

УДК 504.054

Агаев Б.С.¹, Алиев Т.С.²

^{1,2}Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

^{1,2}depart6@iit.science.az

О КЛАССИФИКАЦИИ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ НЕКОТОРЫХ ГРУПП ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

В статье анализируются потенциальные угрозы, создаваемые отходами компьютерных и медицинских электронных оборудований для здоровья человека. Как объект угрозы исследуются воздействующие факторы веществ и компонентов, используемых в этих отходах. Рассматриваются, в основном, физиологические и эпидемиологические, а также частично экологические воздействия этих факторов.

Ключевые слова: отходы, отходы компьютерной техники, медицинские электронные отходы, вредные вещества и компоненты отходов, воздействующие факторы электронных отходов, безопасность здоровья, обработка отходов.

Введение

В настоящее время информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), в том числе прикладные уровни компьютеризации и сетевизации, являются базовыми факторами в развитии любой сферы деятельности. В современной медицине использование средств ИКТ, электрического и электронного оборудования (далее электронное оборудование – ЭО) проявляется в наиболее концентрированном виде. Однако, как известно, вплоть до второй половины XIX века с целью диагностирования симптомов болезни и лечения врачи довольствовались измерением пульса на запястье руки, визуальным осмотром языка и глаз, высыпаний на теле, испражнений, проводили сеанс диалога с пациентом/сиделкой в режиме вопрос-ответ и использовали простые инструменты.

Со второй половины XIX века начинается отсчет основных научных открытий в области электричества и магнетизма, которые стали использоваться в медицинской практике, возможно, раньше, чем в других областях жизнедеятельности человека. В XX веке революционные открытия и изобретения в области полупроводниковой физики, компьютерной и сетевой техник и технологий дали толчок интенсивному развитию медицинских практик на их основе и, соответственно, привели к существенному росту парка оборудования в этой области.

В нашей стране в области медицины также интенсивно используются многочисленные медицинские электрические и электронные оборудования (далее медицинские электронные оборудования – МЭО). В последние годы наряду с принятыми в сфере здравоохранения новыми нормативными документами, государственными программами, увеличением количества и качества предоставляемых медицинских услуг, улучшением технического обеспечения медицинских учреждений наблюдается резкий рост используемых оборудований профилактического, диагностического, лечебного и реабилитационного направлений. Несомненно, это положительно влияет на доступность и качество оказываемых населению медицинских услуг. Однако перечисленное выше создает определенные проблемы. Сущность этих проблем заключается в том, что большинство эксплуатируемых МЭО и их отходы (далее отходы медицинских электронных оборудований – ОМЭО), как потенциальные источники экологических, эпидемиологических, токсикологических, радиологических и других опасностей, создают угрозы здоровью человека и наносят вред окружающей среде.

Эти угрозы обусловлены как вредными веществами в конструкции МЭО, так и создаваемыми в результате их функционирования различными по происхождению электромагнитных и ионизирующих (радиационных) излучений, шумов, образованием определенных химических соединений, а также переходом МЭО в конце жизненного цикла в разряд отходов.

При несоблюдении правил эксплуатации МЭО, предусмотренных проектной документацией, а также при утрате ими потребительских свойств, переходе в разряд отходов и ненадлежащей утилизации ОМЭО превращаются в источник серьезных угроз здоровью человека и окружающей среде.

Эта проблема в наиболее остром виде проявляется в странах, где отсутствуют централизованная переработка и полнофункциональная система управления ОМЭО (документирование отходов, селективный сбор, транспортировка и складирование, первичная и вторичная переработка, обезвреживание или их уничтожение). Обращение с ОМЭО, относящимися к классу токсикологических опасных отходов – классу Г, как со смешанными твердыми бытовыми отходами приводит к тому, что, будучи выброшены на полигоны, они под воздействием внешних факторов, таких как солнечные лучи, осадки, ветер, возгорание и т.п., разлагаясь, загрязняют атмосферу, почву, грунтовые воды и водные бассейны. С другой стороны, целями новой стратегии хозяйственной деятельности в сфере отходов, изложенной в докладе комиссии «Наше общее будущее» на Генеральной Ассамблее ООН в 1987 году, являются экономное использование и сохранение природных ресурсов для будущих поколений, которые предполагают создание замкнутого цикла хозяйственной деятельности, когда благородные и редкие металлы и прочие полезные вещества и материалы должны быть извлечены из состава отходов и вновь введены в хозяйственный оборот, замещая собой первичные природные ресурсы. Поэтому создание системы управления ОМЭО, как составной части системы управления отходами, является для каждой страны весьма важной и актуальной задачей.

В статье исследуются влияния МЭО и их отходов на здоровье человека и окружающую среду.

Влияющие вещества, компоненты и факторы медицинских электронных оборудования и их отходов

- В технической литературе даются различные подходы к классификации медицинских оборудования. Например, их можно классифицировать по назначению (потребительским свойствам):
- профилактическое;
- диагностическое;
- лечебное;
- реабилитационное;
- оборудования для административно-управленческой деятельности.

ОМЭО, с нашей точки зрения, целесообразно классифицировать с учетом критерия степени опасности по их эпидемиологическому, токсикологическому и радиационному воздействию:

- неопасные (инертные) отходы;
- опасные отходы;
- чрезвычайно опасные отходы;
- радиоактивные отходы.

Можно с уверенностью спрогнозировать, что дальнейшее развитие телемедицины, мобильного здравоохранения, медицинских нанотехнологий, компьютерной диагностики и других перспективных медицинских практик приведет к появлению новых классификационных групп и резкому увеличению номенклатуры оборудования.

Согласно санитарно-гигиеническим правилам и нормам источниками потенциальных угроз здоровью человека и окружающей среде являются следующие физические факторы и вещества в составе МЭО:

Электромагнитные волны (электромагнитное излучение – ЭИ). ЭИ проявляется воздействием на окружающую среду электромагнитного поля, создаваемого электрическим током. Следующие виды ЭИ создают потенциальные угрозы здоровью человека и окружающей среде [1]:

- радиоволны – 30 кГц – 300 ГГц;
- инфракрасные волны – 300 ГГц – 429 ТГц;
- ультрафиолетовые волны – $3 \cdot 10^5$ ТГц – $3 \cdot 10^7$ ТГц;
- ионизирующее излучение – $3 \cdot 10^7$ ТГц > $6 \cdot 10^{10}$ ТГц.

Последняя группа волн по физическим характеристикам делится на рентгеновское, альфа-, бета-, гамма-излучение и нейтронные частицы.

Радиоволны. Излучение радиоволн происходит, например, при работе вакуумной электроники (СВЧ-лампы, магнетроны и т.п.), мобильных телефонов, Bluetooth-устройств, сетевых беспроводных устройств Wi-Fi и т.д.

В качестве санитарных норм приняты допустимые значения напряженности электромагнитного поля 25 А/м в диапазоне частот 5 Гц – 2кГц и 2,5 А/м в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц на расстоянии 50 см от источника; плотности магнитного потока 250 гТл в диапазоне частот 5 Гц – 2кГц и 25 гТл в диапазоне частот 2кГц – 400 кГц и поверхностного электростатического потенциала 500 В.

Превышение одной из трех санитарных норм приводит к увеличению тяжелых ионов в помещении и, как следствие, вызывает покраснение глаз, головные боли, чувство усталости, выпадение волос, экзему, аллергию и другие симптомы.

Радиоволны также мешают нормальной работе электроприборов. Например, для больного сердца электромагнитное излучение, генерируемое кардиостимулятором выше допустимого значения, смертельно опасно [2].

Инфракрасное излучение (ИКИ). В малых дозах используется в терапевтических целях. Это связано с тепловым эффектом, создаваемым ИКИ в подкожных тканях. Однако при превышении дозы и времени облучения ИКИ вызывает глубокий перегрев тканей, что проявляется в нарушениях водно-солевого баланса и сопровождается болезнями кожи, глаз, нарушениями в работе мозга и т.п.

Ультрафиолетовое излучение (УФИ). В малых дозах УФИ обладает антибактериальными свойствами, оказывает благотворное действие на организмы, способствует образованию витаминов группы D, однако превышение предельных доз вызывает ожоги кожи, увеличивает риски образования злокачественных опухолей, катаракты глаз и других болезней.

Ионизирующее излучение (ИИ). ИИ связано с процессом получения энергии рентгеновских и гамма-излучений и альфа-, бета- и нейтронных частиц из атомов некоторых веществ. Радиоактивность проявляется при делении атомов вещества и создании потока энергии ИИ. Результатом этого процесса является появление радионуклидов. Таким образом потоки элементарных частиц, распространяясь в окружающей среде, проникают в живые организмы. ИИ в определенных дозах (мощность и длительность излучения) вызывают изменения в ядрах атомов живых тканей и как продукт деления ядерной реакции превращают их в заряженные ионы. В результате в тканях нарушается нормальное течение биологических реакций, а это, в свою очередь, может вызвать острые реакции, такие как покраснение кожи, выпадение волос, радиационные ожоги или лучевой синдром [3–5].

В настоящее время реальными источниками ИИ (радиации) являются как действующие МЭО, активно использующие ЭИ и радионуклиды, так и их отходы

(рентгеновские, магнитно-резонансные, компьютерно-томографические и радиотерапевтические аппараты и некоторые расходные материалы).

Звук и шумы. Генерируются при работе МЭО. В технической литературе шум определяется как нежелательный уровень звука, создающий дискомфортные условия для человека.

В настоящее время для количественных и качественных оценок шума введены такие термины, как «акустическая экология» и «шумовое загрязнение».

Реальная граница между звуком и шумом зависит от особенностей слухового аппарата (приемника звука) индивидуума и может варьироваться в широких пределах. В целом, генерируемые звуки являются волнами, распространяющимися в твердой, жидкой или газообразной среде и воспринимающимися ухом (приемником) как слуховые ощущения.

Для характеристик влияния звука на человека используются высота звука – его частота (инфразвук с частотой $f < 20$ Гц, ультразвук с частотой $f > 20$ кГц), спектральный состав (широполосный больше 1 октавы, тональный 1/3 октавная полоса), изменение уровня по времени (постоянный и переменный уровни – соответственно неизменный в течение 8 часов или же изменения свыше 5 дБ в этом же промежутке). Обычно из-за нестабильности звуковых характеристик вместо уровня звука используется параметр, эквивалентный уровню звука.

Если кратковременное воздействие звука выше нормы (шума) вызывает чувство тревоги, дискомфорт, нервное возбуждение, то длительное воздействие сверхнормативных шумов влечет повреждения слухового аппарата и, как следствие, приводит к потере слуха (глухоте). Результаты проведенных исследований показали, что шумы негативно влияют на нормальную жизнедеятельность организма и оказывают психологические (нервные срывы, стресс, беспокойство), физические (помехи, препятствующие общению) и физиологические (нарушения кровообращения, глухота, тиннитус – присутствие несуществующих звуков, гиперакузия – аномально острый слух или болезненная чувствительность к слышимым звукам, диплокузия – нарушение слухового восприятия, при котором один и тот же тон воспринимается правым и левым ухом по-разному) воздействия. Имеются достоверные факты, что запредельный шум использовался для уничтожения живых организмов, в том числе и человека. Например, в средние века в некоторых странах существовала казнь «под колоколом», когда звон колокола медленно убивал человека. Известны многочисленные случаи, когда дельфины и киты выбрасывались на берег, теряя ориентацию из-за громких звуков сонаров, а развитие растений приостанавливалось из-за сильного шума.

Из-за вредного воздействия шумов на жизнь человека и его здоровье их количественные и качественные показатели, как и показатели других вредных источников, регулируются соответствующими нормативно-правовыми актами (НПА). В настоящее время в странах Европейского союза (ЕС) и в Российской Федерации допускается максимальный уровень шума в пределах 85–90 дБ, а уровень шума в 100 дБ допустим при кратковременном воздействии в течении 15 минут при 8-часовом рабочем дне [6]. Разработанные в советское время и новые российские санитарно-эпидемиологические правила и нормы с индексом «R» также действуют на территории Азербайджана.

Для сравнения отметим, что абсолютная тишина – это 0 дБ, разговор в нормальном тоне – 30-40 дБ, шум, создаваемый спортивным гоночным автомобилем, – 90-95 дБ, шум при взлете воздушного лайнера – 110 дБ, шум от музыки во дворцах торжеств, измеренный в стандартной точке на расстоянии 1 м от источника звука на высоте 1 м от пола, достигает 120-125 дБ, шум в эпицентре ядерного взрыва – 200 дБ. Таким образом, можно считать, что 20-30 дБ – это комфортный уровень, 60-90 дБ – уровень беспокойства,

120-130 дБ – уровень болевых ощущений, 140-150 дБ – уровень непереносимости, вызывающий у некоторых людей необратимую глухоту, при уровне 190-200 дБ наступает смерть.

В составе некоторых МЭО имеются такие химические элементы и их соединения, которые по степени вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду при соблюдении эксплуатационных правил являются инертными и безопасными. Однако при переходе в разряд отходов и в определенных условиях, а также при ненадлежащей утилизации и переработке они могут превратиться в источники опасности.

Используемые в медицинских целях компьютерные и информационно-коммуникационные системы, осветительные приборы, химические источники питания постоянного тока наряду с черными металлами, стеклом, деревом содержат цветные, благородные, редкоземельные и тяжелые металлы и их соединения, а также радиоактивные элементы и их изотопы. Также широко используются высокомолекулярные соединения, например, полипропилен, полибромдифенил и его эфиры, поливинилхлорид и др. По степени воздействия ряд этих веществ и их соединения могут быть токсичными, радиоактивными, раздражающими, канцерогенными, инфекционными, тератогенными, мутагенными и могут оказывать вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

Как известно, лечебно-профилактическое учреждение вне зависимости от его профиля в результате своей деятельности образует различные по фракционному составу и степени опасности отходы. Все отходы здравоохранения по степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности разделяются на пять классов опасности [7]:

- класс А – эпидемиологически безопасные отходы, по составу приближенные к твердым бытовым отходам;
- класс Б – эпидемиологически опасные отходы;
- класс В – эпидемиологически чрезвычайно опасные отходы;
- класс Г – токсикологически опасные отходы;
- класс Д – радиоактивные отходы.

Токсикологически опасные отходы (класс Г), в свою очередь, по степени их токсикологической опасности разделяются на четыре класса опасности [8]:

- класс 1 – чрезвычайно опасные отходы;
- класс 2 – высокоопасные отходы;
- класс 3 – умеренно опасные отходы;
- класс 4 – малоопасные отходы.

Здесь термин «вредное вещество» определяется согласно ГОСТу 12.1.007.76 как «вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушений требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений» [9].

Во всех развитых и в некоторых развивающихся странах обращение с электронными отходами, в том числе с ОМЭО, ведется на основе специальной законодательной базы. Например, в странах ЕС с целью обращения с электронными отходами разработан целый пакет нормативно правовых документов (программные акты – общие рамочные документы, а также нормативные акты, такие как директивы, договоры, инструкции и др.) на основе законодательства экологического права.

В этих странах обращение с вредными отходами регулируется директивами 2012/19/EU of the European Parliament and the Council of 4 July 2012 On waste electrical and electronic equipment (последняя редакция) [10], 91/689/ЕЕС «Об опасных веществах» [11],

2011/65/EU Restriction of Hazardous Substances Directiv – RoHS «Ограничение использования некоторых опасных веществ в электрическом и электронном оборудовании» [12] и многими другими документами. Например, последняя директива запрещает использовать свинец, кадмий, ртуть, 6-валентный хром, полибромдифенил и его эфиры в производстве оборудования. Запрет импорта на территорию стран ЕС продукции без сертификата ROHS-2 (2-я редакция), подтверждающего отсутствие опасных веществ, действует с января 2013 года. Согласно этой же директиве, начиная с 22 июля 2014 года по 22 июля 2016-го поэтапно для групп оборудования прописаны ограничения при использовании опасных веществ: масса этих веществ не должна превышать 0,1% общей массы конструкции (для кадмия и его соединений не более 0,01%).

Требования Директивы RoHS также взяты как основополагающие для разработки национальных нормативных документов некоторых восточноазиатских стран [13].

Начиная с июля 2017 года государственное Бюро стандартов, метрологии и инспекций (BSMI) Тайваня вводит в действие собственные требования по ограничению содержания вредных веществ в электрическом и электронном оборудовании. Эти требования аналогичны требованиям по RoHS Китая [14].

Теперь рассмотрим особо вредные для здоровья человека и окружающей среды вещества в составе МЭО и ОМЭО.

Редкоземельные минералы (металлы). Они используются в ряде магнитно-ядерных МЭО, телевизорах, смартфонах, флуоресцентных лампах и т.д. При попадании их соединений в организм человека могут стать причиной болезней поджелудочной железы, рака легких и лейкемии.

Бромсодержащие вещества. Бромсодержащие вещества, в том числе полибромдифенильные эфиры (как антипирен), используются для увеличения огнестойчивости и пластичности компонентов МЭО, например, кабелей и проводов, различных пластмассовых изделий. Пары и дым этих эфиров, попадая в организм человека (на этапах производства и монтажа ЭО), оказывают канцерогенный эффект, раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательные пути, что вызывает аллергические реакции, тошноту, рвоту, подавляют деятельность центральной нервной системы и способствуют развитию кожных заболеваний. Кроме того, дифенил токсичен для почек, печени, сердечно-сосудистой и нервной систем.

Поливинилхлорид (ПВХ). Эта высокомолекулярная пластическая масса применяется при изготовлении конструктивных элементов МЭО и как изолирующий материал в кабелях и проводах (с добавлением антипиренов). Под влиянием солнечных лучей и, в особенности, при горении образуются чрезвычайно вредные (I класс опасности) канцерогенные диоксины. Диоксины нарушают гормональный баланс и репродуктивные функции организма, вызывают рост злокачественных образований.

Фталаты. Это пластификаторы, используемые для увеличения эластичности и прочности ПВХ, резины, каучука и других материалов. Входят в состав пластмассовых конструкций, кабелей, проводов и лакокрасочных материалов. Относятся к группе токсичных веществ. Обладают свойством самопроизвольного высвобождения, отделения от изделия и смешивания с воздухом. Могут проникать в организм (в форме монофталатов) через воздух, воду, пищу и кожу и распространяться по всем внутренним органам. Являются причинами болезней почек, печени и гормональной системы. Относятся к II классу токсичных веществ.

Олово и свинец. Относятся к группе тяжелых металлов, используются в качестве припоев для пайки. Для улучшения качества пайки добавляются кадмий, висмут, сурьма, что увеличивает уровни опасностей. Пары этих веществ нарушают нормальную деятельность центральной нервной и репродуктивной систем, почек. Класс опасности – I.

Ртуть. Чрезвычайно опасное вещество. Использование ртути регулируется Минаматской конвенцией, в которой прописаны действия международного сообщества по сокращению (вплоть до полного прекращения) производства ртутьсодержащих приборов (в особенности медицинских). Ртуть признана веществом, оказывающим значительное неврологическое и иное воздействие на здоровье человека, при этом выражается особая обеспокоенность ее пагубным воздействием на еще не родившихся детей и младенцев [15].

Химические источники питания постоянного тока. Это батареи одноразового использования и многократно заряжаемые аккумуляторы. Широко используются в мобильных МЭО для автономного питания. После использования (для аккумуляторов это конечное число разрядов-зарядов) эти элементы переходят в разряд отходов. В их состав входят (в зависимости от типов) ртуть, олово, цинк, кадмий, никель, литий, марганец, щелочи. Первые четыре элемента очень опасны. Также при возгорании источников питания выделяются сложные соединения и газообразные вещества, наносящие вред человеку. Проведенные эксперименты показали, что высокотоксичные химические соединения в одной использованной батарее могут сделать 1000 м³ воды непригодными к использованию. При захоронении батарей и аккумуляторов на полигонах твердых бытовых отходов в результате эрозии металлических покрытий эти химические соединения могут легко просочиться в грунтовые воды. В то же время становятся непригодными к использованию продукты растениеводства и животноводства на ближайших к полигонам земельных участках. В частности, в России высокотоксичные отходы источников питания хранят на специализированном полигоне Красный Бор для переработки в будущем ввиду отсутствия надлежащей технологии в настоящее время.

В ЕС, согласно Директиве 2006/66/ЕС «О батареях и аккумуляторах» [16], запрещено выбрасывать эти устройства совместно с бытовыми отходами. Предусмотрены различные санкции из-за нарушений положений директивы. Так, в Германии предусмотрен штраф в размере 300 евро за выброс батарей и аккумуляторов вместе с бытовыми отходами. Аналогичные штрафы применяются и в других странах ЕС, США и Канаде.

В Азербайджане нет предприятий по утилизации этих элементов и в лучшем случае их просто закапывают на полигонах. Например, по данным статистического бюллетеня «Повторное использование сырья» Государственного комитета по статистике Азербайджана в 2015 году по причине отсутствия соответствующей системы управления и инфраструктуры переработки на полигоны отходов были выброшены без всякой предварительной переработки 0,2 т ртутьсодержащих шламов, 3,9 т люминесцентных ламп, 27 т аккумуляторов и батарей, 717,9 т медицинских отходов (перечень не раскрывается) [17]. По степени опасности батареи и аккумуляторы относят к I классу (чрезвычайно опасные), они являются причинами серьезных последствий, вызываемых тяжелыми металлами в их составе.

Компьютерная техника. Для человека угрозы создают монитор, системный блок и тонеры картриджей лазерных принтеров. В настоящее время парк компьютерных мониторов обновился и его основу составляют мониторы на жидких кристаллах. По мониторам старого типа на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ) прогнозируется, что поток данного «электронного мусора» иссякнет лишь к 2020-2025 годам. Однако основной проблемой является то, что ЭЛТ требуют специальной утилизации.

Несомненно, что интенсивность излучений и нагрузка на зрение от мониторов на жидких кристаллах и их разновидностей существенно меньше. Однако в процессе их изготовления еще используются чрезвычайно опасные ртуть, кадмий, олово и другие тяжелые металлы. В случае поломки (разгерметизации) этих мониторов пары ртути могут создать серьезную угрозу персоналу.

Используемая в системных блоках компьютеров высокая тактовая частота (до 4 ГГц) на определенных расстояниях от блока также имеет некоторые негативные последствия. Например, происходит деионизация воздуха, окружающего системный блок, в результате возрастают риски развития аллергии и заболеваний органов дыхания [18].

Лазерные картриджи. Используемый в картриджах лазерных принтеров порошок-тонер при несоблюдении правил эксплуатации и утилизации является потенциально опасным. Основные составляющие тонера – это сажа и магнетит. Для улучшения качественных характеристик в состав тонера добавляют железо, титан, окись алюминия, бензол, а в некоторых случаях – дибутил и трибутил в допустимых (безопасных) концентрациях. Размеры микрочастиц тонера равны 3-4 микронам, что в 10-15 раз меньше размеров обычной пыли. Они без запаха и невидимы невооруженным взглядом. При разгерметизации картриджа микрочастицы тонера, распространяясь по воздуху, через дыхательную систему проникают в легкие и накапливаются в них, вызывая такие болезни, как астма и силикоз [19]. Средства индивидуальной защиты (респиратор и противогаз) не могут задержать микрочастицы таких размеров.

Осветительные системы (ОС). В медицинской практике ОС используются в профилактическо-лечебных целях и для освещения. Для оценки воздействий ламп ОС на здоровье человека применим стандарт Международной электротехнической комиссии 62471/2006 «Лампы и ламповые системы. Светобиологическая безопасность» [20]. В стандарте нормированы интегральные оценки (тип излучения, его интенсивность, конструктивное решение и т.д.) воздействия ОС и определены четыре группы риска по времени безопасного нахождения человека в зоне искусственного освещения:

- группа риска 0 (без рисков) – максимальное время воздействия более 10 000 секунд,
- группа риска 1 (низкий риск) – время воздействия 100 – 10 000 секунд;
- группа риска 2 (умеренный риск) – время воздействия 0,25 – 100 секунд;
- группа риска 3 (высокий риск) – меньше 0,25 секунды.

В группу риска 0 входят обычные лампы накаливания и галогенные лампы накаливания, а в группы рисков 1 – 3 – люминесцентные и светодиодные лампы LED (*Light Emitting Diode*).

Излучение белого света LED-лампами достигается за счет взаимодействия светодиодов, генерирующих волны двух цветов – синего и желтого. Частота волны синего цвета попадает в диапазон УФИ. Волны УФИ диапазона оказывают вредное мутагенное воздействие на ткани глаза и особенно на сетчатку глаза. Это объясняется тем фактом, что фотоны УФИ вызывают в сетчатке макромолекулярные химические реакции, которые становятся причиной структурных изменений в ней. В проведенных исследованиях показано, что синий светодиод с потоком излучения 0,07 Вт относится к 1-й группе риска. Синий светодиод с потоком излучения 0,5 Вт при максимальном времени экспозиции 15-20 с относится ко 2-й группе риска. В этой же группе риска при увеличении мощности потока излучения до 1 Вт время экспозиции должно быть уменьшено до 3-4 с [21].

Люминесцентные лампы (ЛЛ). Являются источником света газового разряда. При подаче напряжения на электроды лампы, заполненной парами ртути, происходит электрический разряд, который вызывает УФИ. При взаимодействии УФИ с люминофором, нанесенным на внутреннюю поверхность лампы, происходит излучение видимого белого света.

Вредное воздействие ЛЛ обусловлено следующими факторами:

- спектр излучения ЛЛ сильно отличается от солнечного света и человек воспринимает цвета объектов искаженно;
- колебания (пульсации) световых волн и стереоскопический эффект;
- распространение в окружающую среду паров ртути при разгерметизации лампы.

Искажения световосприятия объектов, а также информация об их движении (вращении), не совпадающая с реальностью, создают дискомфорт, чувство усталости, а в определенных обстоятельствах аварийную обстановку, например для рабочего токарного станка. Отметим, что в странах ЕС с 2003 года запрещено использование однослойных люминофорных ЛЛ, имеющих монохромный спектр, в жилых и рабочих помещениях, если люди будут находиться в этих помещениях больше сверхнормативного времени, отводимого на освещение.

Заключение

В статье рассмотрены потенциальные угрозы и негативные последствия, создаваемые электромагнитными волнами, шумами, ионизирующим излучением, осветительными системами. Анализируются физические факторы и явления, возникающие при производстве, работе и в конце жизненного цикла МЭО при превращении их в ОМЭО, а также механизмы их воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Было установлено, что при использовании в медицинской практике электронного оборудования и в его отходах при определенных условиях проявляются радиоактивные, раздражающие, канцерогенные, инфекционные, тератогенные, мутагенные и другие свойства, образуются вредные вещества и их соединения, влияющие на здоровье человека и создающие экологические, эпидемиологические и токсикологические угрозы. Показано, что ОМЭО имеют различия по структуре и методам переработки. По этой причине создание безопасных условий работы медицинского персонала и соответствующей инфраструктуры по сбору и переработке ОМЭО для улучшения качества жизни медицинского персонала и людей является весьма актуальной задачей. Обоснована необходимость создания эффективной системы управления ОМЭО, охватывающей их жизненный цикл от этапов образования до полной переработки и безопасной утилизации.

İş Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin “Elm Fondu”nun 2017-ci ildə keçirdiyi grant müsabiqəsi layihələrinin maliyyə dəstəyi çərçivəsində yerinə yetirilmişdir.

Литература

1. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы, СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона, http://www.vashdom.ru/sanpin/224_218055-96
2. Влияние радиоволн на организм человека, <http://www.medbe.ru/news/nauka-i-teknologii/vliyanie-radiovoln-na-organizm-cheloveka/>
3. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы, СП 2.6.1.799-99. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности, <http://www.files.stroyinf.ru/data1/7/7569>
4. И.Н.Бекман. Ионизирующее излучение и его поле, Лекция, <http://www.profbeckman.narod.ru/YadFiz.files/L13.pdf>
5. ВОЗ. Ионизирующее излучение, последствия для здоровья и защитные меры. Информационный бюллетень, №371, апрель 2016 г.
6. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы, СН

- 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки,
http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=711
7. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы, СанПиН 2.1.7.2790-10. Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами, <http://www.sisterflo.ru/sanpins/SP2790-10.php>
 8. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы, СП2.1.7.1386-03. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления,
http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/39/39761/index.php
 9. ГОСТ 12.1.007-76*. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. <http://www.docs.cntd.ru/document/5200233>
 10. Directive 2012/19/EU of the European Parliament and the Council of 4 July 2012. On waste, electrical and electronic equipment,
<http://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32012L0019>
 11. Council Directive 91/689/EEC of 12 December 1991. On hazardous wasteç,
<http://www.coprocem.com/documents/hazardous-waste-directive-91-689-eec.pdf>
 12. Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011. On the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment,
<http://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=celex:32011L0065>
 13. M.Kama, T.Shiratori. Contribution of Asian industries to hazardous substances management and e-waste recycling // Engineering Journal, 2016, N4, p-p.1-10.
 14. Декларация соответствия RoHS, <http://www.kingston.com/ru/company/environment>
 15. ЮНЕП, Минаматская конвенция о ртути, <http://www.mercuryconvention.org>
 16. Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council. September 2006. On batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC, <http://www.eurlex.europa.eu>
 17. <http://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32006L006>
 18. Государственный комитет статистики Азербайджанской Республики,
http://www.stat.gov.az/source/environment/az/bul/evr_04_2016.pdf
 19. Для чего нужна ионизация воздуха? <http://www.medicina.dobro-est.com/ionizatsiya-vozduha.html>
 20. Класс опасности химических веществ тонера,
<http://www.greenologia.ru/utilizaciya-texniki/ofisnaya/nelzya-vybrasyvat-kartridzhy.html>
 21. IEC 62471:2006, Photobiological safety of lamps and lamp systems,
<http://www.en-standard.eu/iec-62471-2006-photobiological-safety-of-lamps-and-lamp-systems/?gclid=COiOiL65u8wCFWQq0wodjf0DCw>
 22. Behar-Cohen F. et al. Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: Any risks for the eye? // Progress in retinal and eye research. 2011, vol. 30, pp. 239-257.

UOT 504.054

Ağayev BİKƏS S.¹, Əliyev TƏRLAN S.²

^{1,2}AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

^{1,2}depart6@iit.ab.az

Bəzi elektron tullantı qruplarının insan sağlamlığına təsirinin təsnifatlandırılması haqqında Məqalədə kompüter və tibbi elektron avadanlıqların tullantılarının insan sağlamlığı üçün yaratdığı potensial təhlükələr analiz edilir. Təhlükə obyektini kimi bu avadanlıqlarda istifadə edilən maddə və komponentlərin təsiredici amilləri araşdırılır. Bu amillərin fizioloji, epidemioloji və qismən ekoloji nəticələri müəyyən olunur.

Açar sözlər: tullantılar, kompüter texnikası tullantıları, tibbi elektron tullantılar, tullantıların ziyanlı maddə və komponentləri, elektron tullantıların təsiredici amilləri, sağlamlığın təhlükəsizliyi, tullantıların emalı.

BİKƏS S. Ağayev¹, TƏRLAN S. Əliyev²

^{1,2}Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

^{1,2}depart6@iit.ab.az

On the classification of the impact of certain electronic waste groups on human health

The article analyzes potential threats for human health posed by computer and medical electronic equipment waste. As an object of threat, the impact factors of substances and components used in these wastes are investigated. Mainly physiological and epidemiological, as well as partial environmental impacts of these factors are determined.

Keywords: waste, computer equipment waste, medical electronic waste, harmful substances and components of waste, influencing factors of electronic waste, safety of health, waste management.