

## К ВЫБОРУ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

А.В. Леус (Компания КРОК)

*Рассмотрены возможности применения технологий виртуальной реальности в обучающих тренажерных комплексах, а также основные принципы выбора оптико-электронной системы комплекса виртуальной реальности, входящего в комбинированный тренажерный комплекс.*

*Ключевые слова: тренажерный комплекс, виртуальная реальность, оптико-электронная система.*

Требования, предъявляемые к современным технологическим и производственным объектам, обуславливают необходимость поддержания на высочайшем уровне профессиональной квалификации обслуживающего персонала. В то же время растет число объектов, сопоставимых по предъявляемым к ним требованиям с опасными производственными объектами. Примерами таких объектов могут служить центры обработки данных (ЦОД), сертифицированные по высшим уровням надежности ([www.aboutdc.ru/page/390.php](http://www.aboutdc.ru/page/390.php)). Данные требования подразумевают, в том числе применение на объектах различных тренажерных комплексов, классифицируемых по степени имитации объекта. В ряде случаев подготовка персонала проводится на полномасштабных тренажерах, а также непосредственно на реальных объектах.

Идеальным обучающим тренажером является система, в которой воспроизводимое по заданному сценарию окружение (симуляция) полностью соответствует реальному окружению на объекте. Выполнение данного условия позволяет сформировать идеальный обучающий тренажер, однако предъявляет высокие требования к компонентам тренажерного комплекса, что влечет за собой усложнение процесса его реализации, увеличение габаритов, а также стоимости компонентов, что делает создание такого

тренажера нецелесообразным. Максимально приблизиться к понятию идеального тренажера позволяют технологии виртуальной реальности.

На текущий момент для подготовки персонала ряда опасных производственных объектов (а именно: атомной энергетики, котло-турбинных цехов объектов тепловой энергетики, международной космической станции, объектов специального назначения) используются как полномасштабные тренажеры, так и вновь разрабатываемые тренажерные комплексы с применением технологий виртуальной реальности. На базе лаборатории центра 3D-решений компании КРОК ведется разработка комплекса виртуальной реальности для проведения тренингов персонала ЦОДа «Компрессор» [1].

Отметим, что для подготовки персонала все чаще применяются комбинированные обучающие тренажеры, сочетающие учебно-тренировочные устройства (механические, электрические, цифровые) и комплексы виртуальной реальности [2...5].

Процесс подготовки персонала современных технологических объектов можно разделить на две стадии:

I. изучение технологических карт и последовательности выполнения действий по заданным сценариям (крупная моторика);

II. отработка действий при работе с конкретными установками, оборудованием и инструментами, присутствующими в заданном сценарии (мелкая моторика).

Таким образом, в то время как комплекс виртуальной реальности позволяет решать задачи на первой стадии обучения, учебно-тренировочные устройства позволяют решить задачи второй стадии обучения.

В случае применения комплекса виртуальной реальности для подготовки персонала технологического объекта необходимо точное воссоздание расположения всех помещений, систем объекта, оборудования и инструментов, задействованных в тренинге (разработка контента). При этом параметры оптико-электронной системы (ОЭС) не должны вносить значимых погрешностей в анализируемое пользователем изображение объекта [10...13].

Таблица 1. Параметры ОЭС наиболее известных комплексов виртуальной реальности

№	Наименование	Классификация	Число объектов	Объем (3D), м³	Скорость, м/с	Год
6		I	56	100,70	0,74	2007
	Cornea	I	56	100,70	0,74	2009
	CAVE 2.0	II	59	48,80	1,10	2015
	NexCave	IV (3x3)	19	22,50	0,64	2009
	VERITAS	II	47	7,20	0,39	1997
	I-SPACE	II	47	0,88	2,28	2010
	KeckCAVES	III	30	5,24	2,38	2005
	DiVE	I	50	6,62	2,70	2005
	Visbox	IV (1)	3	0,78	1,98	
	CAVE2	V (320°)	19	37,00	0,64	2012
	CAES CAVE	III	28	5,88	2,18	2009
	IQ-Station	IV (1)	2	2,07	0,64	2009
	VuePod	IV (3 4)	10	12,44	0,64	2013

\* I – ; II – ; III – ; IV – ; V – ; VI –

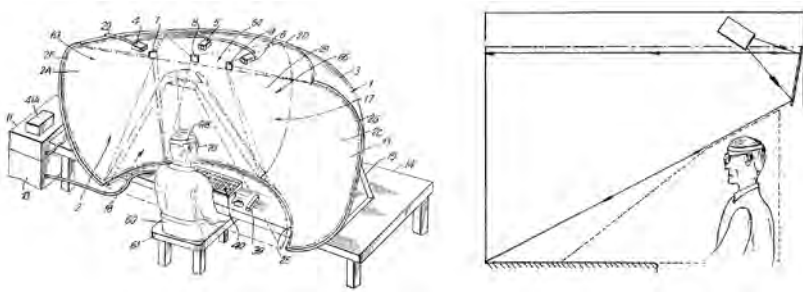


Рис. 1. Проекционная система отображения с экраном сложной формы для задач, выполняемых в положении сидя

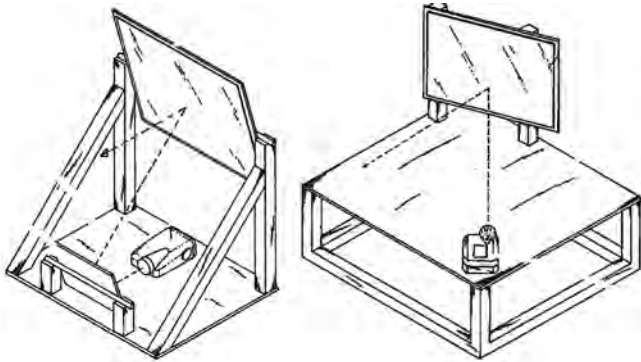


Рис. 2. Проекционные системы, применяемые в комнатах виртуальной реальности

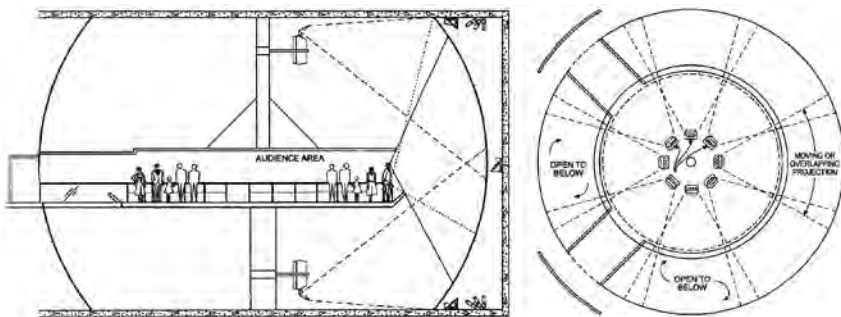


Рис. 3. Сферическая система

Для выполнения данных условий необходимо руководствоваться информацией, содержащейся в конкретных методиках по проведению обучения персонала, и на ее основании составить техническое задание на разработку комплекса виртуальной реальности [1]. При формировании требований к ОЭС необходимо учитывать особенности помещений объекта, систем объекта, оборудования и инструментов, задействованных в тренинге.

В частности, основными параметрами, задающими требования к ОЭС, являются:

- особенности работы персонала объекта и выполняемые им задачи;
- размер наименьших элементов, с которыми персонал объекта сталкивается при выполнении дей-



Рис. 4. Изображение дисплея дизель-генераторной установки

ствий по заданному сценарию (индикаторы, символы, отображаемые дисплеями задействованного в тренинге оборудования и т. п.);

- освещенность конкретных помещений, задействованных в тренинге.

В зависимости от решаемой задачи и размеров объекта ОЭС могут представлять собой мониторы, стены, цилиндрические или сферические экраны, комнаты (CAVE-системы).

Размер наименьших элементов определяет размер пикселя ОЭС комплекса виртуальной реальности.

Освещенность конкретных помещений определяет требования к световому потоку, формируемому проекторами, или яркости экранов в зависимости от конфигурации ОЭС.

В табл. 1 приведены параметры наиболее известных комплексов виртуальной реальности [14].

В качестве ОЭС для персонала, выполняющего работу в положении сидя, применяются различные варианты мониторов, в том числе проекционные системы с экранами сложной формы (рис. 1).

В качестве ОЭС для персонала, работающего в положении стоя либо перемещающегося по объекту, применяются комнаты погружения в виртуальную реальность (CAVE-системы). В составе комплексов данного типа применяются экраны обратной проекции, платформы для крепления проекторов, а также системы зеркал (для сокращения общих габаритов систем). В настоящее время производители предлагают множество вариантов сочетания размеров зеркал и креплений для различных проекторов, но общая оптическая схема примерно одинакова. В зависимости от расположения проектора применяется схема с двумя либо одним зеркалом (рис. 2).

Для больших систем, предназначенных для коллективного пользования, применяются цилиндрические либо сферические системы (рис. 3). В данных системах также предусмотрены различные конфигурации систем зеркал в зависимости от диаметра сферы/цилиндра.

В ходе разработки системы обучения персонала ЦОДа установлено, что наиболее удобным инструментом для формирования требований к ОЭС комплекса виртуальной реальности является тестовый контент. В качестве последнего выбирается сцена, содержащая наименьшие элементы, с которыми можно столкнуться при работе в ЦОДе, – символы

Таблица 2. Параметры ОЭС CAVE-системы лаборатории центра 3D-решений КРОК

				(3D)		
Icube	4	III	26,5	7,3	1,9	2013

(цифры). Тестовый контент отображается на дисплее дизель-генераторной установки. Их размер составляет 4,5 мм (рис. 4).

Для формирования требований к ОЭС комплекса виртуальной реальности, а также для оценки влияния параметров ОЭС на качество тренинга тестовый контент был развернут на CAVE-системе лаборатории центра 3D-решений КРОК (табл. 2).

Проверка пригодности комплекса виртуальной реальности к проведению обучения специалистов включает оценивание соответствия контента и ОЭС конкретному сценарию. Для проверки соответствия контента заданному сценарию приглашаются эксперты, непосредственно работающие на объекте. Обычно проверка проводится в несколько этапов, после каждого этапа осуществляется сбор комментариев, составление списка недочетов и их устранение [5].

По результатам проверки тестового контента установлено его соответствие выбранному сценарию «Процедура перевода ЦОДа в режим резервного питания» экспертами дата-центра КРОК «Компрессор». Также установлено, что ОЭС CAVE-системы лаборатории центра 3D-решений КРОК соответствует требованиям по разрешению изображения (размер пикселя), а также требованиям по соответствию воспринимаемой освещенности в помещении реальной освещенности на существующем объекте. Однако экспертами выражены сомнения касательно пригодности системы погружения в виртуальную реальность типу III. Для ответа на этот вопрос, а также для установления минимальных требований, предъявляемых к ОЭС комплекса виртуальной реальности, применя-

емого для обучения персонала ЦОДов, планируется проведение дополнительных экспериментов.

#### Список литературы

1. Леус А. В., Радостев Н. Ю. Комплекс виртуальной реальности на базе оптико-электронной системы для проведения тренингов персонала центров обработки данных // Автоматизация в промышленности. 2016. № 1. с. 23-27.
2. Трухин А. В. Анализ существующих в РФ тренажерно-обучающих систем // Открытое и дистанционное образование. 2008. № 1. С. 32-39.
3. Краснянский М. Н. и др. Виртуальные тренажерные комплексы для обучения и тренинга персонала химических и машиностроительных производств // Вестник тамбовского государственного технического университета. 2011. Т. 17. № 2.
4. dos Santos I. H. F., Soares L. P., Raposo A. A collaborative virtual reality oil & gas workflow // International Journal of Virtual Reality. 2012. Т. 11. № 1. С. 2.
5. Zeng H. et al. CAVE Based Visual System Design and Implementation in Marine Engine Room Simulation // The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. Springer Berlin Heidelberg. 2013. С. 939-948.
6. Yong Z. M. J. Y. Y. The Construction of CAVE Stereo Display System with Geometric Distortion Correction [J] // Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics. 2008. Т. 10. С. 018.
7. Mazikowski A., Trojanowski M. Measurements of Spectral Spatial Distribution of Scattering Materials for Rear Projection Screens used in Virtual Reality Systems // Metrology and Measurement Systems. 2013. Т. 20. №3. С. 443-452.
8. Mazikowski A. Paper No P30: Luminance Distribution Measurements in CAVE-Type Virtual Reality Systems // SID Symposium Digest of Technical Papers. 2015. Т. 46. № S1. С. 97-97.
9. Bruder G. et al. CAVE Size Matters: Effects of Screen Distance and Parallax on Distance Estimation in Large Immersive Display Setups // PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments. 2016. №. 00.
10. Hayden S. et al. Mobile, Low-Cost, and Large-Scale Immersive Data Visualization Environment for Civil Engineering Applications // Journal of Computing in Civil Engineering. 2014. Т. 29. №. 6. С. 05014011.

*Леус Александр Витальевич — директор по развитию центра 3D-решений компании КРОК.  
Контактный телефон (495) 974-22-74.  
E-mail: aleus@croc.ru*

#### Разработана система автоматизированного контроля подъема и взвешивания тяжеловесных грузов

НПФ «КРУГ» разработана система автоматизированного контроля подъема и взвешивания тяжеловесных грузов на базе ПТК КРУГ-2000®. Данная система предназначена для проведения ремонтов генераторов атомной станции. Система прошла апробацию на полигоне Калужского завода силовой гидравлики «Гидротех» — производителя оборудования подъема и взвешивания тяжеловесных грузов. Подобные системы находят применение при монтаже, демонтаже и проведении ремонтных работ тяжеловесного промышленного оборудования в энергетике, нефтехимической и атомной отраслях.

Система подъема тяжеловесных грузов включает 12 подъемных гидравлических домкратов и 12 домкратов для взвешивания груза. Домкраты расположены двумя группами. Каждая группа включает шесть домкратов с датчиками перемещения и шесть домкратов с тензодатчиками, установленными парно. Каждая группа домкратов подключена к маслостанции (гидравличе-

ской насосной станции). Общая рабочая грузоподъемность системы — до 800 т.

Установленные в шкафах управления микропроцессорные контроллеры DevLink-C1000 с модулями ввода/вывода серии DevLink-A10 обеспечивают сбор, обработку информации от датчиков линейного перемещения гидравлических домкратов и от тензодатчиков домкратов взвешивания грузов. В системе предусмотрена возможность контроля и управления технологическим процессом при помощи пульта дистанционного управления со встроенной сенсорной панелью оператора.

АРМ диспетчера под управлением российской SCADA КРУГ-2000® осуществляет обработку, визуализацию и долгосрочное хранение данных.

Специалистами НПФ «КРУГ» выполнены монтаж контрольного оборудования, инженеринговые и пусконаладочные работы.

<http://www.krug2000.ru>