

---

---

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

---

---

УДК 681.3.069, 681.324

А. А. БЕЗГОДОВ, А. В. БУХАНОВСКИЙ

### ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ НА НЕРЕГУЛЯРНОМ ВОЛНЕНИИ

Рассматриваются особенности применения технологий виртуальной реальности для компьютерного моделирования и интерпретации результатов расчетов экстремальной динамики морских объектов на нерегулярном волнении.

*Ключевые слова:* морской объект, аварийная ситуация, виртуальная реальность, рендеринг, стереоизображение.

Для изучения поведения сложных технических систем в экстремальных ситуациях в настоящее время активно используются технологии научной визуализации и виртуальной реальности (VR), позволяющие создавать проблемно-ориентированные *виртуальные полигоны* для поддержки принятия решений в различных областях науки и промышленности [1]. При проектировании судов и объектов океанотехники они могут применяться для анализа развития аварийных ситуаций в экстремальных условиях эксплуатации.

Ретроспективный анализ кораблекрушений позволяет выделить условия, способствующие возникновению аварийных ситуаций. При движении судна лагом к волне можно выделить воздействие на судно ветрового шквала в условиях сильной качки, потерю остойчивости по причине затопления палубного колодца, а также ударное воздействие гребня разрушающейся волны. На попутном волнении начинают играть роль другие критические факторы, например, захват судна волной (бродинг). Неоднозначность условий, приводящих к возникновению аварийных ситуаций, затрудняет нахождение оптимальных проектных характеристик судна формальными методами и приводит к необходимости использования технологий виртуального моделирования [2].

Для исследования экстремальной динамики судов и объектов океанотехники разработан виртуальный полигон на основе системы VR СПбГУ ИТМО. Система имеет недеполярирующий стереоэкран обратной проекции размером 3,35×2,0 м, изображение на котором формируется посредством шести HDTV DLP-проекторов Rohar Projectiondesign. Интерактивное взаимодействие с наблюдателем в системе VR обеспечивается с помощью манипулятора производства 3dConnexion серии Space Pilot с шестью степенями свободы. Создание и подготовка стереоизображения выполняются на рабочей станции HP Z800 с видеокартой nVidia Quadro FX 5800 посредством интерактивного приложения моделирования динамики судна с шестью степенями свободы под воздействием нерегулярного волнения и ветра. Приложение использует прямой метод интегрирования уравнений движения, основанный на непосредственном вычислении главных сил и моментов по мгновенной погруженной поверхности корпуса, определяемой волновым профилем в каждый момент времени.

Для моделирования нерегулярного волнения по частотно-направленному спектру использована линейная модель в форме спектрального разложения, которая позволяет получить возвышение взволнованной поверхности на произвольной пространственной сетке в заданный момент времени. Для создания эффекта „погружения“ в системе ВР поле волнения отображается в виде визуально бесконечной водной поверхности, простирающейся от точки наблюдения до горизонта. Рендеринг этой поверхности выполняется на основе технологии неравномерных сеток, привязанных к камере [3]. Дополнительно при закрашивании водной поверхности учитывается частичное отражение Френеля (только небо), частичное преломление с затуханием по глубине, а также эффект, связанный с корректным отображением раздела сред. Эффекты пенообразования учитываются путем закрашивания областей поверхности по критерию предельного возвышения или предельной крутизны склона.

Технологически синтез стереоизображения выполняется с использованием расширения `GL_EXT_quad_buffer`, что позволяет выбирать правый или левый буфер экрана с целью создания раздельного изображения для восприятия левым и правым глазом наблюдателя. Разработанные технология и виртуальный полигон на ее основе обеспечивают вполне реалистичное воспроизведение динамики морских объектов в системе ВР СПбГУ ИТМО, включая эффект „морской болезни“ при определенных режимах качки.

На рисунке приведен пример визуализации динамической сцены в виртуальном полигоне.



Работа выполнена при поддержке проектов ФЦП „Научные и научно-педагогические кадры инновационной России“ на 2007–2013 гг. Разработанная система применяется в рамках проектов по реализации постановлений № 218 и 220 Правительства РФ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Simulation Based Engineering Science. Revolutionizing Engineering Science through Simulation // Report of the National Science Foundation. Blue Ribbon Panel on Simulation-Based Engineering Science. May, 2006 [Electronic resource]: <<http://www.docstoc.com/docs/6820220/Revolutionizing-Engineering-Science-through-Simulation>>.
2. Бухановский А. В., Иванов С. В., Нечаев Ю. И. Виртуальное моделирование динамики судна на морском волнении в интеллектуальных тренажерах // Искусственный интеллект. 2004. Вып. 3. С. 350—359.
3. Mittring M. Finding Next Gen – CryEngine 2 // Advanced Real-Time Rendering in 3D Graphics and Games Course // ACM SIGGRAPH – 2007 [Electronic resource]: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1281671>>.

*Алексей Алексеевич Безгодов*

**Сведения об авторах**

- НИИ Научно-технических компьютерных технологий Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, кафедра информационных систем; младший научный сотрудник; E-mail: demirurghg@gmail.com

*Александр Валерьевич Бухановский*

- д-р техн. наук, профессор; НИИ Научно-технических компьютерных технологий Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики; директор; E-mail: avb\_mail@mail.ru

Рекомендована кафедрой  
информационных систем

Поступила в редакцию  
08.02.11 г.