

(2B) Программа пилотного проекта в Закаменске: исходные данные и предлагаемые методические подходы к оценке качества среды обитания

A Pilot Program for Zakamensk: Presenting initial data with a proposed set of methodological approaches for assessing the quality of the local environment

Вековшина Светлана

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

Проблема Problem Statement

Согласно запросу Роспотребнадзора Республики Бурятия необходима разработка программы по оценке медицинских и социальных последствий прошлого экологического ущерба от негативного воздействия токсичных отходов Джидинского ВМК

In response to a request from the Federal Consumer Rights Board in Buryatia a program was developed to assess the public health and social consequences from negative environmental impacts around the Dzhidinski Mining Complex

Предлагаемое наименование пилотного исследовательского проекта

A proposed name for our pilot research project:

«Выявление, количественная оценка и доказательство связи нарушений здоровья населения, проживающего в г. Закаменск (Республика Бурятия), с факторами среды обитания, обусловленными воздействием отходов Джидинского вольфрамowo-молибденового комбината»

“Identification, quantification, and confirmation of a connection between problems of human health in Zakamensk, Buryatia, with environmental factors associated with public exposure to wastes from the Dzhidinsky Tungsten-Molybdenum Complex”

**Исходные положения
(предпосылки исследования)**

**Initial Assumptions
(background research)**

Актуальность работы The Relevance of our Work

При ликвидации ДВМК не были соблюдены санитарные и экологические требования, предъявляемые к закрываемым предприятиям:

- горные выработки **не ликвидированы**;
- **не проведена рекультивация** нарушенных земель;
- **не прекращен сброс** загрязненных шахтных вод в естественные водоемы;
- **не приняты мероприятия** по охране окружающей среды в г. Закаменске и прилегающих территориях.

During the time that the Dzhidinski Mining Complex (DMC) was being shut down the officially required procedures for safeguarding both the environment and public health were not observed, i.e.,:

- The mine works were not **removed or properly disposed of**;
- Impacted landscapes were not **reclaimed nor recultivated**;
- Outflows of contaminated mine water **were not sealed off** from going into nearby natural water systems;
- **No other measures were taken** to protect the environment in and around the town of Zakamensk

За период работы ДВМК образовалось **44,5 млн. тонн** отходов обогащения, складированных в два хвостохранилища.

Выведенное из эксплуатации в 1958 году первое хвостохранилище (9,5 млн.т отходов) на протяжении многих лет является источником загрязнения г.Закаменска:

- **Лежалые хвосты смываются** в дачную зону и в район жилых домов восточной части Закаменска, далее - в реку Модонкуль, которая впадает в Джиду.
- В районе хранения новых хвостов наблюдается множество мест усиленного процесса **эрозии**, где образуются распадки, через которые хвосты переносятся прямо в город.
- В отвалах Джидинского комбината **на землях**, пригодных для использования в **сельском хозяйстве**, складировано более 50 млн. м³ скальных вскрышных и вмещающих пород.
- В отвалах хранятся породы с большими концентрациями **сульфидов**.

During the operation of the of the DMC some **44.5 million tons** of tailings were stockpiled in 2 piles. Decommissioned in 1958, the first tailings pond (with 9.5 million tons of waste) has ever since been a source of pollution for Zakamensk:

Old tailings were washed away into urban areas, reaching residential buildings in east Zakamensk, and then washing further into the Modonkul River, which flows into the larger Dzhida River.

In the area around the newer tailings there are many places showing advanced levels of erosion, where gullies have formed through which the tailings are transported directly into the city.

Other areas around the Dzhidinsky Plant that would be **suitable for agricultural use have been buried** by more than 50 million cubic meters (1.75 billion cubic feet) of overburden rock.

In these waste piles, rocks with high concentrations **of sulfide** are now stored.

Панорама долины р. Модонкуль и г. Закаменск. Вид с левого берега р. Джиды выше устья р. Модонкуль (Фото: Отчет ..., 2005)

Panorama of the Modonkul River Valley near the town of Zakamensk, taken from the left bank of the Dzhida River where it meets the Modonkul (2005)

Гидроотвал
**The so-called
Hydro-
Waste Site**

Дельтовая
залежь
техногенных
песков
**Tailings
Plumes**



Старое насыпное
хвостохранилище
«Лежалые
пески»
**The Older
Tailings Site**

Техногенные образования «Лежалые Пески»

How the tailing piles were constructed

Ясно видны ручейковые промоины и ветровая рябь на поверхности и слоистость по профилю

What is plainly evident here in profile are the gullying, rivulets, and small dunes formed by wind



По данным ФГОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р.Филиппова» (Отчет 2008)
From a report made by the Buryat State Agriculture Academy in 2008

Техногенное образование «Гидроотвал»

How the “Hydro-” Waste Pile was constructed

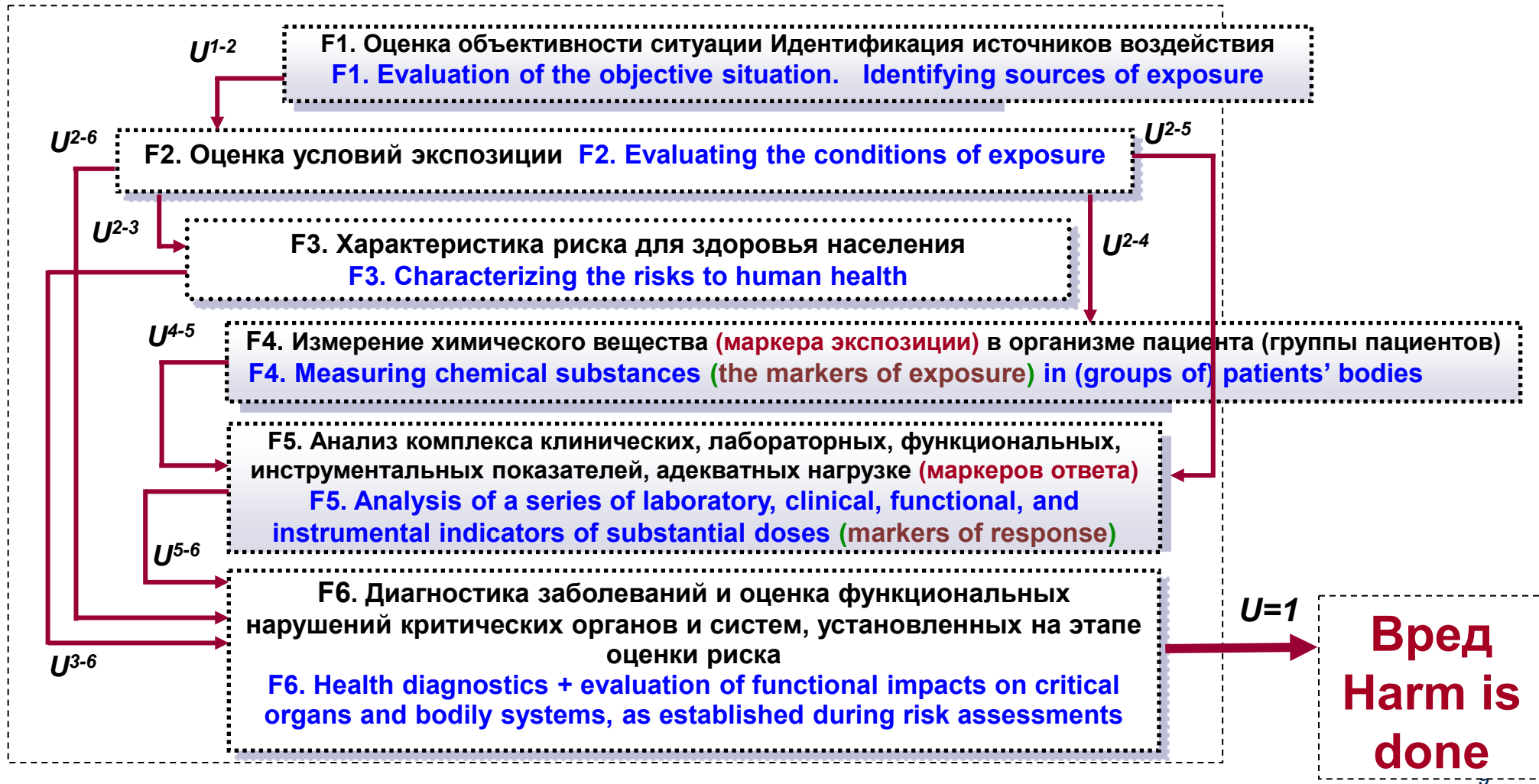
Видно, что поверхность оголена и подвергается плоскостному смыву с образованием ручейковых промоин – будущих оврагов

Here it is evident that the surface is stripped bare, exposed with crevices, ravines, and gulying



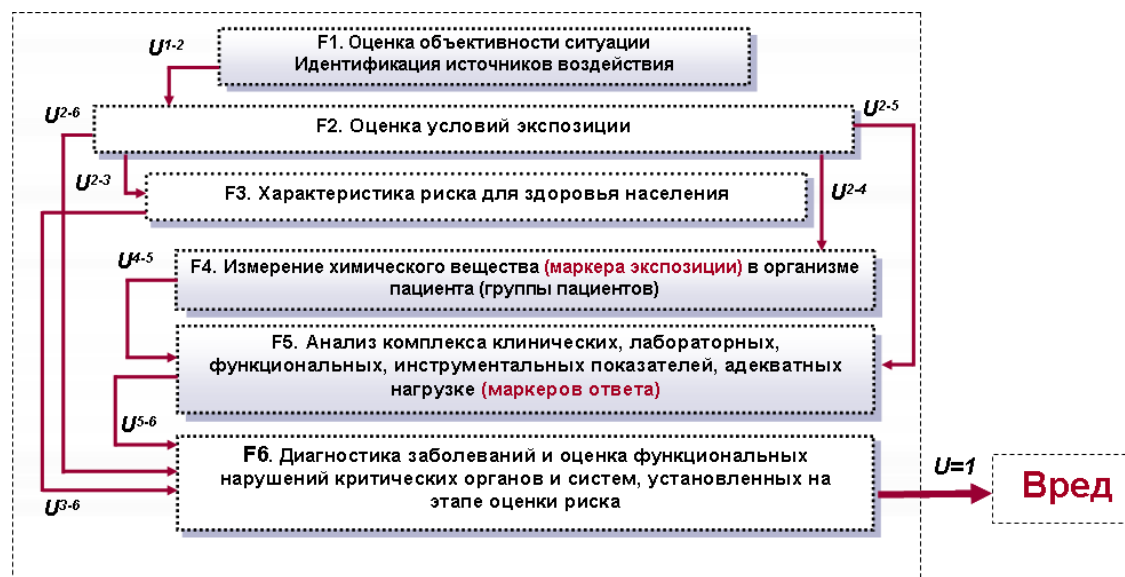
Алгоритм доказывания вреда здоровью в связи с воздействием факторов среды обитания в соответствии с действующими МУ 2.1.10.3165-14 «Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания»)

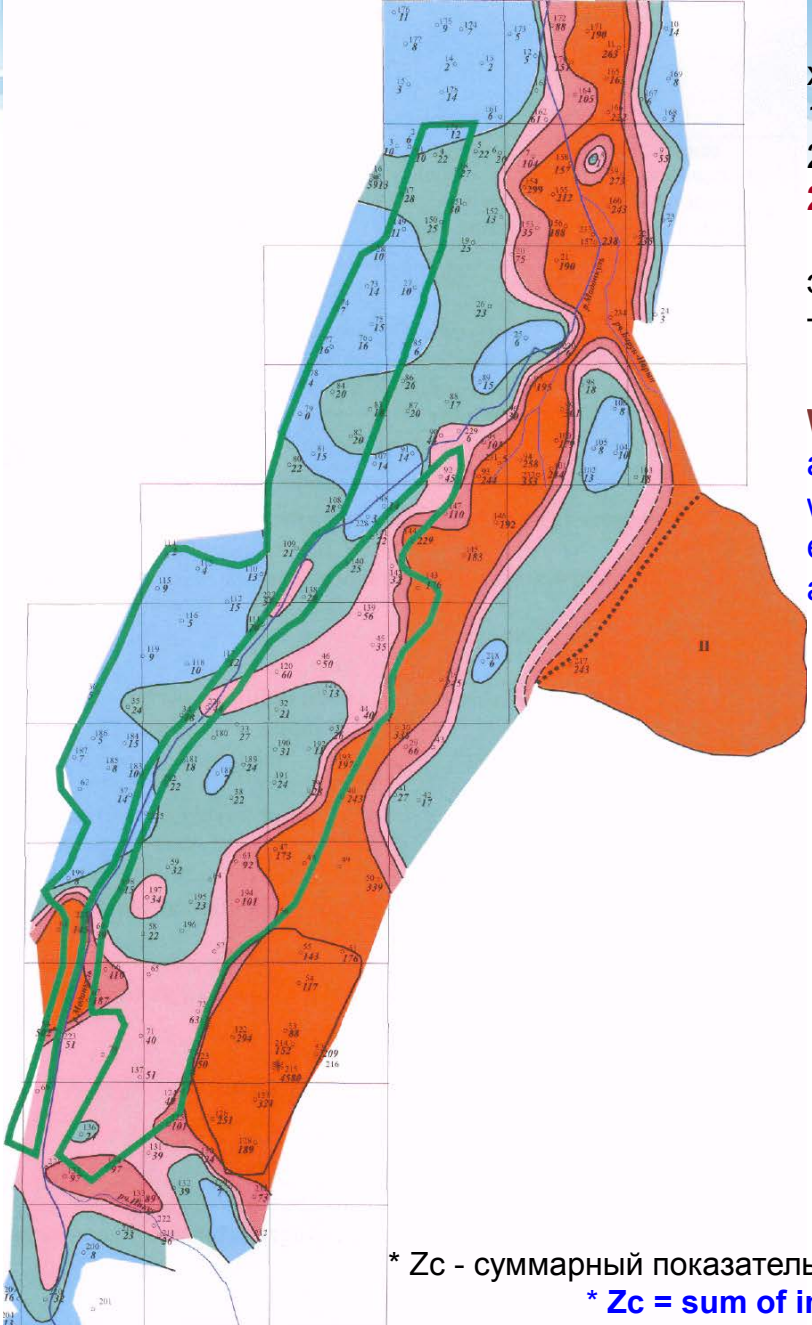
An algorithm showing harm to human health from environmental impacts, as based on an existing MOU 2.1.10. 3165-14 entitled: "Applying the results of biomedical research that shows evidence of harm to public health from the negative impacts of chemicals in the environment")



F1. Оценка объективности ситуации Идентификация источников воздействия

F1. Evaluation of the objective situation. Identifying sources of exposure





На территории Закаменска по суммарному показателю загрязнения химическими элементами (**Cu, Zn, As, Pb, Mo, W, Cd, Sb**) выделяются:

- 1) площадь **экологического бедствия** 281,3 га или **39,6%** территории;
- 2) площадь зоны **чрезвычайной экологической ситуации** 205,8 га или **29%** от территории города.

Общая площадь зон экологического бедствия и чрезвычайной экологической ситуации равняется 487 га, что составляет **68,63%** от территории города.

Summary indicators of chemical pollution in Zakamensk (**Cu, Zn, As, Pb, Mo, W, Cd, Sb**) show that: 1) Some 700 acres, or **39.6%** of the town can be deemed an **area of ecological disaster**, and 2) Some 510 acres, or **29%** of the town would comprise a zone of ecological emergency. So the **overall area** with severe environmental impacts would be over 1,200 acres in size, or over **68%** of the total area of the town.

Условный знак COLOUR SCHEME	Интенсивность загрязнения CONTAMINATION LEVEL	Zc*	Оценка экологической ситуации LEVEL OF ENVIRONMENTAL IMPACT
	Слабое загрязнение LOW contamination	<16	Относительно удовлетворительная ситуация Relatively satisfactory
	Среднее MEDIUM	16-32	
	Сильное STRONG	32-64	Чрезвычайная ситуация EXTREME SITUATION
	Очень сильное VERY STRONG	64-128	
	Максимальное MAX	>128	Экологическое бедствие ECOLOGICAL DISASTER
	черта города CITY LIMITS		

* Zc - суммарный показатель загрязнения почв (Критерии 1992), по элементам: Cu, Zn, As, Pb, Mo, W, Cd, Sb
 * **Zc = sum of indicators of soil contamination (1992 criteria) for: Cu, Zn, Pb, Mo, W, Cd, and Sb**

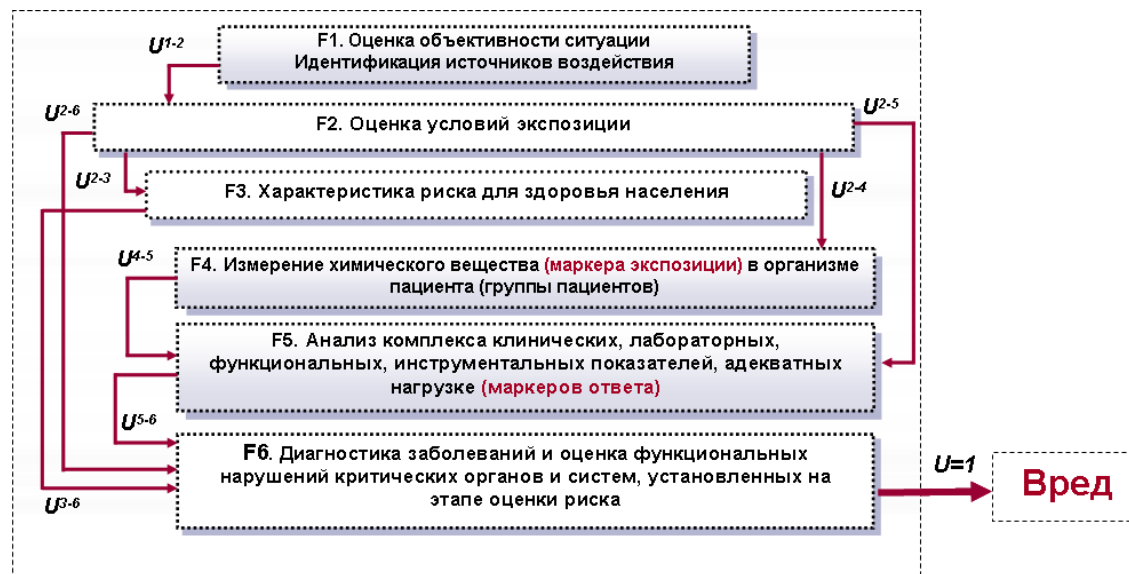
Проблема: слишком большой перечень химических элементов, необходимо обоснованное сокращение с выделением приоритетов

The Problem: the number of chemical elements is too large, and we need to find a reasonable way to reduce their number by setting priorities

Химический элемент Chemical element	Наличие возможности определения в среде обитания и биосредах населения Possible ways in which we can make a determination from the environment					
	Биосреды Восточно-Сибирский научный центр <u>In bio-environment</u> Data from the East Siberia Science Ctr	Пищевые продукты ЦГиЭ в РБ <u>In food</u> From Center for Public Health & Epidemiology	Атмосферный воздух (БНЦ СО РАН) <u>Airborne</u> From the Buryat Science Centre	Питьевая вода ЦГиЭ в РБ <u>In Water</u> From Ctr for Public Health & Epidemiology	Почва Республиканский аналитический центр и ЦГиЭ <u>In Soil</u> From the State Analytical Ctr and the CPH&E	Сумма плюсов TOTAL
<i>Элементы, по содержанию которых установлены зоны экологического бедствия Elements used as indicator of Eco-disaster</i>						
Медь (Cu)	+	+	+	+	+	5
Цинк (Zn)	+	+	+	+	+	5
Мышьяк (As)	+	-	+	+	+	4
Свинец (Pb)	+	+	+	+	+	5
Молибден (Mo)	+	-	-	+	+	3
Вольфрам (W)	+	-	-	+	+	3
Кадмий (Cd)	+	+	+	+	+	5
Сурьма (Sb)	-	-	-	-	-	0
<i>Прочие элементы, которые возможно включить в исследование Other elements that could be included in study</i>						
Кобальт (Co)	+	-	-	+	+	3
Марганец (Mn)	+	-	-	-	+	2
Ртуть (Hg)	+	+	+	-	+	4
Хром (Cr)	+	+	+	+	+	5
Никель (Ni)	+	-	+	+	+	4

F2. Оценка условий экспозиции

F2. Evaluating the conditions of exposure



Предложения в Программу по мониторингу содержания химических элементов в почве

Program proposal for monitoring chemical contents of the soil

Исполнитель: ГП «Республиканский аналитический центр» **Implementing Agent:** the State Analytical Centre

Определяемые химические элементы: кадмий (Cd), свинец (Pb), хром (Cr), никель (Ni), молибден (Mo)

Elements to be identified: Cadmium (Cd) Lead (Pb) Chromium (Cr) Nickel (Ni) & Molybdenum (Mo)

Общее количество проб: 40 проб.

Overall sample size: 40 samples

Общее количество исследований: 200=40 проб x 5 элементов **Overall # of tests:** 200 (40 samples x 5 elements)

№	Наименование юридического лица SITE NAME	Объект / предприятие / промплощадка* CATEGORY	Фактический адрес в г. Закаменск ADDRESS IN ZAKAMENSK
1	ДОУ №2 Чебурашка School #2	детский сад School grounds	ул. Ленина, д. 9 9 Lenin Street
2	ДОУ №3 Солнышко Sch. #3	детский сад School grounds	ул. Конституции, 7 7 Constitution St.
3	ДОУ №10 Дюймовочка Sch. #10	детский сад School grounds	ул. Гагарина, Gagarin Street
4	ДОУ №12 Ягодка School #12	детский сад School grounds	ул. Крупская, 3 3 Krupskaya St.
5	ДОУ №15 Туяна School #15	детский сад School grounds	ул. Модонкульская 18а 18a Modonkul St
6	Частные огороды Private Garden		ул. Лучезарная, 7 (напротив обогатительной фабрики) 7 Luchezar St near the mill
7	Частные огороды Garden		ул. Нагорная 1 зона песков near tailings
8	Частные огороды Garden		ул. Нагорная 2 зона песков near tailings
9	Частные огороды Garden		ул. Фабричная зона песков near tailings
10	Фоновая точка Control test	за чертой города - в условно чистом месте Outside the city	At a relatively uncontaminated site

Методика отбора проб почв и их подготовка: ГОСТ 17.4.4.02-84 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».

Use proven methods to test soil for chemicals, bacteria, etc.

Размер пробной площадки: 25 м x 25 м.

Size of each sampling site: 25m x 25m

Количество пробных площадок: 10 шт.

Number of sampling sites: 10

Количество проб с 1 пробной площадки: 4 пробы почвы.

Number of samples taken at each site: 4 samples.

Предложения в Программу по мониторингу содержания химических элементов в питьевой воде

Program proposal for monitoring chemical contents of drinking water

Исполнитель: ГП «Республиканский аналитический центр»

Implementing Agent: the State Analytical Centre

Определяемые химические элементы: кадмий (Cd), свинец (Pb), хром (Cr), никель (Ni), молибден (Mo)

Elements to be identified: Cadmium (Cd) Lead (Pb) Chromium (Cr) Nickel (Ni) & Molybdenum (Mo)

Общее количество проб: 40 проб.

Overall sample size: 40 samples

Общее количество исследований: 200=40 проб x 5 элементов

Overall # of tests: 200 (40 samples x 5 elements)

№	Наименование юридического лица SITE NAME	Адрес в г. Закаменск ADDRESS
1	Артезианская скважина – централизованный источник Artisan Well—Central Source of Drinking Water	Ул. Заводская, 52 52 Factory Street
2	Отдельно стоящая скважина Separate Standing Well	Ул. Зеленая Green Street
3	Отдельно стоящая скважина Separate Standing Well	Ул. Спортивная Sport Street
4	Колодец общественный Public Draw Well	Ул. Партизанская Partizsan Street
5	Колодец общественный Public Draw Well	Ул. Холтонская Holton Street
6	Колодец общественный Public Draw Well	Ул. Горняцкая Gor nyatskaya Street
7	Колодец общественный Public Draw Well	Ул. Подкирпичная Brick Lane
8	Колодец общественный Public Draw Well	Ул. Загородная Zagorod Street
9	Частный колодец Private Draw Well	ДНТ «Горняк» Дачи-2 Линия 14 (р-н песков, северная часть города) Near Tailings in north
10	Частный колодец Private Draw Well	Ул. Лучезарная, 7 (напротив обогатительной фабрики) Near the old Metal Refinery

Методика отбора проб воды и их подготовка: ГОСТ «Вода питьевая. Отбор проб». **Use proven methods to test water**

Периодичность отбора проб воды: 1 раз в сезон (4 раза в год). **Preferred frequency of water testing: once per season (4 per year)**

Количество точек отбора проб: 10 шт. **Number of sampling sites: 10 sites**

Предложения в Программу по мониторингу содержания химических элементов в атмосферном воздухе

Program proposal for monitoring atmospheric chemical contents

Исполнитель: Лаборатория мониторинга атмосферного воздуха БНЦ СО РАН

Implementing Agent: The Buryat Science Centre's Atmospheric Monitoring Laboratory

Определяемые химические элементы: кадмий (Cd), свинец (Pb), хром (Cr), никель (Ni), молибден (Mo)

Elements to be identified: Cadmium (Cd) Lead (Pb) Chromium (Cr) Nickel (Ni) & Molybdenum (Mo)

Общее количество проб: 200 проб в одной точке.

Overall sample size: 200 samples per site.

Число дней отбора: 50 дней в году, распределенных по сезонам года: зима–12 дней, весна–13 дней, лето – 13 дней, осень–12 дней

Number of days sampling: 50 spread over each season: winter-12, Spring-13, Summer-13, Fall -12

Общее количество исследований в 3 точках: 600 исслед.= 200 проб x 3 точки

Overall number of tests at each of 3 sites: 600 sampling tests = 200 tests x 3 sites

№	Наименование юридического лица SITE NAME	адрес в г. Закаменск ADDRESS
1	Детский сад At a select school or pre-school	
2	Детский сад At a select school or pre-school	
3	Частные огороды в зоне песков In private gardens	(near to the tailings zone)

Методика отбора проб воздуха и их подготовка: РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».

Use proven methods to test

Программа отбора проб воздуха: полная, 4 раза в сутки: 1 час, 7 часов, 13 часов, 19 часов.

Program for taking samples of air: 4 times a day, at 1AM, 7AM, 1PM, and 7PM

Количество точек отбора проб: минимум 3 шт.

Number of sampling sites: Minimum of 3 sites

Предложения в Программу по мониторингу содержания химических элементов в пище

Program proposal for monitoring chemical content of foodstuffs

Исполнитель: «Центр гигиены и эпидемиологии в РБ» **Implementing Agent:** Buryat Centre for Health and Epidemiology

Определяемые химические элементы: кадмий (Cd), свинец (Pb), хром (Cr), никель (Ni), молибден (Mo)

Elements to be identified: Cadmium (Cd) Lead (Pb) Chromium (Cr) Nickel (Ni) & Molybdenum (Mo)

Общее количество проб: 10 проб.

Overall sample size: 10 samples

Общее количество исследований: 50 исследований = 10 проб x 5 элементов

Overall number of tests: 50 sampling tests = 10 samples sites x 3 different elements

№	Наименование продукта питания Name of Food	Объект Source of Food	Фактический адрес в г. Закаменск Address or location in Zakamensk
1	Овощи Vegetables	Огороды From gardens	ДНТ Горняк (р-н песков, северная часть города) Near North Tailings
2	Овощи Vegetables	Огороды From gardens	Ул. Лучезарная,7 (напротив обогатительной фабрики) Opposite Mill
3	Овощи Vegetables	Огороды From gardens	Ул. Нагорная 1-я (в зоне песков) Near Tailings
4	Овощи Vegetables	Огороды From gardens	Ул. Нагорная 2-я (в зоне песков) Near Tailings
5	Овощи Vegetables	Огороды From gardens	Ул. Фабричная (в зоне песков) Near Tailings
6	Овощи Vegetables	Фоновая точка Control	за чертой города-в условно чистом месте Outside town in clean area
7	Молоко Milk	Огороды Local farm	ДНТ Горняк (р-н песков, северная часть города) Near North Tailings
8	Молоко Milk	Огороды Local farm	Ул. Лучезарная,7 (напротив обогатительной фабрики) Opposite Mill
9	Мясо Meat	Огороды Local farm	ДНТ Горняк (р-н песков, северная часть города) Near North Tailings
10	Мясо Meat	Огороды Local farm	Ул. Лучезарная,7 (напротив обогатительной фабрики) Opposite Mill

Методика отбора проб пищи и их подготовка: ГОСТ Р ИСО 707-2010 «Молоко и молочные продукты. Руководство по отбору проб», ГОСТ Р 51447-99 «Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб», другие стандарты, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).

Use proven federal standards and methods to test

Периодичность отбора проб: один раз в год.

Frequency of tests: one time in a year

Количество точек отбора проб: 10 шт.

Number of sites: 10

ПРИЛОЖЕНИЯ

**Используемые в РФ гигиенические нормативы:
предельно допустимые концентрации (ПДК) и
ориентировочно безопасные уровни (ОБУВ)
содержания в почве, воде, воздухе, пище**

POSSIBLE APPROACHES

We will adhere to national standards for public health in our measurements, and will also cite maximum permissible loads or limits (MPL) and estimated safe levels (ESL) of concentration in the soil, water, air, food

Российские гигиенические нормативы содержания химических элементов в почве

Russian Norms for Public Health and the Concentration of Chemical Elements in the Soil

Химический элемент Element	Класс опасности Class of Hazard	CAS Reg no.	Величина ПДК (мг/кг)с учетом фона (кларка)* Maximum Permissible Load (mg/kg)*	
			Валовое содержание Total Metal Content	Подвижная форма Mobile or extractable
<i>Элементы, по содержанию которых установлены зоны экологического бедствия Elements to determine eco-disasters</i>				
Медь (Cu)	II	7440-50-8	2 – 132**	3.0
Цинк (Zn)	I	7440-66-6	110 – 220**	23.0
Мышьяк (As)	I	7440-32-2	5 – 20**	-
Свинец (Pb)	I	7439-92-1	55 – 130**	6.0
Молибден (Mo)	II	7439-98-7	-	-
Вольфрам (W)	III	7440-33-7	-	-
Кадмий (Cd)	I	7440-43-9	1.0 – 33**	-
Сурьма (Sb)	II	7440-36-0	4.5	-
<i>Прочие элементы, которые возможно включить в исследование Other elements possibly worth study.</i>				
Кобальт (Co)	II	7440-48-4	-	5.0
Марганец (Mn)	III	7439-96-5	1500	80 - 700
Ртуть (Hg)	I	7439-97-6	2.1	-
Хром (Cr)	II	18540-29-9	0.05	-
Никель (Ni)	II	7440-02-0	32 – 80**	4.0

Примечание: * Величина ПДК (мг/кг)с учетом фона (кларка) приведена по гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» ** Величина приведена по гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве». **NOTE: These norms set by law.**

Russian Norms for Public Health and the Concentration of Chemical Elements in the Water

Химический элемент Chemical Element	Класс Опасности Class of Hazard	CAS Reg. No.	Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде, мг/л MPL (in mg per liter)	
			водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования* All water for public use	питьевой** Drinking Water
<i>Элементы, по содержанию которых установлены зоны экологического бедствия Elements to determine eco-disasters</i>				
Медь (Cu)	II	7440-50-8	1.0	1.0
Цинк (Zn)	I	7440-66-6	1.0	1.0
Мышьяк (As)	I	7440-32-2	0.01	0.01
Свинец (Pb)	I	7439-92-1	0.01	0.01
Молибден (Mo)	II	7439-98-7	0.07	0.07
Вольфрам (W)	III	7440-33-7	0.05	0.05
Кадмий (Cd)	I	7440-43-9	0.001	0.001
Сурьма (Sb)	II	7440-36-0	0.005	0.005
<i>Прочие элементы, которые возможно включить в исследование Other elements possibly worth study.</i>				
Кобальт (Co)	II	7440-48-4	0.1	0.1
Марганец (Mn)	III	7439-96-5	0.1	0.1
Ртуть (Hg)	I	7439-97-6	0.0005	0.0005
Хром (Cr)	II	18540-29-9	0.05	0.05
Никель (Ni)	II	7440-02-0	0.02	0.02

Примечание: * ГН 2.2.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» ** СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения». **NOTE: These norms set by law**

Российские гигиенические нормативы содержания химических элементов в **атмосферном воздухе** населенных мест*

Russian Norms for Public Health and the Concentration of Chemical Elements in the **Ambient Air** over Cities and Towns

Химический элемент Element	Класс Опасности Hazard Cl.	CAS Reg No	Величина ПДК (мг/м ³) MPL (mg/m ³)	
			максимальная разовая Maximum 1-time measurement	Среднесуточная Max. daily average
<i>Элементы, по содержанию которых установлены зоны экологического бедствия Elements to determine eco-disasters</i>				
Медь (Cu)	II	7440-50-8	0.003	0.001
Цинк (Zn)	I	7440-66-6	-	0.003
Мышьяк (As)	I	7440-32-2	-	0.0003
Свинец (Pb)	I	7439-92-1	0.001	0.0003
Молибден (Mo)	II	7439-98-7	-	0.02
Вольфрам (W)	III	7440-33-7	-	0.15
Кадмий (Cd)	I	7440-43-9	-	0.0003
Сурьма (Sb)	II	7440-36-0	-	0.01**
<i>Прочие элементы, которые возможно включить в исследование Other elements possibly worth study</i>				
Кобальт (Co)	II	7440-48-4	-	0.0004
Марганец (Mn)	III	7439-96-5	0.01	0.001
Ртуть (Hg)	I	7439-97-6	-	0.0003
Хром (Cr)	I	18540-29-9	-	0.0015
Никель (Ni)	II	7440-02-0	-	0.001

Примечание: * ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»; ** ГН 2.1.6.2309-07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» **NOTE: These norms set by law**

Российские гигиенические нормативы содержания химических элементов в пищевых продуктах*

Russian Norms for Public Health and the Concentration of Chemical Elements in Foodstuffs

Химический элемент Element	Класс Опасности Hazard Cl	CAS Reg. No	Допустимые уровни, мг/кг, не более Permissible levels (mg/kg)—not to exceed		
			В плодоовощной продукции In fruits/veggies	В молоке и молочных продуктах In dairy products	В мясе и мясопродуктах In meat products
<i>Элементы, по содержанию которых установлены зоны экологического бедствия Elements to determine eco-disasters</i>					
Медь (Cu)	II	7440-50-8	5.0	0.4	-
Цинк (Zn)	I	7440-66-6	10.0	-	-
Мышьяк (As)	I	7440-32-2	0.2	0.05	0.1
Свинец (Pb)	I	7439-92-1	0.5	0.1	0.5
Молибден (Mo)	II	7439-98-7	-	-	-
Вольфрам (W)	III	7440-33-7	-	-	-
Кадмий (Cd)	I	7440-43-9	0.03	0.03	0.05
Сурьма (Sb)	II	7440-36-0	-	-	-
<i>Прочие элементы, которые возможно включить в исследование Other elements possibly worth study</i>					
Кобальт (Co)	II	7440-48-4	-	-	-
Марганец (Mn)	III	7439-96-5	-	-	-
Ртуть (Hg)	I	7439-97-6	0.02	0.005	0.03
Хром (Cr)	I	18540-29-9	0.5	0.5	0.5
Никель (Ni)	II	7440-02-0	-	0.7	-

Примечание: * Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»

Химические элементы, критические органы и системы, референтные уровни

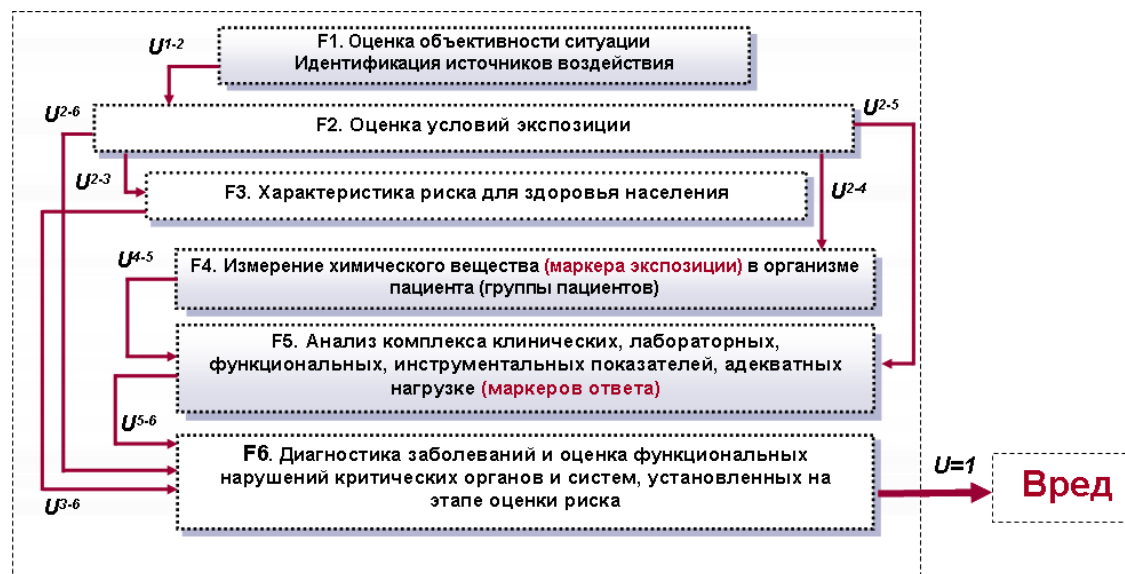
Chemical elements, critical organs and bodily systems, and reference levels

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

F2. Оценка условий экспозиции

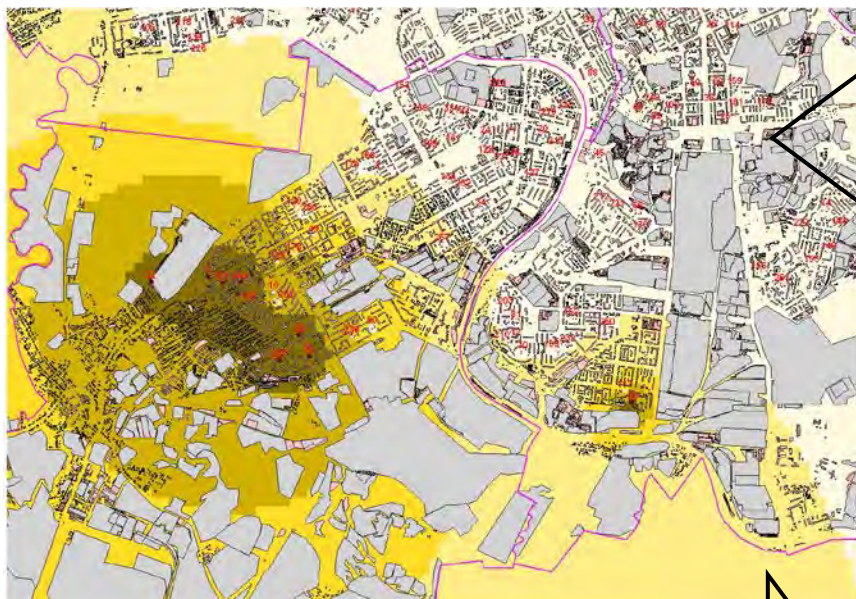
Методы оценки экспозиции

F2. Evaluating the conditions of exposure
Methods to be used in measuring exposure



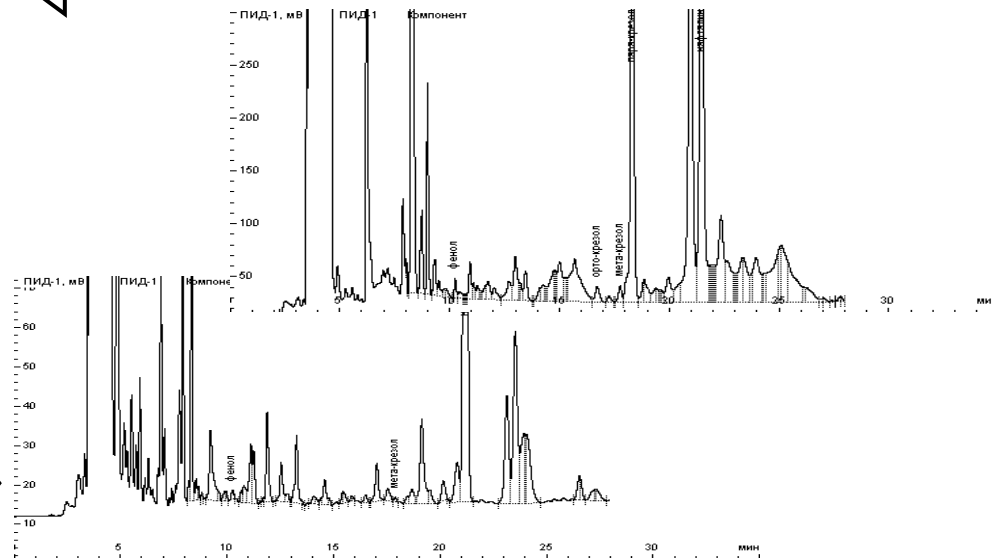
ГИС-технологии и выявление зон повышенного риска для сбора доказательной базы вреда здоровью

GIS Technologies and identifying zones of Heightened Risk as a means to collect information that confirms impacts on public health



Зоны повышенного риска на территории г. Перми и расположенные в них (ДДУ) **Факторы риска: фенол, крезолы** Zones of increased risks in Perm and location of schools. **Risk factors: phenol and cresols**

Хроматограммы крови детей, проживающих и посещающих ДДУ в выделенной зоне загрязнения, доказанные взаимосвязи «контаминант в крови – нарушения показателя здоровья» **Chromatograms of blood in children who live in polluted areas shows correlation between contaminant & health issues**



Методы: **расчетное моделирование, кластерный анализ** **Methods: Design Modeling and Cluster Analysis**

ИТ-технологии и выявление причинно-следственных связей между содержанием токсикантов в среде обитания, биосредах и показателями состояния здоровья

GIS technology and the identification of causal relationships between the content of toxic substances in the environment, biological media and indicators of health

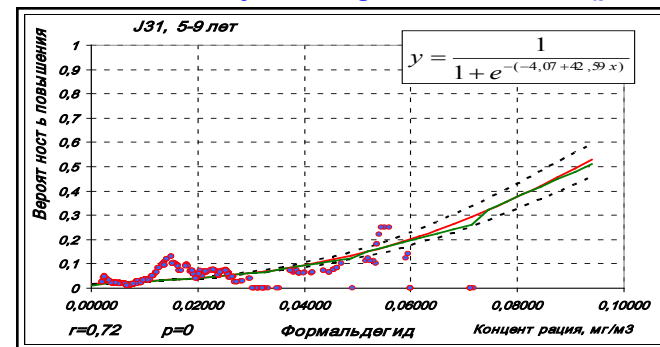
Концентрация крезола в крови детей
Concentration of cresol in children's blood

- выше регионального фонового уровня;
Higher than typical regional levels
- в пределах регионального фонового уровня
Within range of regional levels.

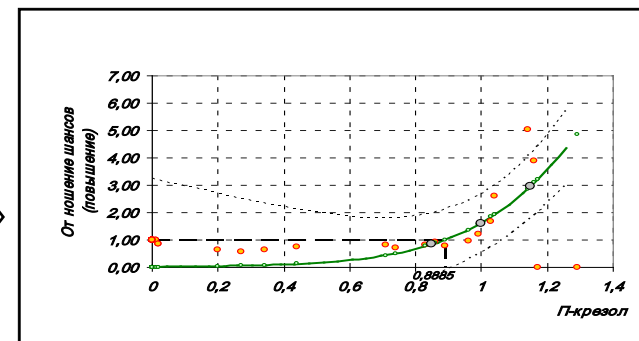


Доказанные взаимосвязи содержания токсикантов с показателями состояния здоровья (иммунная и антиоксидантная система, кроветворение, сенсбилизация) Proven relationship between toxicants & indicators of health (immune and antioxidizing system, blood, over-sensitization)

Вероятность повышения заболеваемости «хроническим ринитом, назофарингитом и фарингитом» детей 5-9 лет при изменении концентрации формальдегида в атмосферном воздухе ($p < 0,001$)
Probability of increased incidence of "chronic rhinitis, nasopharyngitis and pharyngitis in children 5-9 years old when concentration of formaldehyde changes in ambient air ($p < 0.001$)



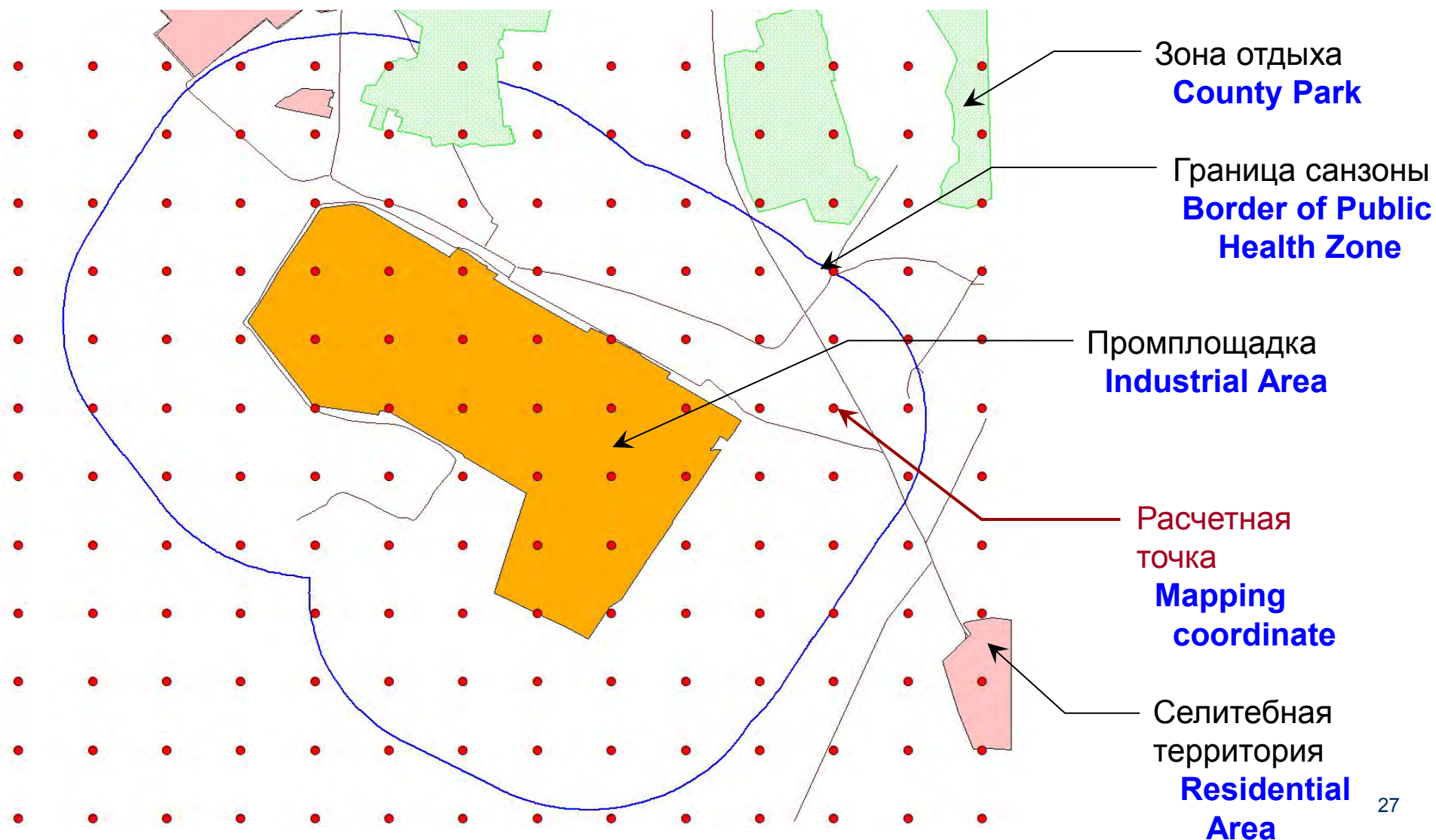
Повышение антиоксидантной активности
Increasing anti-oxidizing activity



Методы: оценка содержания токсикантов в объектах среды обитания и биологических средах человека, математическое моделирование Methodology: Evaluation of the content of toxicants in the environment and mathematical modeling

Распределение точек оценки экспозиции

Location of points of exposure under study



Качество атмосферного воздуха **Air Quality**

Метод аппроксимации данных **Methods for approximating data**

Оценка экспозиции Assessing Exposure Events

На основе расчетных данных On the basis of calculations

Достоинства: оперативность, простота, прозрачность и проверяемость расчетной части, автоматизация расчетов, унификация подходов, невысокая стоимость

Advantages: efficiency, simplicity, transparency and verifiability of the calculations, unification of approaches, low cost

Недостатки: невозможность учесть особенности технологии конкретного производства, сырья, используемых материалов, часто – высокая неопределенность при задании параметров расчета, отсутствие методик для ряда производств

Disadvantages: inability to take into account specific features of technologies of production, or the raw materials used, and often a high uncertainty when setting parameters for calculations, and a lack of methodologies to cover a wide range of industries

На основе данных инструментальных измерений On the basis of measurements with instruments

Достоинства: высокий уровень надежности результатов, контролируемость, проверяемость

Advantages: high reliability of results, accountability, verifiability

Недостатки: высокая стоимость, сложность исполнения, необходимость в аккредитации или аттестации лаборатории, отсутствие в ряде случаев методов определения

Disadvantages: high cost, complexity of performance, the need for accreditation or certification of laboratories, and in some cases, a lack of proven methodology for making final determinations

Для решения задачи **сопряжения** результатов **модельных** и **инструментальных** исследований необходимо использовать данные натурных замеров качества атмосферного воздуха во всех точках наблюдения и результаты расчетов рассеивания, полученные на основе сводной базы данных о стационарных и передвижных источниках выбросов.

To solve the problem of **interfacing results from modeling (calculations) with instrumental measurements** we should use in-situ data of air quality at all points of observation alongside the results of our dispersion calculations (as derived from a consolidated database of stationary and mobile sources of emissions).

Расчеты выполняют для заданных метеорологических условий. Приземные концентрации определяют в точках регулярной сетки, покрывающей всю территорию поселения, и в точках постов инструментальных измерений. Значения коэффициента соответствия в точках натурных наблюдений рассчитывают по формуле:

Calculations should be performed for a given set of meteorological conditions. Particular concentrations in the air near the ground can be set forth in a regular grid covering the entire study area, with monitoring positions set out for instrumental measurements. The coefficient values at points of field observations can be calculated by the formula:

$$K_i = \frac{C_i^r}{C_i^p}$$

i = номер поста (**the identifying number for the monitoring station**)

C_i^r = расчетные концентрации загрязняющего вещества на i -м посту наблюдений;
(**the calculated or modeled concentration of contaminant from the 1st observation**)

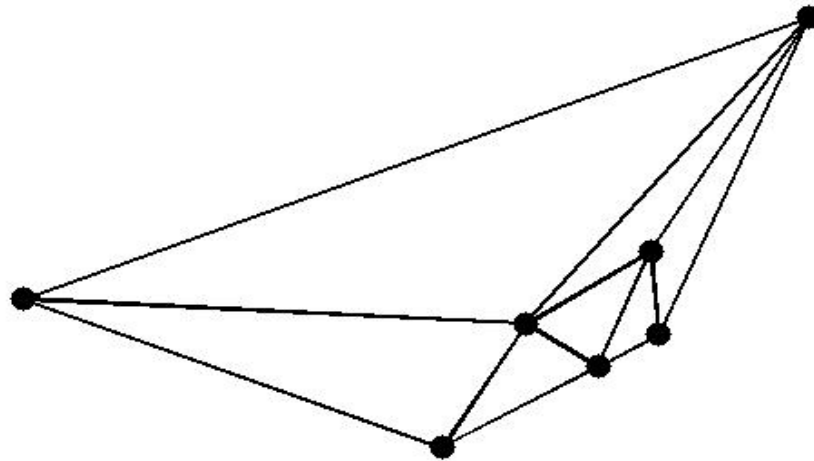
C_i^p = фактические концентрации загрязняющего вещества на i -м посту наблюдений
(**the actual concentration of contaminant from the 1st observation**)

Используя данной формулой, получают значения **коэффициента соответствия** в точках расположения натуральных наблюдений. Для интерполяции коэффициента на основании данных в точках постов наблюдения на первом этапе выполняют процедуру **триангуляции** расчетных точек, равномерно распределенных по исследуемой территории.

By using this formula, we receive values of the coefficient of agreement for the actual locations of the field observations. Interpolation is then based on data points at observation posts for the first stage of the procedure, allowing us to perform a triangulation of calculation points, evenly distributed over the study area.

Задача триангуляции набора точек на плоскости состоит в соединении всех точек натуральных наблюдений непересекающимися отрезками так, чтобы новый отрезок уже нельзя было добавить без пересечения с имеющимися. В качестве метода триангуляции была выбрана **триангуляция Делоне**.

The task of triangulation of a set of points on a plane is to connect all the dots of our field observations with non-intersecting segments so that the new segment could not be added without interfering with the existing segments. For our triangulation method we chose the one set forth by Delaunay.

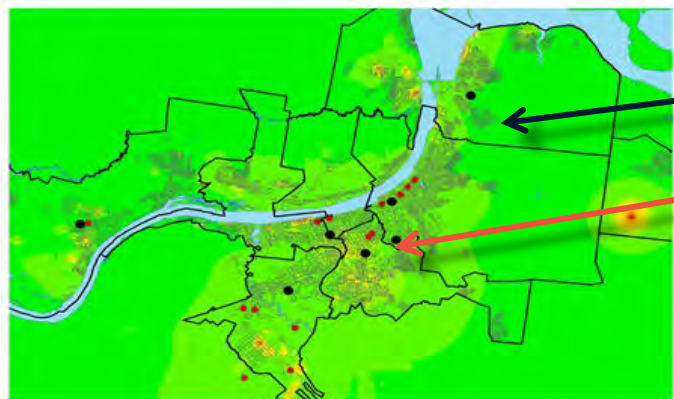


Триангуляция точек натуральных наблюдений
Triangulations of points from field observations

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



Расчет рассеивания
Calculation of Dispersion



Точки мониторинга
Monitoring Point
Точки измерений
для верификации
**Point of Measurement
For Verification**

The pairing of both calculated and field data can be used to decrease the inaccuracies in measuring exposure events from the atmosphere

В точке размещения поста
**At the point of placement of the
monitoring station**

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

$$2) K(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$3) k_i \equiv K(x_i, y_i) = a_0 + a_1x_i + a_2y_i$$

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

В границах треугольника,
полученного методом
Делоне

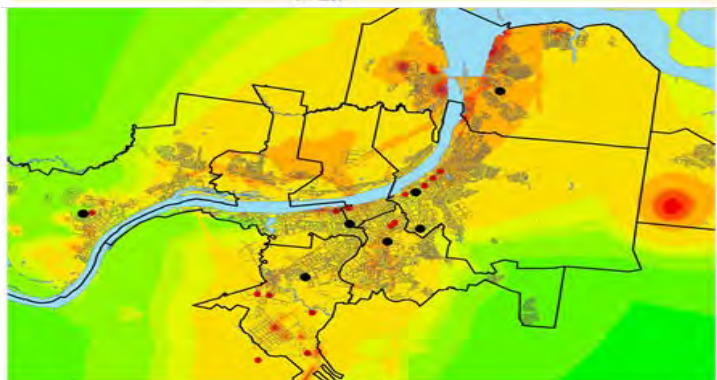
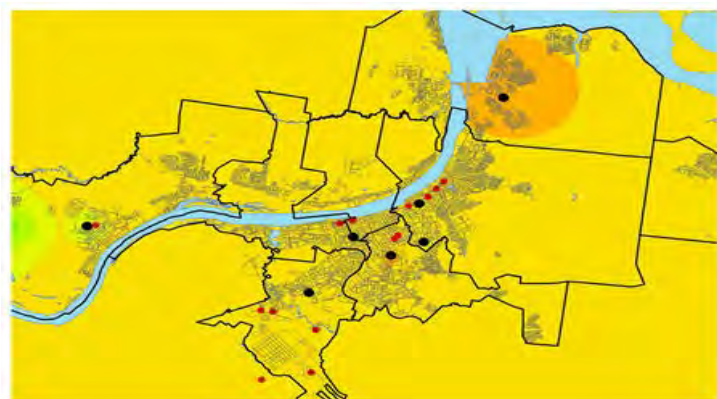
**Using the triangulation
method of Delaunay**

Май И.В., Клейн С.В., Чигвинцев В.М., Балашов С.Ю.
IRINA MAI et al

Методические подходы к повышению точности оценки экспозиции населения на основе сопряжения расчетных и натурных данных о качестве атмосферного воздуха // Анализ риска здоровью. № 4, 2013

Данные постов наблюдения,
интер-экстраполяция методом
обратных расстояний
Data from monitoring stations,
using inter-extrapolation and
inverse distances

Сопряжение данных
Pairing of Data





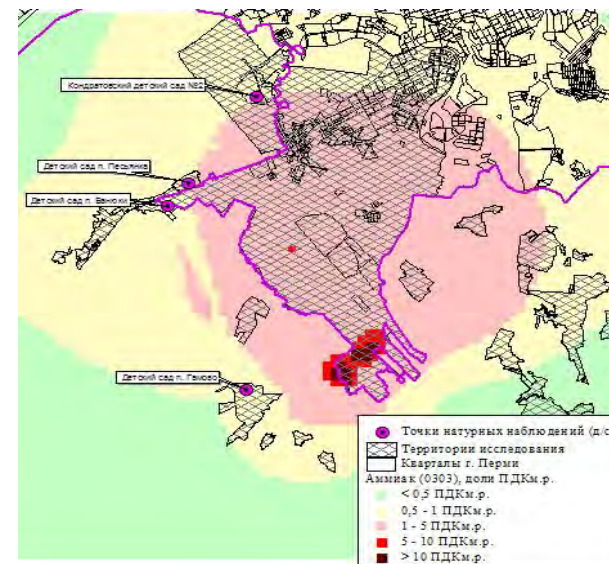
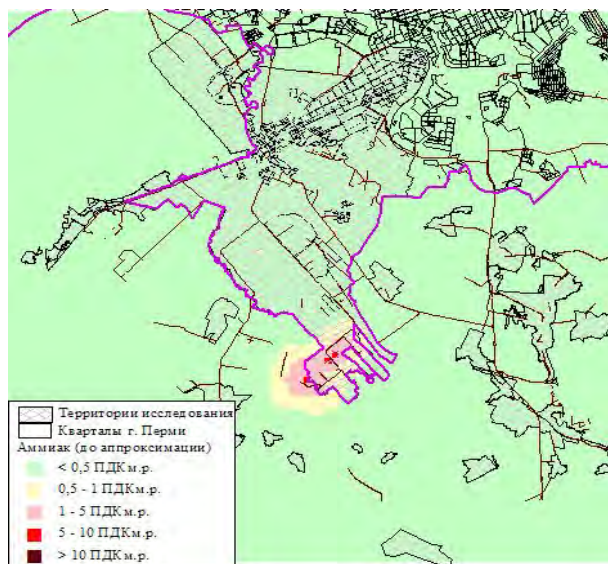
Error in prediction of surface concentrations of nitrogen dioxide in ambient air at Perm (calm, wind speed of 0-0.5 m/s, and temperature 25-26C)

Номер точки Field point #	Координаты точки Geo-coordinates of field point		Измеренное значение, Доли ПДК Measured Value, % of MPL	Δ (абсолютная ошибка прогноза), ПДК _{м.р.}		
				Расчетный метод By regular calculation	Аппроксимация данных постов методом обратных расстояний Approximation of data by inverse distances	Аппроксимация сопряжения расчетных и натуральных данных Approximation by pairing calculated and field data
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 Average Absolute Error				1.043	0.465	0.255
Среднее квадратичное отклонение Standard Deviation				1.101	0.521	0.2681

До аппроксимации Before Approximation

После аппроксимации After Approximation

Поля распределения
максимальных из
разовых
концентраций
аммиака
Distribution of the
maximum single-time
concentration of
ammonia



Поля распределения
максимальных из
разовых
концентраций
акролеина
Distribution of the
maximum single-time
concentration of
acrolein

