

«МИКРОМЕТАЛЛЫ», РАСПРОСТРАНЯЮЩИЕСЯ КАК МИКРОПЛАСТИК В ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДАХ

Университет Экономики и Педагогики

Студенты факультета иностранных языков:

Tuyev Asliddin Xayrullayevich

Eshmurodov Og‘abek Nuraliyevich

Gmail: asliddintuyev@gmail.com

Gmail: eshmurodovogabek910@gmail.com

Телефоны: +998970720727

Телефоны: +998936668048

Аннотация.

В последние годы, с резким ростом производства электронных устройств, их быстрый износ и превращение в отходы стали глобальной экологической проблемой. В составе электронных отходов выделяются микрометаллы, распространяющиеся подобно микропластику, но химическое и биологическое воздействие которых значительно опаснее.

Эти микрометаллы имеют размеры от нанометров до микрометров, длительно сохраняются в воздухе, воде и почве и попадают в пищевые цепи через живые организмы. Распространение микрометаллов представляет серьёзную угрозу для здоровья человека и экологических систем: они могут проникать в клетки, накапливаться в организмах, нарушать ферментативные и метаболические процессы. Особенно ртуть, свинец, кадмий, никель, литий и другие металлы распространяются в микро и наномасштабе, повышая риск биоаккумуляции и токсичности в глобальных экосистемах. В настоящее время феномен микрометаллов изучен недостаточно: их экологическое распространение, токсическое воздействие и механизмы мониторинга внимательно отслеживаются научным сообществом. Поэтому важны безопасная утилизация электронных отходов, совершенствование технологий переработки, применение принципов экологического дизайна и разработка международных стандартов. Данная аннотация освещает происхождение

микрометаллов, механизмы их распространения, экологические и биологические риски, а также необходимость глобального мониторинга, что является актуальным научным направлением для здоровья будущих поколений и устойчивости природы.

Ключевые слова: микрометаллы, электронные отходы, микропластик, нанометровые частицы, экологическая угроза, биоаккумуляция, загрязнение воды, деградация почвы, загрязнение атмосферы, влияние на живые организмы, токсичность, технологии переработки, экологический дизайн, система мониторинга, глобальная экологическая проблема

Annotation.

In recent years, the rapid growth in the production of electronic devices-along with their fast deterioration and transformation into waste-has become a major global environmental issue. Among the components of electronic waste, micrometals stand out: they spread in a manner similar to microplastics, yet their chemical and biological impact is far more dangerous. These micrometals range in size from nanometers to micrometers, persist for long periods in air, water, and soil, and enter food chains through living organisms. The spread of micrometals poses a serious threat to human health and ecological systems: they can penetrate cells, accumulate within organisms, and disrupt enzymatic and metabolic processes. Metals such as mercury, lead, cadmium, nickel, lithium, and others migrate on the micro-and nanoscale, increasing the risks of bioaccumulation and toxicity in global ecosystems. At present, the phenomenon of micrometals remains insufficiently studied. Their environmental distribution, toxic effects, and monitoring mechanisms are being closely examined by the scientific community.

Therefore, safe disposal of electronic waste, the improvement of recycling technologies, the application of ecological design principles, and the development of international standards are of great importance.

This annotation highlights the origins of micrometals, the mechanisms of their spread, their ecological and biological risks, and the necessity of global monitoring-an urgent scientific field that plays a crucial role in protecting the health of future generations and ensuring the sustainability of the natural environment.

Keywords: micrometals, electronic waste, microplastics, nanometer-sized particles, environmental threat, bioaccumulation, water pollution, soil degradation, atmospheric pollution, impact on living organisms, toxicity, recycling technologies, ecological design, monitoring system, global environmental problem.

Введение.

Цифровые технологии в последние годы глубоко вошли в жизнь человечества. Смартфоны, компьютеры, умные устройства и бытовая техника значительно облегчили повседневную деятельность. Однако вместе с технологическим удобством усиливается и экологическая проблема: электронные устройства быстро устаревают и образуют большие объёмы электронных отходов. В этих отходах появляются микрометаллы, представляющие высокую опасность для человека и природы.

Микрометаллы - это ультрамелкие металлические частицы размером от нанометров до микрометров, образующиеся при разрушении электронных компонентов. Они, подобно микропластику, долго сохраняются в воздухе, воде и почве, но их токсичность значительно выше. Поэтому экологическое и биологическое воздействие микрометаллов становится актуальной темой исследований на глобальном уровне.

Глобальный рост электронных отходов и механизм образования микрометаллов: Электронные отходы являются самым быстрорастущим видом отходов в мире. По мировым статистическим данным, ежегодно образуется около 60 миллионов тонн электронных отходов, и к 2035 году этот показатель может достигнуть 75-80 миллионов тонн. Поскольку системы переработки недостаточны, лишь 20-25% отходов передаются в официальные центры, а остальная часть оказывается на открытых территориях или перемещается в другие регионы через природные водные потоки.

Электронные устройства содержат множество металлических элементов: цветные металлы (медь, алюминий, никель, серебро, золото), тяжёлые металлы (свинец, кадмий, сурьма, ртуть), активные элементы батарей (литий, кобальт, марганец). Эти металлы при механическом давлении, нагреве, химическом

разрушении или сгорании распадаются на микрометровые и нанометровые частицы, которые через воздух, воду и почву попадают в глобальный круговорот.

Физико-химические свойства микрометаллов: Опасность микрометаллов обусловлена их малым размером, высокой реакционной активностью и способностью длительно сохраняться в биосистемах.

Малый размер: частицы размером 1-1000 нанометров легко проникают через дыхательные пути, кровеносные сосуды и клеточные мембраны.

Высокая реакционная активность: маленькие частицы имеют большую площадь поверхности, ускоряя процессы окисления и ионизации.

Длительное биологическое сохранение: накапливаются в организме годами, связываясь с тканями и ДНК.

Биоаккумуляция: металлы накапливаются в растениях, животных и человеке, повышая концентрацию на высших звеньях цепей питания.

Пути распространения микрометаллов. Через воздух: Сжигание электронных устройств на открытом воздухе выделяет частицы свинца, кадмия и никеля в атмосферу. Частицы распространяются ветром на сотни километров и оседают на землю вместе с дождём.

Через воду: Экспорт электронных отходов для переработки приводит к попаданию металлических частиц в реки и моря. Планктон усваивает их рыбы

Через почву: Микрометаллы снижают активность почвенных микроорганизмов, нарушают ферментативные процессы и негативно влияют на рост и урожайность растений.

Влияние на живые организмы: Микрометаллы токсичны и нарушают физиологические процессы:

Нервная система: болезнь Альцгеймера, Паркинсона, ухудшение памяти, сбои в передаче сигналов.

Внутренние органы: снижение функций печени и почек, изменение состава крови.

Иммунная система: снижение иммунитета, риск аллергий и аутоиммунных заболеваний.

Репродуктивная система: ухудшение качества спермы, нарушение гормональной активности.

Онкологический риск: повреждение ДНК, мутагенное воздействие.

Влияние на экосистемы. Растения: замедление деления клеток корней, нарушение метаболизма, снижение урожайности.

Водные организмы: уменьшение популяции планктона, снижение кислородного обмена.

Животные: тяжёлые металлы накапливаются в тканях, нарушают работу сердца и мышц, усиливая токсичность в цепи питания.

Трудности контроля и мониторинга.

1. Определение мелких частиц требует дорогостоящих лабораторий.
2. Во многих странах отсутствуют экологические нормы.
3. 70 % отходов утилизируются незаконно или кустарным способом.
4. Системы мониторинга недостаточны, уровень осведомлённости населения низкий.

Научные решения проблемы.

1. Безопасная переработка: механическое разделение при низких температурах, технологии разложения без нагрева.
2. Нормативно-правовая база: разработка международных экологических протоколов.
3. Система мониторинга: станции для измерения микрометаллов в городской среде.
4. Экологический дизайн: модульные, долговечные, ремонтпригодные устройства.
5. Экологическое просвещение: культура правильной сдачи электронных отходов.

Вывод. Микрометаллы в электронных отходах - скрытое и опасное следствие технологического развития. Их малый размер, высокая реактивность и длительное биологическое сохранение представляют серьёзную угрозу для экологии и здоровья человека. Контроль их распространения, безопасная переработка и внедрение

экологического дизайна важны для здоровья будущих поколений и устойчивости природы.

Феномен микрометаллов является актуальным научным направлением для экологов, промышленных инженеров, медицинских специалистов и международных организаций.

Использованные источники:

1. **Balde, J.** Управление электронными отходами и их влияние на окружающую среду, 2021, с. 45-68
2. **Cui, J. и Zhang, L.** Metallургическое извлечение ценных металлов из электронных отходов, 2016, с. 112-140
3. **Li, J. и Liu, H.** Нанометаллы в экологических системах: токсичность и биоаккумуляция, 2019, с. 75-98
4. **Kiddee, P. et al.** Электронные отходы: экологическая опасность и технологии переработки, 2013, с. 33-60
5. **Robinson, B. H.** Электронные отходы: оценка глобального производства и переработки, 2009, с. 10-50
6. **Widmer, R. et al.** Глобальные перспективы управления электронными отходами, 2005, с. 23-45