

*Э.Н. БУДЯНСКАЯ*, канд. мед. наук, ГП “ХНИИ ГТ и ПЗ” (г. Харьков),  
*М.Я. СЖУРНИКОВ*, ГП “ХНИИ ГТ и ПЗ” (г. Харьков),  
*Н.В. МАКСЮТА*, НТУ “ХПИ” (г. Харьков)

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ГРУПП МОНИТОРОВ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

В статті розглядаються питання впливу електромагнітних полів ВДТ на здоров'я користувачів. Запропоновані підходи що до виділення груп моніторів, відрізняючихся по електромагнітним характеристикам.

The present article considers problems of influence of VDU electromagnetic fields on user's health. The approaches to selection of monitor groups differentiating by electromagnetic characteristics are offered.

**Постановка проблеми.** Широкомасштабное применение информационных технологий привело к стремительному росту численности работающих в условиях новых технологий с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ).

В настоящее время одной из актуальных проблем является исследование влияния электромагнитных полей ВДТ на здоровье пользователей. В этом случае на начальном этапе анализа целесообразно выделить группы мониторов, значимо различающихся по параметрам электромагнитных излучений. Эта задача особенно актуальна в условиях ограниченного объема выборочных данных и низких уровней воздействующих факторов.

**Анализ литературы.** Параллельно с широким использованием ВДТ возрастает число сообщений об отрицательном влиянии работы с ними на здоровье пользователей (патология зрительного анализатора, расстройства иммунной, нервной, сердечно-сосудистой систем) [1 – 6].

Основные неблагоприятные факторы производственной среды лиц, которые работают с ВДТ, – это электрические и магнитные поля, статическое электричество, мягкое рентгеновское излучение, напряжение зрительного анализатора, монотонность и большая напряженность работы.

В исследованиях в области гигиены и профилактической медицины при выявлении, а тем более при измерении причинно-следственных связей в системе “внешняя среда – здоровье”, необходимо проведение масштабных исследований в течение длительного периода – даже в случае изучения влияния на состояние здоровья единичного фактора. Эта задача значительно усложняется при слабых или сверхслабых уровнях воздействующего фактора. При комбинированном или совокупном воздействии ряда факторов, задача многократно усложняется, и ее решение требует еще больших усилий.

**Целью статьи** является решение задачи выделения двух групп мониторов на электронно-лучевых трубках (ЭЛТ), достоверно различающихся по значениям гигиенических параметров в фиксированных точках контроля.

**Постановка задачи исследования.** Поскольку мониторы различных производителей имеют значительный разброс значений гигиенических параметров, выделить неоднородные группы по паспортным, довольно скудным, характеристикам не представляется возможным. Для решения поставленной задачи были использованы методы автоматической классификации, т.е. методы классификации без обучения [7 – 9]. Авторами проведено исследование гигиенических показателей различных типов ВДТ с использованием разработанных подходов статистической обработки многомерных данных.

**Постановка эксперимента, приборы, методы.** В качестве основного экспериментального материала использовались результаты измерений ЭМП по электрической и магнитной составляющим в фиксированных точках согласно методике измерения электромагнитных параметров. Измерения электрической и магнитной составляющих ЭМП, а также статического электричества выполнялись в 13 точках на определенном расстоянии от источника излучения следующими приборами: измеритель напряженности ближнего поля НМФ-1 № 2321 и измеритель электростатических зарядов переносной ИЭС-П № 14.

**Подходы к анализу.** Выделение групп мониторов выполнялось с помощью кластерного анализа, методом *k*-средних. Общее количество мониторов (113) было разбито на два кластера, в первый кластер вошло 28, а во второй – 85 мониторов. Анализ проводился для групп гигиенических показателей по электрической и магнитной составляющим. Для анализа достоверности и значимости полученных групп разбиения (кластеров) использовался как одномерный критерий анализа неоднородности средних значений в группах Стьюдента, так и его многомерный аналог – критерий Хоттелинга.

В полученных кластерах различия по электрической составляющей проявляются в большем количестве точек измерения, чем по магнитной составляющей. Тенденция по величине значений точек измерений здесь наблюдается та же, что и по магнитной составляющей, т.е. в первом кластере эти значения больше чем во втором. По многомерному критерию Хоттелинга различия кластеров по электрической составляющей оказались более значимыми. Таким образом, выделяются две группы гигиенических параметров: по электрической и магнитной составляющим, различные по своей информационной значимости. Более информативной группой является группа гигиенических параметров по электрической составляющей. Полученное разбиение на две группы (два кластера) является значимым и

достоверным по обеим группам гигиенических параметров, как в отдельности, так и в совокупности с учетом их взаимосвязей.

**Анализ адекватности полученного разбиения.** Для интерпретации значимости полученного разбиения на кластеры методами многомерного статистического анализа использовался дискриминантный анализ.

Проведение дискриминантного анализа в пространстве активных переменных можно использовать, с одной стороны, для целей оценки устойчивости классификации, для чего, например, подсчитывается такая характеристика, как частота ошибочной классификации (полная и попарные частоты) при применении метода скользящего экзамена. С другой стороны, для целей интерпретации можно выделить информативные переменные (пошаговый дискриминантный анализ) и использовать в интерпретации коэффициенты линейных дискриминантных функций [8].

Проведение дискриминантного анализа в пространстве иллюстративных переменных добавляет еще один аспект. Если в этом случае результаты дискриминантного анализа будут хорошими, то это будет служить дополнительным доводом в пользу предположения, что полученная группировка не случайна, а отражает некоторые существенные свойства структуры данных. А использование средств интерпретации наряду с детальным обсуждением самих данных должно приводить к пересмотру формирования или кодирования таблиц данных для дальнейшего анализа.

По результатам применения дискриминантного анализа для электрической составляющей подтверждается весьма значимое различие между полученными кластерами. Для магнитной составляющей дискриминантный анализ показал худшую степень различия по сравнению с электрической составляющей.

Кратко анализируя полученные результаты в совокупности, можно отметить следующее: в целом результаты не противоречат выводам, полученным по статистическим критериям анализа неоднородности средних значений по группам. Более информативной является группа электрических параметров. Хорошая согласованность общих результатов, полученных двумя разными статистическими методами, свидетельствует в пользу значимости и достоверности полученного разбиения, как с формальной, так и с содержательной точек зрения.

**Выводы.** Исходя из результатов исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Предложена методика формирования групп мониторов в задачах анализа гигиенических показателей на рабочих местах пользователей ВДТ.
2. В качестве основных методов формирования групп ВДТ по гигиеническим показателям используются методы кластерного анализа, как

методы автоматической классификации по результатам аттестации рабочих мест пользователей ВДТ.

3. Предложена комплексная методика анализа и интерпретации выделенных групп, использующая, в частности, методы многомерного статистического анализа, дискриминантный анализ, критерий  $T^2$ -Хоттеллинга.

4. Предложенный математико-экспериментальный метод решения поставленной задачи показал высокую эффективность при ее решении, а именно, выделение неоднородных групп множества ВДТ на рабочих местах пользователей ВДТ.

5. Анализируя полученное разделение множества мониторов на две группы можно отметить высокую достоверность полученных результатов по оценке их различия методами многомерного статистического анализа.

6. Выделены информативные гигиенические показатели, обеспечивающие значимое разделение исходного множества на две неоднородные группы.

**Перспективы дальнейших исследований** состоят в проведении сравнительного анализа и интерпретации гигиенических показателей мониторов на ЭЛТ и жидких кристаллах. На основе выделенных групп возможно также проведение исследований влияния ВДТ на здоровье пользователей.

**Список литературы:** 1. Мерфи М.Р. Отклик организма человека на радиочастотное излучение. Деятельность исследовательской лаборатории ВВС США // Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. – Москва – Санкт-Петербург, Россия. – 2002. – С. 29. 2. Пономарев О.А., Сусак И.П., Шигаев А.С. и др. Первичный механизм биологического действия электромагнитного поля // Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. – Москва – Санкт-Петербург, Россия. – 2002. – С. 42–43. 3. Чернышева О.Н., Пилипенко Н.О., Будянская Э.Н. и др. Стрессовая реакция организма на воздействие электрического поля (ЭП) частотой 60 и 16 кГц // Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. – Москва – Санкт-Петербург, Россия. – 2002. – С. 98–99. 4. Григорьев Ю.Г. Эмоциональный стресс и электромагнитный поля // Ежегодник Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – С. 25–33. 5. Подковкин В.Г., Васильева Т.И. Влияние электромагнитного излучения компьютера на физиологические и биохимические показатели у школьников // Ежегодник Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений 2003. – М.: Изд-во АЛЛАНА, 2004. – С. 218–219. 6. Чернышева О.Н., Будянская Э.Н., Сурников М.Я. и др. Характер развития аутоиммунных процессов у работающих за персональными компьютерами в зависимости от трудовой нагрузки // Ежегодник Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений 2003. – М.: Изд-во АЛЛАНА, 2004. – С. 219–220. 7. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 342 с. 8. Факторный дискриминантный и кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с. 9. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С. и др. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: Справ. изд. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.

*Поступила в редакцию 11.04.2005*