

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕРСОНАЛА К БОРЬБЕ ЗА ЖИВУЧЕСТЬ

В.М. Радченко, зам. директора, v.radchenko@simct.ru;

Е.М. Бондарь;

А.О. Чуланов, зам. начальника отдела, a.chulanov@simct.ru

*(Донской филиал Центра тренажеростроения,
просп. Платовский, 101, г. Новочеркасск, 346400, Россия);*

Н.А. Федоров, главный конструктор, nibur@list.ru;

А.Е. Лещина, к.т.н., помощник главного конструктора, nibur@list.ru

*(Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин»,
ул. Марата, 90, г. Санкт-Петербург, 191119, Россия)*

В статье рассматривается проблема подготовки специалистов для обеспечения безопасности жизнедеятельности и осуществления успешной борьбы за живучесть на объектах с повышенной опасностью. Описаны современные тренажерные средства, используемые для подготовки персонала: натурные макеты отраслевых учебных центров, комплексные и специализированные тренажеры. Рассматриваются способы организации рабочего места обучаемого на основе реальных макетов или компьютерной имитации оборудования, а также применение систем виртуальной реальности в современных средствах подготовки и предлагается использование системы виртуальной реальности в подготовке специалистов к борьбе за живучесть. Приводится описание автоматизированного процесса обучения операциям по борьбе за живучесть на основе систем виртуальной реальности и широкого имитационного моделирования процессов возникновения и развития аварий. Также описываются виртуальная среда, взаимосвязь с имитационной моделью оборудования, способы взаимодействия обучаемого с виртуальной средой при отработке навыков локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

Ключевые слова: *борьба за живучесть, подготовка персонала, тренажер, рабочее место обучаемого, система виртуальной реальности, имитационное моделирование, аварийная ситуация.*

При эксплуатации сложных инженерных объектов, таких как нефтегазодобывающие платформы, корабли и подводные аппараты, особенно важно обеспечить безопасность их жизнедеятельности. Мировой опыт подсказывает, что даже при применении высоконадежных современных технических средств и технологических регламентов на данных объектах периодически возникают аварии, вызванные недостатками в проектировании и при постройке, отказами устройств управления [1], человеческим фактором [2]. Совершенствование навыков по использованию разнообразных спасательных и технических средств по борьбе с аварийными ситуациями осуществляется в специализированных учебных центрах.

Для успешной борьбы за живучесть (БЗЖ), представляющей комплекс мер, направленных на предотвращение возникновения и развития аварийных ситуаций, необходима подготовка специалистов в вопросах эвакуации с аварийного объекта, использования индивидуальных и коллективных спасательных средств и средств защиты, способов локализации и ликвидации пожаров, борьбы с затоплением и другими аварийными ситуациями.

Тренажеры БЗЖ

Для подготовки специалистов к осуществлению БЗЖ применяется полный спектр современных средств подготовки, важное место среди которых занимают тренажеры. Использование тренажеров обусловлено целым рядом их преимуществ

по сравнению с другими средствами, например, меньшая стоимость эксплуатации, более высокая педагогическая эффективность [3], возможность отработки реальных навыков и умений.

Тренажер может быть выполнен в виде натурального макета, обеспечивающего создание опасных условий с помощью различных технических средств. Обычно натуральный макет размещается в отраслевых специализированных учебных центрах подготовки персонала [4, 5]. Натурные макеты занимают большие пространства, но именно с их помощью обучаемый помещается непосредственно в опасную среду, где борется с реальным пожаром различными средствами пожаротушения, выполняет действия по заделыванию пробоин и борьбе с поступающей водой, облачается в спасательное снаряжение и выполняет операции на глубине.

В современных тренажерах широкое применение находят новые информационные технологии и средства вычислительной техники. Базовым в них является понятие *рабочего места обучаемого* (РМО), обеспечивающего развитие перцептивных навыков обучаемых. РМО может быть создано в различных вариантах, например в физическом исполнении, полностью соответствующем реальному пульту управления штатной системы, либо в виде высококачественной имитации внешнего вида приборов и устройств на экране монитора ПЭВМ [3, 6].

Внимание обучаемого замыкается на средствах РМО, а все остальное окружение, имеющее место в реальном мире, подменяется информацией, со-

здаваемой средствами вычислительной техники на основе имитационных моделей [2].

Эволюцией предложенной концепции РМО является переход от формирования перцептивных навыков на базе внешних образов к развитию абстрактного интеллектуального мышления на базе общего представления об устройстве обслуживаемых систем. Развитие интеллектуальных навыков осуществляется путем предоставления обучаемому информации о системе в виде блок-схемы. Данный подход нашел свое отражение в комплексном тренажере подготовки к борьбе за живучесть корабля [7], в котором на базе локальной вычислительной сети и комплекса ПЭВМ обеспечивается подготовка экипажей кораблей.

Комплексный тренажер объединяет в себе двумерное представление состояния оборудования бортовых систем с адекватной имитационной моделью функционирования, на базе которых возможна отработка аварийных ситуаций, связанных с возникновением и развитием пожара, поступлением забортной воды и прорывом труб системы воздуха высокого давления. Ситуационное моделирование развития аварии характеризуется общей непредсказуемостью, что погружает обучаемого в состояние эмоциональной напряженности [3], заставляет принимать решения о применении средств БЗЖ в условиях дефицита времени. По результатам работы обучаемого на основе адекватной имитационной модели дается ответ на вопрос о своевременности и эффективности выполненных действий, выражающийся в прекращении развития аварийной ситуации или переходе ее в более усугубленную фазу [8].

В последнее время разработчики тренажерной техники особое внимание уделяют *системам виртуальной реальности* (СВР), в использовании которых видится решение многих проблем тренажеростроения [2, 6]. Например, фирма Kongsberg, являющаяся одним из ведущих мировых производителей тренажерных систем, на базе ПЭВМ в виртуальной форме смоделировала машинное отделение реального гражданского судна. Система позволяет поворачивать маховики, считывать показания измерительных приборов, перемещаться в смежные помещения, выполнять иные действия, предусмотренные инструкцией по управлению техническими устройствами. Другим примером использования СВР является компьютерный интерактивный тренажер по обслуживанию корабельного оборудования [9], в котором средствами 3D-графики представляется рабочее пространство с расположенным в нем оборудованием. Стены помещений сделаны с переменной прозрачностью, что позволяет получить обзор всего пространства и обеспечить отработку навыков по обслуживанию бортовых систем корабля.

В статье предлагается реализация автоматизированного РМО в составе комплексных и специа-

лизированных тренажеров по обеспечению БЗЖ на базе СВР [10]. Такой подход позволит соединить в одном тренажерном средстве обучение способам борьбы с аварийными ситуациями и управлению бортовым оборудованием в условиях развития аварии. Предлагается с помощью современных средств ввода управляющих воздействий устранить такой недостаток современных РМО на базе СВР, как слабая или интуитивно неясная интерактивность с объектами виртуальной среды, а также расширить использование СВР на все бортовое оборудование управляемого объекта и снять ограничение области рабочего пространства одним помещением, позволив отрабатывать такие элементы тренировки, как изменяющиеся рубежи обороны при борьбе с аварийной ситуацией.

Автоматизированное обучение БЗЖ

Основная суть заключается в объединении механизмов развития перцептивных и интеллектуальных навыков. Обучаемому средствами интерактивной трехмерной графики дается визуальная информация о состоянии окружающего оборудования. В качестве РМО могут выступать любые замкнутые и открытые пространства произвольных размеров и конфигурации, поскольку возможности СВР не ограничивают в этом разработчиков тренажера. Вопрос может стоять только в точности и качестве моделирования окружающего пространства, а оно задается с высокой степенью соответствия реальному рабочему пространству. Оборудование виртуального окружения имеет органы индикации и управления, такие как кнопки, тумблеры, регуляторы [11], которые отображают состояние моделируемого оборудования согласно данным имитационной модели (рис. 1).



Рис. 1. Работа с переносными приборами газового контроля в виртуальных помещениях объекта

Fig. 1. Working with portable gas checking devices in virtual rooms

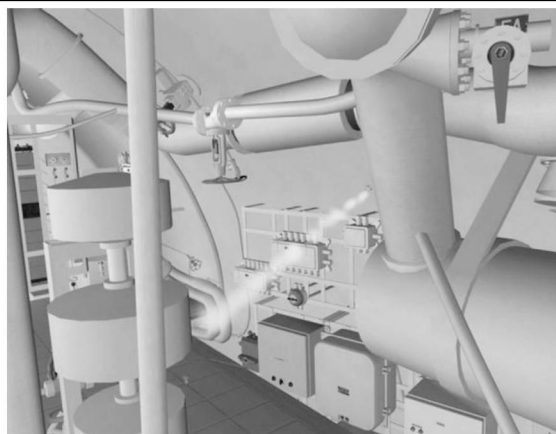


Рис. 2. Вид бьющей из пробойны струи воды (слева) и задымление пространства с пламенем на приборных панелях (справа)

Fig. 2. The view of the spraying jet in a shot hole (on the left) and smoke coverage with flames on a control panel (on the right)

В виртуальной среде обучаемый может осуществлять управляющие воздействия на окружающее оборудование и получать адекватную реакцию на свои воздействия в виде изменения состояния органов управления. Интерфейс человеко-машинного взаимодействия зависит от уровня реализации СВР, может базироваться на стандартных средствах ввода, таких как клавиатура, мышь, джойстик, или иметь более сложные средства виртуального взаимодействия, такие как перчатка данных с СВР в стереорежиме [12].

Виртуальная среда обеспечивает воспроизведение акустической обстановки и моделирование визуальных эффектов физических явлений, таких как дым, пламя, бьющие струи воды и водная поверхность [13]. Проявление тех или иных явлений осуществляется на основании данных имитационной модели развития аварийной ситуации, которая по команде руководителя тренировки отрабатывает требуемый план возникновения и развития аварии. При достижении имитационной моделью некоторых критических значений в виртуальном пространстве начинают проявляться адекватные развивающейся аварийной ситуации аудиовизуальные образы. Например, появляется шум поступающей заборной воды от бьющей из пробойны струи воды или задымление окружающего пространства с появлением открытого пламени на горящем оборудовании (рис. 2).

Имитационная модель развития аварийной ситуации учитывает влияние вредных факторов развития аварии на виртуальную сущность обучаемого и рассчитывает наносимый ущерб здоровью. Проявление воздействий опасных факторов выражается в демонстрации обучаемому соответствующих аудиовизуальных образов. Например, при удусье продуктами горения система воспроизводит биение в звуковом и потемнение в визуальном канале ощущений, а при переохлаждении имити-

руется дрожь визуального канала целиком. Таким образом, поиск и применение средств индивидуальной или групповой защиты при отработке задач БЗЖ является одним из главных факторов выживания и успешного завершения мероприятий по ликвидации аварии.

На основе данных, поступающих из имитационной модели развития аварийной ситуации, СВР воспроизводит аудиовизуальные образы предаварийной и аварийной ситуаций. Задачами обучаемого являются поиск источника аварии, правильная оценка обстановки, применение средств индивидуальной защиты, выбор способа локализации и ликвидации аварии, принятие решения об эвакуации.

На основе принятого в используемой СВР механизма человеко-машинного взаимодействия обучаемый выполняет операции по заделыванию пробойны и ликвидации возгорания выбранным им средством (рис. 3).

Имитационная модель развития аварии принимает информацию о действиях обучаемого, изменяет параметры моделируемой аварии, замедляя процесс развития в случае успешных действий или продолжая его в противном случае. По результатам тренировки руководитель может оценить деятельность обучаемого в виртуальной среде по общему признаку ликвидации им возникшей аварии или по детальному протоколу действий, совершенных за время тренировки.

Применение автоматизированного обучения персонала на основе использования 3D-графики [10] позволяет привить обучаемому первоначальные практические навыки по ликвидации последствий аварий на рабочем месте, закрепить в его сознании последовательность действий, необходимых для обеспечения собственной безопасности и безопасности технологических объектов, на которых он должен осуществлять свою деятельность.

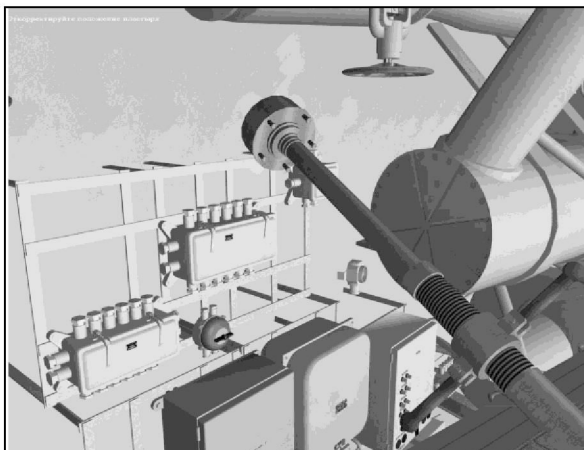


Рис. 3. Применение раздвижного упора для ликвидации пробоя (слева)
и использование пенного огнетушителя при ликвидации возгорания (справа)

Fig. 3. Using telescope prop to remove breakdown (on the left) and using foam fire fighter to remove flame formation (on the right)

Подытоживая, отметим, что в статье дается обзор современных средств обеспечения подготовки персонала к БЗЖ и предложен вариант использования РМО на основе 3D-графики, который был реализован в составе комплексного тренажера для обучения экипажа корабля по заданию ЦКБ МТ «Рубин» (г. Санкт-Петербург).

Литература

1. Караев Р.Н., Разуваев В.Н. Безопасность жизнедеятельности, аварийно-спасательная и противопожарная подготовка персонала нефтяных платформ // Морской вестн. 2010. № 1 (33). С. 47–50.
2. Ковтун Л.И., Поляков В.Н., Семенов С.В. Человеческий фактор и техногенные аварии на кораблях // Судостроение. 2003. № 5. С. 11–16.
3. Шилов К.Ю., Кобзев В.В. Интеллектуальные тренажеры корабельных операторов // Морской вестн. 2009. № 1 (29). С. 41–45.
4. Васюков В. Состояние и пути развития учебно-тренировочных средств ВМФ // В кн.: Оружие и технологии России. XXI век. Т. XVIII. Тренажеры и технические средства обучения. М.: Оружие и технологии, 2009. С. 380–387.
5. Учебно-тренировочный комплекс по борьбе с водой и пожаром. В кн.: Оружие и технологии России. XXI век. Т. XVIII. Тренажеры и технические средства обучения. М.: Оружие и технологии, 2009. С. 453–455.
6. Шилов К.Ю., Кобзев В.В., Сизов Ю.Н. Интеллектуальные тренажеры ОАО «Концерн «НПО «Аврора» // Морской вестн. 2012. № 4 (44). С. 67–71.
7. Комплексный тренажер подготовки к борьбе за живучесть корабля. В кн.: Оружие и технологии России. XXI век. Т. XVIII. Тренажеры и технические средства обучения. М.: Оружие и технологии, 2009. С. 428–429.
8. Третьяков А.В., Колесник В.А. Моделирование развития пожароопасной ситуации в корабельном отсеке на основе методов системного анализа с использованием аппарата структурных матриц // Морской вестн. 2011. № 3 (39). С. 81.
9. Компьютерные интерактивные тренажеры по обслуживанию корабельного оборудования. В кн.: Оружие и технологии России. XXI век. Т. XVIII. Тренажеры и технические средства обучения. М.: Оружие и технологии, 2009. С. 503–505.
10. Бирюков Ю.Б., Бондарь Е.М., Глазко Ю.Г., Радченко В.М., Сединко А.М., Чуланов А.О. Способ автоматизированного обучения персонала морских нефтегазодобывающих платформ действиям в экстремальных и аварийных условиях: пат. 2455699. Рос. Федерация № 2010145796/12; заявл. 11.11.2010; опубл. 10.07.2012. Бюл. № 19. 8 с.
11. Михайлюк М.В., Хураськин И.А. Реализация виртуальных пультов в тренажерных системах // Пилотируемые полеты в космос: сб. тез. докл. Междунар. науч.-практич. конф. Секц. 4. Технические средства и технологии для построения тренажеров. Звездный городок, 2007. С. 26–28.
12. Михайлюк М.В., Фомичев В.М., Хураськин И.А. Технология взаимодействия человека с виртуальной средой в стереорежиме // Технические средства и технологии для построения тренажеров: матер. науч.-технич. сем. Звездный городок, 2004. Вып. 5. С. 20–22.
13. Радченко В.М., Бондарь Е.М., Чуланов А.О., Шабуров Д.В. Технология создания компьютерных систем обучения персонала морских сооружений по обеспечению безопасности и действиям в экстремальных и аварийных условиях на базе использования интерактивной трехмерной графики // RAO / CIS Offshore 2011: тр. 10-й Междунар. конф. СПб: Химиздат, 2011.

DOI: 10.15827/0236-235X.112.034-038

Received 09.09.15

VIRTUAL REALITY SYSTEMS IN DAMAGE CONTROL TRAINING OF PERSONNEL

Radchenko V.M., Deputy Director, v.radchenko@simct.ru;

Bondar E.M.;

Chulanov A.O., Deputy Head of Department, a.chulanov@simct.ru

(Don Branch of the Space Simulator Center, Platovsky Av. 101, Novocherkassk, 346400, Russian Federation);

Fedorov N.A., Chief Designer, nibur@list.ru;
Leshchina A.E., Ph.D. (Engineering), Assistant Chief Designer, nibur@list.ru
(Central Design Bureau for Marine Engineering "Rubin",
Marata St. 90, St. Petersburg, 191119, Russian Federation)

Abstract. The article considers the problem of specialists training to ensure safety of life and for successful damage control in higher risk places. It also describes modern simulator tools for personnel training, such as natural layouts in field training centers, complex and part-task simulators. The article considers the ways of operator workplace organization based on real layouts or computer simulation of equipment. The paper reviews virtual reality systems applicability in modern training tools and offers using virtual reality systems to train specialists in damage control. The article gives the description of the automated training process of damage control based on virtual reality systems and wide simulation modeling of accident appearance and progression. The paper also describes virtual environment, its communication with equipment simulation model, ways of trainee interaction with virtual environment in skill training regarding localization and liquidation of emergency situations.

Keywords: damage control, personnel training, simulator, trainee's workplace, virtual reality system, simulation modeling, emergency situation.

References

1. Karaev R.N., Razuvaev V.N. Oil Platform Safe Operation, Staff Rescue and Fire Control Training. *Morskoy vestnik*. 2010, no. 1 (33), pp. 47–50 (in Russ.).
2. Kovtun L.I., Polyakov V.N., Semenov S.V. Human factor and technological accidents on shipboard. *Sudostroenie* [Shipbuilding]. 2003, no. 5, pp. 11–16 (in Russ.).
3. Shilov K.Yu., Kobzev V.V. Intellectual trainers for ship operators. *Morskoy vestnik*. 2009, no. 1 (29), pp. 41–45 (in Russ.).
4. Vasyukov V. Status and development paths of the Navy's training aids. *Oruzhie i tekhnologii Rossii. XXI vek. Tom XVIII. Trenazhery i tekhnicheskie sredstva obucheniya* [Encyclopedia "Russia's Arms and Technologies. The XXI Century Encyclopedia". Vol. 18 "Trainers and Training Facilities"]. Moscow, Oruzhie i tekhnologii Publ., 2009, pp. 380–387 (in Russ.).
5. Water and fire control training system. *Oruzhie i tekhnologii Rossii. XXI vek. Tom XVIII. Trenazhery i tekhnicheskie sredstva obucheniya* [Encyclopedia "Russia's Arms and Technologies. The XXI Century Encyclopedia". vol. 18 "Trainers and Training Facilities"]. Moscow, Oruzhie i tekhnologii Publ., 2009, pp. 453–455 (in Russ.).
6. Shilov K.Yu., Kobzev V.V., Sizov Yu.N. Mental training simulators of OJSC "Concern "Avrora" Scientific and Production Company". *Morskoy vestnik*. 2012, no. 4 (44), pp. 67–71 (in Russ.).
7. Integrated ship damage control trainer. *Oruzhie i tekhnologii Rossii. XXI vek. Tom XVIII. Trenazhery i tekhnicheskie sredstva obucheniya* [Encyclopedia "Russia's Arms and Technologies. The XXI Century Encyclopedia". vol. 18 "Trainers and Training Facilities"]. Moscow, Oruzhie i tekhnologii Publ., 2009, pp. 428–429 (in Russ.).
8. Tretyakov A.V., Kolesnik V.A. Modeling the development of fire hazardous situation in ship's compartment on the basis of systematic analysis methods using the apparatus of the structural matrices. *Morskoy vestnik*. 2011, no. 3 (39), pp. 81–86 (in Russ.).
9. Ship equipment maintenance interactive computer trainers. *Oruzhie i tekhnologii Rossii. XXI vek. Tom XVIII. Trenazhery i tekhnicheskie sredstva obucheniya* [Encyclopedia "Russia's Arms and Technologies. The XXI Century Encyclopedia". vol. 18 "Trainers and Training Facilities"]. Moscow, Oruzhie i tekhnologii Publ., 2009, pp. 503–505 (in Russ.).
10. Radchenko V.M., Glazko Yu.G., Chulanov A.O. *Sposob avtomatizirovannogo obucheniya personala morskikh neftegazodobyvayushchikh platform deystviyam v ekstremalnykh i avariynnykh usloviyakh* [Personnel computer-aided learning method in sea and gas and oil producing platforms to act under extreme and emergency conditions]. Patent PF, no. 2455699, 2010 (in Russ.).
11. Mikhaylyuk M.V., Khuraskin I.A. Virtual control panels implementation in simulator systems. *Pilotiruemye polety v kosmos: sb. tez. dokl. Mezhdunar. nauch.-praktich. konf.* [Space Manned Missions: Proc. of the Int. Science and Practice Conf.]. Star City, 2007, pp. 26–28 (in Russ.).
12. Mikhaylyuk M.V., Fomichev V.M., Khuraskin I.A. A technology of man and virtual environment interaction in a stereo mode. *Tekhnicheskie sredstva i tekhnologii dlya postroyeniya trenazherov. Mater. nauch.-tekhn. seminarov* [Hardware and Technologies to Construct Simulators. Proc. of the Int. Science and Practice Workshop]. Star City, 2004, no. 5, pp. 20–22 (in Russ.).
13. Radchenko V.M., Bondar E.M., Chulanov A.O., Shaburov D.V. Computer-based training systems for offshore structures personnel for safety and actions in emergency situations based on interactive 3D graphics. *Trudy 10 Mezhdunar. konf. RAO/CIS Offshore 2011* [Proc. of the Int. Conf. RAO/CIS Offshore 2011]. SPb, Khimizdat Publ., 2011.