk in Russia

Главный государственный
санитарный врач
Российской Федерации
N 25 от 10.11.97

Главный государственный
инспектор Российской Федерации
по охране природы
N 03-19/24-3483 от 10.11.97

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

"ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

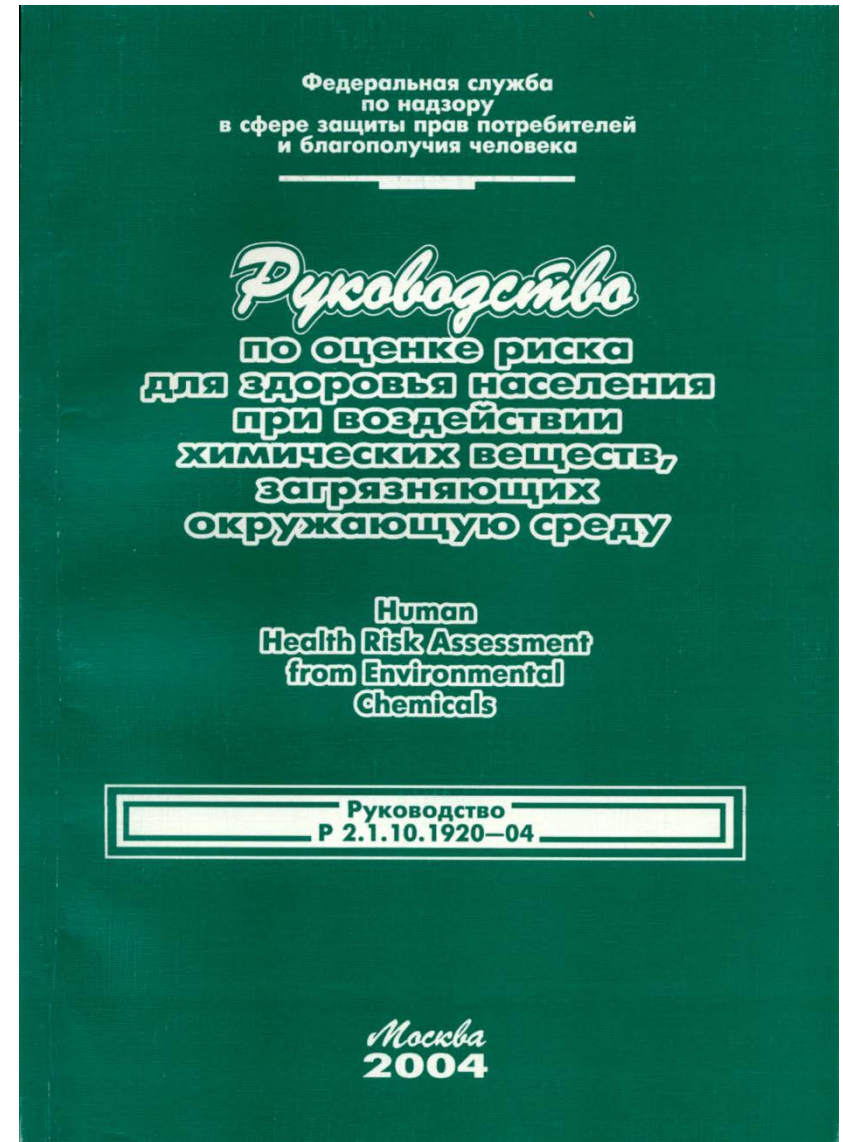
В соответствии с Законами Российской Федерации "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", "Об охране окружающей природной среды" в Российской Федерации проводится большая работа по анализу и предупреждению вредного влияния факторов окружающей среды на здоровье населения.

To: The Head Federal Physician
for Russian Public Health
N 25, dated: Nov. 10, 1997

From: The Chief State Environmental
Inspector for the Russian Federation
N 03-19/24-3483, dated: Nov. 10, 1997

DECISION TAKEN ON "THE PROPER USE OF METHODOLOGIES FOR
ASSESSING RISKS TO THE ENVIRONMENT AND PUBLIC HEALTH IN RUSSIA"

In accordance with the Russian laws entitled: "On the Health and Well-being of the Population" and "On Protecting the Environment" there should be large-scale work performed to analyze and prevent negative impacts both on the general environment and on the health of Russian citizens.



Алгоритм количественной оценки неканцерогенного риска здоровью населения

Algorithms for quantifying non-carcinogenic health risks

Идентификация опасности **Identifying Hazards**

Оценка экспозиции **Assessing Exposure**

Оценка зависимости «доза-ответ» **Assessing Dose-Response**

Проведение эпидемиологических исследований
Epidemiological and Health Research

Оценка неканцерогенного риска (полуколичественный анализ)
**Assessment of carcinogenic risks
(semi-quantitative analysis)**

Обоснование реперных уровней экспозиции по критерию отсутствия связи с ответом (математическое моделирование зависимости «экспозиция – отношение шансов ответа»)
Establishing reference levels for exposure based on criteria that there has been no response (mathematical modeling for finding possible ties between exposure and response)

Верификация референтных уровней экспозиции по критерию отсутствия связи с ответом (математическое моделирование зависимости «коэффициенты опасности – отношение шансов ответа»)
Verification of reference levels for exposure based on the criteria that there is no response (mathematical modeling of ties between hazard co-efficients and the probability of response)

Обоснование факторов наклона зависимости «экспозиция – вероятность ответа» при уровнях экспозиции выше референтных (математическое моделирование зависимости «экспозиция – вероятность ответа»)
Factors for determining ties between “exposure and the likelihood of response” at exposure levels > reference levels (mathematical modeling for finding probable ties between exposure and response)

Обоснование факторов наклона зависимости «коэффициенты опасности – вероятность ответа» при уровнях экспозиции выше референтных (математическое моделирование зависимости «коэффициенты опасности – вероятность ответа»)
Factors for determining the gradient co-relation between “hazard co-efficients and the probability of response” where exposure is proven to be higher than reference (mathematical modeling of ties between hazard and probability of response)

Количественная оценка индивидуального неканцерогенного риска

Quantitative evaluation of individual non-carcinogenic risk

Количественная оценка популяционного неканцерогенного риска
Quantitative analysis of non-carcinogenic health risks

Количество населения, подвергающегося риску
Number of citizens exposed to risk

Экономическая оценка количественных показателей риска здоровью
Economic assessment of quantitative indicators of risk to public health

$$P = \frac{1}{1 + e^{-B_1(x-x_0)} / \psi_0}, \text{ где } p - \text{ вероятность ответа where } p = \text{ response probability}$$
$$\psi = \frac{p}{1-p} \text{ шансы изменения показателей здоровья (ответ) при воз- chances of response from exposure}$$
$$\psi_0 = \frac{P_0}{1-P_0} \text{ шансы изменения здоровья без воздействия chances of health changes if there was no impact}$$

Методы системного моделирования и оптимизации управления рисками здоровью (расширение базовой модели) Methods for systems simulation & the optimal management of risk to public health (an extension of the base model)

Методы системного моделирования

Methods of Systems Modeling

Количественная оценка неканцерогенного риска по результатам эпидемиологических исследований

Quantitative evaluations of carcinogenic risks based on results of epidemiological studies

Вероятностный статистический анализ по данным СГМ

Probability and statistical analysis based on data from public health monitoring

Многомерное пространственное моделирование

Multi-dimensional spatial modeling

Имитационное статистическое Моделирование

Statistical simulation modeling

Математическое моделирование эволюции риска

Mathematical modeling on how the risk developed over time

**Оценка риска
Risk Assessment**

**Управление
Риском
Risk Management**

**Информирование
о риске
Risk Disclosure**

Анализ риска здоровью
(Г.Г. Онищенко,
С.В. Новиков,
Ю.А. Рахманин и др., 2002)
**From the Analysis of
Public Health Risks, by
Onitsenko, Novikov, Rachmanin
Et al, 2002**

Методы оптимизации

Methods of optimal management

Параметризация организационно-Функциональной модели территориальных органов

Parametrics of organizational models for state agencies

Методы нелинейного матричного Прогнозирования

Methods of nonlinear matrix forecasting

Постановка и решение оптимизационных задач управления риском

Formulations and solutions for the optimalization of risk management

Экономические методы управления риском

Economic methods for Risk management

Медико-профилактические методы и технологии

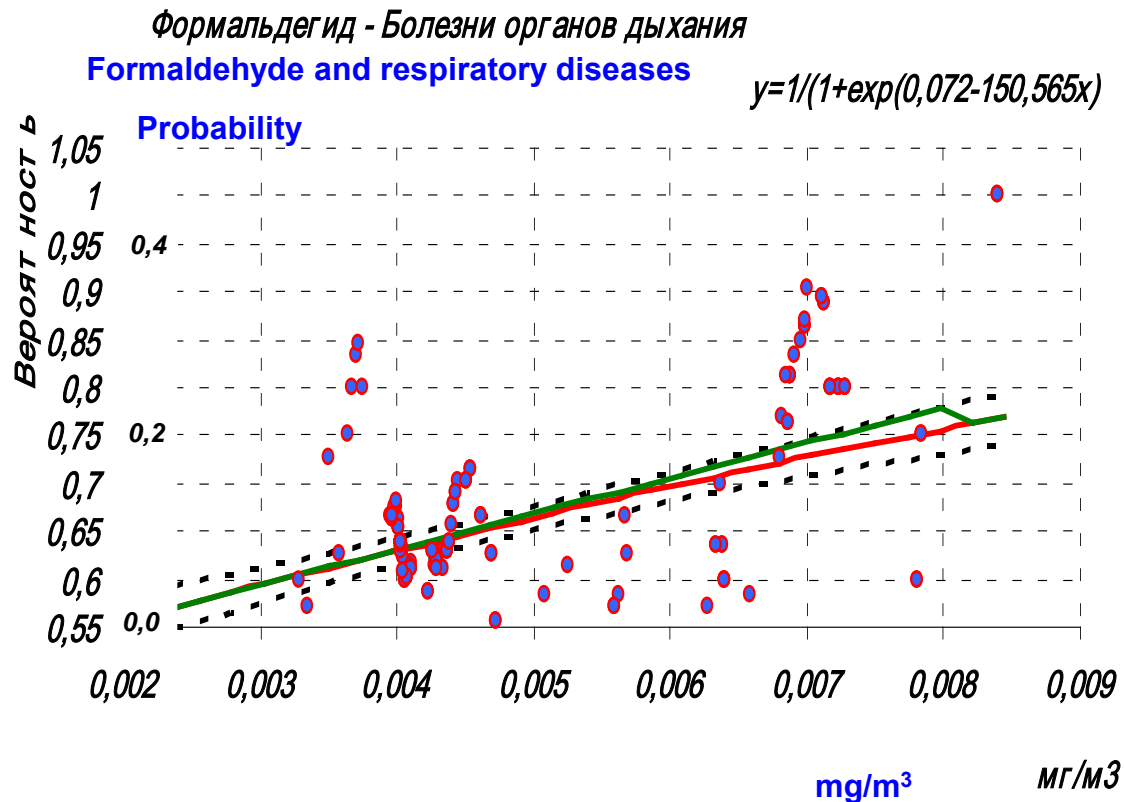
Medical methods and technologies for protecting public health

Quantitative assessments of non-carcinogenic risks

Количественная оценка неканцерогенного риска

Модель зависимости «экспозиция – вероятность ответа»

Modeling correlation between exposure and the “probability of response”



Экспозиция – концентрация формальдегида в атмосферном воздухе, мг/м³

Вероятность ответа – риск болезней органов дыхания

Exposure from concentrations of formaldehyde in the atmosphere (mg/m³)

The probability of response—the risks of occurrence of respiratory disease

Результат: количественная оценка риска болезней органов дыхания при известной экспозиции

Result: a quantitative assessment of the risks of respiratory disease given a known level of exposure

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Assessing Public Health Risks from the Impacts of Chemical Substances

В соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» осуществляется **количественная** оценка канцерогенного риска According to the law "On assessing public health risks from chemicals polluting the environment" there should be a **quantitative** assessment conducted for carcinogenic risks.....

$$CR = D \cdot SF$$

где CR – риск возникновения рака; (**CR=risk of cancer**)
 SF – фактор наклона; (**SF=factor of declination**)
 D – доза фактора риска. (**D=dose as a factor of risk**)

$$CR = C \cdot UR$$

UR – единичный риск; (**UR=risk to the individual**)
 C – концентрация фактора риска (**C=distribution or concentration of risk factors**)

и **полуколичественная** оценка неканцерогенного риска здоровью с использованием коэффициентов и индексов опасности There should also be a **semi-quantitative** assessment of non-carcinogenic risk by using coefficients of risk-indices.

$$HQ = C/RfC$$

где HQ – коэффициент опасности (**HQ=hazard co-efficient**)
 C – концентрация фактора риска; (**C=concentration of risk**)
 RfC – референтная концентрация; (**RfC=referent concentration**)

$$HQ = D/RfD$$

$$HI = \sum HQ$$

HI – индекс опасности (**HI=Hazard Index**)
 D – доза фактора риска; (**D=dose as factor of risk**)
 RfD – референтная доза. (**RfD=reference dose**)

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

ASSESSING RISK TO PUBLIC HEALTH FROM IMPACTS OF CHEMICAL SUBSTANCES

Примеры парных модели «экспозиция - эффект» при воздействии химических по опубликованным данным (количественная оценка неканцерогенного риска)

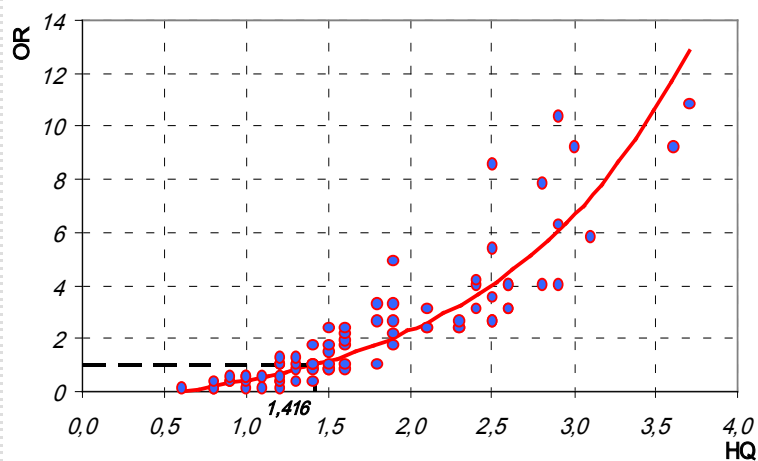
Examples of paired models for “exposure – effect” due to impacts from chemicals
As cited from published data (on quantitative analysis of non-carcinogenic risks)

Экспозиция <i>Exposure</i>	Эффект <i>Effect or Response</i>	$\Delta\text{risks} = f(X) \cdot \text{pop}$ <i>Модель зависимости Model of Inter-dependence</i>	Ссылка <i>Citation</i>
Взвешенные вещества в атмосферном воздухе ($PM_{10-2,5}$) Particulate Matter in Ambient Air	Риск нарушений сердечно-сосудистой системы Risk of damaging Cardio-Vascular System	$- \left[3,81E - 5 \cdot \left(e^{-0,00704 \cdot \Delta PM_{2,5-10}} - 1 \right) \right]$	Burnett et al., 1997
Взвешенные вещества в атмосферном воздухе ($PM_{10-2,5}$) Particulate Matter in Ambient Air	Риск нарушения дыхательной системы Risk of damaging respiratory system	$- \left[2,58E - 5 \cdot \left(e^{-0,00147 \cdot \Delta PM_{2,5-10}} - 1 \right) \right]$	Burnett et al., 1997
Кадмий в воде (Cd) Cadmium in Water	Риск нарушений мочеполовой системы Risk of damaging reproductive and urinary systems	Изменение уровня заболеваемости почек на 1% вызывает доза кадмия 0,018 мкг/кг-день A cadmium dose of 0.018 micrograms per kg in 24 hours will bring on a 1% increase in the level of kidney morbidity	Nagawa et al., 1993

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

ASSESSING RISK TO PUBLIC HEALTH FROM IMPACTS OF CHEMICAL SUBSTANCES

1. Определение реперного уровня
Determining Framework Levels (BMD/BMC)



2. Установление референтного уровня Establishing Reference Levels

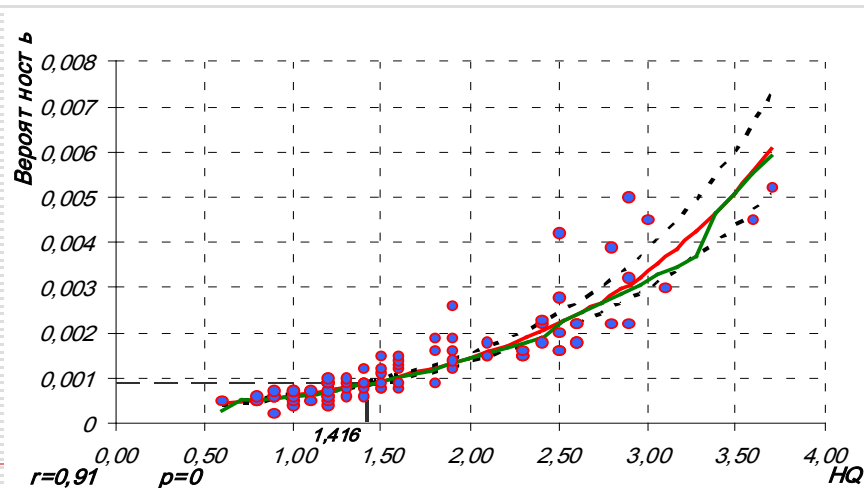
$$RfD / RfC = \frac{BMD / BMC}{MF_1 \cdot MF_2 \cdot MF_n}$$

3. Формирование модели зависимости «экспозиция – эффект (ответ)» для уровней выше референтного

Modeling the inter-dependence between exposure and effect (or response) at levels above the reference level

При анализе зависимости «экспозиция – ответ» последовательно производится определение реперного и референтного уровней, а затем формирование модели зависимости «экспозиция – эффект» для уровней выше референтного.

When analyzing the inter-dependence of "exposure and response", a determination must be consequentially made for both the framework & reference levels, and then modeling can be completed that shows the inter-dependence between "exposure-effect" at levels above the reference level.



Химические элементы, критические органы и системы, референтные уровни

Chemical elements, critical organs and bodily systems, and reference levels

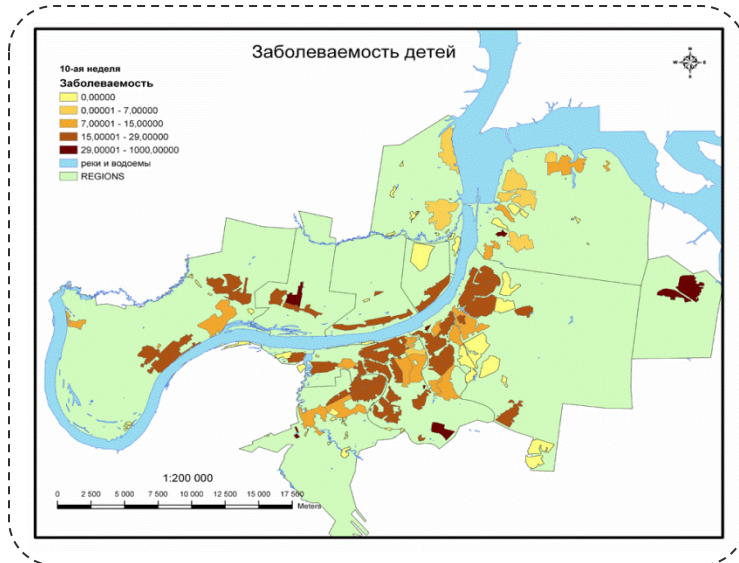
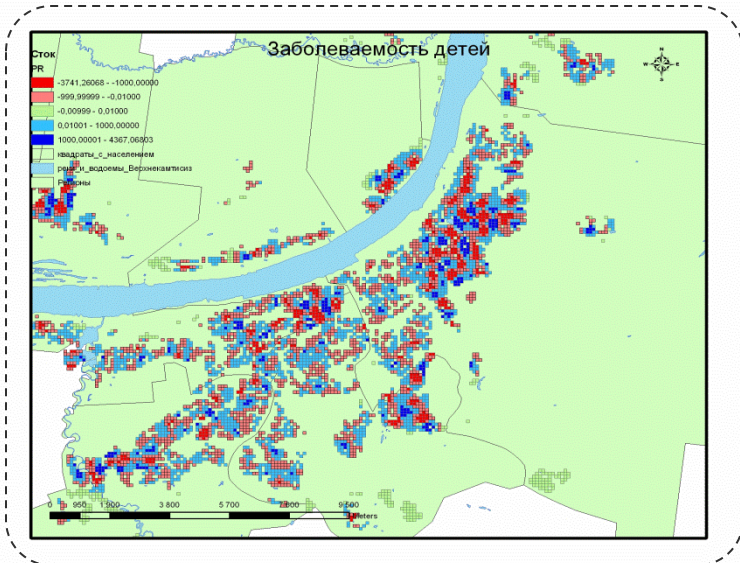
Вещество Substance	CAS	RfC, мг/м ³ Reference Concentration	Критические органы и системы Critical Organs and Bodily Systems	RfD, мг/кг Ref Dose	Критические органы и системы Critical Organs & Bodily Systems	Sfi
Элементы, по содержанию которых установлены зоны экологического бедствия <i>Elements to determine eco-disasters</i>						
Медь (Cu)	7440-50-8	2.00E-05	органы дыхания, Respiratory System	0.019	жел.-киш. тракт, печень Gastro-intestinal System, Liver	–
Цинк (Zn)	7440-66-6	0.0009	органы дыхания, иммун., кровь Respiratory, blood, immune systems	0.3	кровь, биохим. (супероксид-дисмутаза) Blood, Bio-chemical	–
Мышьяк (As)	7440-38-2	3.00E-05	Развитие, нервная сист., серд.-сос. сист., органы дыхания, рак Nervous, Cardio, Respiratory Systs. + Cancer	0.0003	Кожа, нервная сист., серд.-сос. иммун, гормон. (диабет), жел.-киш skin, diabetes, nerves, cardio, horm	15
Свинец (Pb)	7439-92-1	0.0005	ЦНС, кровь, развитие, репрод. сист., гормон., почки Nervous, Reproductive, Hormonal Systems + Kidneys	0.0035	нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод, гормон. Blood, nerves, reproductive & hormone sys	0.042
Молибден (Mo)	7439-98-7	0.012	–	0.005	Почки Kidneys	–
Вольфрам (W)	7440-33-7	0.1	органы дыхания Respiratory System	0.0025	–	–
Кадмий (Cd)	7440-43-9	2.00E-05	почки, органы дыхания, гормон., рак Kidneys, Resp./Hormone Syst. Cancer	0.0005	почки, гормон. Kidneys and Hormonal System	6.3
Сурьма (Sb)	7440-36-0	0.0004	органы дыхания Respiratory System	0.0004	Холестерин глюкоза в крови, Cholesterol/glucose probs in blood	
Прочие элементы, которые возможно включить в исследование <i>Other elements possibly worth study</i>						
Кобальт (Co)	7440-48-4	2.00E-05	органы дыхания Respiratory Syst	0.02	Кровь Blood problems	9.8
Марганец (Mn)	7439-96-5	5.00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания Nervous and Resp. Syst.	0.14	ЦНС, кровь Central Nervous and Blood systems	–
Ртуть (Hg)	7439-97-6	0.0003	ЦНС, гормон., почки Hormonal and Respiratory Systems, Kidneys	0.0003	иммун почки, ЦНС, репрод гормон Immune, Nerve, Reproduct Systems	–
Хром (Cr)	7440-47-3	0.0001	дыхания, печень, почки, иммун., жел.-киш. Resp, Immune Syst etc	0.005	печень почки, жел.-киш. Слизистые Mucous. Kidneys. Liver. Digestive Tr.	42

Статистические методы анализа данных

Statistical methods for analyzing data

Картографирование показателей заболеваемости

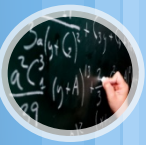
Mapping out indicators for the frequency of disease



ESRI ArcGIS 9.3

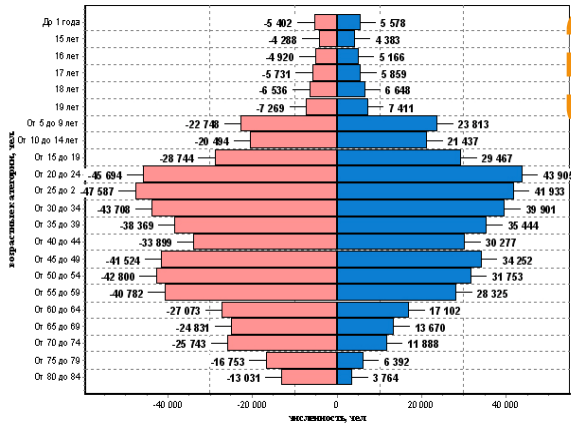
ESRI ArcMap



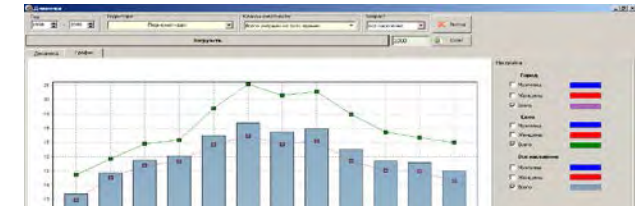


Исследование особенностей медико-демографических процессов на популяционном уровне

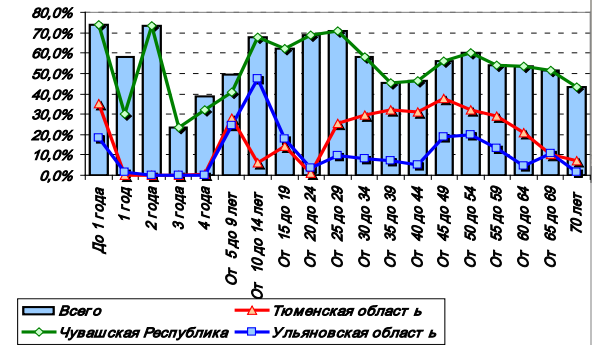
Looking into medical demographics at a level of local populations



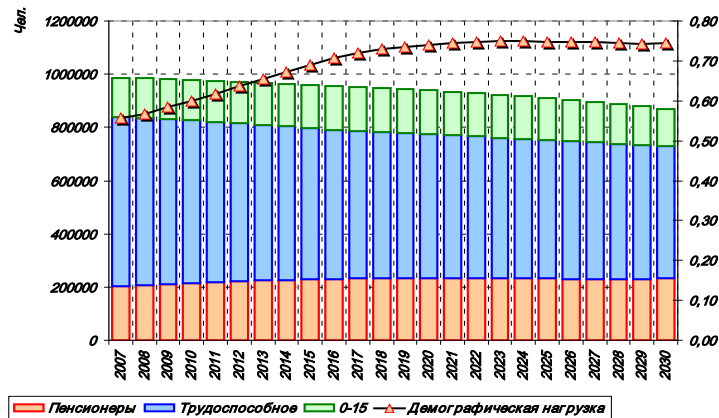
Анализ половозрастного состава населения и прогноз демографической нагрузки **Analysis of age and gender compositions of a population and predicting demographic thrusts**



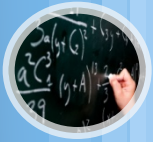
Относителные резервы смертности и Пермского края



- данные государственной статистической отчетности.
- **Data from government reports**
- современные методы системного анализа,
- **Latest methods for systems analysis**
- структурный и динамический анализ информации
- **Structural and dynamic analysis of information**

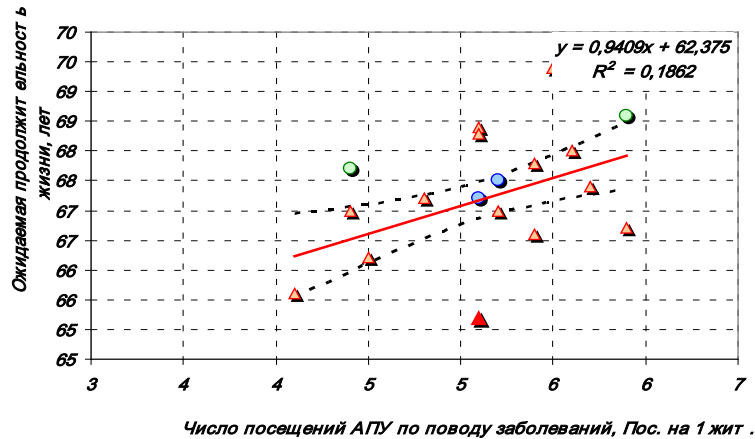


- анализ временных рядов
- **Time series analyses**
- основные демографические законы
- **Basic laws of demographics**
- точечные и интервальные оценки показателей
- **Single point and interval assessment of indicator/outcomes**
- потери показателей человеческого капитала
- **Losses of human capital indicators**

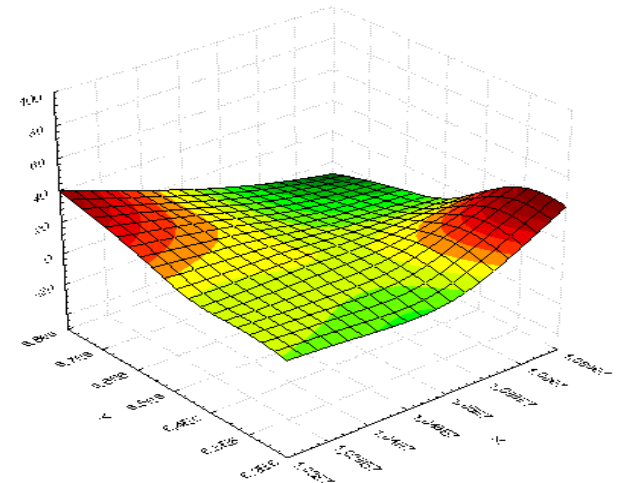
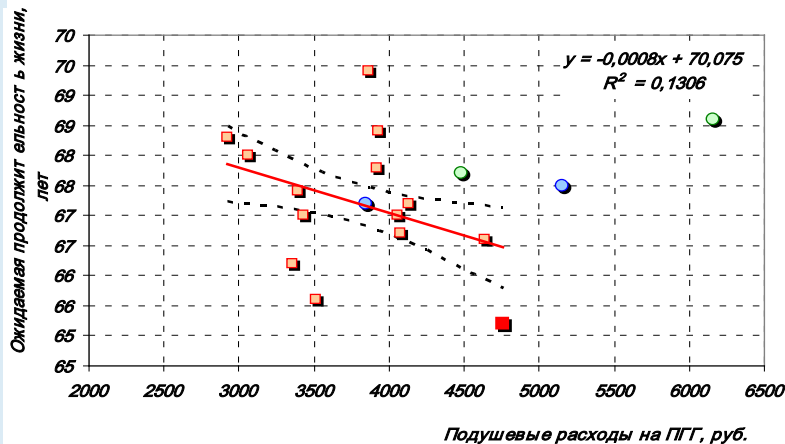


Исследование системы зависимостей между показателями

Looking into systems of inter-dependence between indicators



Факторные, линейные и нелинейные регрессионные модели оценки внутрисистемных и межсистемных связей между параметрами деятельности и показателями здоровья населения



Factor, linear, and nonlinear regression models for assessing both the intra- and inter-connections between the parameters of real events and health outcomes



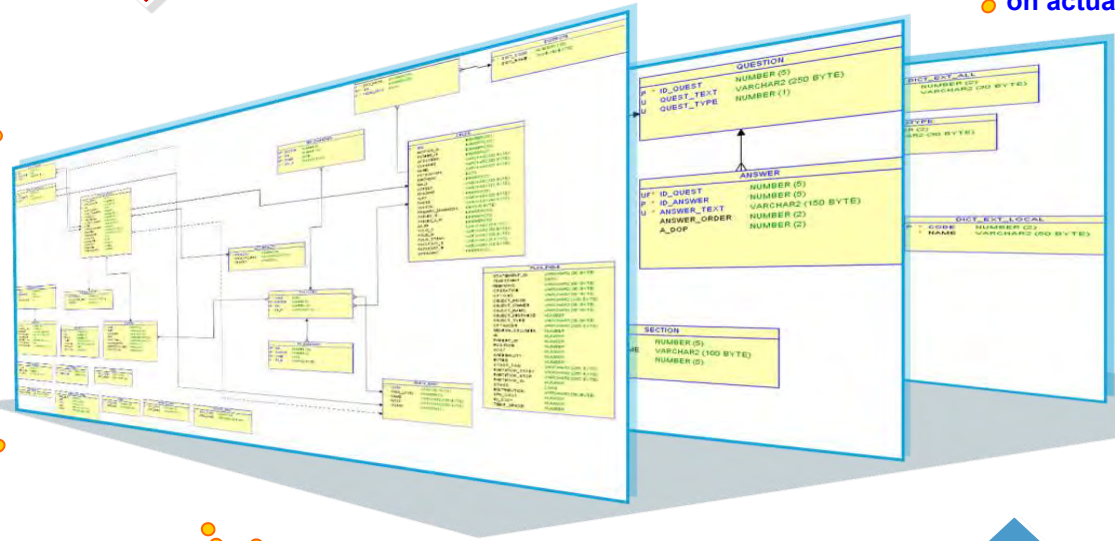
Базы данных Data Bases

Microsoft SQL Server 2005 — ORACLE

Серверное программное обеспечение
Server Software



данные об исследованиях пациентов центра с экзозависимыми патологиями;
data on the studies of patients with environmentally related diseases



медико-демографические характеристики субъектов РФ;
Medical-demographic data for Russian citizens

деперсонифицированные сведения об обращаемости населения за медицинской помощью;
de-personalized information on actual medical treatments of population

данные биологического мониторинга;
biological data and monitoring

сведения о стационарных и передвижных источниках загрязнения атмосферного воздуха.
information on stationary and mobile sources of air pollution

данные о загрязнении объектов окружающей среды;
pollution data on various environmental sites and media

Средства разработки Analytical Tools

Delphi 2010 Architect — PL/SQL Developer

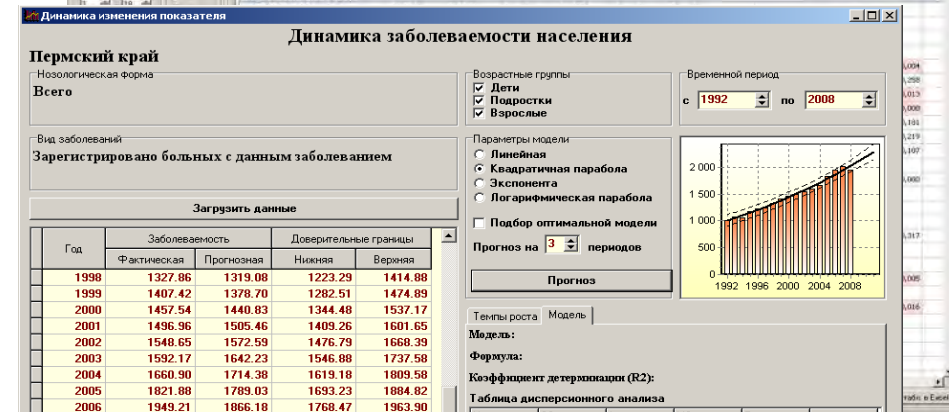


Методы ведения баз и обработки данных

S

- Навигация по базе данных.
- Navigating through your data-base
- Формирование направленных списков.
- Creating your guiding lists
- Формирование выборочных совокупностей по условиям.
- Conditional sample-aggregate design
- Формирование данных для учетно-отчетной документации.
- Formatting of data for reporting purposes
- Выполнение анализа распределения и частотные характеристики.
- Analyzing characteristics of frequency and distribution
- Расчет абсолютных и относительных частот отклонения показателей от нормативов.
- Calculation of absolute & relative frequency deviations from the standard norms
- Оценка показателей риска.
- The assessment of risk outcomes

Код	Показатель	Поиск	%	Норма	%	Вывод	%	Поиск	%	Норма	%	Вывод	%	Различия структуры	Различия структуры		
173	Опьянение - О пьян	1	25	0	0	3	75	1	30	1	50	0	0	3,750	0,127	3,500	0,040
176	Суперинфекция	4	100	0	0	0	0	2	100	0	0	0	0				
178	Пьянство - Неинтересно	0	0	11	44	14	56	0	0	9	49,2	4	30,8			2,184	0,099
181	Центральные - Неинтересно	0	0	25	100	0	0	0	0	12	100	0	0				
180	Эпидемия - Неинтересно	0	0	16	64	9	36	0	0	9	49,2	4	30,8			0,104	0,100
14	Индекс эконоэффектн	0	0	59	66,1	0	11,5	0	0	6	100	0	0			0,805	0,203



Показатель	Единица измерения	Норматив	Отклонение
Плотность населения	чел./км²	18,000	18,000
Средняя продолжительность жизни	лет	70,000	70,000
Средняя продолжительность жизни при рождении	лет	68,000	68,000
Средняя продолжительность жизни в трудоспособном возрасте	лет	65,000	65,000
Средняя продолжительность жизни в старшем возрасте	лет	62,000	62,000
Средняя продолжительность жизни в среднем возрасте	лет	60,000	60,000
Средняя продолжительность жизни в младшем возрасте	лет	58,000	58,000
Средняя продолжительность жизни в детском возрасте	лет	55,000	55,000
Средняя продолжительность жизни в подростковом возрасте	лет	52,000	52,000
Средняя продолжительность жизни в юношеском возрасте	лет	50,000	50,000
Средняя продолжительность жизни в зрелом возрасте	лет	48,000	48,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	45,000	45,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	42,000	42,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	40,000	40,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	38,000	38,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	35,000	35,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	32,000	32,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	30,000	30,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	28,000	28,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	25,000	25,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	22,000	22,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	20,000	20,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	18,000	18,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	15,000	15,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	12,000	12,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	10,000	10,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	8,000	8,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	6,000	6,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	4,000	4,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	2,000	2,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	1,000	1,000
Средняя продолжительность жизни в старшем зрелом возрасте	лет	0,000	0,000