

Н. В. Папуловская,

А. Д. Вялков,

А. А. Рапопорт,

О. В. Соловиченко,

А. А. Кобелев,

дипломанты конкурса ИНФО-2015

в номинации «Информатизация образовательной организации. Использование электронных ресурсов»,
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург,

дипломант конкурса

ИНФО-2015 в номинации
«Информатизация образовательной организации. Использование электронных ресурсов»,
Екатеринбургская академия современного искусства

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ

Аннотация

В статье описан процесс разработки виртуального лабораторного практикума по общей химии, реализованного в виде интерактивного 3D-симулятора на платформе Unity 3D. Результат работы демонстрирует применение современных 3D-технологий в открытом образовательном пространстве. Разработанный симулятор позволяет повысить доступность учебного материала и снизить затраты на обучение.

Ключевые слова: открытое образовательное пространство, компьютерный симулятор, командная работа, 3D-графика, программирование, химические опыты.

В настоящее время в учебных организациях широко применяются инновационные образовательные технологии, в том числе виртуальные лабораторные практикумы по физике, химии, биологии, экологии и другим дисциплинам. Это обусловлено тем, что некоторые эксперименты и опыты трудно провести в условиях учебного заведения, например, провести опыты с опасными реактивами или на дорогостоящем оборудовании. В таких случаях интерактивные виртуальные практикумы позволяют студентам достичь целей обучения. Применение интерактивных

программных продуктов в образовательном процессе не только повышает доступность образования, но и позволяет экономить финансовые ресурсы.

На кафедре общей химии Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина возникла необходимость в интерактивном лабораторном практикуме, который позволит снизить загрузку учебной лаборатории и создаст возможность студентам первого курса выполнить необходимые лабораторные работы по химии дистанционно. Проект был реализован в Институте

Контактная информация

Папуловская Наталья Владимировна, канд. пед. наук, доцент кафедры теоретических основ радиотехники Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург; *адрес:* 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; *телефон:* (343) 375-41-45; *e-mail:* pani28@yandex.ru

Вялков Андрей Дмитриевич, студент Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург; *адрес:* 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; *телефон:* (343) 375-41-45; *e-mail:* dushkakruf@mail.ru

Рапопорт Артем Александрович, студент Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург; *адрес:* 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; *телефон:* (343) 375-41-45; *e-mail:* ar-rapoport@yandex.ru

Соловиченко Олег Вячеславович, студент Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург; *адрес:* 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; *телефон:* (343) 375-41-45; *e-mail:* rymbil@mail.ru

Кобелев Андрей Андреевич, студент Екатеринбургской академии современного искусства; *адрес:* 620012, г. Екатеринбург, ул. Красных партизан, д. 9; *телефон:* (343) 346-76-32; *e-mail:* appolon186@ya.ru

N. V. Papulovskaya, A. D. Vyalkov, A. A. Rapoport, O. V. Solovichenko,

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg,

A. A. Kobelev,

Ekaterinburg Academy of Contemporary Art

DEVELOPMENT OF VIRTUAL LABORATORY WORKS ON GENERAL CHEMISTRY

Abstract

The article describes the process of developing virtual laboratory works on general chemistry, realized in the form of interactive 3D-simulator on Unity 3D platform. The result of the work demonstrates the use of modern 3D technologies in the open educational space. Designed simulator allows to increase the availability of educational material and reduce training costs.

Keywords: open educational space, computer simulator, team work, 3D-graphics, programming, chemical experiments.

радиоэлектроники и информационных технологий — РТФ Уральского федерального университета.

Для создания виртуальной химической лаборатории перед исполнителями проекта были поставлены следующие задачи:

- создать трехмерную модель химической лаборатории;
- предусмотреть возможность выбора лабораторной работы;
- реализовать свободное перемещение по кабинету химии;
- создать возможность подобрать набор химических реактивов и лабораторной посуды, необходимых для конкретной работы;
- обеспечить ознакомление с техникой безопасности;
- реализовать возможность выполнения химических опытов;
- реализовать автоматическую проверку правильности проведения эксперимента;
- позволить пользователям повторно пройти лабораторную работу (ограниченное число раз);
- реализовать веб-версию приложения.

Для реализации поставленной задачи было принято решение использовать Unity3D. Unity3D — это мультиплатформенный инструмент для разработ-

ки двумерных и трехмерных приложений и игр, работающий на операционных системах Windows и OS X [9].

Внешний вид редактора Unity в момент разработки сцены представлен на рисунке 1. Для осуществления интерактивного взаимодействия с объектами сцены нужно назначить скрипты, в которых прописан алгоритм взаимодействия. В процессе разработки было написано более 100 скриптов.

Пример скрипта, который создает подсветку объекта, представлен на рисунке 2.

В качестве редактора скриптов использовалась среда разработки **Microsoft Visual Studio**. Можно работать в стандартном редакторе, поставляемом с Unity, — **Mono Develop**, однако функционала стандартного редактора оказалось недостаточно. Для упрощения разработки использовались готовые библиотеки **DoTween** и **iTween**, написанные для Unity, они значительно упрощают реализацию перемещения объектов в пространстве.

Модели объектов создавались в графическом пакете **Cinema 4d**. Графический пакет Cinema 4d позволяет создавать трехмерные объекты и анимацию с высококачественным рендерингом [7].

Разработка подобных программных продуктов требует коллективного взаимодействия, так как для

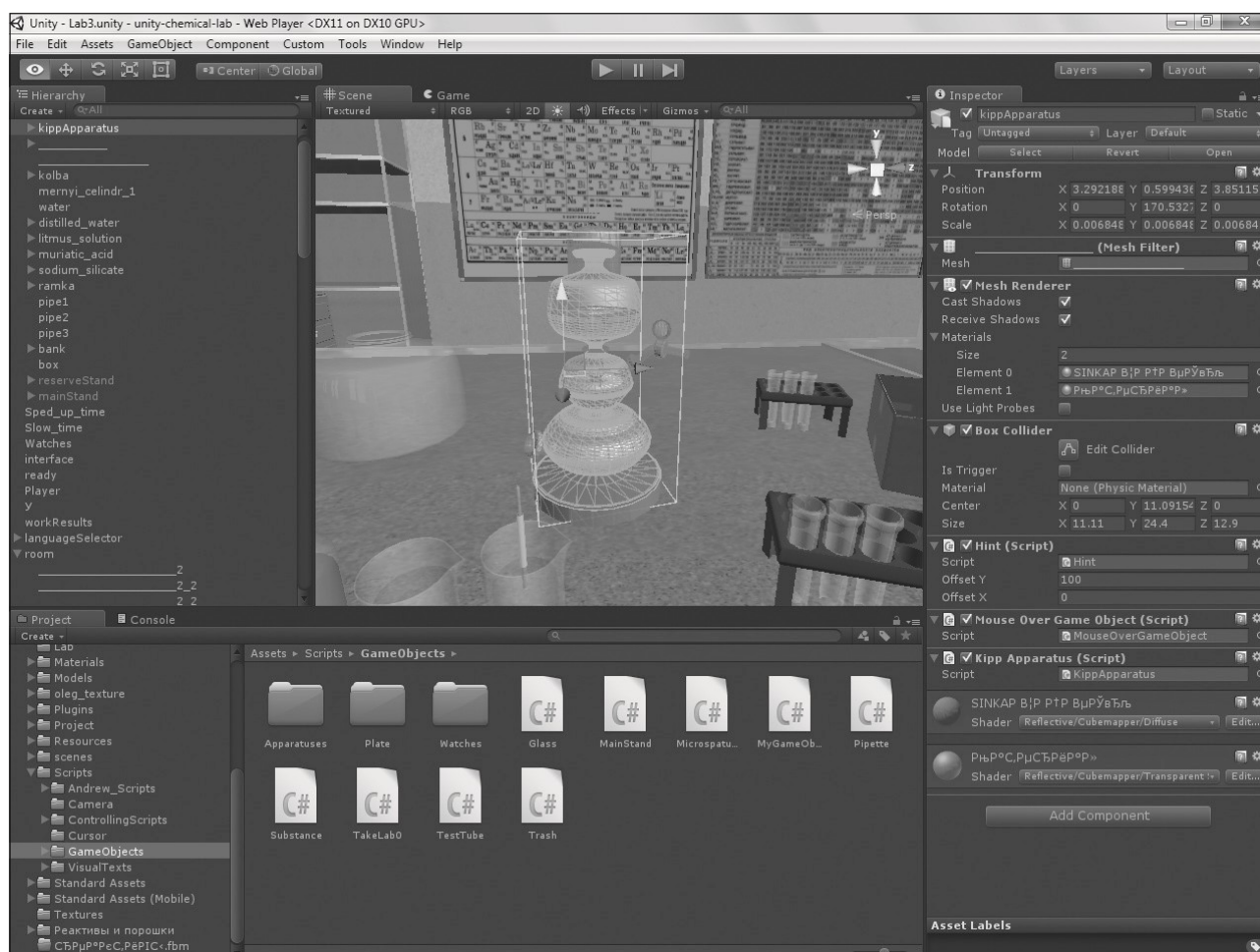


Рис. 1. Создание сцены в редакторе Unity 3D

```
using UnityEngine;
public class MouseOverGameObject : MonoBehaviour {

    Color[] defaultColor;
    void Start () { //Срабатывает один раз при инициализации объекта
    Material[] materials = renderer.materials;
    defaultColor = new Color[materials.Length];
    for (var i = 0; i < defaultColor.Length; i++)
    {
        defaultColor[i] = materials[i].color;
    }
    }
    void OnMouseEnter() //Событие, срабатывающее при наведении курсора на объект
    {
        for (var i = 0; i < defaultColor.Length; i++)
        {
            renderer.materials[i].color = new Color(defaultColor[i].r, defaultColor[i].g+0.5f, defaultColor[i].b);
        }
    }
    void OnMouseExit() //Событие, срабатывающее при уходе курсора с объекта
    {
        for (var i = 0; i < defaultColor.Length; i++)
        {
            renderer.materials[i].color = defaultColor[i];
        }
    }
}
```

Рис. 2. Пример скрипта, который создает подсветку объекта

создания такого ресурса необходимо участие специалистов из различных областей и с различной специализацией. **Полипрофессиональное взаимодействие в команде при создании программного продукта** описано в работе [5]. Важной характеристикой специалиста при этом является его способность к продуктивному взаимодействию с коллегами.

Описываемое приложение разрабатывала группа в составе эксперта-химика (консультировала проект кандидат химических наук Елена Глебовна Печерских), руководителя (Н. В. Папуловская), художника 3D-моделлера (А. А. Кобелев) и трех программистов (А. Д. Вялков, А. А. Рапопорт, О. В. Соловиченко).

Каждая лабораторная работа выполнена в отдельной сцене, причем каждый разработчик отвечал за кодирование определенного набора сцен и объектов.

В зарубежных исследованиях отмечается, что в проектах, где каждому разработчику необходимо регулярно общаться и взаимодействовать с другими разработчиками, количество участников должно быть от трех до семи человек. С одной стороны, если разработчики будут работать без регулярного общения, то такая организация работы может привести к непониманию участниками команды предъявляемых требований, к появлению ложных заключений, к несогласованности и как следствие поставит под угрозу успех проекта. С другой стороны, если разработчик будет работать в большой команде, то из-за постоянного общения с каждым из коллег у него не останется времени на собственную разработку. И это снова может привести к относительно низкому уровню качества работы.

Командный процесс разработки программного обеспечения был предложен У. Хамфри [8]. Он сделал вывод, что команда разработчиков работает

наилучшим образом, если все участники заинтересованы в результате и оказывают влияние друг на друга на каждом этапе разработки программного продукта.

Изучением механизмов коммуникаций занимались В. С. Агеев [2], В. В. Авдеев [1], Т. А. Куправа [4]. Согласно статистике, представленной в работе Т. А. Куправы, 80 % времени проекта тратится на письменное и устное общение в разных формах, например, на подготовку и представление формальных отчетов, презентаций, докладов, неформальные обсуждения, наброски и рецензирование документов и т. д. Эффективность этих коммуникаций является важным условием качества разработки проекта. Во многих исследованиях указывается, что если специалист регулярно общается с десятью своими коллегами, то значительная часть рабочего времени разработчиков ИТ-продукта расходуется на разговоры [3]. Эмпирически выявлено (рис. 3), что оптимальное количество контактов для регулярного общения составляет от трех до семи человек. При числе участников n количество каналов передачи информации k определяется формулой:

$$k = \frac{n(n-1)}{2}.$$

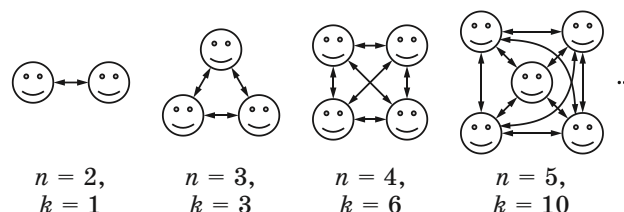


Рис. 3. Схемы взаимодействия участников реализации проекта в зависимости от их количества

Очевидно, что при таком способе построения взаимосвязей «каждый с каждым» для больших n количество связей k резко возрастает и трудно поддается контролю.

В программном проекте может существовать множество типов связей и форм коммуникаций. По мнению Т. А. Куправы, между членами коллектива более предпочтительными являются неформальные, открытые отношения [4]. Важно при этом, чтобы все коммуникации — как формальные, так и неформальные — были зафиксированы. Удобно, когда они сохраняются в виде электронных документов. Это позволяет отслеживать и контролировать этапы выполнения проекта.

При обновлении версии проекта могут возникать сложности, когда части кода продукта пишутся разными людьми, находящимися удаленно. В таком случае проект необходимо хранить в веб-репозитории (система управления версиями). Система позволяет хранить историю изменений определенного набора файлов, как правило, исходного кода программного обеспечения и облегчает совместную работу группы людей над одним проектом. Разработчики скачивают обновления через систему контроля версии Git [7].

В течение четырех месяцев была разработана **виртуальная лаборатория общей химии, которая содержит 10 лабораторных работ** и соответствует всем поставленным задачам.

Виртуальный лабораторный практикум представляет собой симулятор химической лаборатории, в которой пользователь может передвигаться по всему рабочему помещению, взаимодействовать с расположенными на полках предметами, выбирать и выполнять лабораторные работы. Общий вид лаборатории представлен на рисунке 4.

Для облегчения выполнения задания имеются подсказки и инструкции к действиям.

Алгоритм работы не имеет единого сценария: например, можно сначала набрать некоторый набор необходимых предметов (пипетки, пробирки, реактивы, аппарат Киппа, весы, аэрометр и др.), а потом выбрать лабораторную работу, но можно сделать и наоборот. Разные лабораторные задания требуют различных наборов компонентов.

Расположенный на лабораторном столе ноутбук позволит выбрать задание и ознакомиться с описанием лабораторной работы.

Например, лабораторная работа «Получение угольной и кремниевой кислот» предполагает следующие действия пользователя:

- 1) выбрать приборы и реактивы для получения угольной и кремниевой кислот (аппарат Киппа, дистиллированная вода, раствор соляной кислоты, индикатор — раствор лакмуса, раствор соляной кислоты);
- 2) выбрать необходимую лабораторную посуду (две пипетки, три пробирки);
- 3) выполнить действия для проведения химических реакций получения угольной кислоты;
- 4) выполнить действия для проведения химических реакций получения кремниевой кислоты.

Располагая необходимыми теоретическими знаниями, студент сам определяет, какие реактивы и приборы ему необходимы для выполнения лабораторной работы.

После выбора всех необходимых химических реактивов и лабораторной посуды (рис. 5) обучающийся нажимает кнопку «Начать». Если пользователь правильно подобрал инвентарь и компоненты для лабораторной работы, то загрузится сцена лабораторной работы. В противном случае необходимо продолжить подбор компонентов: убрать лишнее и найти недостающее.

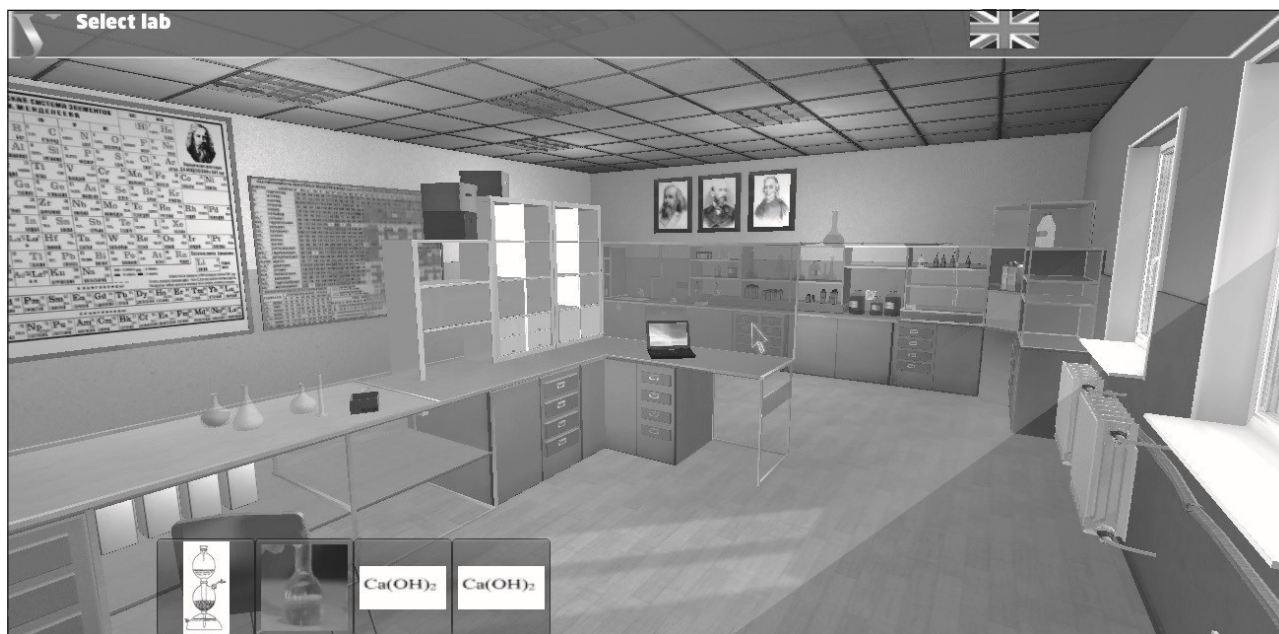


Рис. 4. Виртуальная химическая лаборатория



Рис. 5. Подбор компонентов

После перехода к выполнению опыта студент может ознакомиться с инструкцией по его выполнению. Задача состоит в том, чтобы правильно выполнить все действия из инструкции. Чтобы налить что-либо в пробирку, нужно кликнуть на объект, который содержит наливаемое вещество, например «Дистиллированная вода», а затем на пробирку, в которую выполняется переливание. Каждое действие визуализируется анимацией (рис. 6).



Рис. 6. Анимация переливания жидкости из стакана в пробирку

Разрешается сделать пять неверных действий — если студент превысил лимит ошибок, ему будет предложено изучить теоретический материал и начать работу заново.

Виртуальная лаборатория имитирует взаимодействие химических реактивов и процессов, визуализирует правильные и ошибочные действия пользователя.

Работа считается выполненной, если цель лабораторной работы достигнута, опыт проведен правильно, при этом программа выдает соответствующее сообщение (рис. 7).

Отчет по лабораторной работе должен содержать результаты и наблюдения, например изменение окраски раствора в пробирке или образование твердого вещества в пробирке.

Созданная трехмерная лаборатория доступна через веб-сайт и поддерживает два языка: русский и английский.

Реализованный симулятор химической лаборатории дает возможность учащимся выполнять лабораторный практикум дистанционно. Среда Unity3D позволяет перенести приложение на все популярные платформы: Windows, OS X, Windows Phone, Android, Apple iOS, Linux, а также на игровые приставки: Wii, PlayStation, Xbox. Существует возможность создавать приложения для запуска в браузерах с помощью специального подключаемого модуля Unity Web Player [6].

Игровая форма обучения поднимает мотивацию к изучению фундаментальных дисциплин, в данном случае химии, и позволяет учителю или преподавателю объективно отслеживать выполнение самостоятельной внеаудиторной работы.

Применение в учебном процессе компьютерного симулятора существенно расширяет возможности преподавания, особенно если нет возможности использовать лабораторное оборудование. Эффективность обучения может быть повышена при внедрении в процесс обучения реалистичных игровых приложений в формате виртуальной реальности.

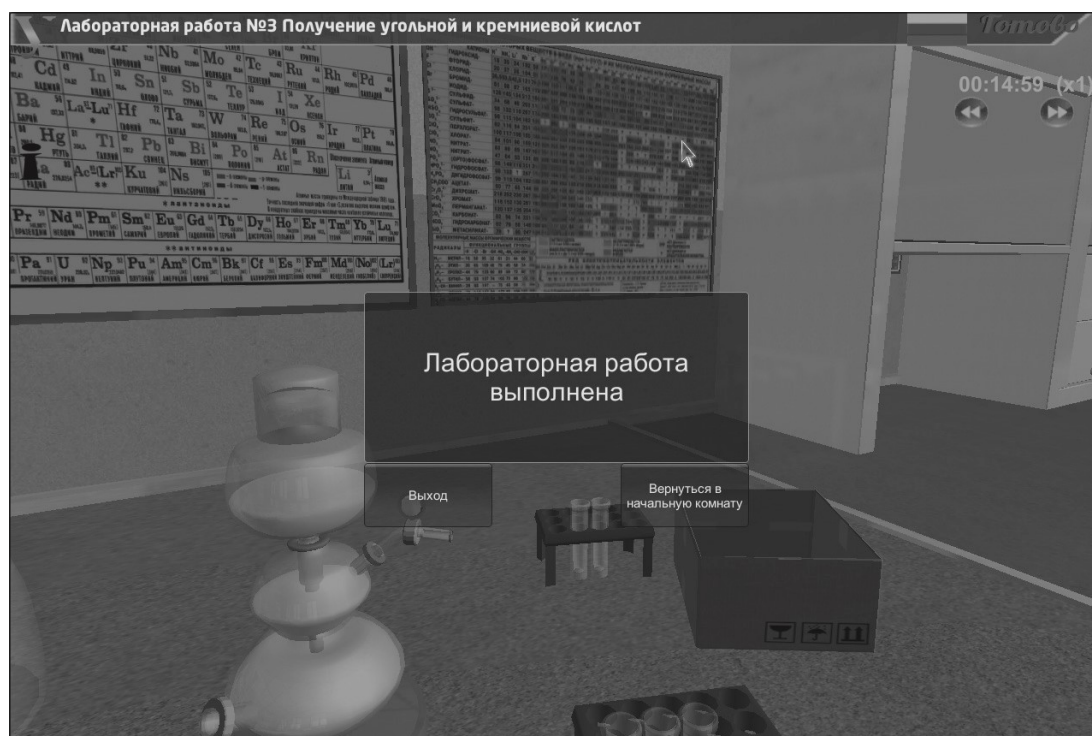


Рис. 7. Результат выполнения работы

Литературные и интернет-источники

1. Авдеев В. В. Формирование команды: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Сфера, 1999.
2. Азеев В. С. Психология межгрупповых отношений. М.: Изд-во Московского университета, 1983.
3. Брауде Э. Технология разработки программного обеспечения. СПб.: Питер, 2004.
4. Купрова Т. А. Управление проектами. Вводный курс: учебное пособие. М.: Изд-во РУДН, 2008.
5. Папуловская Н. В. Формирование социально-профессиональных компетенций для полипрофессионального взаимо-

действия у будущих разработчиков программных продуктов: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Екатеринбург, 2012.

6. CINEMA 4D STUDIO — все, что нужно для первого-классного 3D. <http://www.maxon.net/ru/products/cinema-4d-studio.html>
7. Git- distributed-is-the-new-centralized. <http://git-scm.com/>
8. Humphrey W. S. Introduction to the Team Software Process. Addison-Wesley, 1999.
9. Unity // Википедия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity>
10. Unity3D-уроки. <http://unity3dforge.com/>

НОВОСТИ

Первый в мире игровой ноутбук с жидкостным охлаждением

Игровой ноутбук с системой жидкостного охлаждения компонентов создан в подразделении ASUS Republic of Gamers. В продажу этот компьютер, ASUS GX700, планируется выпустить в марте. Он оснащен мобильным процессором Intel Skylake i7-6820HK, видеоадаптером Nvidia GeForce GTX 980 и двумя SSD по 256 Гбайт, объединенными в массив RAID 0. Технология Nvidia G-Sync синхронизирует частоту обновления экрана с частотой кадров видеоадаптера, сводя к минимуму эффект разрыва изображения. По характеристикам компьютер близок к другим геймерским ноутбукам старшего класса, а выделяет его на общем фоне система жидкостного охлаждения и технология разгона ROG Hydro Overclocking. Благодаря ей, как сообщают в ASUS, тактовую частоту процессора можно увеличить со штатной 3,2 ГГц до 4 ГГц, за счет чего общее быстродействие вырастет на

48 %. Кроме того, можно повысить частоту регенерации оперативной памяти DDR4 с 2133 до 2800 МГц. Ее в ноутбуке — 32 Гбайт, возможно расширение до 64 Гбайт. Ноутбук оснащен дисплеем диагональю 17,3 дюйма и восьмиеlementной батареей.



(По материалам международного компьютерного еженедельника «Computerworld Россия»)