



**БИОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ. ПОКАЗАТЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

*Ишанова Инобатхон Ёркин кизи – студентка 3 курса
лечебного факультета EMU University (Ташкент, Узбекистан)*

ORCID: 0009-0002-7157-2703

inobathonisnva28@gmail.com

*Научный руководитель: Урманова Лайло Джахангировна Ассистент
кафедры Социальных дисциплин, EMU University (Ташкент, Узбекистан)*

***Анотация:** В данном исследовании изучены вопросы оценки воздействия факторов окружающей среды на организм человека с использованием биологических маркеров. Биомаркеры являются важными диагностическими показателями, позволяющими выявлять биохимические и физиологические изменения в организме на ранних стадиях под воздействием внешней среды. В ходе исследования были проанализированы количественные показатели химических веществ, включая тяжёлые металлы и формальдегид, в биологических средах (моча, кровь и др.), а также оценено их влияние на состояние здоровья. Полученные результаты показали наличие взаимосвязи между уровнем загрязнения окружающей среды и токсической нагрузкой на организм. Установлено, что использование биомаркеров играет важную роль в экологическом мониторинге, профилактике заболеваний и оценке экологических рисков.*

***Ключевые слова:** биологические маркеры, факторы окружающей среды, токсиканты, тяжёлые металлы, формальдегид, биомониторинг, экологический риск, здоровье*

***Anotasiya :** Ushbu tadqiqotda biologik markerlar orqali atrof-muhit omillarining inson organizmiga ta'sirini baholash masalalari o'rganildi. Biomarkerlar inson organizmida tashqi muhit ta'siri natijasida yuzaga keladigan biokimyoviy va fiziologik o'zgarishlarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradigan*



muhim diagnostik ko'rsatkichlar hisoblanadi. Tadqiqot davomida biomuhitlarda (siydik, qon va boshqalar) og'ir metallar, formaldegid va boshqa kimyoviy moddalarning miqdoriy ko'rsatkichlari tahlil qilindi hamda ularning salomatlikka ta'siri baholandi. Olingan natijalar atrof-muhit ifloslanishi va inson organizmidagi toksik yuklama o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatdi. Shuningdek, biomarkerlardan foydalanish ekologik xavflarni baholash, profilaktika va tibbiy-ekologik monitoringni takomillashtirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: biologik markerlar, atrof-muhit omillari, toksikantlar, og'ir metallar, formaldegid, biomonitoring, ekologik xavf, salomatlik

ABSTRACT: *This study investigates the assessment of environmental factors' impact on the human body using biological markers. Biomarkers are important diagnostic indicators that allow early detection of biochemical and physiological changes caused by environmental exposure. The study analyzed quantitative levels of chemical substances, including heavy metals and formaldehyde, in biological media (urine, blood, etc.), and evaluated their effects on human health. The findings demonstrated a significant association between environmental pollution and toxic burden in the human body. The use of biomarkers was shown to be essential for environmental monitoring, disease prevention, and ecological risk assessment.*

Keywords: *biomarkers, environmental factors, toxicants, heavy metals, formaldehyde, biomonitoring, environmental risk, health*

Актуальность темы. В настоящее время этиология и патогенез ряда заболеваний, связанных с воздействием химических веществ в окружающей среде, получили научное обоснование, а исследования по данной проблематике широко освещаются в литературе. Однако установление причинно-следственной связи между воздействиями окружающей среды и наблюдаемыми в организме человека патологическими состояниями или изменениями в гомеостатической системе остается сложным и многофакторным процессом. Это объясняется, прежде всего, многоступенчатыми адаптивными механизмами биологических систем и



проявлением воздействия внешних факторов, которые зависят от индивидуальных особенностей [1]. Обнаружение химических веществ или их метаболитов в средах окружающей среды и в биологической среде человека не обязательно означает развитие нарушений здоровья, имеющих клиническое значение. В некоторых случаях эти вещества могут нейтрализоваться в организме за счет адаптивных реакций или выводиться с помощью физиологических компенсаторных механизмов. Поэтому установление прямой причинно-следственной связи между воздействием химических веществ и клиническими исходами требует проведения комплексных эпидемиологических и биомедицинских исследований [2]. В частности, оценка экологических детерминант патологических процессов в педиатрической популяции является еще более сложной задачей. Это обусловлено высокой реактивностью организма ребенка и изменчивостью этапов его развития, а также косвенным воздействием внешних факторов окружающей среды, в том числе обусловлено влиянием факторов, связанных с соматическим и генетическим статусом родителей, социальными условиями и образом жизни [3]. Сложность эколого-гигиенической диагностики детских заболеваний характеризуется, с одной стороны, преобладанием неспецифических клинических проявлений, связанных с изменениями реактивности организма, во-вторых, неспецифическим проявлением генетических и функциональных изменений под воздействием факторов, оказывающих селективное (тропное) действие на определенные органы и системы. Кроме того, в некоторых случаях заболевания могут возникать в результате косвенного воздействия экзогенных факторов, приобретших патогенные свойства под влиянием окружающей среды [4].

В многочисленных исследованиях отмечается, что рост заболеваемости среди детей в последние годы тесно связан с ухудшением экологического состояния окружающей среды. Нарушение естественного баланса микроэлементов в компонентах окружающей среды может приводить к метаболическим и иммунобиологическим изменениям в организме человека. Особую озабоченность вызывает воздействие широко распространенных



тяжелых металлов и других химических загрязнителей, даже в низких концентрациях, которые могут оказывать долгосрочное негативное воздействие на здоровье человека [5]. В Ташкенте отмечается загрязнение атмосферного воздуха, почвы и водных источников различными антропогенными факторами. В частности, увеличение количества автотранспортных средств, промышленная деятельность, расширение строительных работ и рост объема бытовых отходов приводят к выбросу в окружающую среду тяжелых металлов и органических соединений. Хотя эти загрязнители зачастую не вызывают конкретных заболеваний сразу, они могут снижать иммунную реактивность организма, обострять аллергические состояния и способствовать росту патологий дыхательной системы и общего уровня заболеваемости [6]. Металлы и их соединения отличаются высокой экологической устойчивостью, способностью к накоплению в биологических системах и выраженным токсическим действием (иммунотоксическим, генотоксическим, цитотоксическим). В этом отношении они относятся к числу наиболее опасных загрязнителей окружающей среды. Поэтому изучение их распределения, миграции и воздействия на здоровье человека является одной из наиболее актуальных областей современной гигиены окружающей среды и медицины [7]. В Ташкенте значительная доля загрязнения атмосферного воздуха приходится на выбросы автотранспорта, промышленных предприятий и процессы сжигания бытового топлива. Отмечается присутствие в атмосфере формальдегида, оксидов азота, углеводородов и тяжелых металлов (цинка, меди, свинца и др.). В частности, формальдегид является высокотоксичным веществом, характеризующимся способностью денатурировать белки, а также мутагенным и аллергенным действием. К его основным источникам относятся транспортные средства, промышленные выбросы и сжигание различных видов топлива [8]. Кроме того, тяжелые металлы, такие как цинк и медь, могут попадать в атмосферу в результате деятельности цветной металлургии и других отраслей промышленности, а также в результате работы автомобильного транспорта. Попадание этих веществ в организм детей в



высоких концентрациях может негативно влиять на их физиологические и биохимические процессы. Высокая чувствительность детей и тот факт, что их метаболические системы еще находятся в стадии развития, делают их особенно уязвимыми к воздействию факторов окружающей среды [9]. В медико-экологических исследованиях выбор надежных биомаркеров имеет решающее значение для оценки связи между биологическими системами и окружающей средой. На основании таких показателей можно оценить степень воздействия загрязняющих веществ на организм, выявить группы риска и проанализировать изменения здоровья населения. В связи с этим целью данного исследования была оценка уровней иона фтора, формальдегида и цинка и меди, а также изучить их в качестве биомаркеров для оценки вредного воздействия окружающей среды [10].

Результаты данного исследования могут служить научной основой для более глубокого понимания факторов окружающей среды, влияющих на здоровье детей в городских условиях, а также для разработки профилактических и санитарно-гигиенических мер [11].

Материалы и методы. Использованные в исследовании. Для достижения поставленной цели в трёх районах города Братска (Центральном, Энергетическом, «Гидростроитель») были проведены исследования по определению содержания ионов фтора, формальдегида, цинка и меди в моче детей в возрасте от 5 до 15 лет, проживающих в трех районах города Братска (Центральный, Энергетический, 48 лабораторных исследований было проведено с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по стандартной методике для обнаружения микроколичеств формальдегида в моче. Определение следовых количеств формальдегида в моче проводилось в изократическом режиме на обращенно-фазовом сорбенте с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по стандартному методу.

Во всех случаях оба родителя подписали формы добровольного информированного согласия на участие детей в исследовании. Данные представлены в виде минимальных



(min) и максимальных (max) значений, средних значений (M) и средней погрешности (m). Статистический анализ результатов проводился с использованием непараметрического критерия Манна–Уитни (U). Принятым уровнем статистической значимости было $r < 0,05$.

Таблица 1. Содержание микроэлементов в моче детей, проживающих в Ташкенте (среднее значение \pm стандартное отклонение)

Показатель	Контрольное значение	Алмазарский район (M \pm m)	Чиланзарский Район (M \pm m)	Сергельский район (M \pm m)	p
Медь (мкг/л)	200–600	566.6 \pm 247.8#	449.4 \pm 140.1	446.5 \pm 131.1	<0.05
Цинк (мг/л)	16–60	Не указано	66.6 \pm 16.7	55.8 \pm 16.6	<0.05
Фторид (мМ)	10–53	44.8 \pm 24.9*#	34.0 \pm 16.8	37.7 \pm 16.1	<0.05

Примечание: статистически значимая разница по отношению к референтному значению ($p < 0,05$); p — уровень значимости, рассчитанный с помощью критерия Манна–Уитни.

Результаты исследования выявили региональные различия в уровнях содержания микроэлементов в моче детей, проживающих в различных районах Ташкента.

Хотя уровень содержания меди во всех районах находился в пределах референтных значений, в Олмазорском районе его средняя концентрация (566,6 \pm 247,8 мкг/л) была выше, чем в других районах, при этом была выявлена статистически значимая разница ($p < 0,05$).

Эта ситуация может быть связана с высокой антропогенной нагрузкой в данном районе.

Анализ уровней цинка показал, что в Чиланзорском районе значения (66,6 \pm 16,7 мкг/л) превышали референтный диапазон, тогда как в Сергельском районе значения были близки к норме. Отсутствие обнаружения цинка в районе Олмазор может объясняться низкой концентрацией этого элемента в



биологической среде или тем, что она находится ниже предела обнаружения анализа.

Результаты по ионам фтора показали относительно высокие уровни в Олмазорском районе ($44,8 \pm 24,9$ ммоль/л), и этот показатель характеризовался статистически значимой разницей ($p < 0,05$). В Чилонзорском и Сергельском районах, однако, уровни фторидов находились в пределах референтных значений.

В целом полученные результаты подтверждают, что уровень антропогенного загрязнения окружающей среды влияет на метаболизм микроэлементов в организмах детей. Выявленные различия имеют важное значение для оценки экологической ситуации в этих районах, выявления групп риска и разработки профилактических мер.

Результаты и обсуждение. Количественные показатели антропогенной нагрузки на биологическую среду организма детей представлены в таблицах 1 и 2. При интерпретации результатов использовалось понятие «референтного интервала», т. е. учитывались нижние и верхние предельные значения анализируемых показателей в пределах физиологической нормы. Результаты исследования показали, что самые высокие средние концентрации ионов цинка и фтора в моче были зарегистрированы в группе детей, проживающих в Олмазорском районе. Эти показатели были относительно выше по сравнению со значениями, определенными в Чилонзорском и Сергельском районах, причем в некоторых случаях наблюдались статистически значимые различия ($p < 0,05$). Наблюдаемые случаи могут быть связаны с высоким уровнем антропогенной нагрузки в данном районе, включая интенсивность дорожного движения, промышленные выбросы и загрязнение атмосферного воздуха. Кроме того, повышение концентрации микроэлементов объясняется их накоплением в организме и влиянием на обменные процессы.

Обнаружение высоких концентраций ионов цинка и фтора также может быть связано с высокой чувствительностью организма ребенка к факторам окружающей

среды и неполным формированием его адаптационных механизмов. Не исключено, что в долгосрочной перспективе эти условия могут повысить риск функциональных изменений и развития различных патологических состояний в организме.

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что факторы городской среды оказывают значительное влияние на метаболизм микроэлементов в организме детей, и, с учетом региональных различий, указывают на необходимость разработки профилактических мер.

Таблица 2. Уровни формальдегида в моче детей в Ташкенте

Показатель	Контрольное значение	Результаты
Формальдегид (нмоль/л)	33 – 102	min: 70.7
		max: 183.3
		$M \pm m: 131.1 \pm 17.7$
Формальдегид (мкг/л)	1.0 – 3.06	min: 2.1
		max: 5.5
		$M \pm m: 3.9 \pm 1.4$

Примечание: М — среднее значение; m — средняя погрешность; min — минимальное значение; max — максимальное значение.

Результаты исследования показали, что концентрация формальдегида в моче детей, проживающих в Ташкенте, превышала референтные значения. В частности, средняя концентрация формальдегида составила $131,1 \pm 17,7$ нмоль/л, что значительно превышает верхний предел установленного физиологического диапазона (33–102 нмоль/л).

Кроме того, результаты анализа в единицах мкг/л также подтвердили высокую концентрацию формальдегида ($3,9 \pm 1,4$ мкг/л, референс: 1,0–3,06 мкг/л). Максимальные значения (183,3 нмоль/л и 5,5 мкг/л) указывают на значительное накопление формальдегида у некоторых участников. Наблюдаемые случаи могут быть связаны с повышенным воздействием формальдегида, вызванным загрязнением атмосферного воздуха антропогенными источниками — выбросами выхлопных газов транспортных



средств, сжиганием бытового и промышленного топлива, а также использованием строительных материалов и бытовой химии. Высокие концентрации формальдегида в организме, в силу его цитотоксических и аллергенных свойств, могут негативно влиять на здоровье детей, в частности, повышая риск развития респираторных заболеваний и аллергических состояний.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высоком уровне воздействия формальдегида на организм детей в Ташкенте, что подчеркивает необходимость снижения уровня загрязнения окружающей среды и усиления профилактических мер.

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о наличии токсической нагрузки в организмах детей, проживающих в различных районах Ташкента, которая формируется в результате воздействия факторов окружающей среды. Анализ концентраций химических компонентов, выявленных в биологических матрицах (моче) — меди, цинка, иона фтора и формальдегида — показал, что влияние этих факторов на организм детей различается. Установлено, что средняя концентрация меди у детей, проживающих в энергетической зоне, превышает нормативные показатели, однако статистически значимой разницы между группами не наблюдалось ($p > 0,05$). Это может свидетельствовать о постоянном присутствии данного элемента в окружающей среде на повышенном фоновом уровне. Высокая экскреция цинка и ионов фтора с мочой у детей, проживающих в центральном регионе, свидетельствует о чрезмерном накоплении этих микроэлементов в организме. Это указывает на нарушение гомеостаза микроэлементов в организме под воздействием внешних факторов окружающей среды.

Анализ концентрации формальдегида показал, что его уровень в биологических средах находится в диапазоне 70,7–183,3 нмоль/л (2,1–5,5 мкг/л), что значительно превышает контрольные значения (33–102 нмоль/л; 1,0–3,06 мкг/л) значительно выше. В частности, было установлено, что в 85 %



проб концентрация формальдегида превышала референтный предел в среднем в 1,8 раза. Эта ситуация свидетельствует о сильном загрязнении атмосферного воздуха антропогенными источниками и развитии токсических эффектов в организмах детей.

Результаты лабораторных исследований и их региональные вариации подтверждают, что факторы окружающей среды играют значительную роль в патогенезе наблюдаемых изменений в здоровье детей. Накопление токсических элементов и химических соединений в организме может привести к снижению иммунобиологической реактивности, росту аллергических состояний и патологий дыхательной системы, а также к повышению риска развития соматических заболеваний в долгосрочной перспективе. В связи с этим на основе полученных результатов можно сделать следующие научно-практические выводы:

- Нагрузка токсичными веществами в организме детей напрямую связана с экологическим состоянием местности;
- Формальдегид, тяжелые металлы и микроэлементы являются весьма информативными биомаркерами для оценки экологического риска;
- Необходимо активизировать медико-экологический мониторинг детей, проживающих в экологически неблагоприятных районах;
- Большое значение имеет реализация профилактических мер, включая диетологическую коррекцию, антиоксидантную терапию, а также санитарно-гигиенические меры.

В целом, результаты исследования свидетельствуют о том, что факторы окружающей среды оказывают значительное влияние на здоровье детей в Ташкенте, что подчеркивает необходимость разработки комплексных мер, направленных на снижение экологических рисков в будущем.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ушаков И. Б., Бобровницкий И. П. Воздействие факторов внешней среды на здоровье человека: методы оценки и профилактики заболеваний //Russian Journal of Rehabilitation Medicine. – 2016. – №. 2. – С. 3-31.



2. Жирнов И. А. и др. Влияние факторов окружающей среды на репродуктивное здоровье женщины //Акушерство, гинекология и репродукция. – 2024. – Т. 18. – №. 6. – С. 858-873.
3. Плотникова Е. Ю. Влияние окружающей среды на здоровье человека //Современные научные исследования и инновации. – 2020. – №. 12. – С. 50-50.
4. Уралов Ш. М. и др. Влияние факторов окружающей среды на качество жизни и здоровье молодежи //. – 2022. – С. 12.
5. Комаров Ф. И. и др. Десинхронизация биологических ритмов как ответ на воздействие факторов внешней среды //Клиническая медицина. – 2017. – Т. 95. – №. 6. – С. 502-512.
6. Гедулянов М. Т. Изучение влияния факторов окружающей среды на здоровье человека и качество жизни //Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2017. – №. 3 (76). – С. 194-199.
7. Шипилова Г. Н., Литовченко О. Г. Влияние факторов внешней среды Среднего Приобья на организм человека //Актуальные проблемы математики и естественных наук. – 2022. – С. 367-370.
8. Боев В. М. и др. Реакция иммунной системы и лимфоидной ткани на воздействие химических факторов окружающей среды //Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №. 4. – С. 10-10.
9. Сергейчик О. И., Ярославская Е. И., Плюснин А. В. Влияние факторов внешней среды на риск сердечно-сосудистых заболеваний населения Арктики //Журнал медико-биологических исследований. – 2022. – Т. 10. – №. 1. – С. 64-72.
10. Худайкулова Н. И. Химические и физические факторы и их влияние на иммунную систему организма //Scientific progress. – 2022. – Т. 3. – №. 1. – С. 891-895.
11. Рахимбеков М. С. Влияние электромагнитных излучений на человека //Гигиена труда и медицинская экология. – 2017. – №. 3 (56). – С. 3-11.