

Технология, оборудование, САПР и экология литейного производства

The results of investigations of parameters of industrial environment of the personal computers users and recommendations on decrease of influence on the organism of workers are given.

А. М. ЛАЗАРЕНКОВ, С. А. ХОРЕВА, БНТУ

УДК 658.382

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

В связи с автоматизацией процессов производства и управления широкое распространение получили персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ). В литейном производстве ПЭВМ используются при моделировании и проектировании технологических процессов, применяемого оборудования и оснастки, оценке условий труда при проектировании и реконструкции литейных цехов. Применение ПЭВМ позволило значительно повысить производительность труда в различных сферах трудовой деятельности, что привлекает большое количество людей. Поэтому вопросы, связанные с обеспечением их безопасности и сохранением здоровья, стали весьма актуальными.

Работающие с ПЭВМ могут подвергаться воздействию различных опасных и вредных производственных факторов, основными из которых являются физические (уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового излучений, статического электричества, запыленности воздуха рабочей зоны; содержание положительных и отрицательных аэроионов в воздухе рабочей зоны; температура, относительная влажность и подвижность воздуха рабочей зоны; уровень шума технологического оборудования; освещенность рабочей зоны, уровень прямой и отраженной блескости, яркость светового потока, уровень пульсации светового потока), химические (содержание в воздухе рабочей зоны озона, оксида углерода, аммиака, фенола, формальдегида, полихлорированных фенолов), психофизиологические (напряжение зрения, памяти, внимания; длительное статическое напряжение; большой объем информации, обрабатываемой в единицу времени; монотонность труда; нерациональная организация рабочего места; эмоциональные перегрузки).

Одним из наиболее существенных из них является воздействие электромагнитного поля, генери-

руемого составными элементами ПЭВМ, – монитором, процессором, блоком питания. Электромагнитная обстановка на рабочем месте также формируется в результате электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц), источником которого являются линии электропередачи, трансформаторные подстанции, распределительные щиты, электропроводка.

Механизм нарушений, происходящих в организме человека под влиянием ЭМП, обусловлен прежде всего биохимическими изменениями в клетках и тканях. Наиболее чувствительными являются нервная и сердечно-сосудистая системы. Наблюдаются нарушения условно-рефлекторной деятельности, снижение биоэлектрической активности мозга, изменение межнейронных связей, отклонения со стороны эндокринной системы. Для общей клинической картины хронического воздействия характерны головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, брадикардия, изменения проводимости крови в сердечной мышце.

Чтобы ограничить негативное влияние ПЭВМ на пользователя, необходимо использовать сертифицированные мониторы, применять технические средства защиты, обеспечивать рациональные режимы труда и отдыха. Однако весьма часто применение монитора, имеющего гигиенический сертификат, не обеспечивает безопасных условий труда оператора, поскольку в реальных условиях эксплуатации электромагнитная обстановка на рабочем месте существенно отличается от «идеальной», имеющей место при сертификации. Так, фактически прошедший сертификацию и проявивший себя как безопасный компьютер становится опасным для здоровья при использовании его в помещении с высоким уровнем внешнего электромагнитного поля, что не обеспечивает непосредственно на ра-

бочем месте требований, регламентированных санитарными нормами.

На уровень ЭМП на рабочем месте влияет не только монитор, но и весь комплекс оборудования, установленного на рабочем месте, организация электропитания, устройство защитного заземления (зануления), режим работы ПЭВМ, наличие заземленного экрана и др.

В качестве измеряемых параметров для оценки уровней ЭМП были приняты среднеквадратические значения напряженности электрического поля (В/м) и среднеквадратические значения плотности магнитного потока (нТл) в диапазонах частот 5–2000 Гц и 2–400 кГц. Измерения этих факторов проводили с помощью измерителя параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метра АТ002, включенного в Государственный реестр средств измерений. По каждому параметру измеряли абсолютные величины полного вектора, включающего измерения трех компонент (в трех взаимно перпендикулярных направлениях) среднеквадратических значений напряженности электрического поля и плотности магнитного потока и последующего вычисления абсолютной напряженности электрического поля и плотности магнитного потока (режим «Аттестат»). Измерения проводили согласно требованиям и методикам, изложенных в СанПиН 9-131 РБ 2000 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы» (ГОСТ 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля») [1].

Кроме того, измеряли напряженность электростатического поля (ЭСП) с использованием измерителя напряженности электростатического поля СТ-01 в соответствии с требованиями СанПиН 11-16-94 «Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля на рабочих местах» (ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»).

Замеры проводили на расстоянии 0,5 м от экрана монитора (ЭМП и ЭСП) и у поверхности клавиатуры (ЭСП). При обнаружении нарушений по оборудованию рабочих мест пользователей проводили дополнительные измерения параметров полей у правой, левой, верхней и тыльной поверхностей видеомонитора, а также у клавиатуры, системного блока, манипулятора «мышь».

Результаты исследований параметров электромагнитных полей и электростатических полей на рабочих местах пользователей ПЭВМ различных

типов приведены в табл. 1 и 2. Измерения выполняли по каждому типу ПЭВМ на 20–40 рабочих местах.

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что в целом параметры ЭМП и ЭСП не превышают предельно допустимых уровней. Однако имели место случаи, когда напряженность ЭМП по электрической составляющей превышала ПДУ (даже в несколько раз). Так, зафиксированы превышения ПДУ по электрической составляющей на частоте 5–2000 Гц у мониторов SAMTRON, FLATRON, PHILIPS, INTEGRAL (ЖКИ), СТХ и ноутбуков; на частоте 2–400 кГц – у мониторов FLATRON, СТХ и ноутбуков. Превышений плотности магнитного потока на рабочих местах пользователей ПЭВМ практически не отмечалось. Указанные выше превышения параметров ЭМП отмечались при организации рабочих мест с несоблюдением рекомендаций СанПиН 9-131 РБ 2000 (фон проводов питающей сети при минимальном удалении от рабочего места, нахождение в непосредственной близости от розеток, использование удлинителей, отсутствие защитного заземления оборудования, расположение нескольких рабочих мест в небольших помещениях – менее 6 м² площади и менее 20 м³ объема помещения из расчета на одно рабочее место).

Результаты замеров ЭСП у экрана монитора (табл. 2) показали величины, не превышающие допустимых значений. Аналогичные данные получены при замерах вблизи поверхности клавиатуры. Однако иногда фиксируются значения, превышающие ПДУ, что можно объяснить накоплением пыли или загрязнением при длительной эксплуатации клавиатуры и несвоевременной ее чисткой. Поэтому следует чаще производить профилактическую мойку и чистку оборудования с использованием специальных влажных салфеток, смоченных составом с антистатическим агентом [2].

Результаты проведенных исследований необходимо учитывать при выборе помещений для эксплуатации и разработке планировочных решений по организации рабочих мест пользователей ПЭВМ. Кроме того, следует учитывать параметры микроклимата (температуру, влажность и скорость движения воздуха), освещенность рабочих поверхностей, уровень шума, содержание вредных химических веществ, уровни ионизации воздуха.

Измерения параметров микроклимата показали, что температура, влажность и скорость движения воздуха, интенсивность инфракрасного (теплого) излучения на рабочих местах, как правило, соответствовали оптимальным величинам согласно СанПиН 9–80 РБ 98 «Гигиенические тре-

Таблица 1. Результаты исследований параметров электромагнитных полей на рабочих местах пользователей ПЭВМ

| Тип ПЭВМ | Частота | Напряженность ЭМП по электрической составляющей, В/м | | Плотность магнитного потока, нТл | |
|------------------------|-----------|------------------------------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| | | min – max среднее | ПДУ | min – max среднее | ПДУ |
| SAMSUNG Sync Master | 5–2000 Гц | <u>1–24</u> 16,9 | 25 | <u>10–240</u> 123 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,01–2,39</u> 0,80 | 2,5 | <u>1–24</u> 11,9 | 25 |
| SAMTRON | 5–2000 Гц | <u>2–23</u> 20,0 | 25 | <u>10–250</u> 102 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,12–2,34</u> 1,03 | 2,5 | <u>2–24</u> 14,8 | 25 |
| FLATRON | 5–2000 Гц | <u>3–24</u> 15,8 | 25 | <u>10–230</u> 130 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,16–2,4</u> 1,23 | 2,5 | <u>1–22</u> 4,5 | 25 |
| PHILIPS | 5–2000 Гц | <u>10–24</u> 19,0 | 25 | <u>10–230</u> 88 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,01–2,32</u> 0,58 | 2,5 | <u>1–8</u> 2,12 | 25 |
| INTEGRAL (ЖКИ) | 5–2000 Гц | <u>1–25</u> 20,2 | 25 | <u>10–250</u> 130 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,11–0,94</u> 0,42 | 2,5 | <u>1–5</u> 2,57 | 25 |
| CTX | 5–2000 Гц | <u>2–25</u> 16,5 | 25 | <u>10–245</u> 98 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,22–0,86</u> 0,62 | 2,5 | <u>2–24</u> 15,3 | 25 |
| View Sonic | 5–2000 Гц | <u>12–19</u> 16,3 | 25 | <u>40–230</u> 165 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,59–1,94</u> 1,48 | 2,5 | <u>5–24</u> 22,0 | 25 |
| DELL | 5–2000 Гц | <u>4–22</u> 18,5 | 25 | <u>60–230</u> 180 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,36–0,99</u> 0,73 | 2,5 | <u>4–12</u> 8,5 | 25 |
| AS | 5–2000 Гц | <u>8–15</u> 17,2 | 25 | <u>10–250</u> 130 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,47–1,74</u> 1,14 | 2,5 | <u>1–5</u> 2,57 | 25 |
| Smile | 5–2000 Гц | <u>7–16</u> 18,3 | 25 | <u>65–230</u> 160 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,31–2,32</u> 1,29 | 2,5 | <u>4–24</u> 16,7 | 25 |
| GOLD STAR | 5–2000 Гц | <u>3–19</u> 15,2 | 25 | <u>20–230</u> 132 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,45–1,42</u> 0,96 | 2,5 | <u>1–22</u> 7,7 | 25 |
| Prestigio | 5–2000 Гц | <u>3–21</u> 14,2 | 25 | <u>10–245</u> 162 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,1–2,5</u> 0,90 | 2,5 | <u>1–7</u> 2,43 | 25 |
| Ноутбук LSUS | 5–2000 Гц | <u>2–18</u> 15,0 | 25 | <u>10–170</u> 125 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,12–1,1</u> 0,76 | 2,5 | <u>1–5</u> 2,2 | 25 |
| Ноутбук TOSHIBA | 5–2000 Гц | <u>2–22</u> 18,0 | 25 | <u>10–200</u> 158 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,32–0,98</u> 0,64 | 2,5 | <u>3–9</u> 4,2 | 25 |
| Ноутбук PARTNER | 5–2000 Гц | <u>5–25</u> 21,0 | 25 | <u>30–250</u> 200 | 250 |
| | 2–400 кГц | <u>0,52–1,47</u> 0,86 | 2,5 | <u>2–8</u> 3,6 | 25 |

Таблица 2. Результаты исследований параметров электростатических полей на рабочих местах пользователей ПЭВМ

| Тип ПЭВМ | Напряженность ЭСП, кВ/м | | |
|---------------------|----------------------------|---------------------------|-----|
| | измеренная | | ПДУ |
| | 0,5 м от экрана монитора | у поверхности клавиатуры | |
| | min – max среднее | min – max среднее | |
| SAMSUNG Sync Master | <u>0,123–0,890</u> 0,49 | <u>0,335–2,32</u> 0,92 | 15 |
| SAMTRON | <u>0,123–0,890</u> 0,49 | <u>0,335–2,32</u> 0,92 | 15 |
| FLATRON | <u>0,123–0,590</u> 0,38 | <u>0,29–1,84</u> 0,74 | 15 |
| PHILIPS | <u>0,13–0,70</u> 0,36 | <u>0,29–3,73</u> 1,06 | 15 |
| INTEGRAL (ЖКИ) | <u>0,131–0,687</u> 0,29 | <u>0,342–1,38</u> 0,61 | 15 |
| CTX | <u>0,18–1,390</u> 0,82 | <u>0,34–1,32</u> 0,69 | 15 |
| View Sonic | <u>0,18–0,890</u> 0,53 | <u>0,33–1,42</u> 0,75 | 15 |
| DELL | <u>0,16–0,490</u> 0,48 | <u>0,28–1,17</u> 0,82 | 15 |
| AS | <u>0,18–0,820</u> 0,59 | <u>0,35–1,12</u> 0,86 | 15 |
| Smile | <u>0,19–0,890</u> 0,53 | <u>0,57–1,33</u> 0,81 | 15 |
| GOLD STAR | <u>0,14–0,770</u> 0,58 | <u>0,33–1,41</u> 0,86 | 15 |
| Prestigio | <u>0,12–0,890</u> 0,59 | <u>0,38–1,07</u> 0,79 | 15 |
| Ноутбук LSUS | <u>0,10–0,680</u> 0,39 | <u>0,31–0,99</u> 0,63 | 15 |
| Ноутбук TOSHIBA | <u>0,10–0,770</u> 0,39 | <u>0,28–0,92</u> 0,73 | 15 |
| Ноутбук PARTNER | <u>0,14–0,930</u> 0,51 | <u>0,33–1,12</u> 0,87 | 15 |

бования к микроклимату производственных помещений». Однако если в помещениях (в основном административных) окна были выполнены из ПВХ, температура воздуха на рабочих местах превышала допустимые, особенно в холодный период года. Поэтому периодическое проветривание помещений следует проводить во всех производственных помещениях, где работают люди с компьютерами. Возможно применение в помещениях таких устройств, как ионизаторы и увлажнители воздуха.

Пользователи часто обращают внимание на специфический запах, который появляется после подключения только что приобретенного компьютера или принтера. Источником этого запаха являются нагревающиеся и покрытые различными химическими составами (лаки, изоляция и т. д.) ча-

вследствие «выгорания» летучих примесей, однако выделение вредных веществ все равно происходит, но уже в значительно меньших количествах (фенол, формальдегид и др.). При работе лазерных принтеров выделяется озон. Длительная работа компьютера приводит к снижению концентрации кислорода, повышению концентрации озона. Озон является сильным окислителем и концентрация его выше предельно допустимых величин может привести к неблагоприятным обменным реакциям организма, изменяя активность ряда ферментов, способствует нарушению зрения.

Источниками шума являются принтеры (лазерный, струйный, матричный), вентиляторы блока питания, шум клавиш при наборе информации и др. При выполнении работы с использованием компьютеров СанПиН 9–131 РБ 2000 предусма-

тривает следующие допустимые значения уровня шума:

- для диспетчерских, операторских, расчетных кабин, постов управления, залов вычислительной техники (категория I) – не более 50 дБА;
- в помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или измерительный контроль (категория II) – не более 60 дБА;
- в помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) (категория III) – не более 65 дБА;
- на рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин (категория IV) – не более 75 дБА.

Превышений указанных выше допустимых значений уровня шума, как правило, не наблюдалось, за исключением рабочих мест, на которых использовались АЦПУ, матричные принтеры и другое шумное оборудование. Снизить уровень шума в помещениях можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63–8000 Гц. Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавеси из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15–20 см от ограждения.

При длительной работе за экраном ВДТ возникает напряжение зрительного аппарата. При неправильном выборе яркости и освещенности экрана, контрастности знаков, цветов знаков и фона, при наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения работа на ВДТ приводит к зрительному утомлению, головным болям, раздражительности, нарушению сна, усталости и болезненному ощущению в глазах, пояснице, в области шеи, рук.

Помещения, в которых размещены ПЭВМ, должны иметь естественное и искусственное освещение. Рабочие места следует размещать таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку (желательно слева) и обеспечивался коэффициент естественной освещенности не ниже 1,5%. Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, допускается применение системы комбинированного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Следует ограничить прямую (окна, светильники и др.) и отраженную блескость на рабочих по-

верхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников (преимущественно люминесцентные лампы) и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения.

Схемы размещения рабочих мест должны учитывать расстояние между рабочими столами с видеомониторами, которое должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м. Рабочие места в залах электронно-вычислительных машин или в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинках с организованным воздухообменом.

Проведенные исследования показали, что освещенность рабочих мест пользователей ПЭВМ не всегда обеспечивается, так как чаще всего компьютеры размещаются на уже действующих рабочих местах. Особенно такая ситуация характерна для административных помещений (бухгалтерии, отделы труда и зарплаты, приемные и т. п.), в которых находится несколько рабочих мест и где в дневное время применяется совмещенное освещение (естественное и искусственное).

Особенности режима и характера работы, значительные умственные напряжения и другие нагрузки при нерациональной конструкции и расположении элементов рабочего места вызывают необходимость поддержания вынужденной рабочей позы. Длительный дискомфорт при работе вызывает развитие общего утомления и снижения работоспособности.

Выполнение многих операций при работе на ПЭВМ требует длительного статического напряжения мышц спины, шеи, рук, ног, что приводит к быстрому развитию утомления. Указанные особенности работы зачастую усугубляются нерациональной высотой рабочей поверхности стола и сидения, отсутствием опорной спинки и подлокотников, неудобными углами сгибания в плечевом и локтевом суставах при выполнении рабочих движений, углом наклона головы, неудобным размещением документов, ВДТ и клавиатуры, неправильным углом наклона экрана, отсутствием простанства и подставки для ног.

Важное значение для предупреждения утомления работающих имеет также правильный выбор режима работы видеодисплейного терминала, применение защитных фильтров (с обязательным их заземлением), определение оптимальных и допустимых диапазонов визуальных эргономических параметров видеотерминала, использование свето-защитных средств.

Использование фильтров-экранов позволяет снизить зрительное утомление и защитить пользователей от электростатического воздействия и частично от воздействия электрической составляющей электромагнитного поля.

Совокупное воздействие на работающего с ПЭВМ всех вредных производственных фак-

торов снижает общий биоэнергетический потенциал и сопротивляемость организма. Особенно их действие усиливается, если не соблюдается режим труда и отдыха, не проводится производственная гимнастика, витаминизация организма.

Литература

1. СанПиН 9-131 РБ 2000 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы».
2. Охрана труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах и другой офисной технике: Практич. пособ. / В. П. Семич, А. В. Семич. Мн.: ЦОТЖ, 2001.