



УДК 613.6.027; 613.064

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ НА ТРЕНАЖЕРНОМ СИМУЛЯТОРЕ

Евдокимова В.А., Короленко А.В., Товстокорый О.Н., Борисенко Е.И.

Херсонская государственная морская академия

В статье представлены данные измерения электромагнитного излучения, создаваемого видеодисплейными терминалами в рабочей зоне оператора при работе на тренажере по грузовым операциям с крупногабаритными грузами (Heavy Lift simulator). Целью данной работы являлась гигиеническая оценка электромагнитного воздействия на оператора при работе на тренажере Heavy Lift simulator. В работе проведено измерение параметров электрического и магнитного полей ЖК-дисплеев на рабочем месте оператора, а также по всему периметру помещения, в котором происходит обучение. Для проведения измерений использовался профессиональный прибор, соответствующий 1-му классу точности, отвечающий всем требованиям последних нормативных документов в области электромагнитной безопасности видеодисплейных терминалов – трехкомпонентный ВЕ-метр-АТ-003. Измерения параметров электрического и магнитного полей ВДТ проводились согласно требованиям стандарта на эргономичность и безопасность электронного оборудования, разработанного Шведской конфедерацией профсоюзов, ТСО-2012. В работе представлена полученная план-карта точек измерения параметров электрического и магнитного полей в помещении, в котором работает оператор тренажерного симулятора. Согласно проведенных измерений, в рабочей зоне оператора не наблюдается превышение допустимых уровней напряженности магнитного и электрического полей, что свидетельствует о возможности безопасного использования тренажеров в образовательном процессе.

Ключевые слова: напряженность магнитного поля, напряженность электромагнитного поля, трехкомпонентный измеритель, тренажерный симулятор.

Введение. Труд судоводителя относится к категории тяжелых. На вахте он занят по 8–12 ч в сутки, которые проходят в большом напряжении, при этом штурман является не только оператором, сидящим у прибора, одновременно, он активно участвует в управлении судном, в его коммерческой деятельности, в вопросах безопасности. И так ежедневно от вахты к вахте, в течение многих месяцев, в условиях ограниченного судном жизненного пространства, однообразия лиц и событий, приводящих человека в состояние общей усталости. Потому человек, выбравший себе профессию судоводителя, должен ставить задачу перед самим собой стать компетентным высококвалифицированным специалистом, который не скажет «Это не входит в мои обязанности, это не мое дело», а будет нести ответственность за безопасность судна и экипажа.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими заданиями. Сегодня, одной из серьезнейших проблем судоходства, стало появление на капитанском мостике людей малообразованных, некомпетентных и недисциплинированных. Статистика ужасает: по данным страховых обществ, в области морского транспорта ошибки людей соотносятся с другими причинами аварии не менее как 5:1, основная доля всей аварийности флота приходится на человеческий фактор. Это вывод подтверждается анализом аварийности флота с 2006–2010 гг. по данным английского Ллойд Регистра (табл. 1) [1].

Таблица 1 – Анализ аварийности флота с 2006–2010 г.г.

	2006	2007	2008	2009	2010
Суда валовой вместимостью от 500 и выше	88	91	80	98	119
Судна валовой вместимостью от 100 до 499	32	44	55	44	53
Суда валовой вместимостью от 100 и ниже	120	135	135	142	172
Процент потерь (все суда)	1,3	1,4	1,4	1,4	1,7



С теоретической точки зрения подход к решению подобных задач, связывающих безопасность и надежность эксплуатации объекта с человеческим фактором и его роль в формировании выходного контролируемого критерия была проведена в работе [2].

Анализ последних исследований и публикаций и выделение нерешенных задач проблемы. Одним из выходов в сложившейся ситуации является материально-техническое оснащение лабораторий, учебных судов и установка хороших тренажеров в морских вузах. По мнению социологов и психологов в процессе обучения у специалистов остается 10 % того, что он слышит, половина того, что он видит и 90 % того, что он делает 90 % – это КПД тренажеров. В этом просматриваются стратегии подготовки судового экипажа с целью обеспечения безопасности мореплавания [3]. Сегодня уже никто не оспаривает значимость тренажеров в процессе профессиональной подготовке. Компьютеризированные тренажеры-симуляторы существуют на протяжении многих лет и широко используются во многих отраслях промышленности. Например, пилоты коммерческих авиалиний должны отработать на тренажере определенное количество часов прежде, чем они сядут за штурвал настоящего самолета. Тренажеры используются и операторами подъемных кранов. Со временем в условиях научно-технического прогресса была увеличена функциональность компьютеризированных тренажеров-симуляторов при уменьшении соответствующей затратной части. Преимущества работы на тренажерах-симуляторах наиболее очевидны, если оборудование является: сложным; эксплуатационно небезопасным; по какой-то причине недоступным для обучения; требующим высоких затрат при эксплуатации [4]. Однако нерешенным остается вопрос оценки воздействия электромагнитного излучения от видеодисплейных терминалов (ВДТ) жидко-кристаллических (ЖК) мониторов высококомпьютеризированных тренажерных симуляторов.

Формулировка целей статьи. Целью данной работы является гигиеническая оценка электромагнитного воздействия на оператора при работе на тренажере по грузовым операциям с крупногабаритными грузами (Heavy Lift simulator).

Изложение материалов исследования. Специализированные тренажеры-симуляторы подъемных кранов предполагают наличие отдельного компьютера со специализированным программным обеспечением – рабочей станции инструктора. Тренажер обслуживается 19 компьютерами (рис. 1.).



Рисунок 1 – Рабочее место оператора на тренажерном симуляторе

Программа предусматривает возможность двух типов погрузки. Первый тип – это единичные грузы, такие как контейнеры, металл в рулонах, металлопрокат и др. Эта операция проводится одним крановщиком под контролем руководителя курсов. Во втором типе тренажерной подготовки отрабатывается погрузка тяжеловесных грузов одним и двумя кранами. График работы оператора на тренажерном симуляторе, как правило, составляет обычный 8-ми часовой рабочий день, с перерывом на обед, в течение трех



дней. Представляет интерес оценить безопасность для здоровья оператора вредного воздействия электромагнитного излучения от ЖК-дисплеев.

ЖК-дисплеи формируют изображение методом, принципиально отличающимся от дисплеев с электронно-лучевой трубкой, потому проблем рентгеновского излучения и статического заряда на поверхности экрана у них просто не существует. Опасность представляет электромагнитное излучение и поля низких радиочастот: средние частоты, низкие частоты, очень низкие частоты.

ЭМП имеет электрическую (E) и магнитную (B или H) составляющую, причем взаимосвязь их достаточно сложна. Конструкция дисплея включает в себя много источников переменных электрических полей, влияние которых убывает с расстоянием. При протекании переменного тока по проводнику создается переменное магнитное поле. Как и вся электрическая аппаратура, дисплеи окружены магнитными полями, создаваемыми различными элементами их конструкции.

В работе проведено измерение параметров электрического и магнитного полей ЖК-дисплеев на рабочем месте оператора, а также по всему периметру помещения, в котором происходит обучение. Для проведения измерений использовался профессиональный прибор, соответствующий 1-му классу точности, отвечающий всем требованиям последних нормативных документов в области электромагнитной безопасности видеодисплейных терминалов – трехкомпонентный ВЕ-метр-АТ-003.

Прибор позволяет проводить измерения среднеквадратических значений напряженности электрического поля и среднеквадратических значений напряженности магнитного поля в диапазоне измерений на частотах от 5 Гц-2 кГц; 50 Гц; 2 кГц-400 кГц. Прибор на момент проведения измерений имел действующее свидетельство о государственной поверке.

Измерения параметров электрического и магнитного полей ВДТ проводятся согласно требованиям стандарта на эргономичность и безопасность электронного оборудования, разработанного Шведской конфедерацией профсоюзов, ТСО-2012 [5].

Измерения уровней напряженности электрического и магнитного полей производились на расстоянии 50 см от экрана на трех уровнях, на высоте 0,5 м, 1,0 м и 1,5 м как показано на рис. 2.

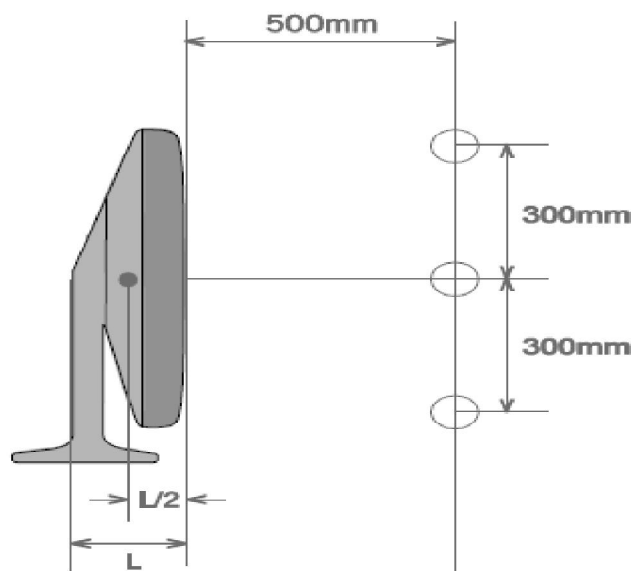


Рисунок 2 – Геометрия измерения ЭМИ видеодисплейных терминалов

Для оценки электромагнитного излучения ВДТ руководствовались требованиями стандарта ТСО-2012.



Таблиця 2 – Предельно-допустимые уровни электромагнитного излучения ВДТ

Наименование параметров		ПДУ удалении 30 см вокруг дисплея и 50 см перед дисплеем
Напряженность электрического поля	в диапазоне 5 Гц – 2кГц	10 В/м
	в диапазоне 2кГц – 400кГц	1 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне 5 Гц – 2кГц	200 нТл
	в диапазоне 2кГц – 400кГц	25 нТл

План-карта точек измерения параметров электрического и магнитного полей в помещении, в котором работает оператор тренажерного симулятора, представлена на рис. 3.

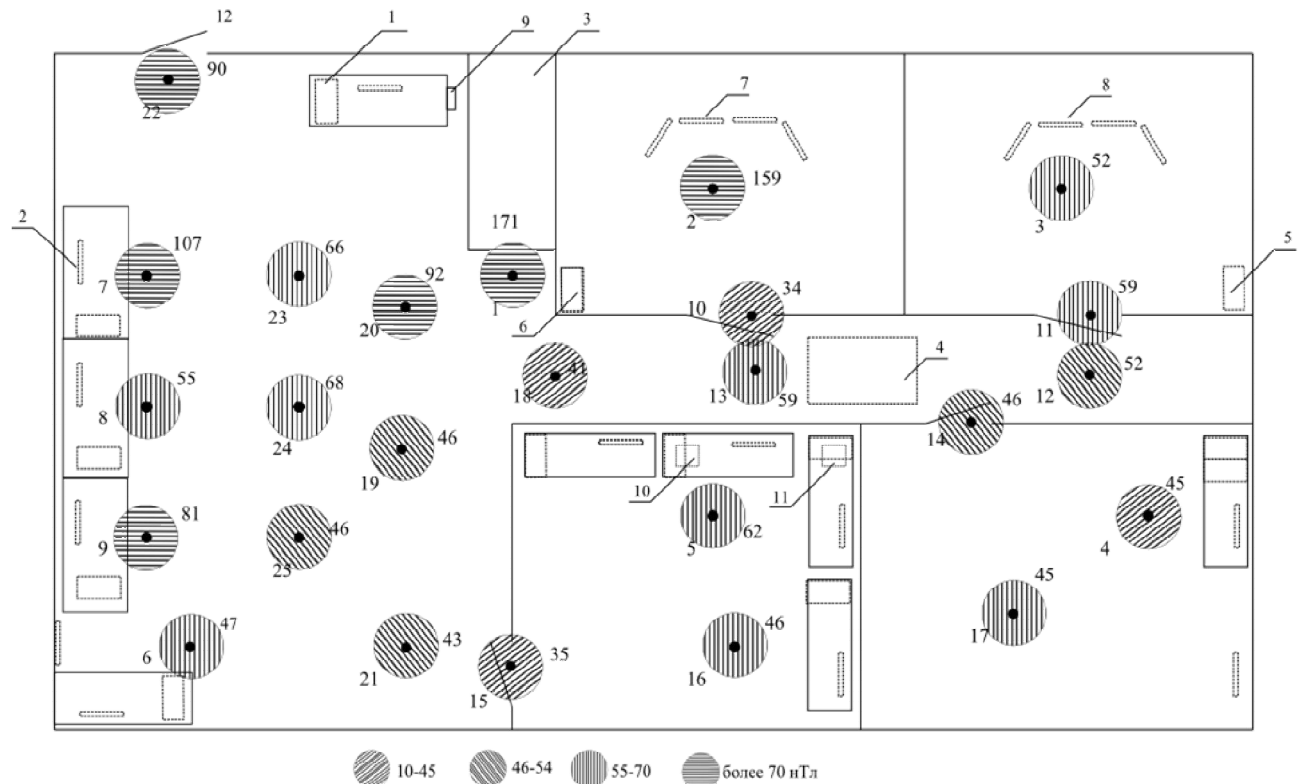


Рисунок 3 – План-карта точек измерения:

1 – системный блок компьютера; 2 – ЖК-дисплеи; 3 – бесперебойное питание; 4 – кондиционер; 5, 6 – стеллажи, в которых установлены семь системных блоков; 7, 8 – непосредственно ЖК-дисплеи тренажера; 9 – wi-fi свич; 10 – принтер; 11 – ламинатор; 12-точка wi-fi

Результаты полученных измерений и предельно допустимые уровни (ПДУ) представлены в табл. 3, где V_{I-50} , E_{I-50} – индукция магнитного и напряженность электрического полей в частотном поддиапазоне от 5Гц – 2кГц; V_{II} , E_{II} – индукция магнитного и напряженность электрического полей в частотном поддиапазоне от 2кГц–400кГц.

Согласно полученным данным, электромагнитное воздействие на оператора при работе на тренажере не представляет опасности, так как ни один из показателей не превысил ПДУ электромагнитного излучения. Однако следует отметить о нерациональном размещении бесперебойного питания рядом с рабочим местом оператора в первой кабине, так как наблюдается повышенный фон магнитного поля, как показано на рис. 3 точка 2 в сравнении с другими точками измерения.



Таблиця 3 – Результати інструментальних вимірювань параметрів електромагнітного поля в приміщенні тренажерного симулятора

Точки вимірювання	Вимірювані параметри							
	B_{1-50} , нТл	ПДУ, нТл	$B_{1\gamma}$, нТл	ПДУ, нТл	E_{1-50} , В/м	ПДУ, В/м	$E_{1\gamma}$, В/м	ПДУ, В/м
1	171	200	4,28	25	1,875	10	0,375	1
2	159	200	12,4	25	1,596	10	0,396	1
3	52	200	14,9	25	0,887	10	0,387	1
4	45	200	3,44	25	1,278	10	0,378	1
5	62	200	1,99	25	1,485	10	0,385	1
6	47	200	1,91	25	2,079	10	0,379	1
7	107	200	2,58	25	0,787	10	0,387	1
8	55	200	2,44	25	2,479	10	0,379	1
9	81	200	2,1	25	2,891	10	0,391	1
10	34	200	8,11	25	2,238	10	0,38	1
11	59	200	2,83	25	1,879	10	0,379	1
12	52	200	1,94	25	2,079	10	0,379	1
13	59	200	2,13	25	1,379	10	0,379	1
14	46	200	1,87	25	1,978	10	0,378	1
15	35	200	1,84	25	4,98	10	0,38	1
16	46	200	1,85	25	2,379	10	0,379	1
17	45	200	1,97	25	1,279	10	0,379	1
18	41	200	1,91	25	3,079	10	0,379	1
19	46	200	1,84	25	4,676	10	0,376	1
20	92	200	2,08	25	1,678	10	0,378	1
21	43	200	1,84	25	2,279	10	0,379	1
22	90	200	2,48	25	1,578	10	0,378	1
23	66	200	1,9	25	4,478	10	0,378	1
24	68	200	1,79	25	1,078	10	0,378	1
25	46	200	1,8	25	5,378	10	0,378	1

Висновки. Дана гігієнічна оцінка електромагнітного впливу на оператора при роботі на тренажері по грузовим операціям з крупногабаритними грузами (Heavy Lift simulator) з допомогою електромагнітного вимірювача трикомпонентного ВЕ-метра АТ-003. Згідно проведених вимірювань, в робочій зоні оператора тренажерного симулятора не спостерігається перевищення допустимих рівнів напруженості магнітного і електричного полів, що свідчить про можливість безпечного використання тренажерів в освітньому процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. International Shipping Facts and Figures – Information Resources on Trade, Safety, Security, Environment / IMO 6 March 2012. – 47 с.
2. Goncharenko A. V. Some identities of subjective analysis derived on the basis of the subjective entropy extremization principle by professor V. A. Kasianov / A. V. Goncharenko // Automatic Control and Information Sciences. – 2014. – Vol. 2, No. 1. – P. 20-25.
3. Гончаренко А. В. Варіанти вибору стратегії підтримання безпеки функціонування транспортної системи / А. В. Гончаренко // Вісник НАУ. Сучасні авіаційні технології : науковий журнал. – К. : НАУ, 2009. – № 2 (39). – С. 30-35.
4. Шаталин О. Г. Методика створення тренажерів крановщиків для експлуатації кранів в морських і річкових портах : дис. канд. техн. наук : 05.22.19. / О. Г. Шаталин – М. : Прософт-М, 2005. – 120 с.
5. Стандарт на ергономічність і безпеку електронного обладнання, розробаний Шведської конфедерацією профсоюзів ТСО-2012.

**Євдокимова В.А., Короленко О.В., Товстокорий О.М., Борисенко К.І. ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПІД ЧАС РОБОТИ НА ТРЕНАЖЕРНОМУ СИМУЛЯТОРІ**

У статті представлені дані вимірювання електромагнітного випромінювання, що створюється відео-дисплейними терміналами в робочій зоні оператора під час роботи на тренажері по вантажних операціях з великогабаритними вантажами (Heavy Lift simulator). Метою даної роботи була гігієнічна оцінка електромагнітного впливу на оператора під час роботи на тренажері Heavy Lift simulator. У роботі проведено вимірювання параметрів електричного і магнітного полів ЖК-дисплеїв на робочому місці оператора, а також по всьому периметру приміщення, в якому відбувається навчання. Для проведення вимірювань використовувався професійний прилад, який відповідає 1-му класу точності та всім вимогам останніх нормативних документів у галузі електромагнітної безпеки відео-дисплейних терміналів – трикомпонентний ВЕ-метр-АТ-003. Вимірювання параметрів електричного і магнітного полів ВДТ проводилися згідно вимогам стандарту на ергономічність і безпеки електронного обладнання, розробленого Шведської конфедерацією профспілок – ТСО-2012. У роботі представлена план-карта точок вимірювання параметрів електричного і магнітного полів у приміщенні, в якому працює оператор тренажерного симулятора. Згідно проведених вимірювань, у робочій зоні оператора не спостерігається перевищення допустимих рівнів напруженості магнітного й електричного полів, що свідчить про можливість безпечного використання тренажерів в освітньому процесі.

Ключові слова: напруженість магнітного поля, напруженість електромагнітного поля, трикомпонентний вимірювач, тренажерний симулятор.

Ievdokimova V.A., Korolenko A.V., Tovstokoriy O.N., Borisenko C.I. HYGIENIC EVALUATION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION WHEN WORKING AT THE GYM SIMULATOR

In this paper measurements of the electromagnetic radiation produced by video display terminals in the work area of the operator when working on the simulator for cargo operations with bulky loads (Heavy Lift simulator) are made. The aim of this study was to hygienic evaluation of electromagnetic influence on the operator when working on the simulator Heavy Lift simulator. In the investigation, the parameters of the electric and magnetic fields of LCD displays on the operator, as well as around the perimeter of the room in which learning takes place. For measurements use a professional tool, the corresponding class 1 accuracy, meeting all requirements of the latest regulations in the field of electromagnetic safety video display terminals – a three-meter-BE-AT-003. Measuring the parameters of the electric and magnetic fields VDT conducted according to the requirements of ergonomics and safety electronic equipment developed by the Swedish Trade Union Confederation, TCO-2012. We present a plan-point map parameters measurement of electric and magnetic fields in the room in which the operator works simulator. According to the measurements in the working zone of the operator is not observed allowable levels of magnetic and electric fields, indicating the possibility of safe use of simulators in the educational process.

Keywords: magnetic field, electromagnetic field, the three- meter, simulator.

Статтю прийнято
до редакції 8.04.14.