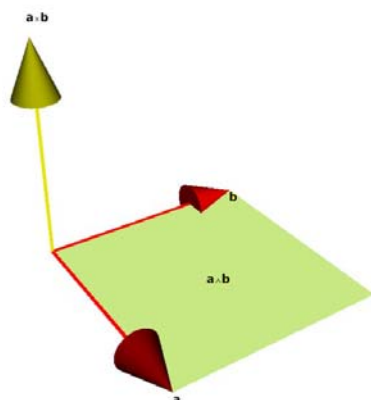


ПРИЛОЖЕНИЕ К ЭЛЕКТРОННОМУ ИЗДАНИЮ

Методическое  
пособие  
для работы  
в виртуальном  
обучающем  
пространстве



«Крестьянство 1.0»

Авторы:

старший преподаватель кафедры высшей математики  
Суслов В.Н.  
сотрудник кафедры информационных систем и технологий  
Суслов Н.В.

Вологда 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b> .....	2
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ЭЛЕКТРОННОЕ ПОСОБИЕ: ФИЛОСОФИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, РЕАЛИЗАЦИЯ</b>	5
<b>ОПИСАНИЕ РАБОТЫ С ПОСОБИЕМ</b> .....	8
Начало работы .....	8
<b>ВИРТУАЛЬНОЕ ОБУЧАЮЩЕЕ ПРОСТРАНСТВО В 3D «КРЕСТЬЯНСТВО»</b>	14
Базовые объекты .....	15
Объекты верстки содержания .....	17
3D контейнер .....	18
Пространство .....	18
Портал .....	18
Виртуальное Я .....	19
Фильтры содержания .....	20
Фильтр: стерео видение в 3D .....	20
Фильтр: визуализация в сетке .....	20
Фильтр: зеркало .....	21
Мир матриц и векторов .....	22
Произведение векторов .....	24
Пример задачи с векторами .....	25
Пространство света .....	26
Исследователь искривленных пространств «Обряд» .....	28
<b>ВИРТУАЛЬНОЕ ОБУЧАЮЩЕЕ ПРОСТРАНСТВО В ИНТЕРНЕТ «СМОТРИНЫ»</b> .....	32
<b>СИСТЕМА РАСШИРЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ЗАНЯТИИ</b> .....	35
Примеры применения систем виртуальной и расширенной реальности на основе инструмента «Игрище»: .....	37
<b>ИНСТРУМЕНТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПРОСТРАНСТВОМ</b> .....	40
Открытый протокол взаимодействия программ .....	40
Управление пространством через iPhone .....	41
<b>СОВМЕЩНАЯ РАБОТА В ПРОСТРАНСТВЕ ЧЕРЕЗ СЕТЬ</b> .....	41
<b>ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ОБУЧАЮЩИХ ПРОСТРАНСТВ</b> ....	42
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	45
<b>РЕСУРСЫ В СЕТИ</b> .....	45

## Введение

Начало работы было положено в статье, написанной совместно с членом корреспондентом Академии педагогических наук М.И. Башмаковым в журнале Министерства просвещения «Математика в школе» №4 1984 году.

На курсах повышения квалификации в Петербургском университете и МГУ, которые составили в сумме два года, под руководством ведущих специалистов по обучающим программам Суловым В.Н. были созданы сценарии и компьютерные учебники, получившие наивысшие оценки.

Виртуально-обучающее пространство, созданное пять лет назад Суловым Н.В., получило поддержку Российским Фондом Фундаментальных исследований.

В 2009 году научно-методическая работа, исполнителями которой являлись Сулов В.Н., Сулов Н.В. победила в областном конкурсе и получила поддержку Департамента образования.

Создаваемые методики и программы опробовались и выносились на общественное обозрение в рамках клуба «Математик» в актовом зале ВоГТУ и Культурном центре города Вологды.

Этапы многолетней научно-методической работы на протяжении последних четырех лет находились и находятся в открытом доступе в Интернете (<http://www.krestianstvo.ru>).

### **Результаты замечены мировой общественностью:**

1) положительные отзывы получены из Принстонского университета (от великого геометра современности, лауреата премии гениальности Джеф Вика)

2) лаборатория по созданию виртуальных пространств при Duke университете США предложила совместное сотрудничество, и результаты этого сотрудничества уже неоднократно отражены на сайте <http://julianlombardi.blogspot.com/>

3) В Воронежском государственном университете рекомендуют созданное нами пространство для изучения и внедрения в учебный процесс.

**Реально полученные научно-методические результаты, не имеющие аналогов в России:**

- 1) Обучающее пространство трехмерное с возможностью стерео видения.
- 2) Пространство позволяет организовать обучение в режиме совместного равноправного взаимодействия.
- 3) В основе вычислений для решения задач по геометрии лежат алгоритмы на кватернионах, которые позволяют различные с точки зрения обыденного представления сущности (скаляры, векторы, комплексные числа и т.д.) рассматривать как единообразные объекты с единой операцией умножения. При этом все объекты приобретают новый операторный смысл, необходимость которого востребована государственными стандартами.
- 4) К обучающему пространству подключен язык разметки математического текста MathML , который позволяет записывать формулы и выражения не в картинках, а в исполняемом коде, который может быть исполнен в математических пакетах (MathCad, Mathematica, Maple и других), и наоборот, формулы и текст из других источников, интерпретировать и исполнять в нашем обучающем пространстве. Что обеспечивает интеграцию с международным ресурсом математических знаний, находящемся в on-line режиме <http://www.wolframalpha.com>
- 5) Доступ к обучающему пространству обеспечивается с мобильных платформ (сотовый телефон) через Интернет браузер с возможностью одновременной работы над одним объектом.

Указанные преимущества позволяют перенести акцент с изучения математических методов на изучение математических смыслов.

## **Электронное пособие: философия, методология, реализация**

На сегодняшний день существует много программных средств по созданию мультимедийного содержания. Это редакторы по работе с видео, 3-х мерной графикой, звуком, интерактивной анимацией и т.д., широко применяемые для подготовки учебного материала. Существуют так же авторизированные средства по сведению готового материала, но они ориентированы в основном на представление бизнес содержания. Программ по сведению готового мультимедийного содержания в реальном времени, с поддержкой сетевого распределенного взаимодействия и программным интерфейсом, доступным преподавателю – нет. Рассмотрим основные принципы, которым должно отвечать **инструментарий по проектированию виртуальных обучающих пространств**. Инструментарий, который может применяться в качестве "микшерного или учительского пульта" по организации мультимедиа материала в реальном времени в учебном процессе.

Большинство существующих программных решений ориентированных на создание виртуальных обучающих пространств исповедуют бизнес-логику. В основном эти системы порождают комплексы для обучения, основывающиеся на шаблонном представлении содержания. Так, получили широкое распространение: системы управления обучением (Learning Management Systems – LMS/LCMS), системы управления курсами (Course Learning Management Systems – CLMS). Примерами таких систем являются: Lotus Learning Management System, Oracle RealTime Collaboration, Cisco Meeting Place, Macromedia Breeze, Moodle, MediaWiki, SecondLife и др. Данные средства нацелены в первую очередь на создание информационных баз данных, презентаций, проведения тестирований, сертификаций, то есть как можно более выгодно "продать" внешнюю форму, не заботясь о раскрытии смысла. Использование их в учебном процессе сводится к работе с текстом, показу слайдов, анимационных роликов, внедренных лабораторных экспериментов. Эксперимент проводит либо учитель, либо сам обучаемый, но не вместе. Все они порождают и жестко

закрепляют форму представления содержания, навязывая бизнес-логику. Так же для систем на базе LCMS характерна недоступная пользователю по сложности серверная установка, программирование в специализированных средах, закрытый или усложненный код приложения и т.д.

Учитель же заинтересован в обратном: **содержание должно порождать психологически-комфортную форму представления знаний**. Содержание и форма не должны зависеть от аппаратной платформы (настольный компьютер, сервер, телефон); языка программирования, операционной системы, системы управления содержанием. Не зависеть от программистов и системных администраторов, и людей не сведущих в предметной области учителя.

Приведем **основные принципы**, которым должно отвечать создаваемое программное обеспечение для разработки электронных пособий:

1. Синхронизация взаимодействий должна осуществляться с помощью единого моделируемого **виртуального времени** и репликации.
2. Безопасность взаимодействия должна быть на основе уровня возможностей и **видимости объектов**.
3. Язык программирования и система в целом должны быть способны загружать, исполнять, **изменять и поддерживать сами себя**.

Приведем основные **принципы разработки электронных пособий**:

- Принцип **физического моделирования**.
- Принцип **открытости** является необходимым условием эволюционирования виртуального обучающего пространства как живой среды.
- Принцип **самопорождения** является необходимым условием для возможности самоизменения и модификации виртуального обучающего пространства во времени.
- Принцип репликации является необходимым условием обеспечения **совместных действий** в виртуальном обучающем пространстве.
- Принцип **реального времени** является необходимым условием объединения среды разработки и среды запуска виртуальных обучающих пространств.

В результате работы был создан программно-технический комплекс **«Крестьянство»**, приложение для 3-х мерной операционной системы на языке SmallTalk (с библиотекой

OpenGL). Для запуска используется виртуальная машина (размером в 1 Mb), которая может быть запущена на всех, доступных на сегодня платформах: **Windows, Linux, Macintosh**. Приложение запускается напрямую с диска и не требует предварительной установки.

Базируясь на открытых некоммерческих технологиях система "Крестьянство" дает разработчикам и учителю **неограниченные возможности для её совершенствования**. В текущей версии существует поддержка работы с библиотеками: GLSL shaders (процедурные текстуры), OpenGL, OpenAL (3d звуковая подсистема), работа с разнообразными форматами мультимедиа (.ase, .obj, mp3, .mpg, .jpg, .gif, .png, .vrm1) и интернет приложениями стандарта WEB 2.0.

В результате была создана мультимедийная среда, представляющая собой открытое мульти-платформенное сетевое приложение для 3-х мерной операционной системы, мобильный интернет сервер, система расширенной реальности, выполняющееся на виртуальной машине и не требующее установки. Впервые в мире был создан многопользовательский исследователь искривленных пространств.

Результаты работы могут применяться в научно-исследовательской, педагогической работе, в системах распознавания образов и искусственного интеллекта, робототехнике, разработке программного обеспечения широкого профиля.

**Примечание:** все изображения в данном печатном издании являются копиями экрана из рабочей версии программы и выполнены исключительно с использованием виртуального обучающего пространства «Крестьянство».

## Описание работы с пособием

**Важно!** Для полноценной работы с электронным пособием рекомендуется предварительно **скопировать все содержимое диска (CD), (или архива «Крестьянство SDK», загруженного с сайта) на жесткий или флэш диск** и запускать программу уже с **локального носителя** (с возможностью записи на него). **Папка**, в которую будет скопирован диск, должна быть **названа английскими буквами!** (то же относится и к ее родительским папкам). (Пример пути и названия: **C:\Krestianstvo\** )

### Начало работы

На диске представлены версии электронного пособия для трех существующих платформ: **Windows, Mac OS X, Linux**

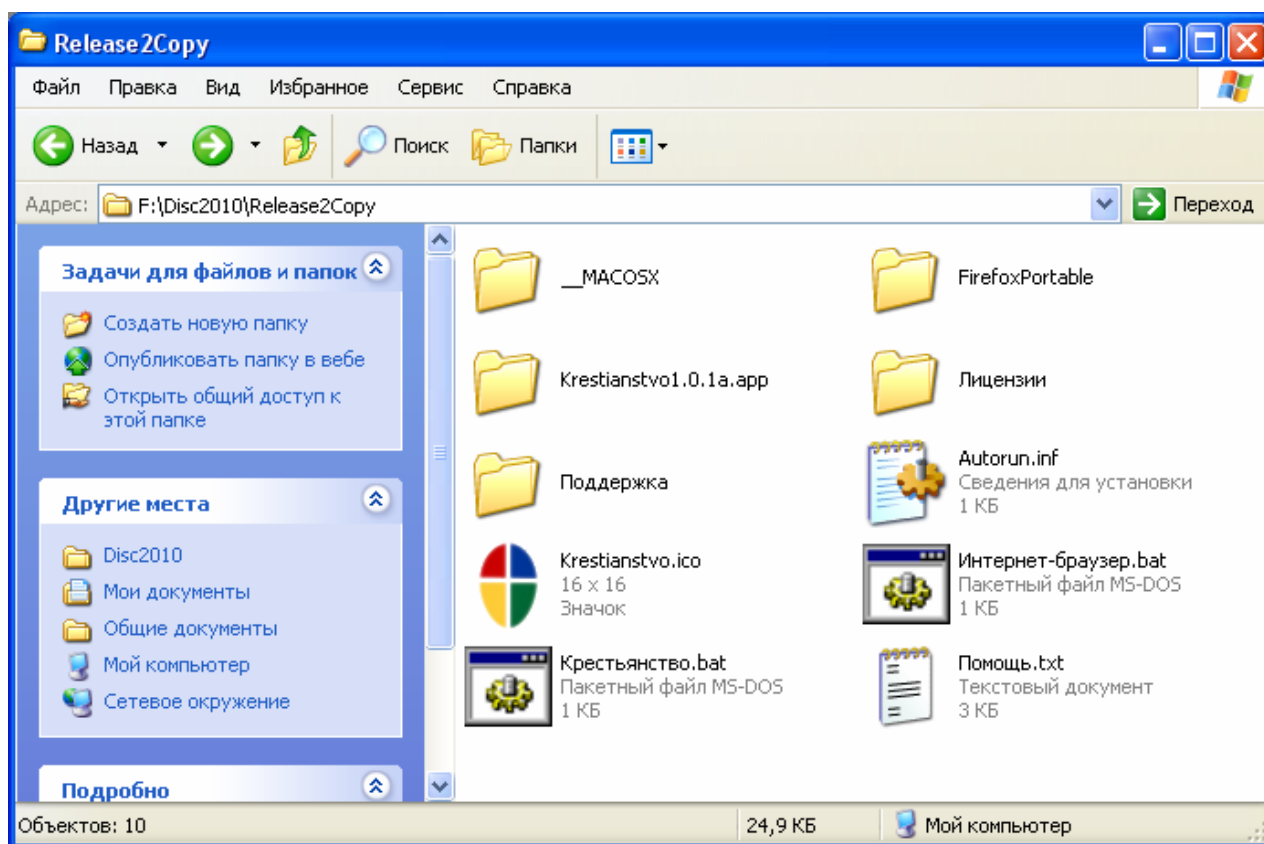


Рис. 1 Содержимое диска



В корневой папке находятся два приложения:

1. Виртуальное обучающее пространство **«Крестьянство версия 1.0.1»**
2. **Веб-браузер Mozilla Firefox 3.6** (не требующий инсталляции, портативный)

Для пользователей операционной системы **Windows:**

1. Запуск главной программы осуществляется путем открытия файла **Крестьянство.bat** (двойным щелчком мыши по иконке) или из папки **Krestianstvol1.0.1a.app** файла **Krestianstvo.exe**
2. Запуск Веб-браузера осуществляется путем открытия файла **Интернет-браузер.bat** (двойным щелчком мыши по иконке) или из папки **FirefoxPortable** файла **FirefoxPortable.exe**

**Примечание:**

Если, в Windows, Mac OS X или Linux у вас уже установлен браузер **Mozilla Firefox** версии **3.6** и выше, то можно пользоваться непосредственно им. Только важно, чтобы в нем была включена функция поддержки **HTML5**. Включить ее можно на странице **about:config** (вводится в адресной строке браузера, потом **HTML5** в строке поиска, и параметр меняется с **false** на **true**, одним щелчком мыши).

После запуска **Krestianstvo.exe** откроется окно (Рис. 2):

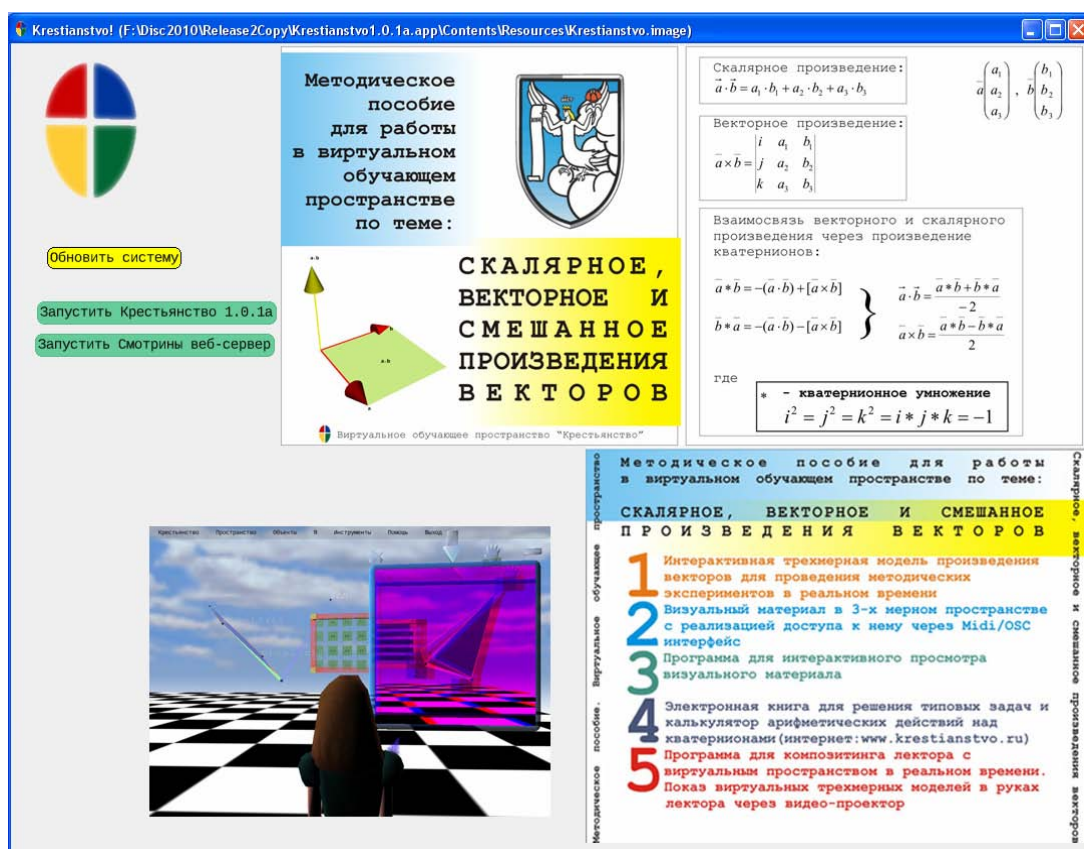


Рис. 2 Главное окно

В **рабочей области** доступны следующие кнопки:

Обновить систему	Обновление приложения до <b>последней версии</b> через интернет.
Запустить Крестьянство 1.0.1a	Открыть меню для запуска виртуального обучающего <b>пространства</b> в <b>3D</b> .
Запустить Смотрины веб-сервер	Запуск веб-сервера для обеспечения работы виртуального обучающего <b>пространства</b> в <b>веб-браузере</b> (Интернет-Браузер.bat).

Щелчок **левой кнопкой мыши** на пустом месте в рабочей области вызовет главное контекстное меню (Рис.3)

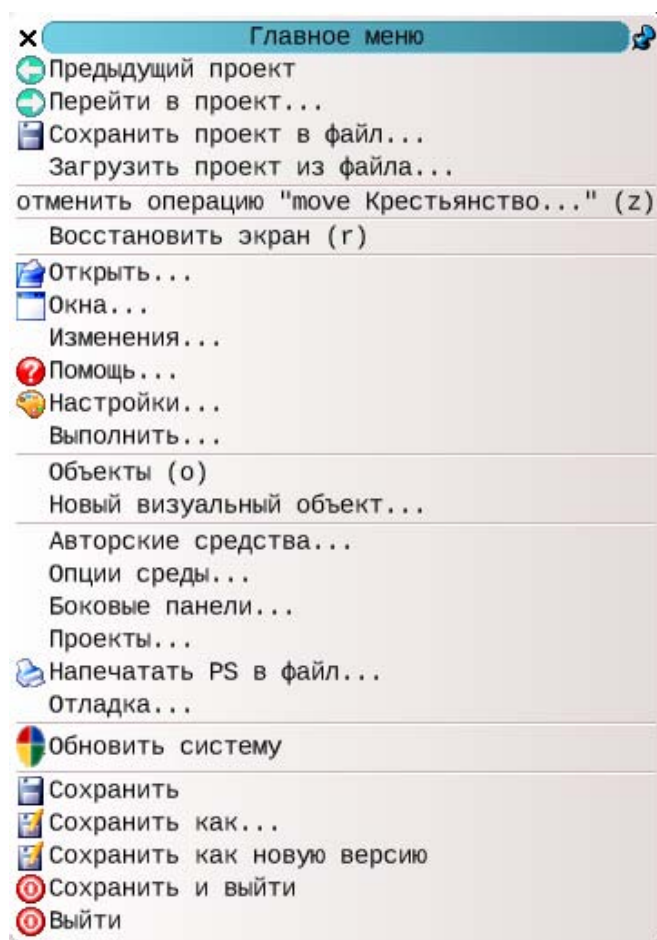


Рис.3 Главное контекстное меню

Через данное меню открывается доступ к инструментам системы **виртуального образа** системы «Крестьянство». Система храниться в файлах **Krestianstvo.image** и **Krestianstvo.changes**.

Для завершения работы выберите в меню пункт **«Выйти»** (выход без сохранения) или **«Сохранить и выйти»** (файл Krestianstvo.image будет перезаписан с вашими изменениями).

**Важно!:** Перед сохранением, проверьте, закрыто ли визуальный образ пространства в 3D. Если нет, то закройте его, и только потом сохраняйте работу.

Щелчок **средней кнопкой мыши (или левой кнопкой мыши с нажатой клавишей Alt)** на любом визуальном образе вызовет инструментальное гало вокруг образа (Рис.4)

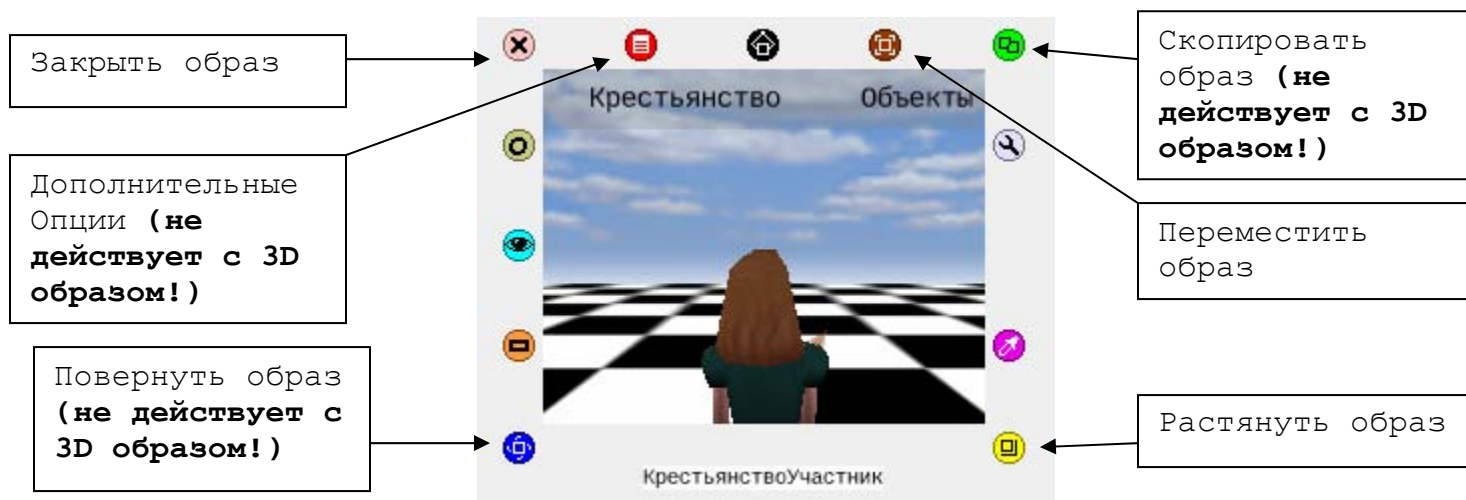


Рис. 4 Гало вокруг образа «Пространство в 3D»

Для того чтобы запустить виртуальное обучающее пространство в 3D:

1. Нажмите на кнопку **Запустить Крестьянство 1.0.1a**
2. В открывшемся образе меню (Рис. 5) нажмите **«Запустить»** для быстрого запуска или **«Настроить и запустить»** для ручной настройки. (Переключатель **«Сервер»** должен оставаться не активированным)

[Крестьянство 1.0.1 а]

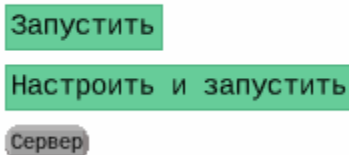


Рис.5 Образ меню запуска

**Образ меню «настроить и запустить»** (Рис. 6) позволяет **вручную** ввести (отредактировать) нужные параметры сети. **Последовательное нажатие** кнопок приведет к открытию образа пространства в 3D:

«Запустить локальный диспетчер/маршрутизатор» ->  
«Запустить web-смотрины» -> «Соединиться»

[1. Крестьянство: Запуск маршрутизатора миров]

Интерфейс:	<input type="text" value="192.168.1.36"/>
Порт:	<input type="text" value="5910"/>
<input type="button" value="Запустить локальный диспетчер/маршрутизатор"/>	
<input type="button" value="Остановить локальный диспетчер/маршрутизатор"/>	

[2. Смотрины: Запуск веб-сервера]

Порт:	<input type="text" value="8888"/>	Порт 2:	<input type="text" value="9999"/>
<input type="button" value="Запустить web-Смотрины"/>			
<input type="button" value="Остановить web-Смотрины"/>		<input type="button" value="Начальные установки"/>	

[3. Вход в Крестьянство: Открыть мультимедиа окно]

Адрес маршрутизатора:	<input type="text" value="192.168.1.36"/>
Порт:	<input type="text" value="5910"/>
Имя:	<input type="text" value="name"/>
Пароль:	<input type="text" value="password"/>
<input type="button" value="Соединиться"/>	
<div><div>КрестьянствоМир</div><div>КрестьянствоМир2</div></div>	
<input type="button" value="В полный экран"/>	

Рис.6 Образ меню запуска «Настроить и запустить»

3. В рабочей области откроется главный образ виртуального обучающего пространства в 3D (Рис.7)

**Примечание:** если по какой либо причине образ не открылся или долго висит красный прямоугольник в рабочей области, выйдите без сохранения из системы и повторите процедуру запуска снова.

## Виртуальное обучающее пространство в 3D «Крестьянство»

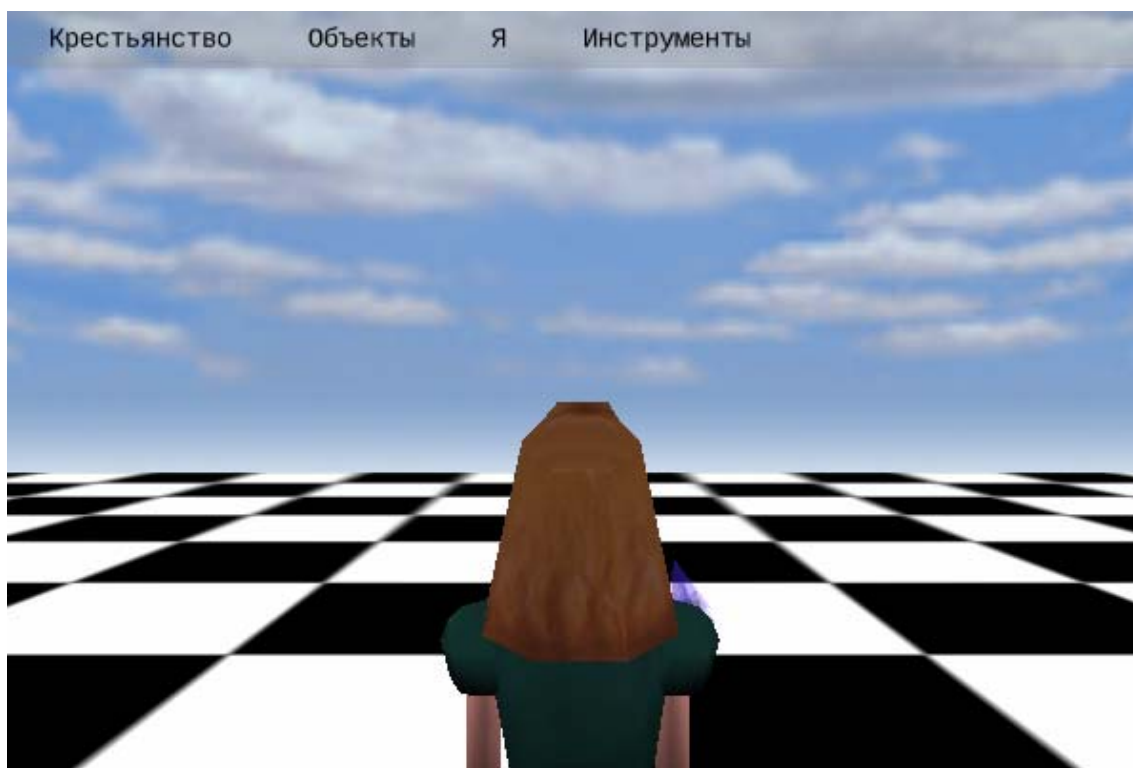


Рис.7 Главный образ виртуального обучающего пространства в 3D

Если, вы смогли увидеть такой же образ в своей рабочей области – **Поздравляем!** Пространство готово к работе.

Управление пространством осуществляется с помощью мыши:

- **Левая кнопка мыши** служит для выделения объектов и взаимодействия с ними в 3D и 2D
- **Правая кнопка мыши** служит для осуществления движения (перемещения) по пространству. Нажав на кнопку перемещайте курсор в области образа относительно его центра (выше центра: движение вперед, ниже центра: движение назад, влево и вправо от центра соответственно)
- **Средняя кнопка мыши** инструментальное гало вокруг главного образа

## **Базовые объекты**

В главном меню расположены объект, с помощью которых можно верстать содержимое пространства (Рис.8)

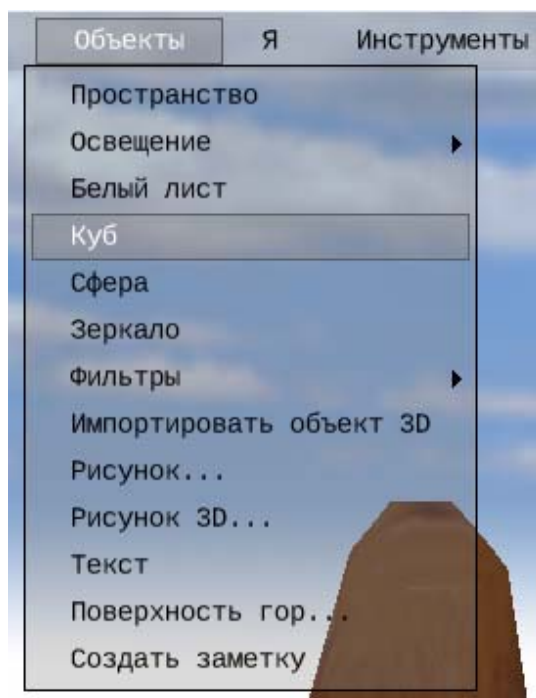
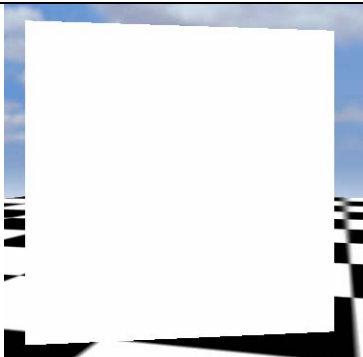


Рис.8 Меню Объекты главного меню пространства.

Приведем таблицу доступных базовых объектов:

Название	Визуальный образ	Применение
Белый лист		Работа с освещением, эксперименты с источниками света



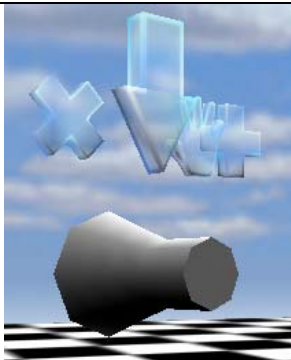
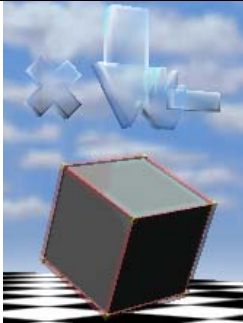

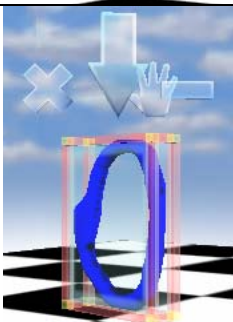
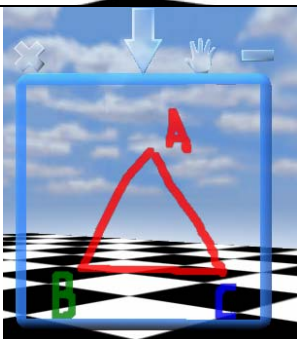





<b>Источник освещения</b>		Параметры источника меняются с помощью контекстного меню (при нажатой левой кнопке мыши на источнике света нажать на клавиатуре «L» )
<b>Куб</b>		Геометрические примитивы, к которым можно применять преобразования в пространстве
<b>Сфера</b>		
<b>Рисунок</b>		Рисование 3D (Команда Plamp) образов, к которым можно применять преобразования в пространстве
<b>Рисунок</b>		Создание аннотаций и 2D образов (Команда Save), размещаемых в 3D окнах



Рисунок 3D		Рисование карандашом в 3D
Текстовая заметка		Окно с текстовой заметкой

### **Объекты верстки содержания**

Многие объекты пространства окружены 3-х мерным гало инструментов, именно эти инструменты позволяют размещать объекты в пространстве и работать с ними (Рис.9):

			 или 
Удалить объект из пространства	Приблизиться к объекту	Захватить объект для перемещения	Открыть объект для редактирования или «Включить / Выключить»

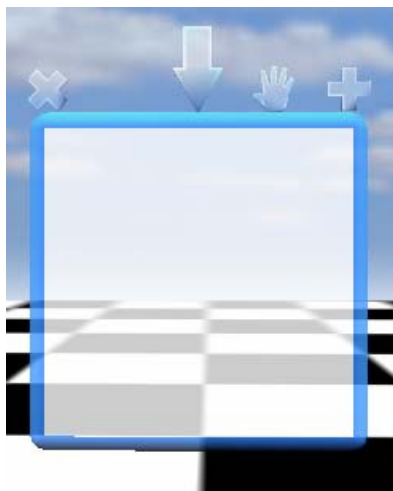


Рис.9 2D контейнер-окно

### 3D контейнер

Данный инструмент позволяет с помощью левой кнопки мыши вращать или трансформировать выделенный объект (Рис. 10).

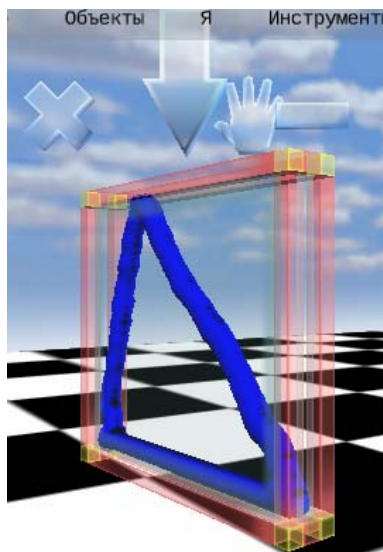


Рис. 10 3D контейнер для нарисованного образа

### Пространство

Объект пространство позволяет **создавать новое пространство** и **окно-портал** для входа в него. Пространства могут быть выстроены в **смысловые линии** изложения того или иного содержания. Каждое пространство может нести **уникальные** (определяемые только им) **преобразования**. Таким образом, **погружая объекты** через окна-порталы из одного пространства в другое, можно визуально **наблюдать** происходящие **трансформации** с объектами.

### Портал

Портал осуществляет **связь между двумя пространствами** (Рис.9). Визуально портал может быть представлен любым объектом, но по умолчанию он представлен в виде окна, для **отображения места назначения** перемещения по ссылке.

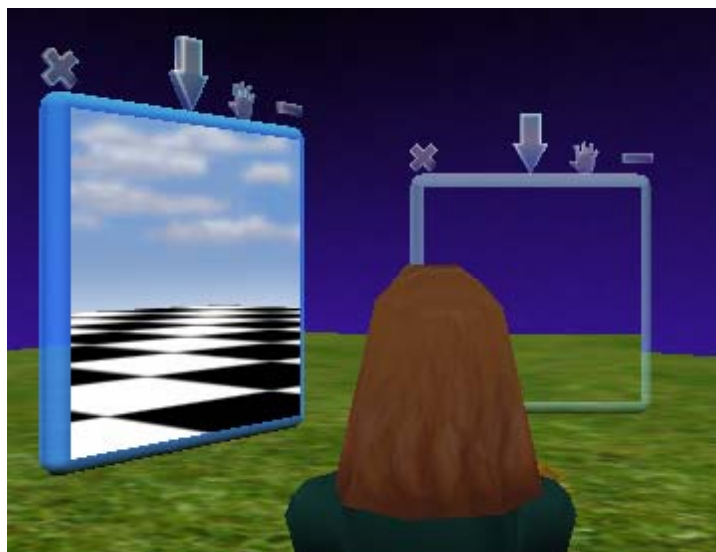
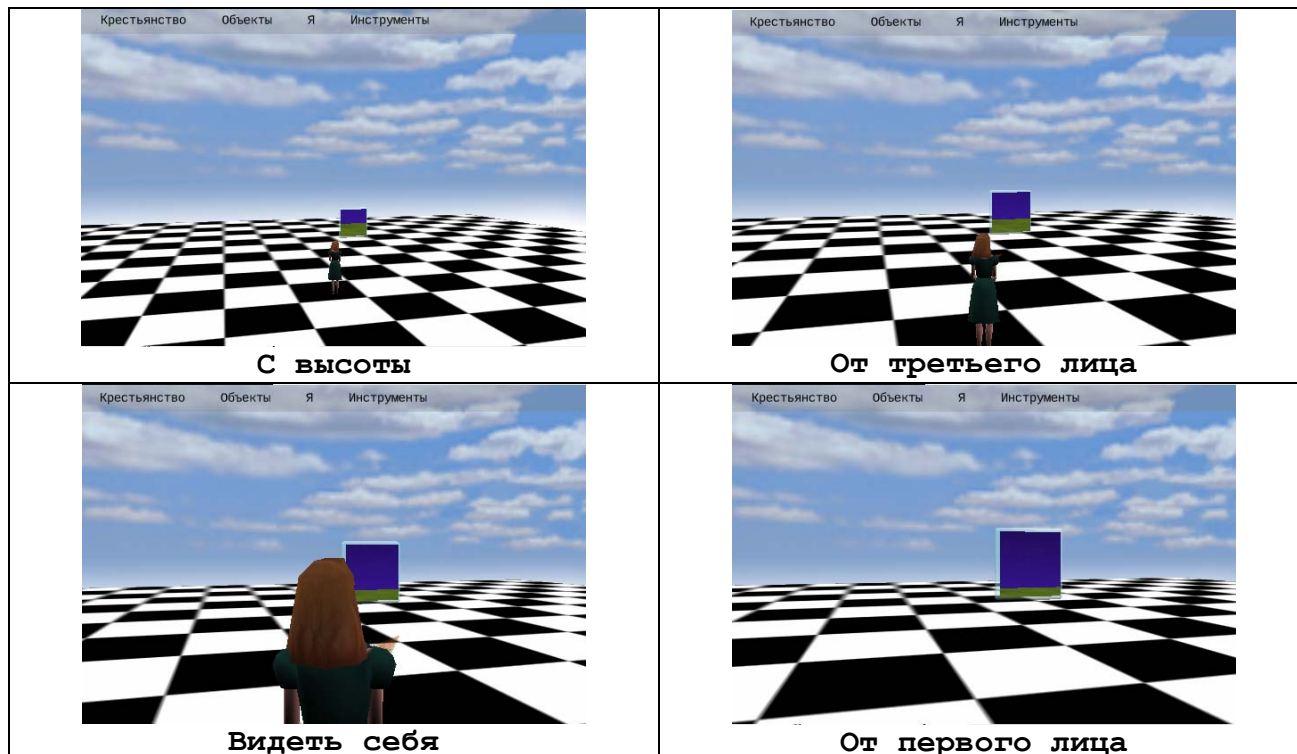


Рис.9 Окна-порталы в 2 независимых пространства

## Виртуальное Я

Каждый участник в пространстве представлен своим **«Виртуальным Я»**. Все взаимодействия с объектами пространства будут происходить только через него. В меню **«Я»** можно **сменить свой образ**, а так же **настроить вид**:



## фильтры содержания

Фильтры устроены, так же как и **окна-порталы**, но главное их отличие в том, что Фильтры являются ссылками в исходное, **активное пространство** или его **выбранную область**, другими словами, «порталы зацикленные сами на себя».

### фильтр: стерео видение в 3D

Фильтр видения в стерео 3D (Рис. 10) позволяет взаимодействовать и **верстать содержимое** пространства в стереоскопическом режиме. Для этого нужны лишь двухцветные очки (**Левый**: Красный фильтр, **Правый**: голубой)

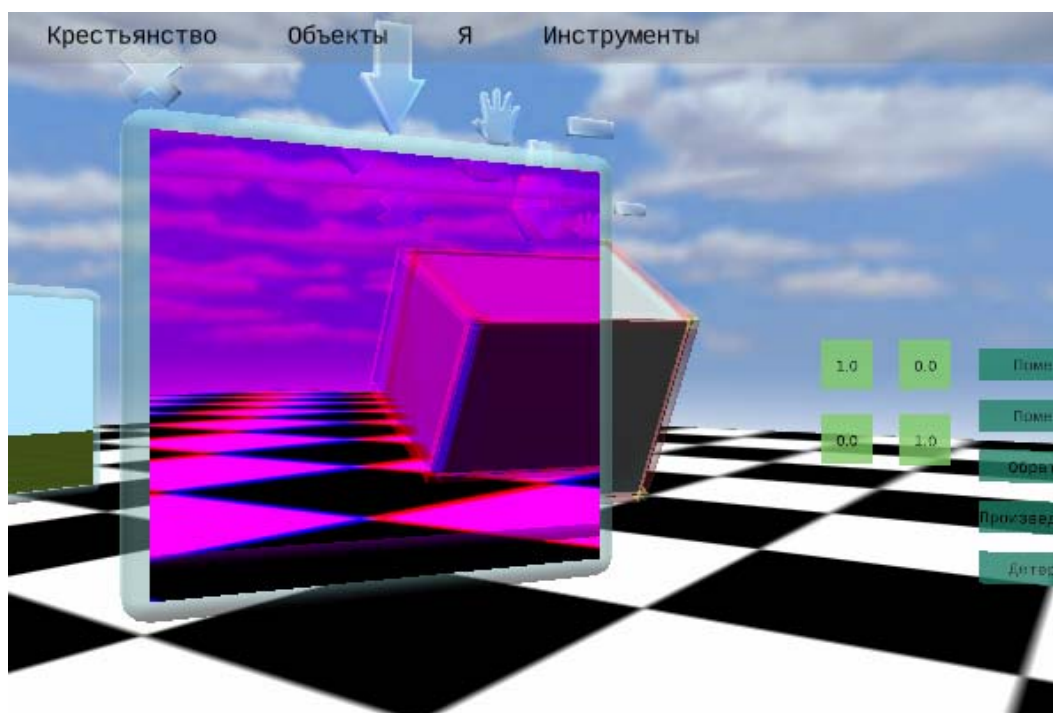


Рис.10 Стерео 3D фильтр

### фильтр: визуализация в сетке

Пример фильтра, который **меняет** параметры **визуализации** (Рис. 11), для этого можно использовать стандартные операции **OpenGL** или язык **шейдеров GLSL**

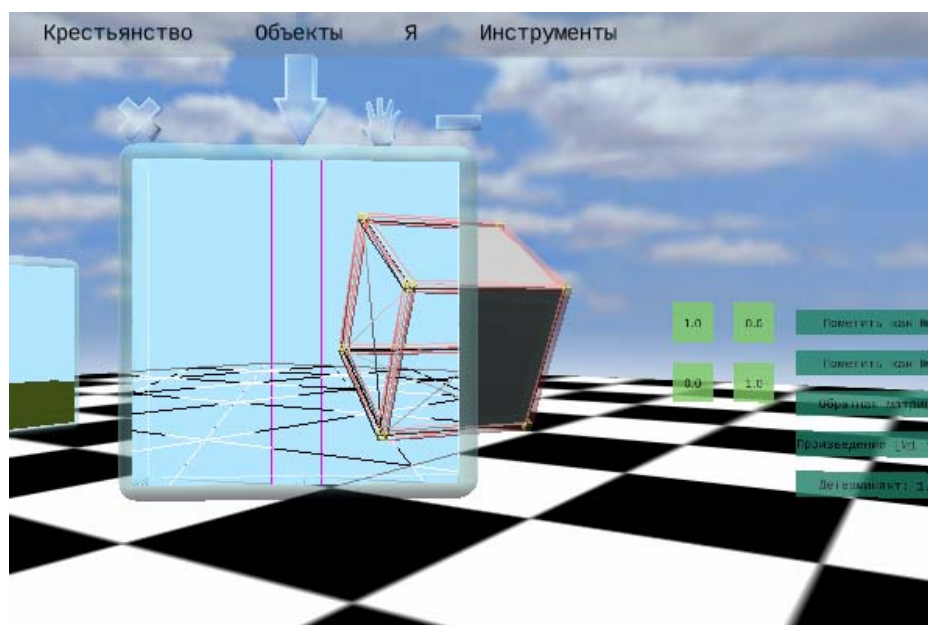


Рис.11 Фильтр визуализации в сетке

### Фильтр: зеркало

Пример фильтра, который отражает текущее пространство. Например, поставив, два таких фильтра друг напротив друга, можно получить модель оптического отражения в системе 2 зеркал (Рис. 12).



Рис.12 Фильтр зеркало (система из 2 зеркал)



## Мир матриц и векторов

Мир матриц содержит объекты **«Матрица»** и **«Вектор»**, позволяет выполнять вычисления непосредственно в пространстве и **применять результат** к находящимся там **геометрическим объектам**.

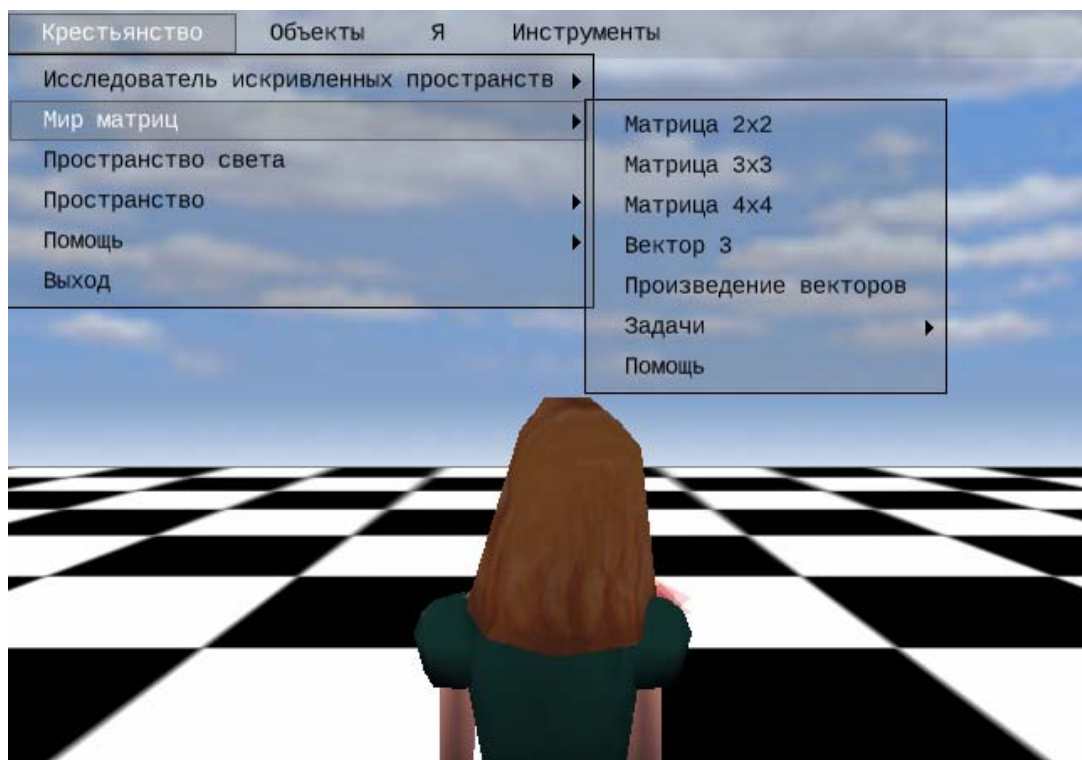
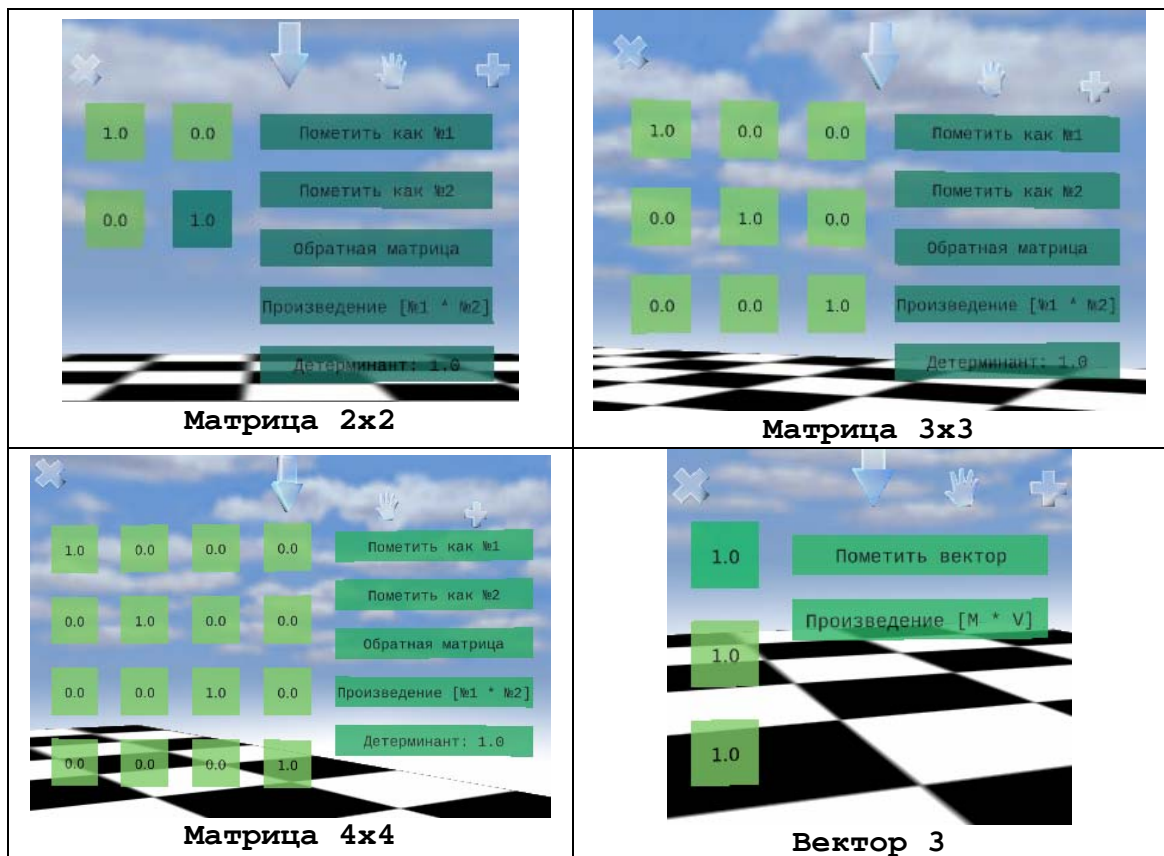


Рис.13 Меню «Мир матриц»

Можно создавать **матрицы: 2x2, 3x3, 4x4**

**векторы: 3** элемента

Для того чтобы **сменить числа**, достаточно нажать левой кнопкой мыши на требуемый **элемент** и ввести с клавиатуры нужную **цифру** (с нажатой клавишей **Ctrl**, цифра примет **отрицательное** значение)



Каждый объект «Матрица» содержит меню взаимодействия

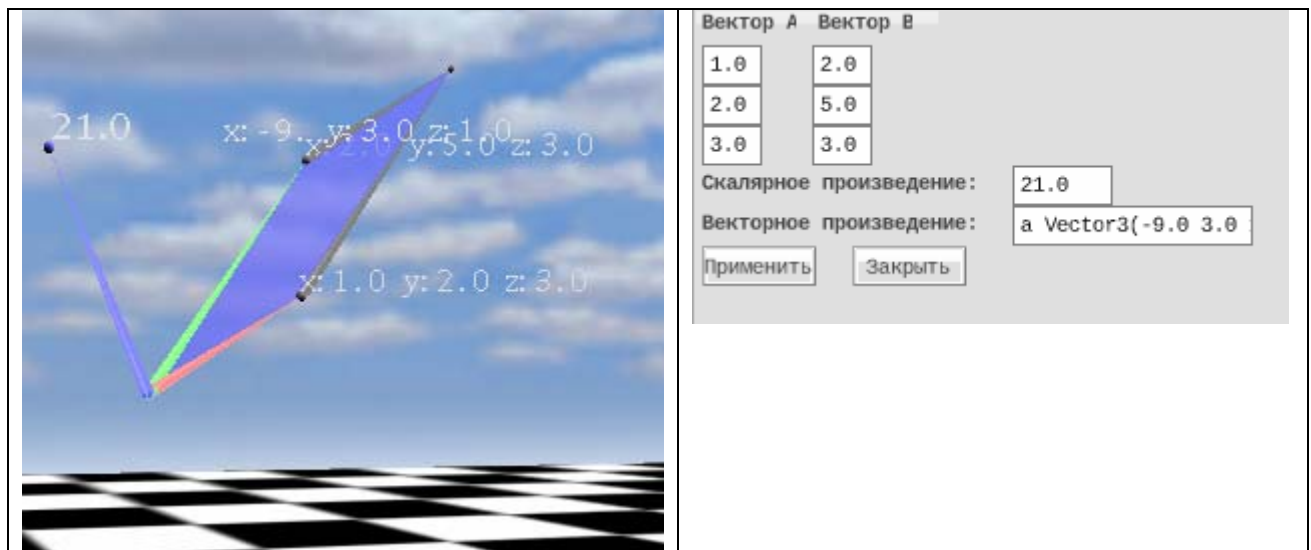
	<p><b>Для умножения</b> одной матрицы на другую, нужно первую <b>пометить</b> как <b>№1</b>, а вторую как <b>№2</b> и нажать на любой из матриц кнопку <b>«Произведение [№1*№2]»</b>. Через это же меню можно посчитать обратную матрицу и детерминант.</p>
--	---

## Произведение векторов

Объект - «Произведение векторов» представляет собой **симулятор скалярного, векторного и смешанного произведений векторов в реальном времени на основе кватернионов**.

В исходной точке, откуда визуально исходят векторы, расположен **элемент управления** (куб), щелкнув по которому можно получить доступ к **окну параметров симулятора**.

При доступных **внешних контроллерах** (iPhone или Midi+OSC можно менять параметры аппаратными движками).



Для лучшего восприятия направления векторов в пространстве, рекомендуется смотреть через **стерео фильтр 3D** (Рис. 14)

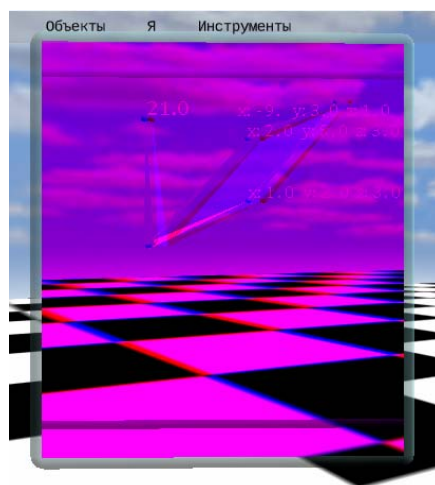


Рис. 14 Произведение векторов через стерео фильтр.



### Пример задачи с векторами

В качестве примера в «Мир матриц» включена **задача с пирамидой** (Рис.15), где для решения используется объект произведения векторов и **фильтры** для отображения **результатов** (Рис. 16).

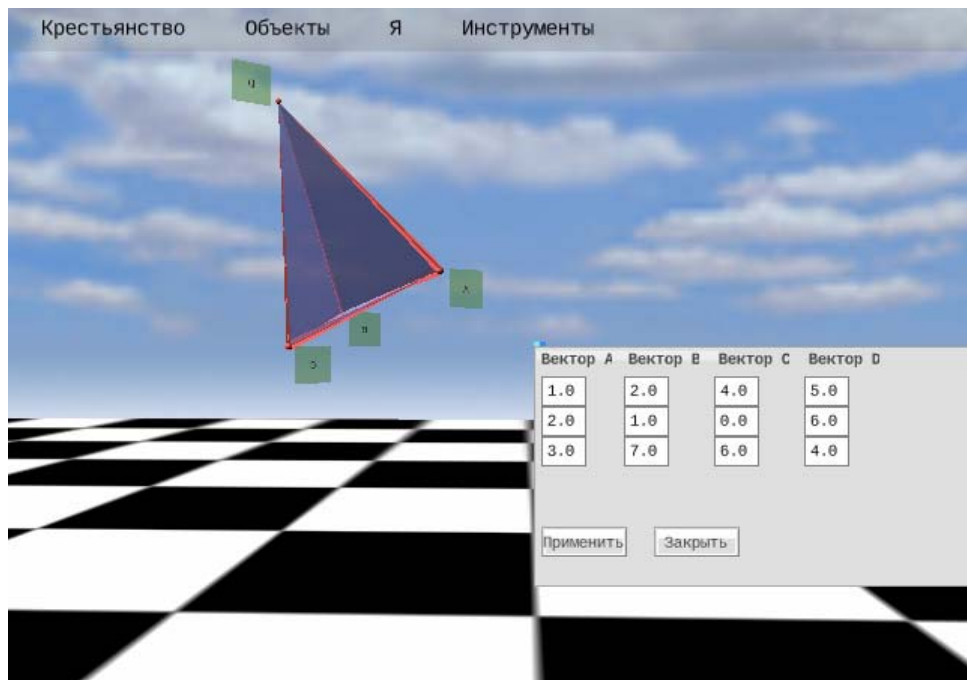


Рис. 15 Задача с пирамидой.

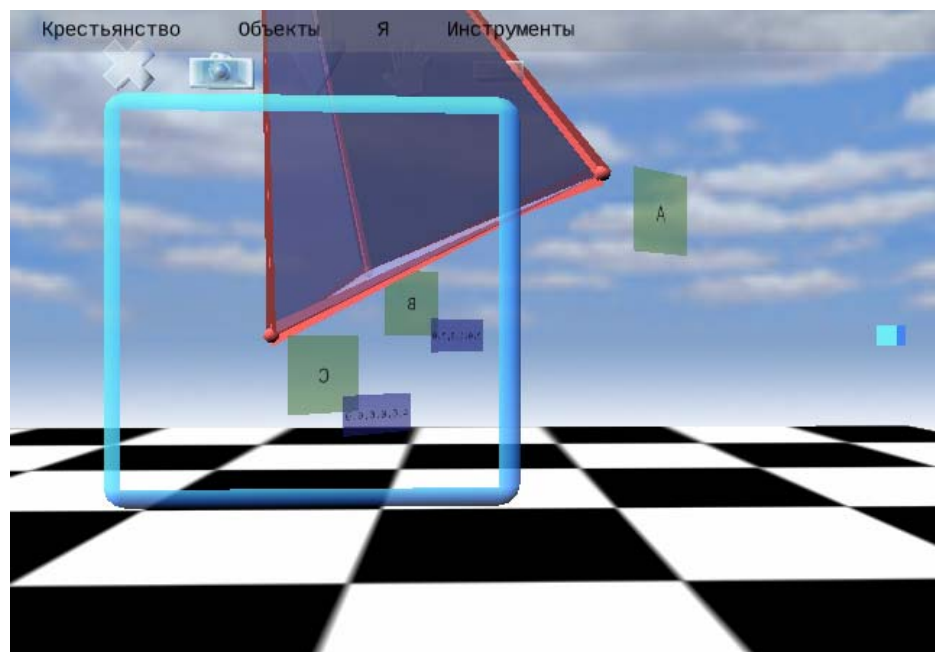


Рис. 16 Через фильтр отображаются координаты вершин пирамиды

**Примечание:** Все вычисления идущие в 3D пространстве могут быть отображены на **веб-странице** пространства «Смотрины» на языке разметки математического текста MathML

## Пространство света

Предустановленное пространство для экспериментов (Рис. 19) со светом. В нем уже установлены три источника освещения и белый лист (Рис. 17)

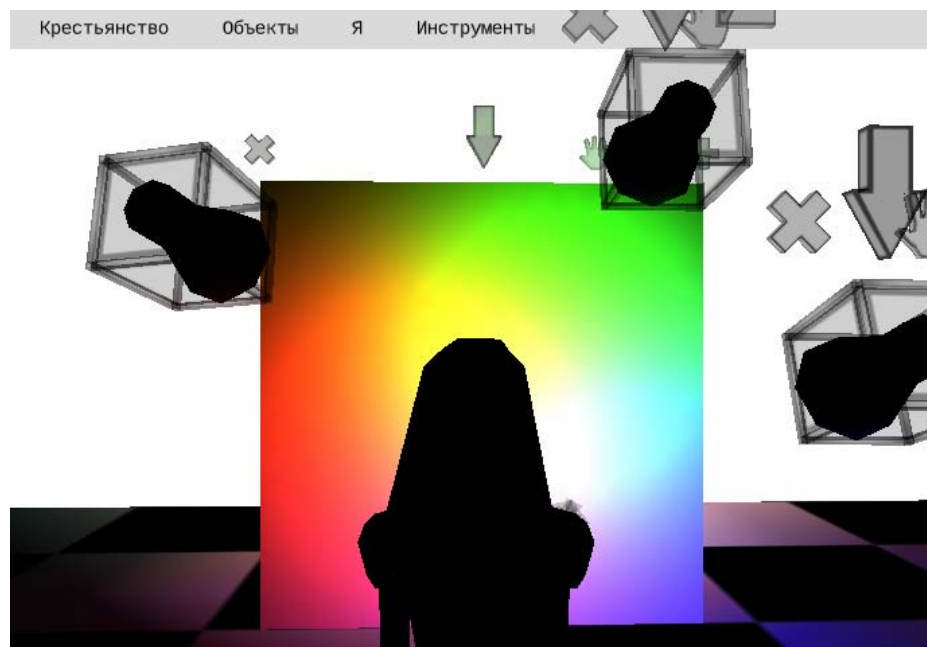


Рис. 17 Пространство света

Управление источниками света происходит по выделению источника и нажатию кнопки «L» на клавиатуре.

**Важно!:** источник освещения можно выделить только тогда, когда он не помещен в 3D контейнер, не забывайте нажимать «-» для выхода из данного режима

Если все в порядке, то откроется меню редактирования освещения (Рис. 18).

**Важно!:** всего можно создать **не более 7** источников света, данное ограничение связано с текущим поддерживаемым стандартом OpenGL

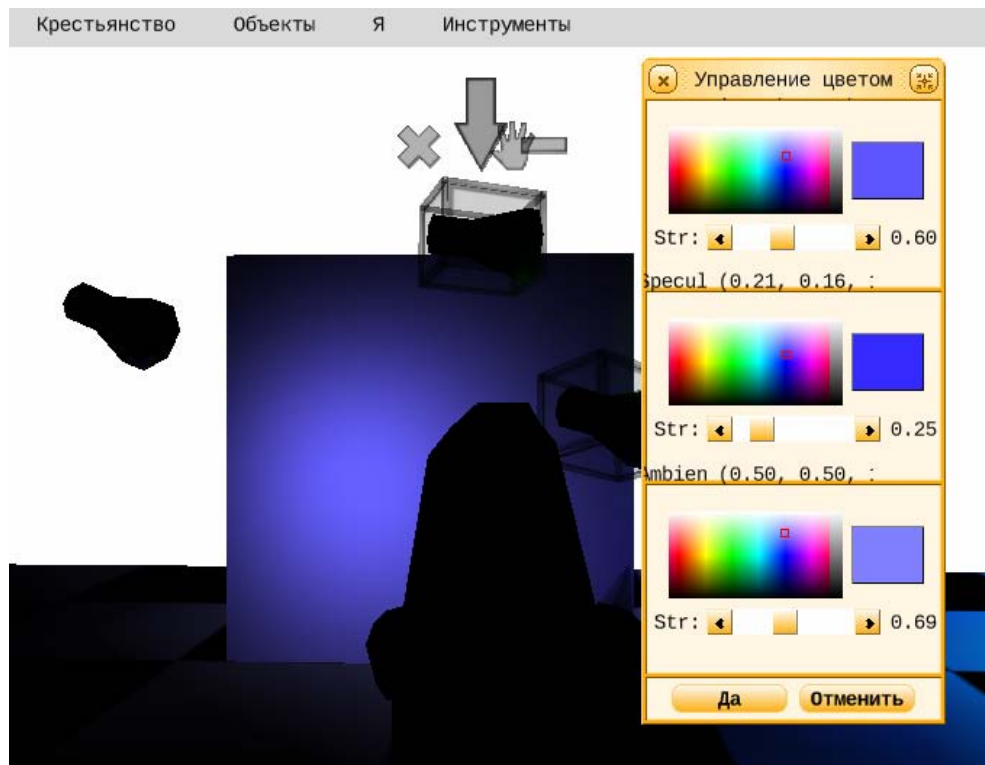


Рис. 18 Редактирование освещения



Рис. 19 Эксперимент с «Виртуальным Я» в пространстве света

## Исследователь искривленных пространств «Обряд»

В основе исследователя заложен алгоритм **визуализации** искривленных пространств **в реальном времени** для OpenGL (автор оригинального алгоритма Jeff Weeks). Исследователь позволяет погрузиться в Гиперболическую, Сферическую и Евклидову геометрию и исследовать ее устройство движением своего или другого «Виртуального Я» (Рис. 22).

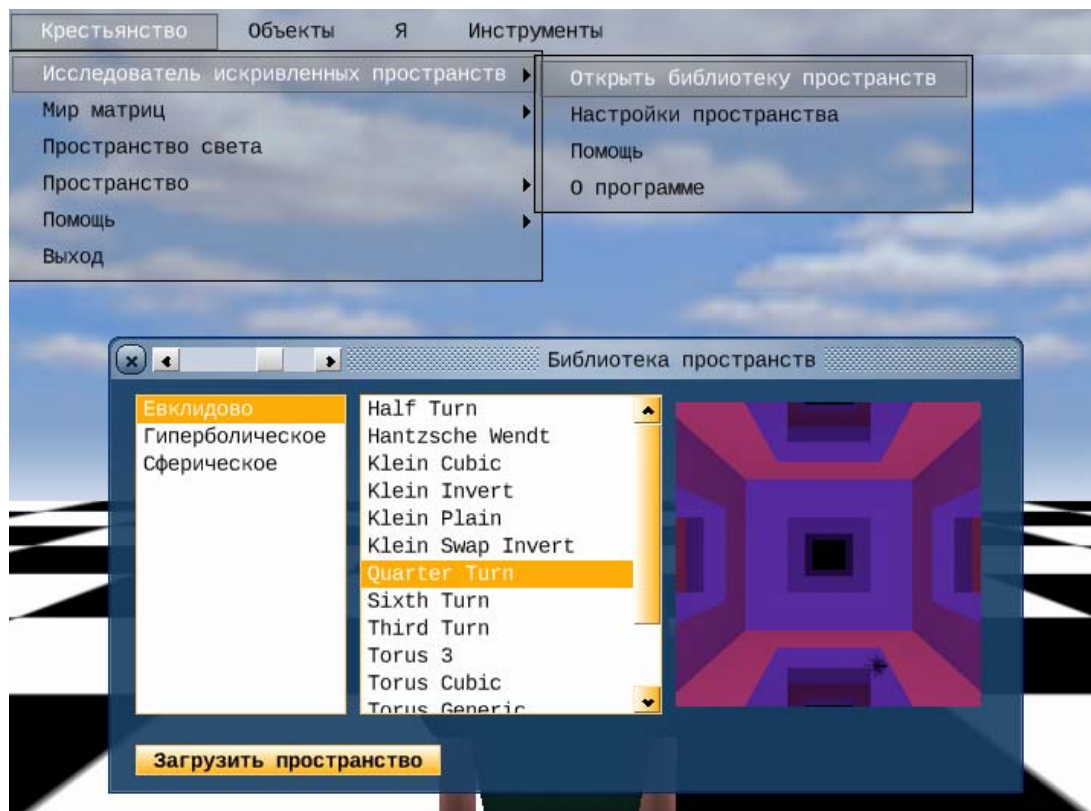


Рис. 20 Библиотека пространств

Для начала работы с исследователем воспользуйтесь главным меню пространства «Крестьянство» и далее пунктом меню **«Открыть библиотеку пространств»** для выбора пространства (Рис. 20).

Выберите из списка и нажмите кнопку **«Загрузить пространство»**.

В текущем пространстве откроется портал в искривленное пространство (Рис. 21).

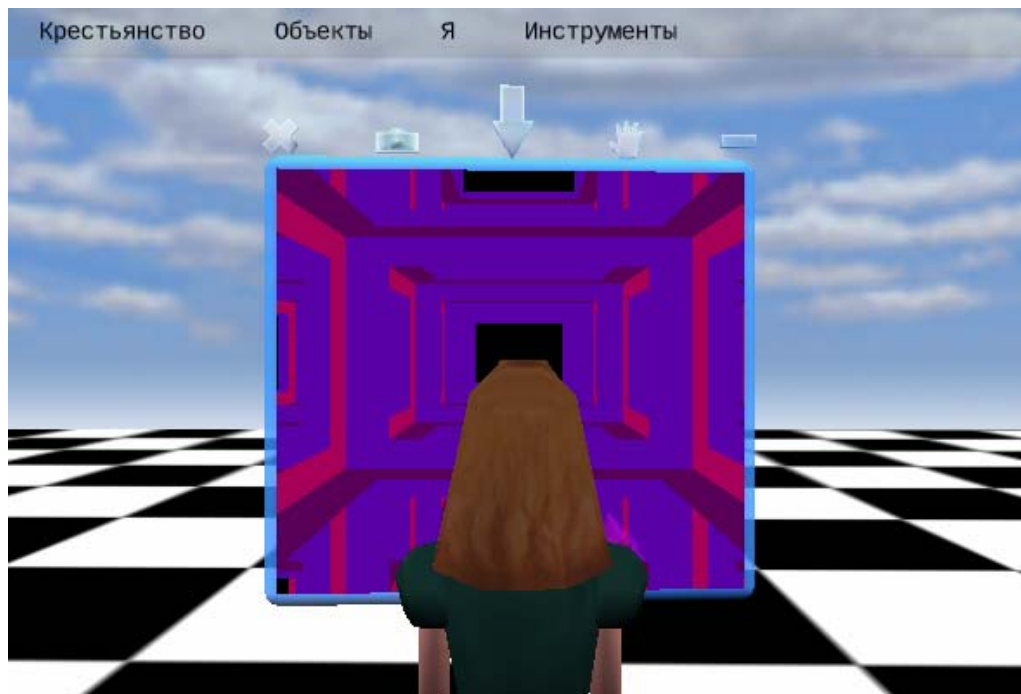


Рис. 21 Портал в искривленное пространство

**Важно!:** перед входом в пространство рекомендуется перевести «Виртуальное Я» в режим видимости «От первого лица»

1. Когда вы **входите в пространство**, ваш «Виртуальный Я» перестает двигаться, образно говоря, он **садиться в «корабль»**, и будет **управлять** уже **им** или поворотом **своей головы**:

- Для **активации движения** корабля нажмите на клавиатуре [k].
- Для **остановки движения** корабля нажмите на клавиатуре [l].

**Правая кнопка мыши** управляет **движением корабля** и **поворотом головы** «Виртуального Я» в корабле:

- **Поворот корабля:** перемещение мыши при нажатой правой кнопке.
- **Перемещение корабля:** перемещение мыши при одновременно нажатых: правой кнопке мыши и клавише <Shift>

2. По умолчанию **«Виртуальный Я»** смотрит **по направлению движения корабля**, нажатие клавиши **[u]** на клавиатуре **переключит** функцию мыши на **поворот головы**.

После нажатия кнопки **[u]**, **можно** поворачивать голову **«Виртуального Я»**, глядя **в разные стороны**.

Нажмите еще раз **[u]** для возвращения в управление кораблем.

На клавиатуре:

- **Стрелка вверх** - увеличение скорости движения.
- **Стрелка вниз** - снижение скорости движения.
- **Стрелка влево** - увеличить диафрагму.
- **Стрелка вправо** - уменьшить диафрагму.

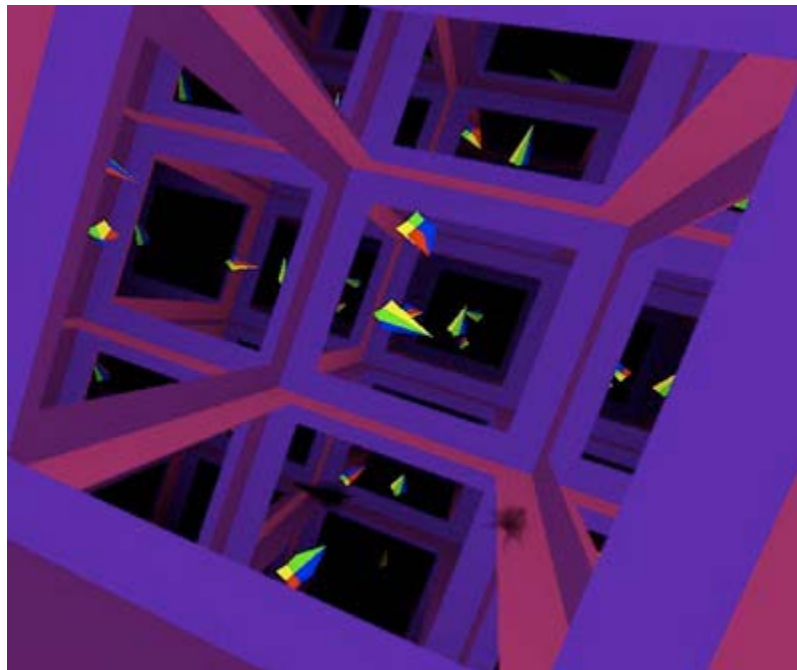


Рис. 22 Два посетителя в одном искривленном пространстве.

3. Для того чтобы **покинуть пространство**, нужно **нажать** клавишу **[h]** – «идти в портал предыдущего пространства», образно говоря, «домой», откуда вы пришли.

4. Нажатие клавиши **[m]** служит для переключения движения **«Виртуального Я»**.



Иногда требуется двигаться к portalу, когда портал неправильно расположен. Нажмите **[m]**, и одновременно используя мышь, идите к portalу.

5. Используйте меню «Настройки пространства» для управления следующими функциями (Рис. 23):

- **Стерео 3D**
- **Включение/отключение шейдеров (только для Mac OS X)**
- **SAVE**(если она включена, ваши действия в пространстве разделяются на всех участниках взаимодействия)
- **Движение «Виртуального Я»**
- **Выход**

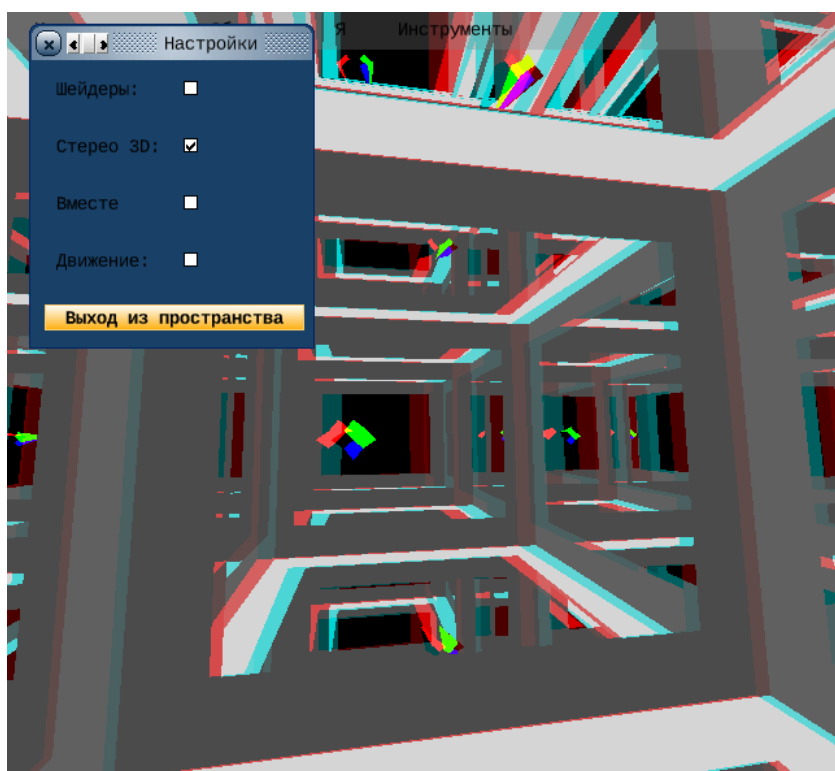


Рис. 23 Стерео 3D и меню настроек пространства.

## Виртуальное обучающее пространство в Интернет «Смотрины»

Виртуальное обучающее пространство в Интернет на веб-странице (Рис. 24) представляет собой аналог «рукописной тетради», на страницах которой автоматически отображаются все вычисления, производимые в пространстве «Кретьянство». Причем математический текст отображается в формате MathML, готовый для выполнения в известных математических пакетах (MathCad, Maple и другие). Там же частично размещаются и математические симуляторы для проведения экспериментов напрямую на веб-странице с сотового телефона или компьютера без графического ускорителя.

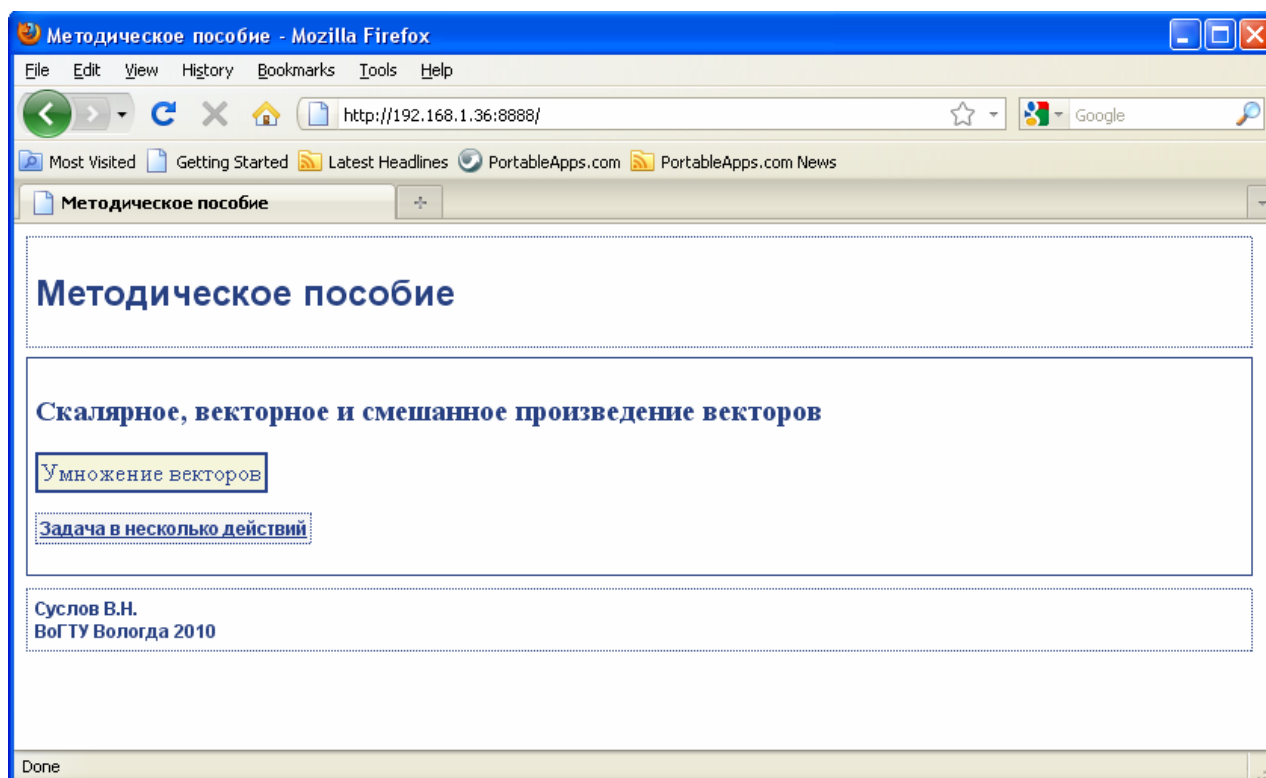


Рис. 24 Окно браузера с запущенным пространством

Объект – «Произведение векторов», доступный в пространстве 3D, так же доступен и в веб-пространстве (Рис. 25).



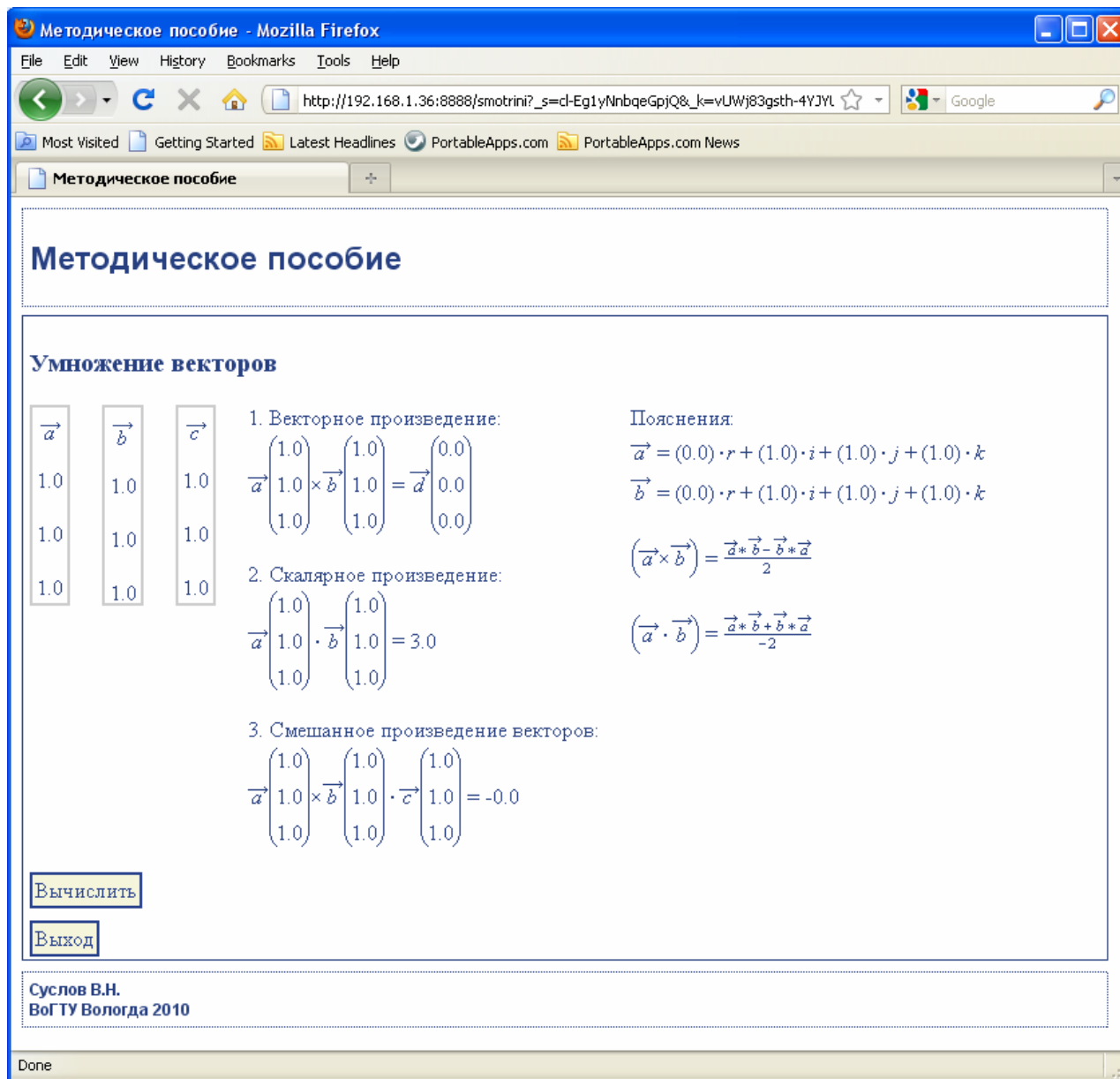


Рис. 25 Произведение векторов в Интернет

**Значения элементов вектора** меняются по щелчку левой кнопкой мыши на нужном элементе. Далее, после нажатия по кнопке **«Вычислить»**, произойдет пересчет произведений, **все формулы** на странице сменяют свои значения **на новые**. В качестве примера доступна задача в несколько действий (Рис.26), где так же можно **менять параметры**, получая как **новое решение**, так и **новое условие** задачи.

Методическое пособие - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://192.168.1.36:8888/smotrini?\_s=5Xw0yrdN-C02a2OF&\_k=JFe3NDHtGQ0oOg

Most Visited Getting Started Latest Headlines PortableApps.com PortableApps.com News

Методическое пособие

### Пример решения задачи в несколько действий

Найти кратчайшее расстояние от одной прямой до другой, одна из которых проходит через точку  $A(1.0; 2.0; 3.0)$  параллельно вектору  $\vec{a} \begin{pmatrix} 5.0 \\ 6.0 \\ 7.0 \end{pmatrix}$  другая проходит через точку  $B(4.0; -2.0; 0.0)$  параллельно вектору  $\vec{b} \begin{pmatrix} 0.0 \\ 1.0 \\ -3.0 \end{pmatrix}$

Решение:

1. Вектор  $\vec{AB} \begin{pmatrix} 3.0 \\ -4.0 \\ -3.0 \end{pmatrix}$
2. Произведение:  $l = \frac{|\vec{a} \times \vec{b} \cdot \vec{AB}|}{|\vec{a} \times \vec{b}|}$

$B$	4.0	-2.0	0.0
$A$	1.0	2.0	3.0

$\vec{a}$	$\vec{b}$
5.0	0.0
6.0	1.0
7.0	-3.0

а). Векторное произведение:

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{pmatrix} 5.0 \\ 6.0 \\ 7.0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.0 \\ 1.0 \\ -3.0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -25.0 \\ 15.0 \\ 5.0 \end{pmatrix}$$

б). Смешанное произведение векторов:

$$\vec{a} \times \vec{b} \cdot \vec{c} = \begin{pmatrix} 5.0 \\ 6.0 \\ 7.0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.0 \\ 1.0 \\ -3.0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3.0 \\ -4.0 \\ -3.0 \end{pmatrix} = -150.0$$

в). Длина:

$$|\vec{a} \times \vec{b}| = 29.58039891549808$$

г). Расстояние:

$$l = 5.0709255283711$$

Суслов В.Н.  
ВогТУ Вологда 2010

Рис. 26 Задача в несколько действий

## Система расширенной реальности на занятии



Рис. 27 Куб виртуальной реальности. Клуб «Математик» ВоГТУ

**Инструмент «Игрище»** (Рис. 28) позволяет создавать **мобильные CAVE** (автоматическая система виртуальной реальности), а так же системы расширенной реальности, для полного **погружения** ученика в созданные виртуальные обучающее **пространства** (Рис. 27,29,30).

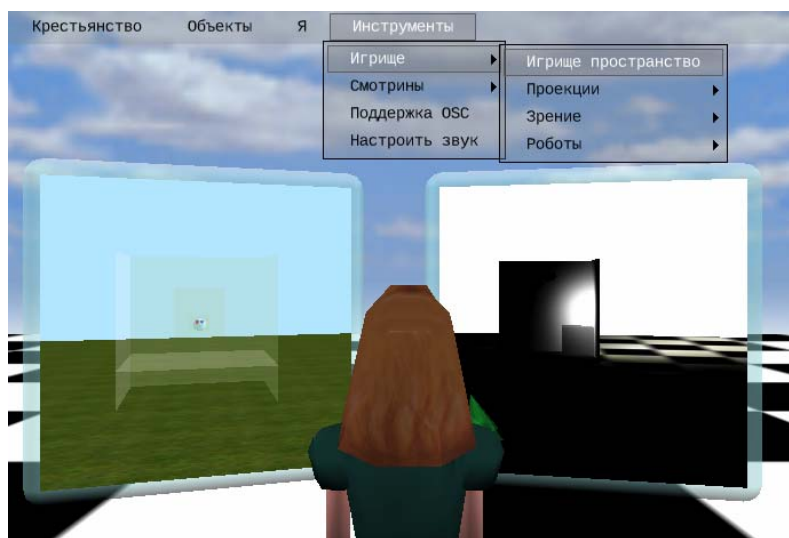


Рис. 28 Инструмент «Игрище». Справа – пространство виртуальных проекций. Слева – непосредственно пространство для проецирования.

Для создания **системы виртуальной реальности** из **двух проекций**, потребуется **три компьютера**, два из которых будут обслуживать **проекторы**, а третий использоваться как **пульт управления**. На всех компьютерах запускается пространство **«Крестьянство» 3D**, но только на одном создается **«Игрище пространство»**, которое автоматически будет **реплицировано по сети** остальным участникам. В соответствии с **размерами проекций** (реального помещения) настраивается местоположение **виртуальной головы** в пространстве с виртуальными проекциями.



Рис. 29 Эксперимент на заседании клуба «Математик» ВоГТУ

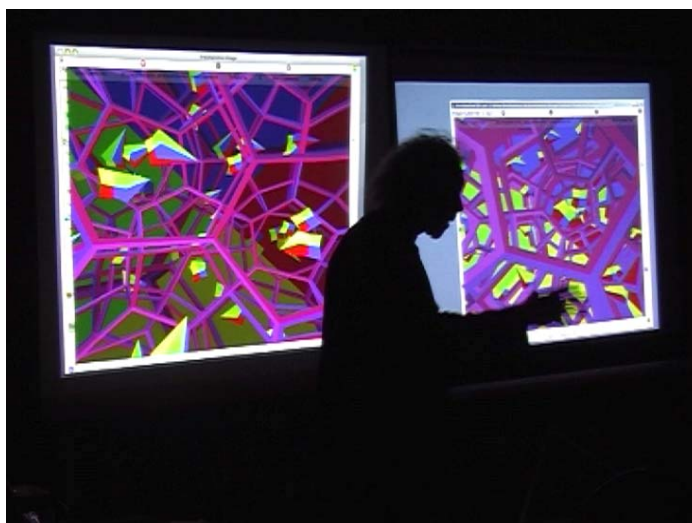
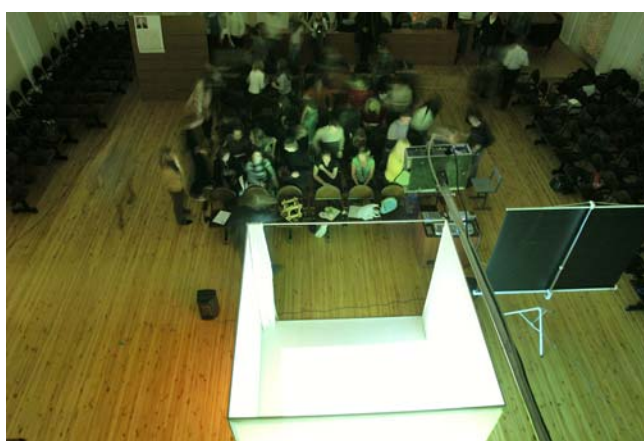


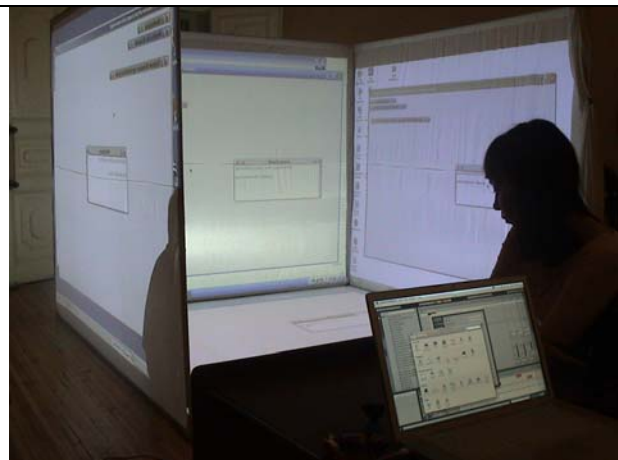
Рис. 30 Эксперимент в исследователе искривленных пространств

***Примеры применения систем виртуальной и расширенной реальности на основе инструмента «Игрище»:***

**1.** Куб виртуальной реальности. Клуб «Математик» им. Коркина А.Н. ВоГТУ



**Вид куба сверху**



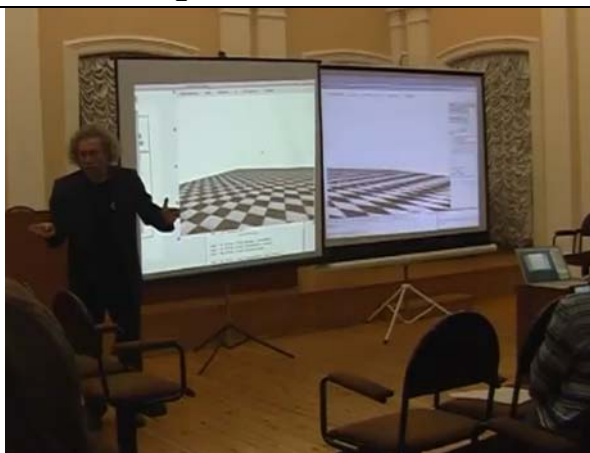
**Программирование 4 проекций**



**Эксперимент со светом**



**Эксперимент с восприятием**



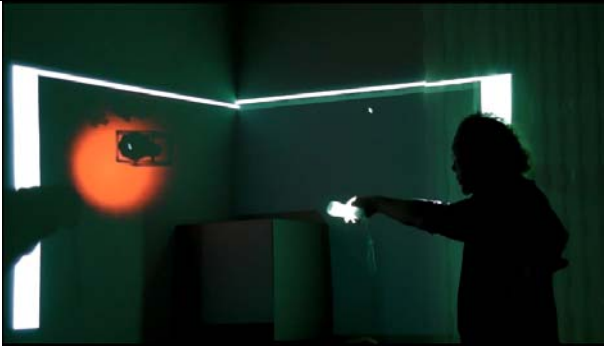
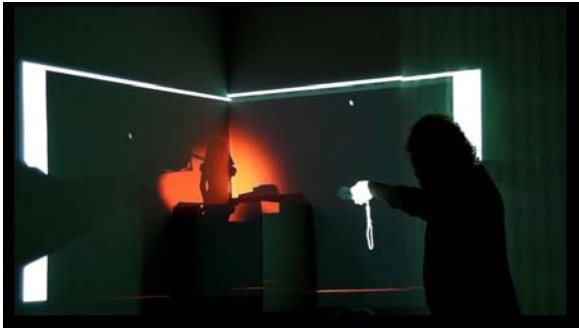

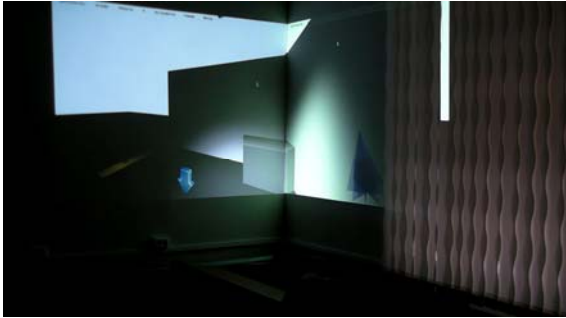
**Система CAVE из 2 проекций**



**Расширенная реальность**



## 2. Моделирование расширенной реальности в пространстве аудитории

	
<b>Виртуальный луч света</b>	<b>Управление контроллером</b>
	
<b>«Реальный – Виртуальный» объект</b>	<b>Реальный объект, виртуальный свет</b>
	
<b>Трекинг в CAVE</b>	<b>Угловая система CAVE</b>

3. Мультимедиа инсталляция "А.Иванов. Библейский эскизы" в Государственной Третьяковской галерее.



Рис. 31 Фотография из залов ГТГ с инсталляции

Это **проект расширенной реальности** (Рис.31), где сеть из компьютеров **моделирует помещение** с росписями фресок художника **в залах галереи**. Четыре компьютера, соединенных в сеть смогли превратить пространство одного из залов галереи в **исследовательскую лабораторию творчества художника**. На три активные стены проецируются **стены виртуального пространства** соответственно, с полным совмещением с **геометрией реальных**. Сенсорная панель обеспечивает **пульт управления** виртуальным пространством. Посетитель, находящийся в центре зала перед сенсорной панелью, может с помощью нее: **управлять виртуальным освещением; менять конфигурации размещения изображений** на стенах; **изменять геометрию помещения**, например путем **добавления виртуальных углов, окон** и т.д. отражающиеся и на **звуковом сопровождении** (акустика виртуального помещения); **сохранять наиболее удавшиеся состояния**, и просматривать, созданные искусствоведами. **Пульт управления может быть не один** и находится не обязательно в экспозиции, что позволит **управлять действием удаленно** и сразу **нескольким** людьми **одновременно**. Самих же активных

стен может быть так же неограниченное число, что позволяет превратить в **единый живой организм** всю галерею целиком (здание), включая **фасады** с внешней стороны. Интересны в будущем эксперименты по увеличению числа проекций – **более 6 стен** (включая пол и потолок), выступающих как единое реальное пространство, совмещенное с проецируемым на него виртуальным.

## Инструменты взаимодействия с пространством

### *Открытый протокол взаимодействия программ*

Для **управления** **содержимым** пространств можно использовать внешние контроллеры, **от миди – клавиатур, Wii** контроллеров и до **программируемых роботов** с обратной связью. Важно чтобы внешний контроллер мог работать по открытому протоколу взаимодействия программ (**OSC**). В пространстве в меню **«Инструменты»** есть специальный элемент управления **OSC сервером «Поддержка OSC»** (Рис.32), который можно включить/выключить, изменить параметры. Способ **декодирования OSC сообщений**, принятых от контроллера, задается в коде нужного объекта в функции: **#doOSCEvent: событие**.

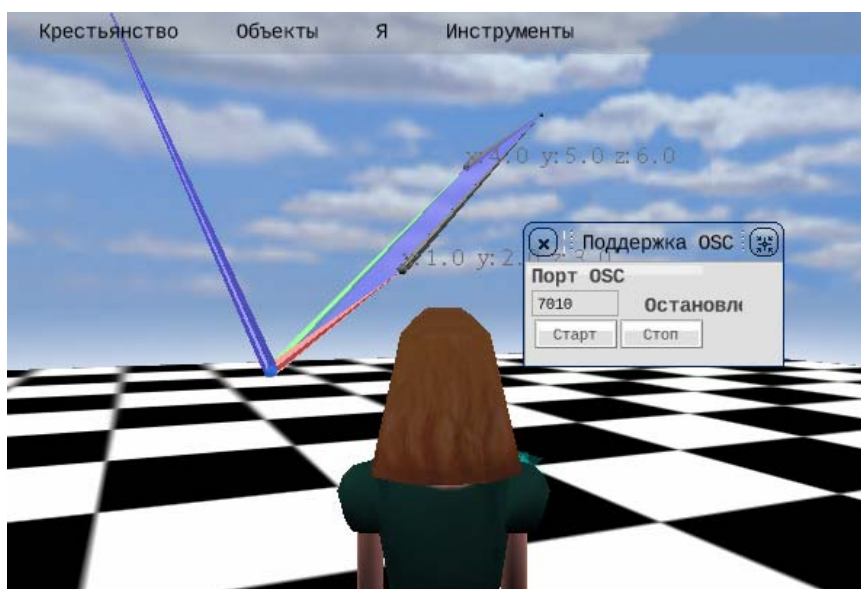


Рис. 32 Управление по протоколу OSC.



## **Управление пространством через iPhone**

Управление с iPhone так же происходит по открытому протоколу OSC. На телефон устанавливается бесплатное **приложение Mrmr** через программу **iTunes**. Далее с сайта <http://www.krestianstvo.ru/sdk/Krestianstvo1.0.1/resources/> можно скачать **шаблоны для управления**. Управлять пространством можно так же и через веб-браузер, прямо со страниц математических симуляторов в интернет.

## **Совместная работа в пространстве через сеть**

**Важно!:** «Локальный диспетчер/Маршрутизатор» запускается только на одном выбранном участнике, все остальные участники запускают программу и указывают адрес выбранного маршрутизатора в окне соединения и нажимают только на кнопку «Соединиться» через образ «Настроить и запустить» (Рис.6).

**Рекомендуется** войти в одно пространство всем участникам взаимодействия, **до начала** какой либо операции моделирования в пространстве.

**Совместная работа** позволит **создавать виртуальные эксперименты** визуально **нескольким участникам одновременно**, синхронно экспериментировать с содержимым, наблюдать **перемещения друг друга** по пространству, вносить свои объекты и наблюдать за их поведением из других пространств через "окна-порталы". Распределенное пространство позволит проводить групповые **учебные занятия** в пределах **локальной сети** компьютерного класса, **системы расширенной реальности** или удаленно через **сеть Интернет**.

## Программирование виртуальных обучающих пространств

### Методология проектирования. «Крестьянство SDK»

Вся **программная часть** проекта практически полностью выполнена на языке **Smalltalk**, на диалекте **Squeak/Open Croquet**. Данный диалект языка соответствует открытой лицензии **Open Source** и содержит в себе самые последние разработки в области **объектно-ориентированного и прототипного подходов в программировании** на сегодня. Squeak является как **виртуальной машиной**, так и **базовым набором классов** языка Smalltalk. **Open Croquet** — это расширение Squeak функциями сетевого взаимодействия на основе **репликации**, протоколом защищенного взаимодействия **объектов языка Е**, набором классов для программирования 3-х мерной графики на основе **OpenGL**. Иногда, Open Croquet называют — **3-х мерной операционной системой**. «Крестьянство» полностью включает в себя **идеологию** и парадигмы программирования доступные в Squeak/Open Croquet. **Виртуальная машина** «Крестьянство SDK» откомпилирована с **поддержкой ввода Русского языка** и соответственно **Unicode символов** с клавиатуры. Таким образом, **исполняемый код** создаваемых виртуальных обучающих **пространств** может быть запрограммирован как на Английском, так и **на Русском языках** (Рис. 33), (Рис. 34).

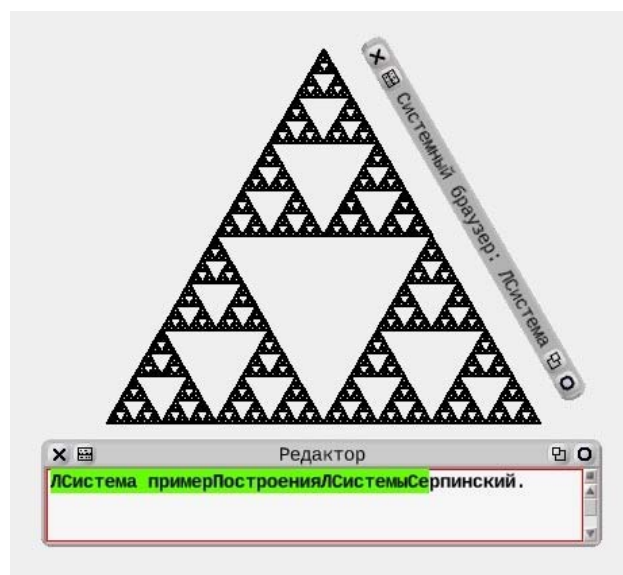


Рис. 33 Программирование на русском в «Крестьянство SDK»

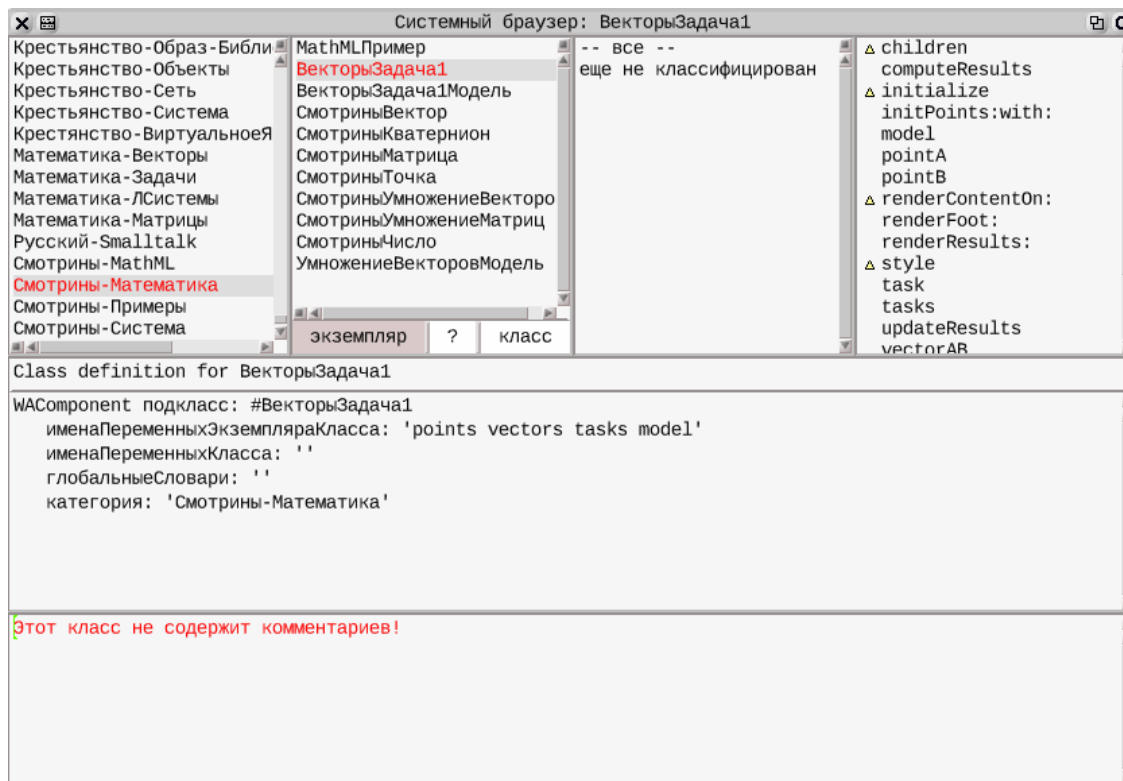


Рис. 34 Системный браузер кода в «Крестьянство SDK»

Все **вычисления** в программе **делятся** на две категории: **индивидуальные** вычисления **виртуального восприятия** и **разделяемые** вычисления **объективного виртуального мира**.

**Важно!** Программируя нужно точно различать, где будут производиться вычисления.

Так как в основе сетевого взаимодействия лежит **репликация**, то все узлы сети в отдельности вычисляют **идентичную копию** виртуального объективного мира. После **полной синхронизации** вычислений, **мир** – можно считать **разделенным** между **узлами сети**. Для этого в сети запускается **маршрутизатор**, цель которого только пропускать через себя **сообщения объективного виртуального мира** от участников сети, **ставить штамп виртуального времени** на сообщениях и **реплицировать** их всем участникам взаимодействия.

Таким образом, **участники** не в праве **изменить состояние виртуального мира** посылаемыми сообщениями, не проходящими через единый маршрутизатор или не

проштампованными **штампом** **виртуального** **времени**. **Визуализация** на видео карте представляет собой **пример индивидуальных вычислений**. В данном случае сообщения не выходят за **пределы** конкретного участника (**не реплицируются**), и именно они определяют **индивидуальный характер** восприятия объективного виртуального мира «**Виртуальным Я**». Так как система строится по **принципам рекурсивного дизайна**, когда самая малая часть системы повторяет всю систему в целом, следовательно, даже если сеть будет состоять только из **одного участника**, **вычисления будут идти** по выше описанному механизму.

Все взаимодействия в виртуальном мире происходят посредством «**Виртуального Я**». Объект «**Портал**» является входом в виртуальный мир для «**Виртуального Я**», таким образом, **участник** может перемещаться в принципиально отличные по характеристикам миры, **сохраняя индивидуальный тип** восприятия.

**Программировать** пространство можно не только пользуясь системным браузером исходного кода, но и с веб-страницы через Интернет (Рис. 35).

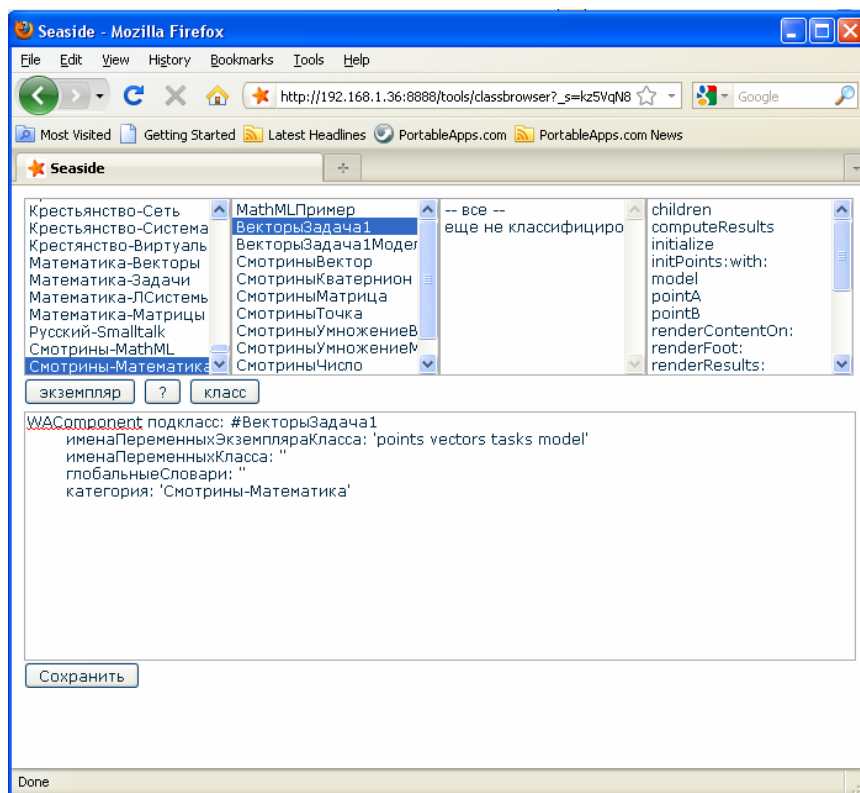


Рис. 35 Системный браузер кода на веб-странице

## Заключение

«Крестьянство SDK» представляет собой **открытое** мульти-платформенное **сетевое мультимедиа** приложение для 3-х мерной операционной системы, **мобильный интернет сервер**, программную поддержку систем **расширенной реальности**. Приложение выполняется на **виртуальной машине** и не требует установки. Базируясь на открытых некоммерческих технологиях виртуальное обучающее пространство дает как преподавателям, так и студентам **неограниченные возможности** для её **совершенствования**.

Язык разметки **математического текста MathML** доступный в **обучающем пространстве**, позволяет **записывать формулы** и выражения не в картинках, а в **исполняемом коде**, который может быть **исполнен** в **математических пакетах** (MathCad, Mathematica, Maple и другие). Формулы и текст из других источников могут быть **интерпретированы** и **исполнены** в нашем обучающем пространстве. Это обеспечивает **интеграцию с международным ресурсом** математических знаний, находящемся в онлайн режиме <http://www.wolframalpha.com>

Учитель, режиссер, **специалист предметной области** создавая **виртуальные пространства**, сможет порождать, по новому **формировать содержание предмета в реальном времени**. Пространства будут являться полноценными **лабораториями** для проведения естественнонаучных и педагогических **экспериментов**.

## Ресурсы в сети

**Главный сайт:**

<http://www.krestianstvo.ru>

**Онлайн версия пространства:**

<http://www.krestianstvo.ru:8888>

**Вопросы и пожелания:**

<http://groups.google.com/group/krestianstvo>

**Ресурсы разработчикам:**

<http://krestianstvo.ru/ru/developer/>