

## ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ ГЕМОГЛОБИНА И КОЛИЧЕСТВО ЭРИТРОЦИТОВ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА КУНГРАДСКОГО РАЙОНА

Далжанова Гулмира Бахытбай кызы

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, докторант  
II- курса, Нукус, Республика Каракалпакстан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18900023>

### АННОТАЦИЯ

В данной статье исследовано влияние экологических факторов на уровень гемоглобина и количество эритроцитов у учащихся школ в возрасте 7–14 лет, проживающих в Кунградском районе в условиях техногенной нагрузки в период август–декабрь 2025 года. На фоне повышенной концентрации пыли-солевых аэрозолей в осенне-зимний период у детей основной группы выявлено достоверное снижение показателей красной крови по сравнению с контрольной группой. Доказано, что хроническая интоксикация тяжёлыми металлами является определяющим фактором формирования железодефицитной анемии.

**Ключевые слова:** гемоглобин, эритроциты, экологические факторы, железодефицитная анемия, техногенная нагрузка, Кунградский район, осенне-зимний период, тяжёлые металлы, дети.

### ABSTRACT

This thesis investigates the impact of ecological factors on hemoglobin levels and erythrocyte counts in school-age children (7–14 years) residing in the Kungrad district under conditions of technogenic load during August–December 2025. Against the background of elevated dust-salt aerosol concentrations during the autumn-winter period, a statistically significant decrease in red blood cell parameters was identified in the main group compared to the control group. Chronic intoxication with heavy metals was proven to be a determining factor in the development of iron deficiency anemia.

**Keywords:** hemoglobin, erythrocytes, ecological factors, iron deficiency anemia, technogenic load, Kungrad district, autumn-winter period, heavy metals, children.

### ANNOTATSIYA

Ushbu tezisdagi 2025 yilning avgust–dekabr oylarida Qo'ng'iro't tumanining texnogen yuklanish sharoitida yashovchi 7–14 yoshdagi maktab o'quvchilarida ekologik omillarning gemoglobin va eritrotsitlar miqdoriga ta'siri o'rganilgan. Kuzgi-qishki davrda chang va tuz aerzollari konsentratsiyasining yuqori bo'lishi fonida asosiy guruhdagi bolalarda qizil qon ko'rsatkichlari nazorat guruhiga nisbatan ishonchli ravishda past ekanligi aniqlandi. Og'ir metallar bilan surunkali intoksikatsiya temir tanqislik anemiyasining shakllanishida hal qiluvchi omil sifatida isbotlandi.

**Kalit so'zlar:** gemoglobin, eritrotsitlar, ekologik omillar, temir tanqislik anemiyasi, texnogen yuklama, Qo'ng'iro't tumani, kuzgi-qishki davr, og'ir metallar, bolalar.

### ВВЕДЕНИЕ

Кунградский район является одним из наиболее экологически неблагополучных районов Республики Каракалпакстан, и в осенне-зимний период (август–декабрь) состояние окружающей среды здесь значительно ухудшается. В этот период сочетание пыли-солевых аэрозолей, поднимающихся с обнажённого дна Аральского моря,

промышленных выбросов и неблагоприятных метеорологических условий приводит к многократному превышению нормативов содержания загрязнителей в атмосфере [1, 2]. Мониторинг, проведённый в осенне-зимний период 2025 года, зафиксировал превышение показателя PM<sub>2,5</sub> в Кунградском районе в 3,4 раза сверх допустимой нормы.

Детский организм в 4–5 раз более восприимчив к воздействию факторов окружающей среды по сравнению со взрослыми. Тяжёлые металлы — свинец (Pb), кадмий (Cd), мышьяк (As), — проникая через дыхательные пути, оказывают прямое воздействие на систему крови: нарушают эритропоэз, ингибируют синтез гема и повреждают мембраны эритроцитов посредством окислительного стресса [3, 4]. Научно доказано, что в осенне-зимний период интенсивность этого воздействия значительно выше, чем в летние месяцы.

Цель исследования — определить сезонное влияние экологических и техногенных факторов на уровень гемоглобина и количество эритроцитов у детей школьного возраста Кунградского района в период август–декабрь 2025 года и провести сравнительный анализ с контрольной группой.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Исследование проводилось с 1 августа по 30 декабря 2025 года в четырёх общеобразовательных школах Кунградского района (школы № 1, 3, 7 и 12). В основную группу вошли 168 учащихся (84 мальчика и 84 девочки) в возрасте 7–14 лет, постоянно проживающих в районе не менее 5 лет, без хронических заболеваний, не принимавших препараты железа в течение последних 3 месяцев. Контрольную группу составили 144 учащихся (72 мальчика и 72 девочки) из экологически относительно благополучного района — г. Нукуса.

Образцы венозной крови у каждого участника брались дважды — в сентябре и ноябре (динамическое наблюдение). Анализы выполнялись в аккредитованной лаборатории Министерства здравоохранения Республики Узбекистан. Применявшиеся методы: автоматический гематологический анализатор Sysmex XN-1000 (Эр, Hb, Ht, MCV); ферритин и трансферрин — метод ELISA (Architect i2000SR); тяжёлые металлы — масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, ИСП-МС (PerkinElmer NexION 2200). Статистическая обработка: SPSS Statistics 28.0 ( $M \pm m$ , t-критерий Стьюдента, корреляция Пирсона и Спирмена,  $p < 0,05$ ).

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Результаты, полученные в период август–декабрь 2025 года, выявили существенные изменения показателей красной крови у детей Кунградского района. В таблице 1 представлены основные гематологические и феррокинетические показатели.

*Таблица 1*

**Гематологические и феррокинетические показатели ( $M \pm m$ , август–декабрь 2025 г.)**

Показатель	Кунград (n=168)	Контроль — Нукус (n=144)	p
Эритроциты ( $10^{12}/л$ )	$3,71 \pm 0,12$	$4,40 \pm 0,10$	$< 0,001$

Гемоглобин (г/л)	104,8 ± 3,7	130,2 ± 3,4	< 0,001
Гематокрит (%)	31,8 ± 1,4	39,1 ± 1,2	< 0,001
MCV (фл)	72,4 ± 2,0	85,6 ± 1,8	< 0,01
Сывороточное железо (мкмоль/л)	7,2 ± 0,9	15,6 ± 1,2	< 0,001
Ферритин (мкг/л)	7,9 ± 1,8	24,1 ± 2,7	< 0,001
Насыщение трансферрина (%)	12,8 ± 2,2	29,8 ± 2,8	< 0,001

Анализ данных таблицы 1 показал, что осенне-зимний период является наиболее критичным. Количество эритроцитов оказалось ниже на 15,7% (3,71 против  $4,40 \times 10^{12}/л$ ,  $p < 0,001$ ), а уровень гемоглобина — на 19,5% (104,8 против 130,2 г/л,  $p < 0,001$ ). Сниженный показатель MCV (72,4 фл) соответствует микроцитарной анемии. Уровень ферритина (7,9 мкг/л) в 3 раза ниже нормы, что свидетельствует о критическом истощении запасов железа.

В таблице 2 представлены результаты токсикологического анализа крови за август–декабрь 2025 года.

*Таблица 2*

**Содержание тяжёлых металлов в крови ( $M \pm m$ , август–декабрь 2025 г.)**

Показатель	Кунград (n=168)	Контроль — Нукус (n=144)	p
Свинец, Pb (мкг/дл)	15,6 ± 2,8	2,9 ± 0,6	< 0,001
Кадмий, Cd (мкг/л)	2,18 ± 0,41	0,36 ± 0,07	< 0,001
Мышьяк, As (мкг/л)	18,4 ± 3,2	3,8 ± 0,9	< 0,001
Цинк, Zn (мкмоль/л)	8,8 ± 1,1	16,2 ± 1,5	< 0,001
Медь, Cu (мкмоль/л)	30,4 ± 3,6	17,8 ± 2,1	< 0,05

В осенне-зимний период концентрации тяжёлых металлов в крови детей основной группы значительно превысили показатели контрольной группы: свинец — в 5,4 раза (15,6 против 2,9 мкг/дл), кадмий — в 6,1 раза (2,18 против 0,36 мкг/л), мышьяк — в 4,8 раза (18,4 против 3,8 мкг/л,  $p < 0,001$ ). Эти показатели также выше данных весеннего периода 2025 года, что подтверждает сезонное усиление техногенной нагрузки в связи с полной загрузкой промышленных предприятий в холодный период и ослаблением атмосферной циркуляции.

Снижение уровня цинка (8,8 против 16,2 мкмоль/л) заслуживает отдельного внимания: цинк участвует в метаболизме железа, и его дефицит нарушает синтез трансферрина, тем самым дополнительно усугубляя анемию. Мышьяк индуцирует окислительный стресс в мембранах эритроцитов, ускоряет их гемолиз и снижает компенсаторные возможности костного мозга [5, 6].

Динамическое наблюдение (сентябрь–ноябрь) выявило сезонное нарастание признаков анемии: уровень гемоглобина в ноябре ( $103,2 \pm 3,4$  г/л) был достоверно ниже сентябрьского показателя ( $106,4 \pm 3,9$  г/л,  $p < 0,05$ ). Корреляционный анализ выявил сильную обратную зависимость между концентрацией свинца в крови и уровнем гемоглобина ( $r = -0,79$ ,  $p < 0,001$ ), а также между мышьяком и количеством эритроцитов ( $r = -0,72$ ,  $p < 0,001$ ).

### **ВЫВОДЫ**

1. В период август–декабрь 2025 года у детей школьного возраста Кунградского района выявлено достоверное снижение уровня гемоглобина ( $104,8 \pm 3,7$  г/л) и количества эритроцитов ( $3,71 \pm 0,12 \times 10^{12}$ /л) по сравнению с контрольной группой — на 19,5% и 15,7% соответственно; данные показатели ниже весенних значений того же года, что свидетельствует об усилении патологического процесса.

2. Сезонное повышение концентрации тяжёлых металлов в крови детей осенне-зимнего периода — свинца (в 5,4 раза), кадмия (в 6,1 раза) и мышьяка (в 4,8 раза) относительно контрольной группы — обусловлено активной работой промышленных предприятий и неблагоприятными метеорологическими условиями.

3. Динамическое наблюдение (сентябрь–ноябрь) подтвердило прогрессирующий характер анемии в осенне-зимний период: уровень гемоглобина в ноябре достоверно снизился по сравнению с сентябрём ( $p < 0,05$ ), что обосновывает необходимость усиления профилактических мероприятий в данный период.

4. Рекомендуются проведение обязательного клинического анализа крови, оценки статуса железа и при необходимости профилактических курсов лечения для всех детей Кунградского района в осенне-зимний период, а также введение более жёстких нормативов сезонных выбросов для промышленных предприятий района.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. Государственный комитет по экологии и охране окружающей среды Республики Каракалпакстан. Доклад об экологической обстановке, осенний мониторинг 2025 г. – Нукус, 2025. – 62 с.
2. Абдуллаев Н.К. Динамика концентрации тяжёлых металлов в атмосферном воздухе Кунградской промышленной зоны (2020–2025) // Экология и окружающая среда. – 2025. – №2. – С. 12–19.
3. Flora G., Gupta D., Tiwari A. Toxicity of lead: a review with recent updates // Interdiscip. Toxicol. – 2012. – Vol.5(2). – P. 47–58.
4. WHO. Preventing disease through healthy environments – Exposure to cadmium and arsenic. – Geneva: WHO, 2021. – 12 p.
5. Жумаев Т.Ж., Рахимов К.Д. Сезонные изменения системы крови у детей, проживающих в экологически неблагополучных районах // Педиатрия. – 2025. – №3. – С. 28–36.
6. UNEP. Environmental assessment of the Aral Sea region: 2025 update. – Nairobi: UNEP, 2025. – 112 p.