

УДК 621,385,82:613,6

## РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ИНДУСТРИИ: ОТ МОНИТОРОВ С ЭЛТ ДО ЖК И СВЕТОДИОДНЫХ ДИСПЛЕЕВ

**Вячеслав Борисович Куденко**

кандидат технических наук, доцент

melkud@yandex.ru

**Андрей Алексеевич Хохлов**

студент

garlic12@gmail.com

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Целью написания статьи выступала задача углубленного рассмотрения различных видов дисплеев от мониторов с электронно-лучевой трубкой до светодиодных LED дисплеев. Описаны факторы негативного влияния всех типов мониторов и какую опасность включают в себя последние разработанные модели области цифровизации страны.

**Ключевые слова:** мониторы, зрение, дисплей, рентгеновское излучение, электромагнитные колебания, светодиод, подсветка, время отклика.

Активное развитие цифровой индустрии приходится на 80-90-ые года прошлого столетия. Именно в этот период начинается обширное распространение мониторов с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ).

Безусловно, развитие компьютерных технологий привнесло в совершенствование человечества большой вклад. Отправка, хранения, обработка и вывод информации осуществлялся за счет работы компьютера при непосредственной работе за монитором. Тем не менее, не смотря на всю кажущуюся пользу и преимущество монитора с ЭЛТ, перед учеными вставал вопрос о безопасности такого вида мониторов [1].

Исследования мониторов с ЭЛТ на организм человека показало сильное негативное воздействие на все основные функциональные системы организма, в том числе зрение.

Основными факторами, влияющими на организм человека, являлись [9]:

1. Рентгеновское излучение – образовывалось в результате торможения электронов, которые сталкивались с люминофором на внутренней поверхности кинескопа;

2. Электромагнитные колебания в мониторах ЭЛТ возникали за счет работы схем развёртки под действием переменного тока. Диапазон частот варьировался в пределах низкочастотных колебаний и радиочастоты (3кГц – 3000ГГц). Они приводили к нарушению нервной системы, сильной раздражительности, повышенной утомляемости, ухудшению памяти и депрессии [2];

3. Работа экрана (свечение люминофора) в области видимого спектра на границе с ультрафиолетом;

4. Сильное ИК-излучение от нагреваемых в процессе работы частей монитора.

К другим факторам негативного влияния экранов с ЭЛТ можно отнести ионизацию воздуха положительно заряженными ионами. Она вызывает у человека мигрень, недомогание, нехватку воздуха, что может приводить к затруднению мышления и дыхания, как следствие - повышается кровяное

давление. Положительные ионы образуются при работе вышеназванного типа мониторов. Электризация ионов вызвана работой вольфрамовой катушки, которая в процессе разогревается и приводит к ионизации воздуха положительно заряженными частицами. В результате нагрева катушки, а также совместной работы катода – испускает электроны и анода – направляет их к люминофору, происходит процесс ионизации экрана и соответственно воздуха в помещении [1, 3].

В работе Александра Леонидовича Чижевского по изучению ионизации воздуха изложены аспекты положительного влияния ионизированного воздуха (аэроионы) отрицательно заряженными ионами и обратно пропорционального влияния положительных аэроионов. Отрицательные ионы активизируют работы головного мозга и улучшают работу обмена веществ в организме. Это связано с насыщением организма кислородом, что дает большую продуктивность и прирост в работе. Помимо этого, они также способствуют поднятию настроения, укреплению иммунитета за счет нейтрализации вредных возбудителей и повышения активности лейкоцитов, качеству отдыха. Отрицательно заряженные частицы пагубно действуют на загрязнители атмосферы, вредные микроорганизмы и аллергены, воссоединяясь с перечисленными объектами они утяжеляют их, и их концентрация в воздухе снижается [8].

Про положительно заряженные частицы такого сказать нельзя. Работа экрана монитора с ЭЛТ в помещении приводит к положительной ионизации аэроионов. Иными словами, воздух становится «тяжелым», возникает нехватка кислорода, человеку становится трудно дышать, думать. Стоит отметить, что чем больше будет положительно заряженных ионов в помещении, тем сложнее в нем будет находиться, т.е. можно считать, что воздуха в комнате попросту нет. Это связано с особенностями человеческого организма, который не способен усваивать такие ионы как кислород для насыщения организмом [8].

Пыль, находящаяся в воздухе также подвержена ионизации, что заставляет ее направляться к открытым частям тела, в том числе глазам, забивая поры на коже. Попадая внутрь, приводят к аллергическим реакциям.

Следующим этапом эволюции стали жидкокристаллические мониторы или Liquid Crystal Display (LCD). Другим вариантом послужили Thin Film Transistor (TFT) или жидкокристаллический дисплей на тонкоплёночных транзисторах. Свое широкое распространение они получили в конце 90-ых годов прошлого столетия и начала двухтысячных [3].

Проведенные исследования показали значительную разницу между жидкокристаллическим и электронно-лучевым монитором. Пиковые значения рентгеновского излучения у ЖК-дисплеев значительно ниже.

При этом стоит отметить, что как таковой радиации от монитора не исходит. Иными словами, привычное ядерной физике альфа-, бета-, гамма- или нейтронное излучение нельзя отнести к излучению от экрана монитора. Для экрана характерно рентгеновское излучение, отдаленно напоминающее гамма-радиацию [12].

У ЖК мониторов отсутствует ИК-излучение, так как в нем нет нагреваемых элементов по типу схемы высокого напряжения и магнитных систем, являющихся источником сильного магнитного поля. При этом стоит учесть, что интенсивность излучения, как и в случае с микроволновкой, снижается с увеличением расстояния в обратной пропорциональности ее квадрату [10].

У жидкокристаллических дисплеев была исправлена проблема предыдущего поколения мониторов – блики на экране и его мерцание. Тем не менее данный вид мониторов имел некоторые недочёты в устройстве.

Как известно, ЖК-дисплеи подсвечивают жидкие кристаллы флуоресцентной или галогенной лампой высокой мощности. Как правило, в стационарных мониторах ламп две, в переносных (ноутбуки) – одна. Данная схема обуславливает сложность полноценной подсветки всей площади дисплея и, как следствие, неравномерное распределение яркости на мониторе, в

особенности это можно наблюдать на однотонных цветах или светло-сером фоне.

При этом эффект неравномерности увеличивается в прямой зависимости от увеличения диагонали экрана. Так, при диагонали 15 дюймов и больше эффект будет заметен сильнее. Это обуславливается строением монитора такого размера – он состоит из пары или нескольких матриц. Это приводит к размытию изображения, что сказывается на повышенной зрительной утомляемости – астенопия [5-6].

Также пользователи с ЖК-дисплеями часто встречаются проблему перегоревших или дефектных пикселей. Перегоревшие пиксели можно легко заметить на однотонном фоне. Они будут видны в форме черных или белых точек. По нормативно-правовой документации допускается наличие не более 5 пикселей на 1 дисплей.

После изобретения синего светодиода рынок продаж стали завоевывать LED-мониторы или светодиодные экраны. Поначалу цена на такой вид дисплеев была высокой, но со временем они стали вытеснять ЖК-дисплеи из-за характерных преимуществ перед ними.

В светодиодных мониторах были решены проблемы быстрой утомляемости глаз вследствие равномерного освещения всей рабочей площади монитора. Достигается этот эффект за счет специального рассеивателя.

Также на равномерность освещения влияет расположение светодиодов:

1. По одной стороне монитора – свет от светодиодов идет с одной стороны экрана и распространяется по всей площади за счет системы зеркал. Самый бюджетный вариант.

2. Edge LED. Подсветка экрана осуществляется с двух сторон – преимущественно с боковых, но встречаются мониторы с расположением светодиодов сверху и снизу. Система зеркал отсутствует.

3. Direct LED. Светодиоды устанавливаются по всей рабочей площади и направлены в сторону глаз пользователя, что приводит к сильному

утомлению глаз, вследствие высокой мощности. Такой вид LED мониторов встречается редко из-за высокой стоимости [7].

Еще одним заметным преимуществом светодиодных дисплеев является небольшое время отклика, достигающее до 0,1 мс как у современных OLED-матриц, в то время как у лучших IPS-дисплеев самые высокие показатели равняются 4-6 мс. Отличительная особенность OLED-матриц заключается в том, что в их устройстве используются органические светодиоды, которые начинают излучать свечение за счет пропускания через них электрического тока [11].

OLED-дисплеи, как уже было сказано выше, имеют небольшое время отклика, что сказывается на четкости картины в лучшую сторону. Время отклика монитора характеризует смену пикселем одного цвета на другой и измеряется в миллисекундах (мс). Размытие у такого вида мониторов практически незаметно.

Также существуют другие разновидности LED-дисплеев, которые показаны на рисунке 1 [11, 13].

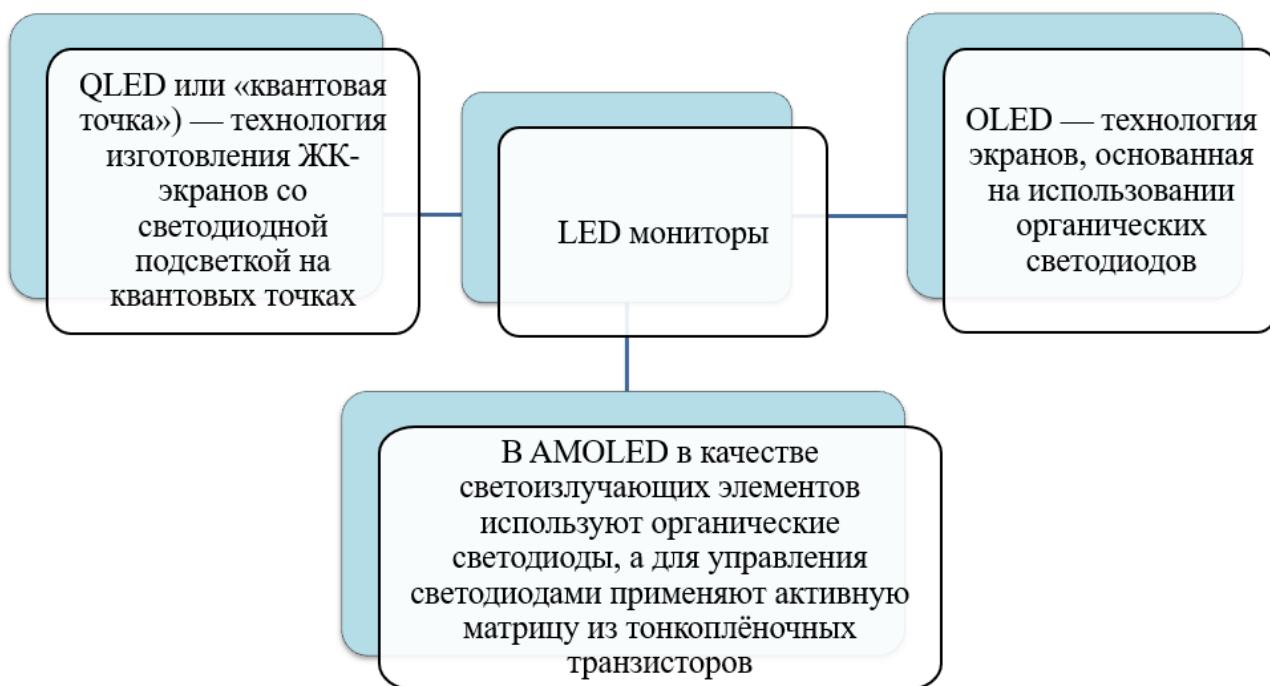


Рисунок 1 – Разновидности LED-дисплеев.

В заключении необходимо подвести итог и подчеркнуть, что вне зависимости от вида монитора: с ЭЛТ, ЖК или LED дисплеем и их

преимуществ, все они в равной степени оказывают негативное влияние на зрительный аппарат человека. Зарубежные исследования в университете Огайо доказали, что негативное влияние напрямую связано с устройством зрения у человека. Работы за монитором заставляет пользователя прищуриваться, чтобы текст на экране был более четким или чтобы яркость изображения была на позицию ниже. В ходе исследования группе испытуемых поставили задание сосредоточиться на маленькой черной точке на мониторе. Результаты показали, что при сильной концентрации на черной точке у добровольцев снижалась частота моргания и, как следствие, приводило к сухости глаз и неприятному ощущению, покраснению, астенопии [4].

Также стоит отметить, что большое количество внимания уделяется исследованиям синего света, излучаемого LED мониторами персональных компьютеров, которые оказывают пагубное воздействие на зрение человека. Необходимость установления данного факта требует более детального изучения влияния синего света светодиодных мониторов [3, 6].

#### **Список литературы:**

1. Большакова В.А. Оценка влияния условий труда на функциональное состояние органа зрения пользователей персональных электронно-вычислительных машин. М., 2005. С. 50.
2. Ким И.Н. Влияние электромагнитных полей на пользователя компьютерного оборудования. 2007. №1. С. 44-48.
3. Информатика и математика: учебник и практикум для вузов / под редакцией В. Д. Элькина. / 2-е изд., перераб. и доп. / Москва: Издательство Юрайт. 2025. 402 с. ISBN 978-5-534-10684-8.
4. Лизулов Ю.В. Осторожно компьютер: Рекомендации по сохранению здоровья пользователей компьютеров. Спецлит. 2009. С. 47.
5. Зайцева Н.В. Особенности психологического статуса работающих с компьютерной техникой. Медицина труда и промышленная экология. 2011. №1. С.14-17

6. Корнюшина Т.А. Компьютер и орган зрения. М. 2001. С.25.
7. Новожилов, О. П. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: учебник для вузов / 2-е изд., испр. и доп. / Москва: Издательство Юрайт. 2025. 505 с. ISBN 978-5-534-20365-3.
8. О люстре Чижевского и ионизации воздуха // Habr – URL: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/787422/>
9. Устройства отображения информации // StudFile – URL: <https://studfile.net/preview/7205294/>
10. Достоинства и недостатки жидкокристаллических дисплеев // Eco Electronics – URL: [https://eco-e.ru/poleznoe/stati/osveshhenie/ekranyi-\(testyi\)/dostoinstva-i-nedostatki-zhidkokristallicheskix-displeev/](https://eco-e.ru/poleznoe/stati/osveshhenie/ekranyi-(testyi)/dostoinstva-i-nedostatki-zhidkokristallicheskix-displeev/)
11. Принцип работы современных дисплеев UPGRADE – URL: <http://www.upweek.ru/principy-raboty-sovremennyx-displeev.html>
12. Лазерная безопасность установок в сельском хозяйстве. Завражнов А.И., Аксеновский А.В., Криволапов И.П., Щербаков С.Ю., Горлов В.А. В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы международной научно-практической конференции. Сборник научных трудов. Под общей редакцией В.А. Солопова. 2017. С. 237-242.
13. Экспериментальные исследования определения освещенности и коэффициентов пульсации при использовании люминесцентных ламп и ламп накаливания. Щербаков С.Ю., Куденко В.Б., Аксеновский А.В., Криволапов И.П., Тимофеева В.С. В сборнике: сборник научных трудов, посвященный 85-летию мичуринского государственного аграрного университета. в 4 т. Мичуринск, 2016. С. 106-110.

**UDC 621,385,82:613,6**

**THE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL INDUSTRY: FROM CRT  
MONITORS TO LCD AND LED DISPLAYS**

**Vyacheslav B. Kudenko**

candidate of technical sciences, associate professor

melkud@yandex.ru

**Andrey A. Khokhlov**

student

garlic12@gmail.com

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The purpose of writing the article was the task of in-depth consideration of various types of displays from cathode ray tube monitors to LED displays. The factors of the negative impact of all types of monitors are described and what danger the latest developed models of the country's digitalization include.

**Keywords:** monitors, vision, display, X-ray radiation, electromagnetic vibrations, LED, backlight, response time.

Статья поступила в редакцию 25.02.2026; одобрена после рецензирования 20.03.2026; принята к публикации 31.03.2026.

The article was submitted 25.02.2026; approved after reviewing 20.03.2026; accepted for publication 31.03.2026.