

# ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ГОРНОРУДНЫХ РЕГИОНОВ: РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

---

*Докладчик: Ольга БЕЛЯЕВА*

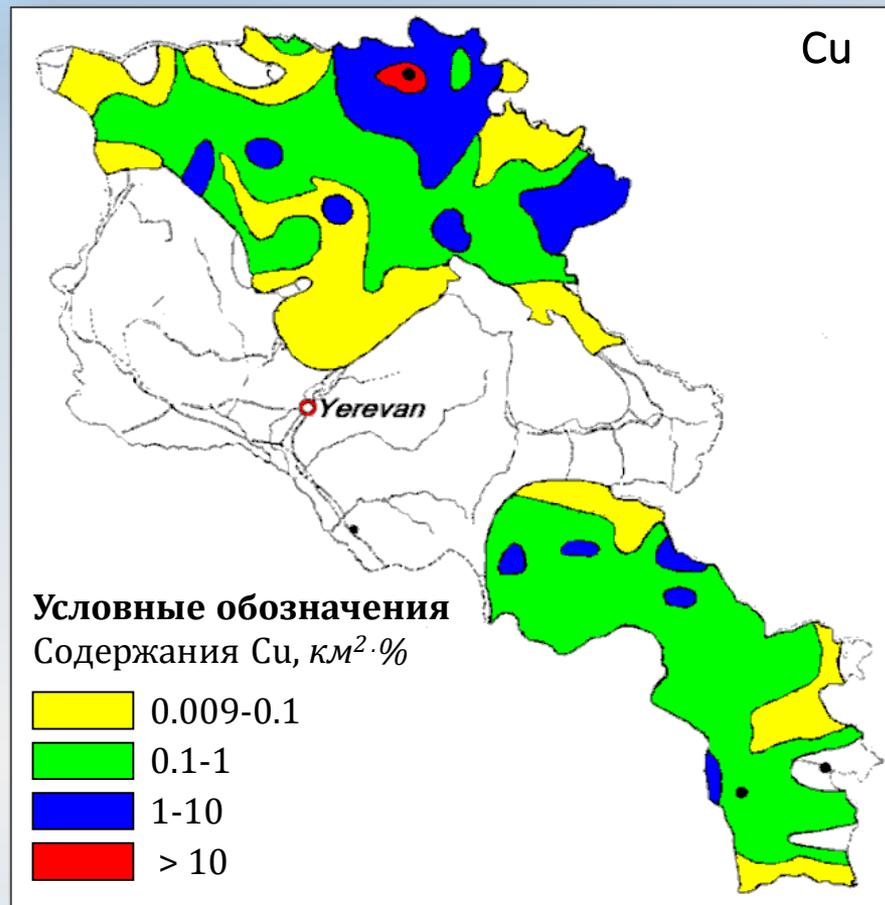
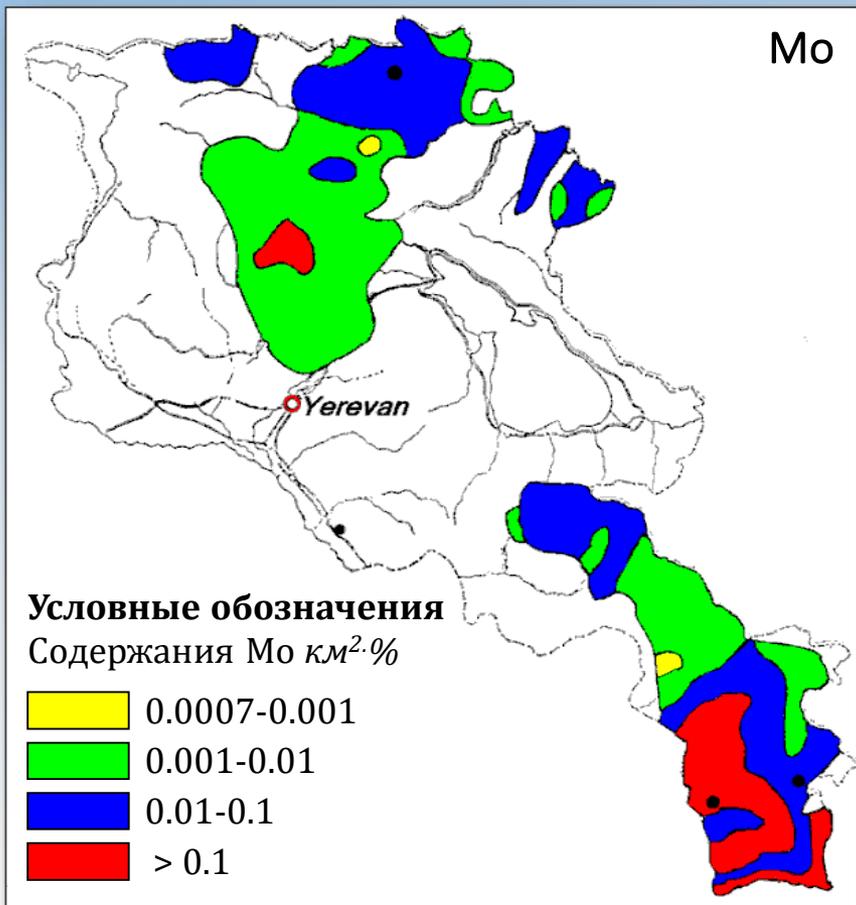


Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА  
0025 Ереван, ул Абовяна 68

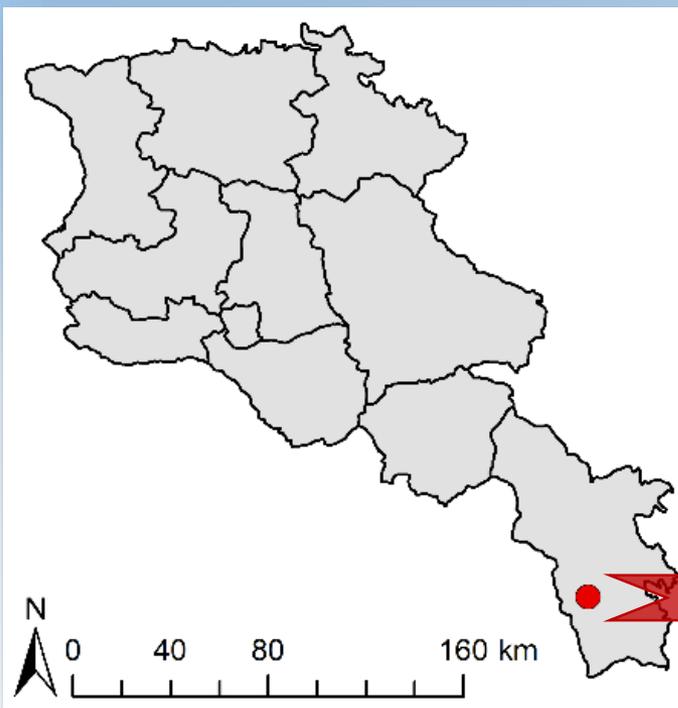
Е-mail: [ecocentr@sci.am](mailto:ecocentr@sci.am)

<http://cens.am/>

# Карты пространственного распределения Cu и Mo на территории Республики Армения



# Город Каджаран



# Карта-схема суммарного загрязнения почв г. Каджаран тяжелыми металлами



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Значения суммарного показателя концентраций СПК

I < 16

II - 16-32

III - 32-64

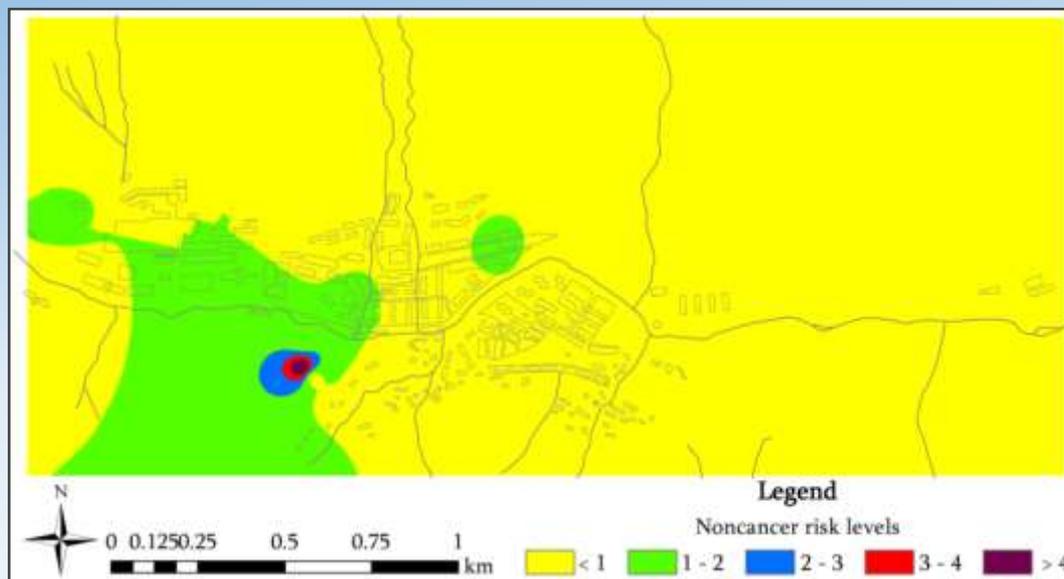
IV - 64-128

V > 128

Средний геохимический ряд:  $Mo_{(29.8)} > Cu_{(5.1)} - Pb_{(2.2)} - Co_{(1.7)} - Zn_{(1.4)} - Mn, V_{(1.2)}$

В скобках приведены превышения концентраций над фоном

# Неканцерогенный риск для здоровья человека, от тяжелых металлов в почвах г. Каджаран



Средние ряды HQ (Hazard Quotient) для каждого пути влияния

Максимальные ряды HQ для каждого пути влияния

Прием внутрь:  $Mo_{(0.24)}-Fe_{(0.12)}-Co_{(0.09)}-Mn_{(0.08)}-V_{(0.04)}-Pb_{(0.032)}-Cu_{(0.027)}-Cr_{(0.022)}-Zn_{(0.001)}$

Прием внутрь:  **$Mo_{(4.89)}$**   $> Pb_{(0.93)}-Fe_{(0.26)}-Co_{(0.18)}-Mn_{(0.143)}-Cu_{(0.137)}-Cr_{(0.07)}-V_{(0.05)}-Zn_{(0.003)}$

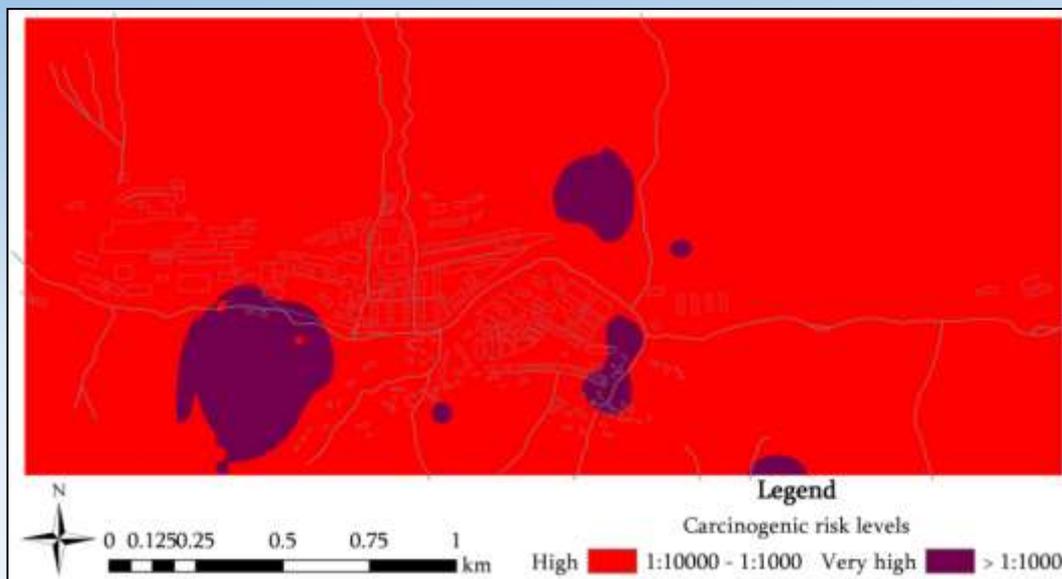
Вдыхание:  $Mn_{(0.019)}-Co_{(0.002)}-Cr_{(0.0003)}-Mo_{(0.00004)}$

Вдыхание:  $Mn_{(0.035)}-Co_{(0.005)}-Cr_{(0.0011)}-Mo_{(0.0007)}$

Дермальный:  $Mn_{(0.008)}-V_{(0.007)}-Cr_{(0.004)}-Mo_{(0.001)}-Fe_{(0.0005)}-Co_{(0.0004)}-Pb_{(0.00014)}-Cu_{(0.00011)}-Zn_{(0.000003)}$

Дермальный:  $Mo_{(0.021)}-Mn_{(0.015)}-Cr_{(0.013)}-V_{(0.009)}-Pb_{(0.004)}-Fe_{(0.0011)}-Co_{(0.0008)}-Cu_{(0.0006)}-Zn_{(0.000014)}$

# Канцерогенный риск для здоровья человека, от тяжелых металлов в почвах г. Каджаран



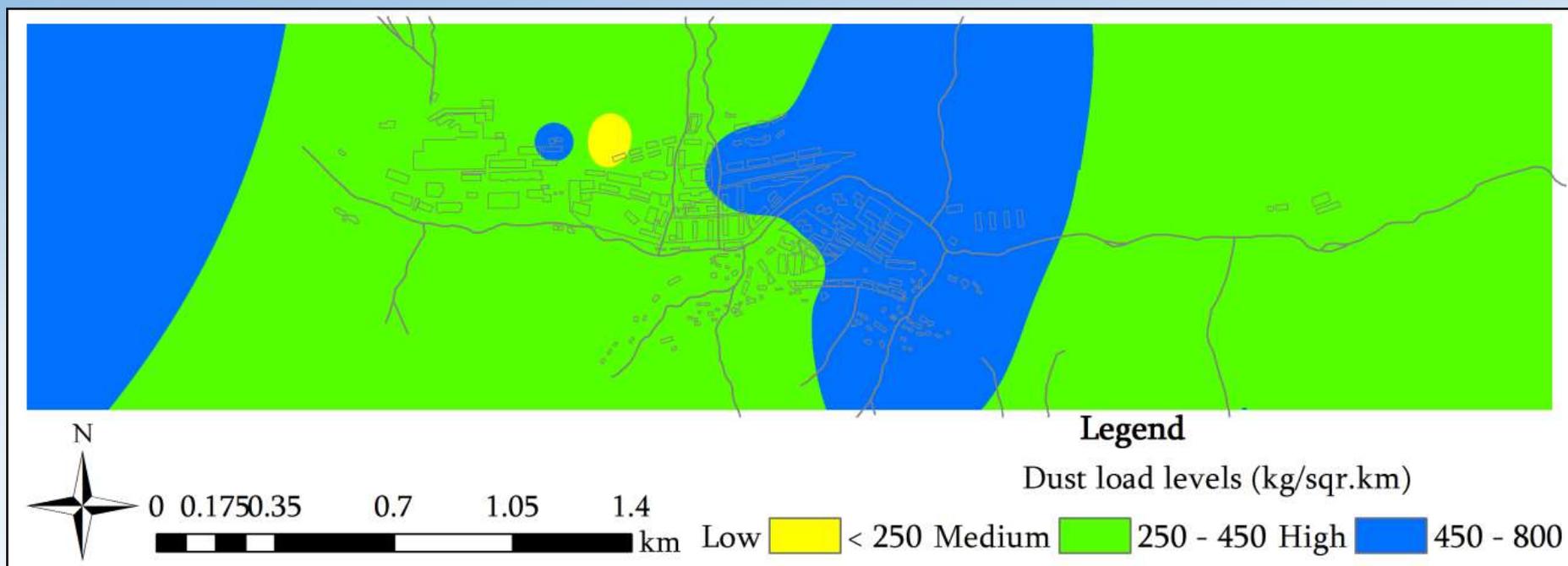
Металлы, обуславливающие канцерогенный риск по каждому пути воздействия

Прием внутрь: Cr

Вдыхание: Cr и Co

Дермальный: Cr

# Уровни пылевой нагрузки в г. Каджаран в летний период



Средний геохимический ряд:  $\text{Mo}_{(7.5)}-\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}_{(4.1)}-\text{Ni}_{(3.3)}-\text{Pb}_{(2.6)}-\text{Mn}_{(1.1)}$

В скобках приведены превышения над фоном

# Оценка риска для здоровья от пыли г. Каджаран

## НЕКАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК

Вклад тяжелых металлов в HI (Hazard Index) неканцерогенного риска для каждого пути воздействия (%)

- ❖ Прием внутрь:  $Mo_{(0.11)}-Pb_{(0.045)}-Cr_{(0.036)}-Mn_{(0.033)}-Cu_{(0.02)}-V_{(0.009)}-Ni_{(0.008)}-Zn_{(0.001)}$
- ❖ Вдыхание:  $Mn_{(0.008)}-Ni_{(0.0008)}-Cr_{(0.0005)}-Pb_{(0.0002)}-Mo_{(0.000016)}$
- ❖ Дермальный:  $Cr_{(0.006)}-Mn_{(0.003)}-V_{(0.001)}-Ni_{(0.0008)}-Mo_{(0.0004)}-Pb_{(0.0002)}-Cu_{(0.0001)}$

**HI > 1 не зафиксирован**

## КАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК

Металлы, обуславливающие канцерогенный риск для каждого пути воздействия

Прием внутрь: Cr

Вдыхание: Cr и Ni

Дермальный: Cr

**Очень высокий уровень канцерогенного риска зафиксирован для всех исследованных образцов**

# Расположение хвостохранилищ Зангезурского медно-молибденового комбината (ЗММК)



Карьер  
месторождения

Даразами

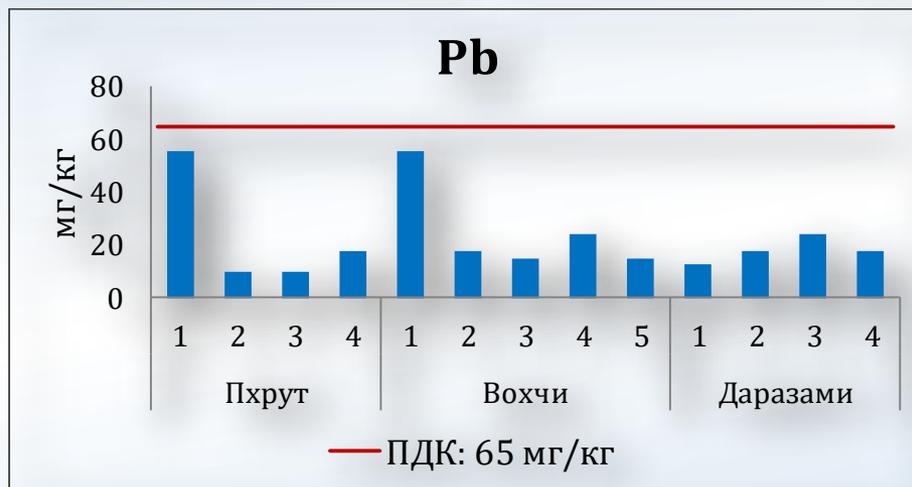
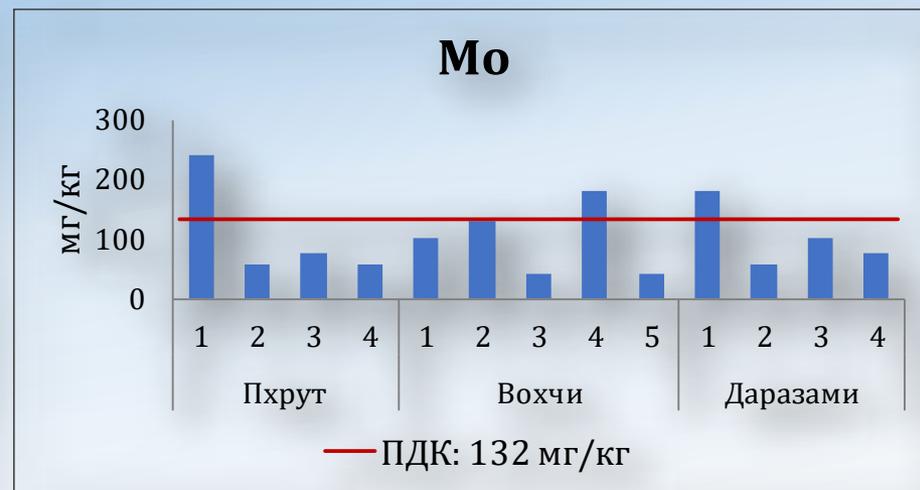
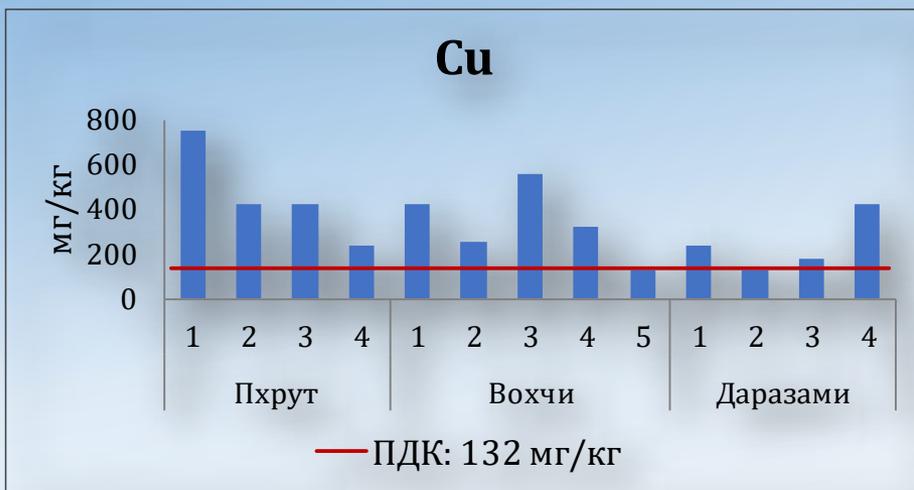
Пхрут

Вохчи

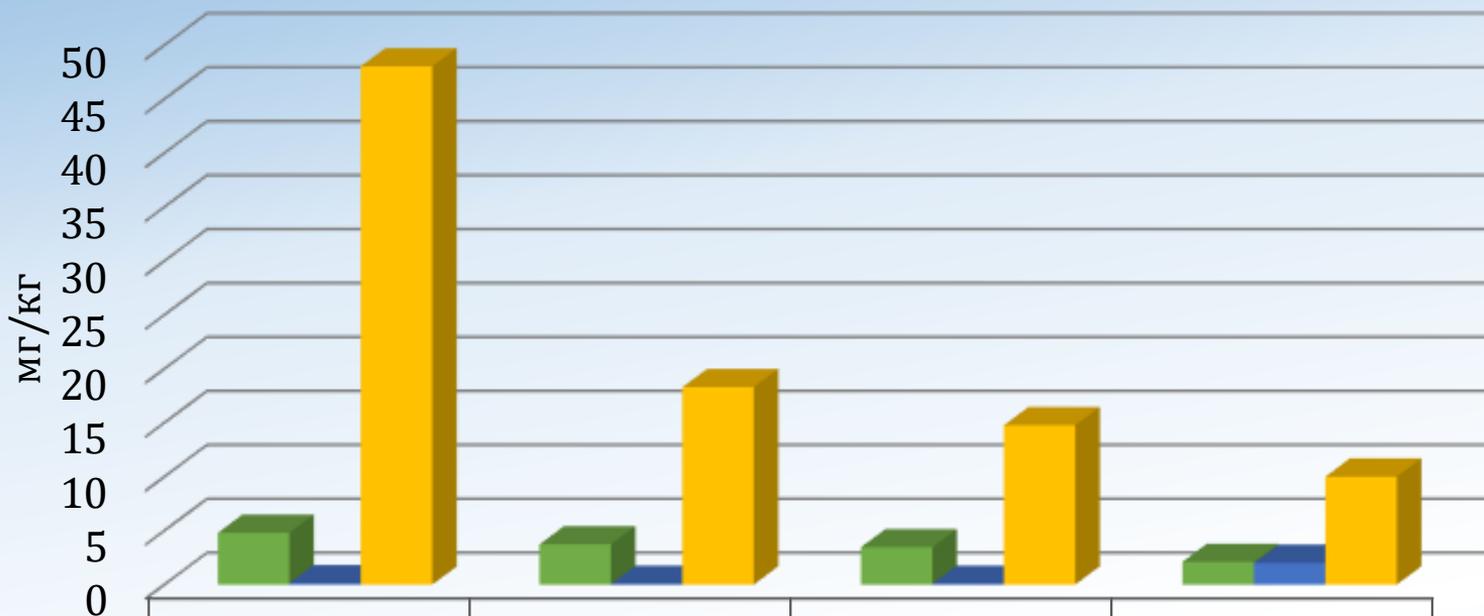
# Хвостохранилища Зангезурского медно-молибденового комбината (ЗММК)



# Содержания Cu, Mo и Pb в почвогрунтах хвостохранилищ ЗМК

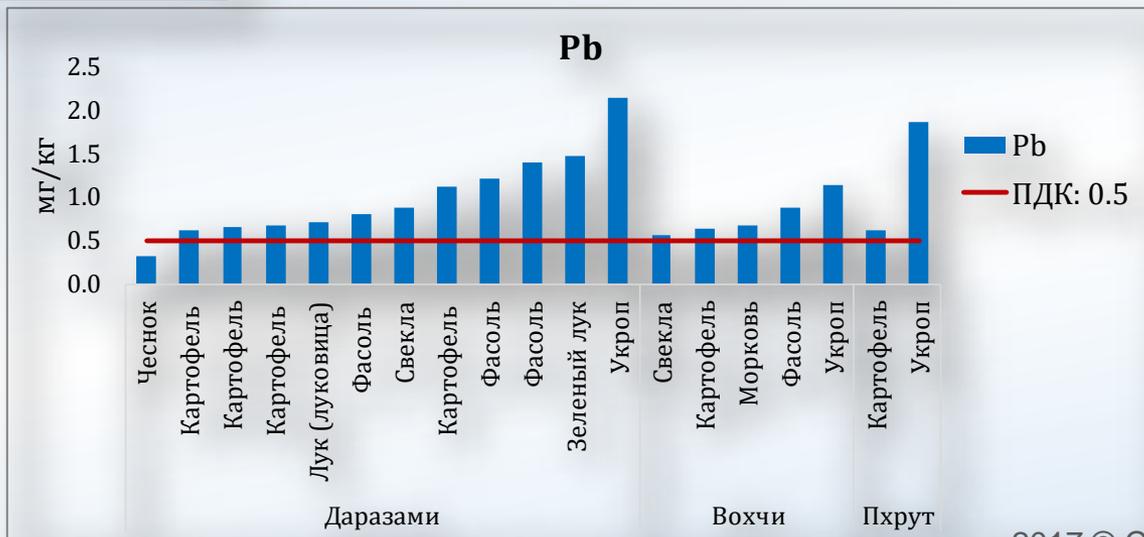


# Содержания элементов-примесей в почвогрунтах хвостохранилищ ЗММК



	Пхрут	Вохчи	Даразами	ПДК
■ Hg	4.80	3.72	3.46	2.1
■ Cd	0.12	0.05	0.07	2
■ As	48.03	18.30	14.77	10

# Содержания Pb и Hg в овощах, выращенных на территориях хвостохранилищ ЗММК



# Ряды накопления металлов в растениях по показателю биологического накопления ( $C_{\text{раст}}/C_{\text{почва}}$ )

## КАДЖАРАН: рекультивированные хвостохранилища

Овощи **Hg**-Cr-Ni-Mo-Zn<sub>(0,n)</sub>>Cd-Cu-Pb-As<sub>(0,0n)</sub>

Травы **Hg<sub>(0,n)</sub>**>Zn-Cd-Pb-Ni-Mo-Cu-Cr<sub>(0,0n)</sub>>As<sub>(0,00n)</sub>

## КАДЖАРАН: действующее хвостохранилище Арцваник

Овощи **Hg<sub>(n)</sub>**>>Mo-Cr-Zn-Ni-Pb<sub>(0,0n)</sub>>As-Cu<sub>(0,00n)</sub>>Cd<sub>(0,000n)</sub>

Травы **Hg<sub>(0,n)</sub>**>Mo-Cr-Zn-Pb-Ni-Cu<sub>(0,0n)</sub>>Cd<sub>(0,00n)</sub>

## КАПАН

Овощи Mo<sub>(0,n)</sub>>Zn-As-Cd-Pb<sub>(0,0n)</sub>>Cr-Ni-Hg<sub>(0,00n)</sub>

Травы **As<sub>(0,n)</sub>**>ZnMo-Cd-Pb-Cr<sub>(0,0n)</sub>>Ni<sub>(0,00n)</sub>>Hg<sub>(0,000n)</sub>

Подсолнечник **Cd<sub>(n)</sub>**>Zn-Mo<sub>(0,n)</sub>>Cu-Pb-As-Cr-Ni<sub>(0,0n)</sub>>Hg<sub>(0,00n)</sub>

## АХТАЛА

Инжир **Hg<sub>(n)</sub>**>Ni<sub>(0,n)</sub>>Cu-Zn-Pb<sub>(0,0n)</sub>>Cd<sub>(0,00n)</sub>

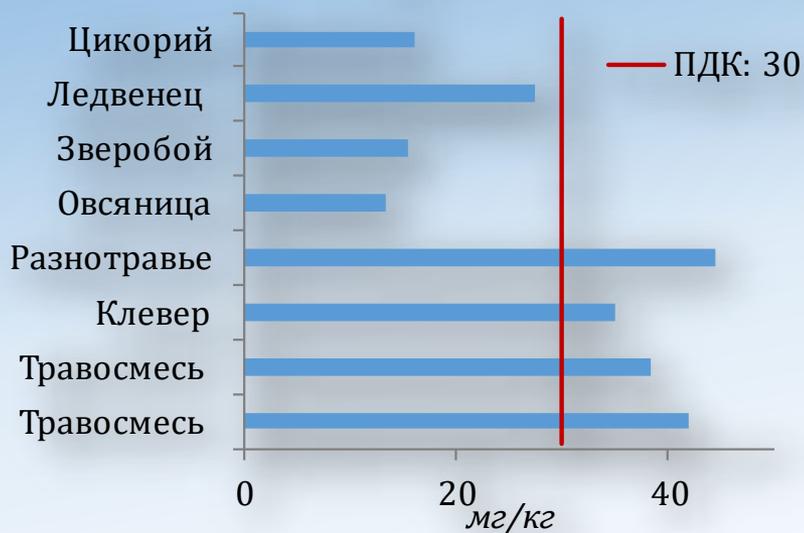
Шелковица **Cd**-Ni-Zn<sub>(0,n)</sub>>Cu-Pb<sub>(0,0n)</sub>

Кукуруза **Hg<sub>(n)</sub>**>Ni<sub>(0,n)</sub>>Zn-As<sub>(0,05)</sub>>Pb-Cu-Cd<sub>(0,00n)</sub>

Картофель Ni<sub>(0,n)</sub>>Zn-Cu-Pb-Cd<sub>(0,0n)</sub>

# Содержания Cu, Mo и Hg в кормовых травах на территории хвостохранилищ ЗММК

Cu



Mo



Hg



# Содержание ртути в молоке коров, пасущихся на территории хвостохранилищ ЗММК



# Оценка риска для здоровья населения горнорудных регионов



Окружающая среда:

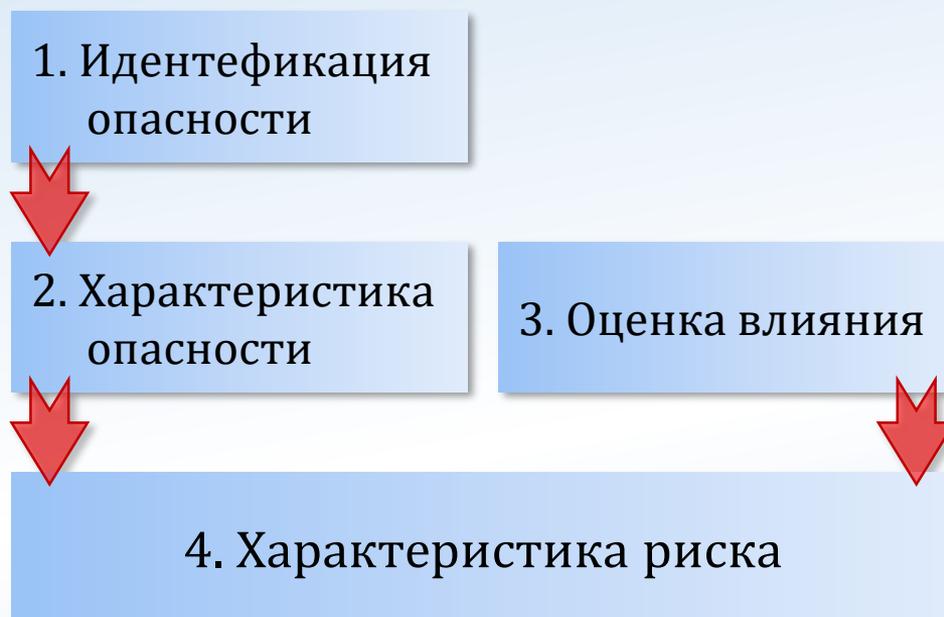
- ❖ Воздух
- ❖ Пыль
- ❖ Почва
- ❖ ...



Пища:

- ❖ Питьевая вода
- ❖ Пищевые продукты

# Оценка влияния химических веществ содержащихся в продуктах питания на здоровье человека



# Метод исследования рациона питания

## ***24-часовой опрос***

116 мужчин и 129 женщин в возрасте от 25-65 проживающие в зоне влияния горнорудных центров, опрошены на предмет потребления пищевых продуктов.

## ***Опросник частоты потребления пищевых продуктов***

Исследована частота потребления всего списка пищевых продуктов.

## ***Анализ данных***

- ❖ Суточное потребление металла с определенным пищевым продуктом (Daily intake of metal – DIM);

$$DIM = C \times D / BW,$$

где C – концентрация металла в продукте; D – потребление продукта; BW – средний вес тела

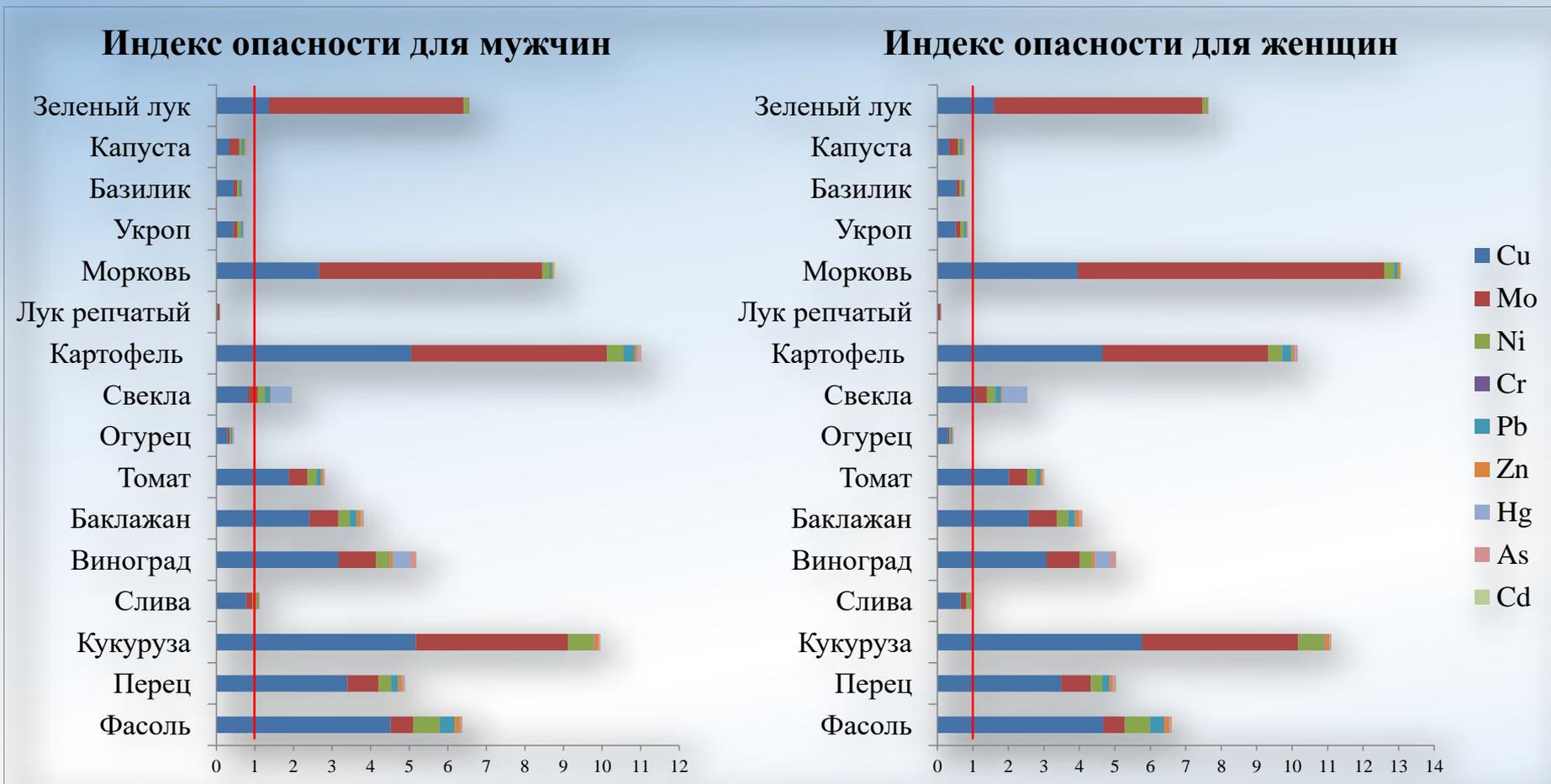
- ❖ Индекс риска для здоровья (Health Risk Index – HRI):

$$HRI = DIM / RfD,$$

где RfD – референтная доза потребления металла

# Риск для здоровья населения от фруктов и овощей, выращенных в зоне влияния горнорудной промышленности

Pirouyan D. et al, 2017, [doi.org/10.1080/10807039.2017.1381019](https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1381019)



# Выводы

- ❑ В горнорудных регионах антропогенные процессы приводят к нарушению естественных параметров распределения концентраций тяжелых металлов, что наблюдается при формировании техногенных аномалий в условиях повышенного естественного геохимического фона.
- ❑ В результате антропогенных процессов элементы-примеси руд мобилизируются, загрязняя практически все компоненты окружающей среды
- ❑ Благодаря свойству аккумулироваться в живом веществе тяжелые металлы вовлекаются в пищевые цепи и накапливаются сельскохозяйственных продуктах в высоких концентрациях.
- ❑ Оценка риска для здоровья населения в горнорудных регионах должна складываться из суммы риска, обусловленного загрязнением окружающей среды и риска пищевой цепи.

# *Благодарю за внимание*



Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА  
0025 Ереван, ул Абовяна 68

E-mail: [ecocentr@sci.am](mailto:ecocentr@sci.am)

<http://cens.am/>