

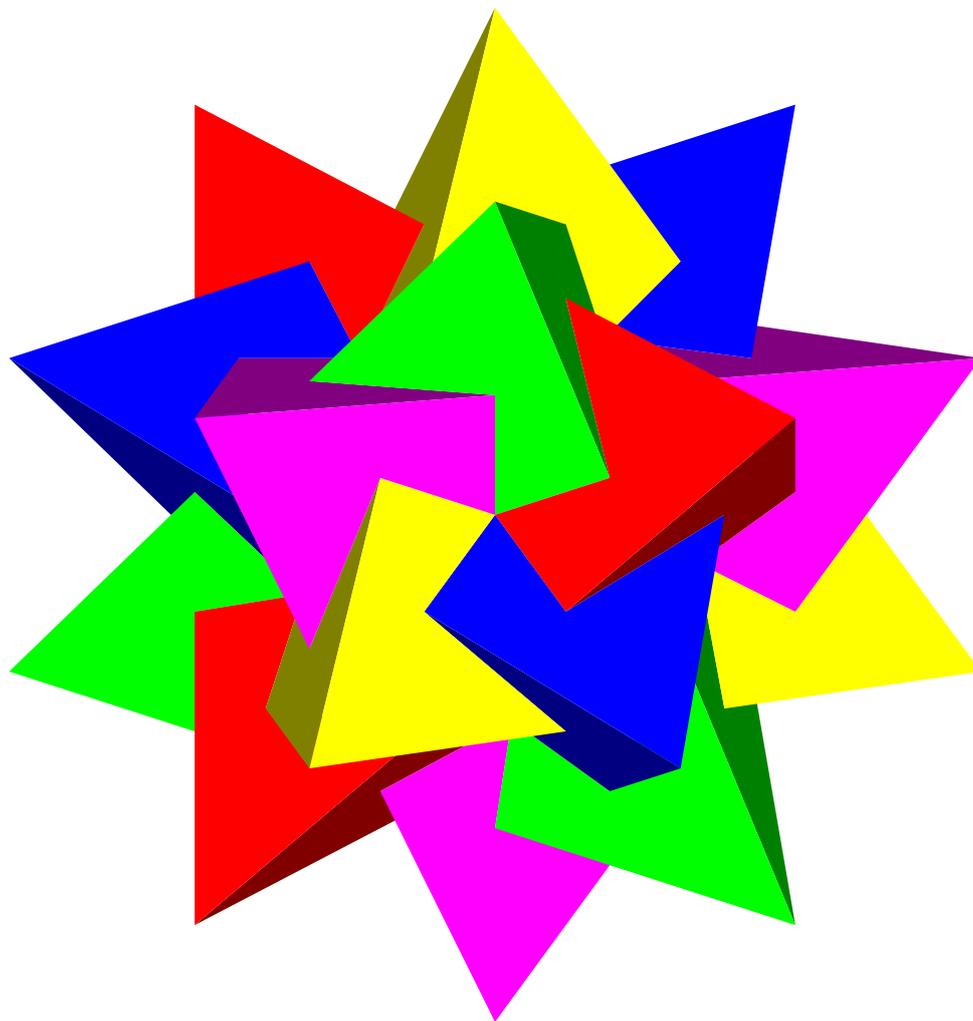
# Руководство пользователя GeomSpace

Александр Попа и Команда

email:[alpopa@gmail.com](mailto:alpopa@gmail.com)

<http://sourceforge.net/projects/geospace/>

выпуск 0.13



# 1 Почему GeomSpace?

GeomSpace это программа интерактивной геометрии для Евклидового и неевклидовых пространств. Она уникальна по ряду причин:

- Вы чувствуете себя в пространстве, а не в модели пространства;
- Нет ограничения на размерность пространства;
- Оптимально оперирует в пространствах: Евклидовом, Римана, Лобачевского, Галилея (включая искривлённых), Минковского (включая искривлённых) и в других *однородных пространствах*. Дело в том что GeomSpace использует те же алгоритмы для них всех;
- Использует преимущества аппаратного ускорения OpenGL не только при Евклидовых движениях, а при всех возможных движениях.

Кроме того, преимущества GeomSpace перед подобными программами интерактивной геометрии включают:

- Малый размер;
- Лёгкие и/или стандартные библиотеки зависимостей (*FLTK*);
- Действительно кросс-платформенная (компилируется без изменений в исходном коде на Linux, Windows, OS X, FreeBSD и Solaris, включая 32 и 64 разрядные версии).

Вот список всех поддерживаемых платформ с некоторыми рекомендациями:

**linux64** подготовлена для современных Linux систем установленных как **amd64**. Она должна работать в большинстве дистрибутивов.

**linux32** подготовлена либо для более старых компьютеров с Linux, либо для Linux установленного как **i386**. Во многих случаях эта версия будет работать также под Linux **amd64** (если установлена поддержка 32 разрядных библиотек и графического драйвера).

**windows64** приготовлена с поддержкой .NET и рекомендована для Windows Vista, Windows 7 и более новых.

**windows32** оптимизирована для Windows XP, но работает также в Windows Vista и далее.

**osx** приготовлена с поддержкой 32 и 64 разрядных версий OS X. Она должна работать в Mac OS X Leopard и выше.

**freebsd64** собрана для FreeBSD установленной как **amd64** на современных компьютерах. Она должна работать также в других системах основанных на FreeBSD, например PC-BSD.

**freebsd32** собрана либо для более старых компьютеров, либо для FreeBSD установленного как **i386**.

**solaris**. Благодаря архитектуре Solaris, нет разных версий GeomSpace собранных для 32 и 64 разрядных систем. Одна «универсальная» программа работает в Oracle Solaris 10 и выше, OpenSolaris, OpenIndiana и других системах основанных на Solaris.

Приятного использования GeomSpace!

## 2 Системные требования и ограничения

GeomSpace нуждается в аппаратно ускоренном графическом оборудовании. Большинство современных компьютеров имеют такое оборудование. GeomSpace также работает при программно ускоренной трёхмерной графике, но это поведёт к большому снижению производительности.

На всех поддерживаемых платформах GeomSpace должна работать «из коробки». Приложение действительно лёгкое, оно потребляет менее 20 мегабайт памяти при наибольшей нагрузке (и аппаратно ускоренном графическом оборудовании).

Версия для OS X запускается локализованной только из терминала. Для этого запустите сначала Terminal.app и наберите в нём:

`open /путь/к/GeomSpace.app`

(поменяйте «/путь/к» на настоящий путь по которому находится GeomSpace).

Версия для Windows должна работать из коробки в большинстве случаев. Для лучшего использования держите программу вместе с документацией и файлами локализации в папках содержащих только ASCII символы (включая полный путь). Стандартное место «C:\Program Files\GeomSpace» подходит. Это ограничение не относится к открыванию и сохранению моделей.

### 3 Установка и удаление

GeomSpace пока не имеет программы установки. Свежескачанная и распакованная программа будет правильно работать из папки куда она распакована. Если вы хотите «установить» её вручную, используйте следующие пути (вам могут потребоваться права администратора):

**Linux/FreeBSD/Solaris/UNIX.** Вам наверно знакомо понятие “<prefix>” пути. Это может быть /usr, /usr/local, /opt, /local и т.д. Скопируйте GeomSpace в <prefix>/bin, папки *i18n*, *doc* и *models* в <prefix> /share/GeomSpace (разумеется, можно хранить модели где вам больше нравится).

**Windows.** Скопируйте GeomSpace.exe вместе с папками *i18n* и *doc* в C: \Program Files\GeomSpace. Можно хранить *models* где хотите, но держать её рядом с программой — хорошая идея.

**OS X.** Создайте папку /Programs/GeomSpace и скопируйте сюда *GeomSpace.app* с папками *doc* и *models* (чувствуйте себя свободным держать модели в другом месте).

В завершение установки, добавьт ярылок GeomSpace в меню, на рабочем столе или на панели задач, пользуясь механизмом вашей системы. Также зарегистрируйте формат файлов .gmsp и .gms. Щёлкните правой кнопкой мыши на один .gmsp файл, выберите в контекстовом меню *Открывать в программе* и укажите на GeomSpace как программу которая понимает этот формат. Повторите эти действия для .gms файла.

Чтобы удалить GeomSpace вручную сотрите все файлы относящиеся к ней. Заметьте, что GeomSpace создаёт файл ресурса: в Windows Vista и выше — %LOCALAPPDATA%\geomspace\geomspace.rc, в Windows XP — %APPDATA%\geomspace\geomspace.rc и /geomspace/geomspace.rc во всех остальных системах для каждого пользователя. Вам наверное захочется удалить также и эти папки/файлы.

### 4 Использование GeomSpace

GeomSpace можно запустить несколькими способами:

- Щёлкнув мышкой по программе GeomSpace. GeomSpace запускается без пространства.
- Щёлкнув мышкой по модели **.gmsp** или **.gms** (в первый раз вам нужно подсказать операционной системе ассоциацию моделей с программой читающей их). GeomSpace запускается открыв соответствующую модель. Вы можете выбрать несколько моделей и открыть все их в GeomSpace. Каждая модель откроется в отдельном окне (в OS X все модели откроются одна за другой в одном окне).
- Из командной строки. В этом случае вы можете указать любое число моделей **.gmsp** и **.gms**. В OS X необходимо открыть приложение Terminal и набрать:

```
/путь/до/GeomSpace.app/Contents/MacOS/GeomSpace <model1>.gmsp  
<model2>.gms ...
```

Здесь же можно передать FLTK аргументы (положение, геометрия или цвет окна). В юникс подобных системах можно запустить разные экземпляры GeomSpace на разных языках установив между запусками переменную окружения LANG.

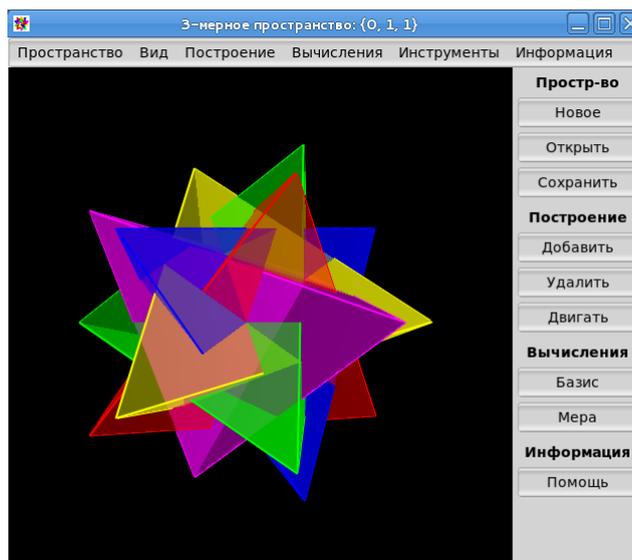


Рис. 1: Главное окно GeomSpace

В главном окне (Рис. 1) в качестве заголовка указана спецификация пространства (а не название модели) или сообщение об отсутствии пространства. Вверху окна находится меню содержащее все функции. Правая часть содержит панель инструментов на которую вынесены главные функции. При выборе какой-нибудь функции появляется соответствующий диалог. Левая часть окна содержит геометрические построения и предназначена для взаимодействия с пользователем при помощи клавиатуры и мыши. Можно взаимодействовать с геометрическими фигурами при открытом диалоге. Иногда это очень полезно.

Используя GeomSpace вы можете:

- Создавать пространства по спецификации,
- Строить геометрические модели в пространстве,
- Рассматривать построенные модели из разных положений двигаясь в пространстве с помощью мыши и клавиатуры,
- Редактировать построенные модель добавляя, удаляя или перемещая их части,
- Рассчитывать различные величины в модели и получать результат — находить координаты, базисные векторы, расстояние, и углы.
- Обмениваться созданными моделями в файлах `.gmsp` или `.gms`.

## 5 Начало работы

Наилучший способ привыкнуть к GeomSpace это открыть существующую модель. GeomSpace читает файлы `.gmsp` и `.gms`, описывающие пространство вместе с геометрической моделью в нём. Файлы не сохраняют положение и ориентацию камеры, потому что они не являются свойствами пространства или модели. Вы можете найти несколько моделей на сайте проекта. Вы можете настроить вашу систему открывать их с помощью GeomSpace щёлкнув правой кнопкой мыши по файлу `.gmsp`, выбрав *Открывать в программе* и указав GeomSpace в качестве программы открывающей их. Повторите эту операцию для файлов `.gms`.

Вы можете открывать и сохранять модели нажав на кнопки *Открыть* и *Сохранить* из группы *Пространство*. Появляется файловый менеджер позволяющий выбрать модель.

**Используемая проекция.** Для размерностей 1 и 2 проекция не используется. В этих случаях ось  $Ox_1$  направлена слева направо и  $Ox_2$  — снизу вверх. Для размерности 3 перспективная проекция осуществляется графическим оборудованием средствами OpenGL. Пользователь всегда

помещён в центре модели. Ось  $OX_3$  направлена к камере<sup>1</sup>. Для размерностей больше чем 3, сначала (программно) осуществляется параллельная проекция на 3-мерную плоскость  $X_1X_2X_3$  а затем перспективная проекция осуществляется с помощью OpenGL. Оси  $OX_n, n \geq 3$  не имеют графического представления.

**Взаимодействие с пользователем.** Открыв модель вы можете управлять положением и ориентацией камеры по отношению к пространству следующим образом:

- Нажмите клавиши  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\ominus$  и  $\oplus$  чтобы перемещаться в пространстве (для 2-мерных пространств последние две клавиши вращают пространство вокруг центра).
- Двигайте мышью удерживая левую кнопку чтобы двигать пространство по отношению к вам, удерживайте правую кнопку чтобы вращать пространство вокруг вас. Вы можете менять ролями кнопки мыши, удерживая клавишу  $\text{Ctrl}$  (или  $\text{Cmd}$  в OS X).
- Держите  $\text{Shift}$  и двигайте мышью удерживая левую кнопку чтобы двигаться в пространстве, удерживайте правую кнопку чтобы вращаться в пространстве. Снова,  $\text{Ctrl}$  /  $\text{Cmd}$  меняет ролями кнопки мыши.
- Вращайте колесо мыши чтобы двигаться вперёд или назад (при размерности выше чем 2) или вращать пространство вокруг центра (для 2-мерного случая).
- Нажмите клавишу  $\text{P}$  чтобы показать матрицу ориентации камеры,  $\text{O}$  чтобы показать статус-матрицу камеры («ортогональность» ориентации) и  $\text{R}$  чтобы сбросить ориентацию к исходной.
- Нажмите клавишу  $\text{N}$  чтобы показать / убрать неиспользованные точки и имена точек.
- Нажмите клавиши  $\text{H}$  или  $\text{F1}$  чтобы открыть Руководство Пользователя.

При желании рассмотреть модель с разных сторон необходимо произвести несколько передвижений и вращений в противоположных направлениях как если бы вы обходили модель. Для этого удерживайте левую кнопку мыши и двигайте мышью в одном направлении, затем удерживайте правую кнопку мыши и двигайте мышью в противоположном направлении. Повторите несколько раз.

## 6 Построение пространства

Вы можете построить новое пространство выбрав его спецификацию и цвет. Нажав кнопку *Новое* из группы *Пространство* появится Диалог Пространства (Рис. 2). Диалог Пространства позволяет выбрать размерность и, после нажатия на кнопку *Изменить*, спецификацию пространства как набор характеристик  $k_1, k_2, \dots, k_n$ , где

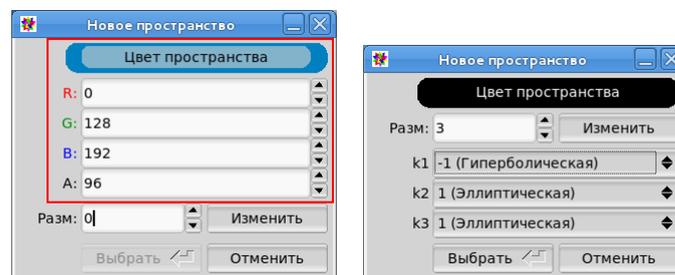


Рис. 2: Диалог Пространства

- $k_1$  — характеристика расстояний,
- $k_2$  — характеристика плоских углов,

<sup>1</sup>Это будет изменено в будущем.

- $k_3$  — характеристика двугранных углов между 2–мерными плоскостями,
- ...,
- $k_n$  — характеристика двугранных углов между  $(n - 1)$ –мерными плоскостями.

Каждая характеристика может иметь одно из следующих значений:

- 1 — эллиптическая характеристика,
- 0 — параболическая характеристика и
- -1 — гиперболическая характеристика.

Если вы работаете в Евклидовом, эллиптическом или гиперболическом (Лобачевского) пространствах размерности  $n$ , выберите одну из следующих спецификаций  $\{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ :

$\{0, 1, \dots, 1\}$  — для Евклидова пространства,

$\{1, 1, \dots, 1\}$  — для эллиптического пространства и

$\{-1, 1, \dots, 1\}$  — для гиперболического пространства.

Если вы планируете работать в другом пространстве используйте алгоритм представленный на Рис. 3 чтобы определить спецификацию. За дополнительной информацией о том что такое спецификация пространства и как её отыскать обращайтесь к теории на которой основана GeomSpace: «**Единая теория геометрических пространств**» (написанная в научно-популярном стиле) или «**Аналитическая геометрия однородных пространств**» (написанная в строгом математическом стиле), обе доступны на сайте проекта.

В Диалоге Пространства значения спецификации по умолчанию берутся из предыдущего пространства (или размерность 0 без спецификации если ещё не было пространства). Таким образом, вы можете очистить пространство просто нажав кнопку *Новое* и приняв значения по умолчанию.

**Выбор цвета.** Кроме размерности и спецификации пространства вы можете выбрать цвет фона пространства. Диалог Пространства и некоторые другие диалоги включают простой виджет для выбора цвета, представленный на Рис. 2 слева, ограниченный красным цветом.

Этот виджет работает как переключатель. По его нажатию появляются или исчезают 4 спиннера. Вы можете выбрать  $R$  (красную),  $G$  (зелёную),  $B$  (синюю) и  $A$  (альфа, прозрачность) компоненту цвета в диапазоне 0 ... 255. По мере изменения компоненты цвета кнопка выбора цвета меняет цвет отражая текущий выбор цвета. Центральная часть кнопки показывает цвет с прозрачностью в то время как внешняя часть показывает цвет без прозрачности чтобы можно было заметить прозрачность через контраст.

## 7 Геометрические построения

Когда пространство выбрано, вы можете строить в нём фигуры. По нажатию кнопки *Добавить* из группы *Построение* появляется Диалог Построения (Рис. 4). У этого диалога две страницы: *Точки* — для построения точек по координатам, — и *Грани* — для построения граней указав их вершины.

Построение точки легко достигается выбором её координат с помощью виджета выбора линеалов (представленного на Рис. 4, сверху ограниченный зелёным цветом) и нажатием на кнопку *Построить точку* (смотри далее как пользоваться виджетом выбора линеалов). Каждая точка получает уникальное имя состоящее из заглавных латинских букв и цифр начиная с **A0**. Имя каждой следующей точки получается из имени предыдущего оставляя его буквенную часть неизменной и добавляя 1 к его численной части. Таким образом после **A0** следуют **A1**, **A2** и т.д. Если нажать на кнопку *Новая группа*, следующее имя будет составлено из следующей буквы и цифры **0**. В этом случае после имени **A2** следует **B0** (после группы **Z** следует **AA**, **AB** и т.д.). С выбором нового пространства имена точек снова начинаются с **A0**.

Точки и их имена видны в пространстве только когда открыт какой-нибудь диалог. С его закрытием точки и имена становятся невидимыми. Вы можете менять видимость вручную нажав на клавишу .

Точки не являются геометрическими построениями пространства и поэтому обычно не видны (когда все диалоги закрыты). Для того чтобы построить геометрическую точку текущего цвета, нужно построить одноточечную грань. Такая грань автоматически строится вместе с точкой если установлен флажок *Вместе с гранью*.

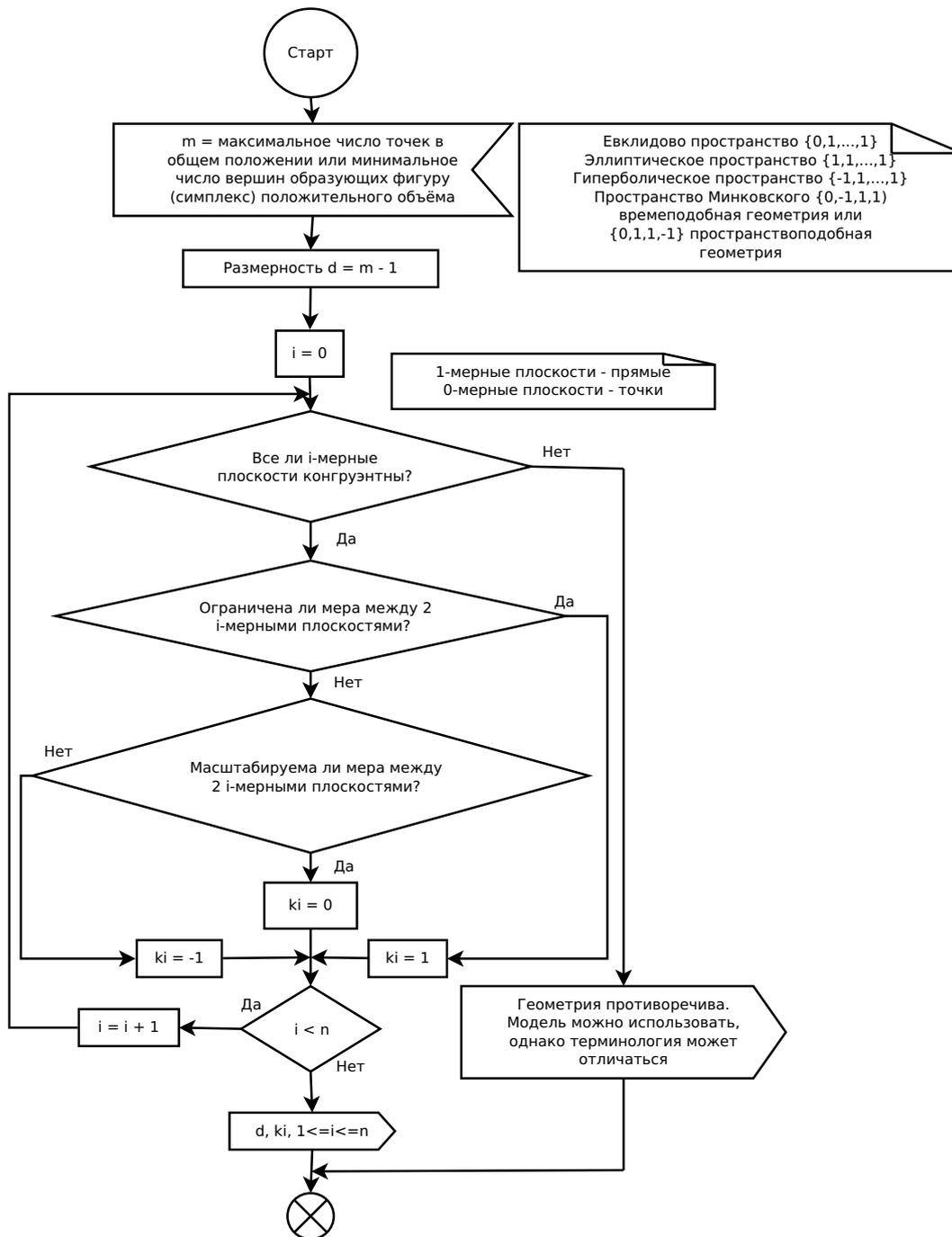


Рис. 3: Алгоритм для определения спецификации пространства

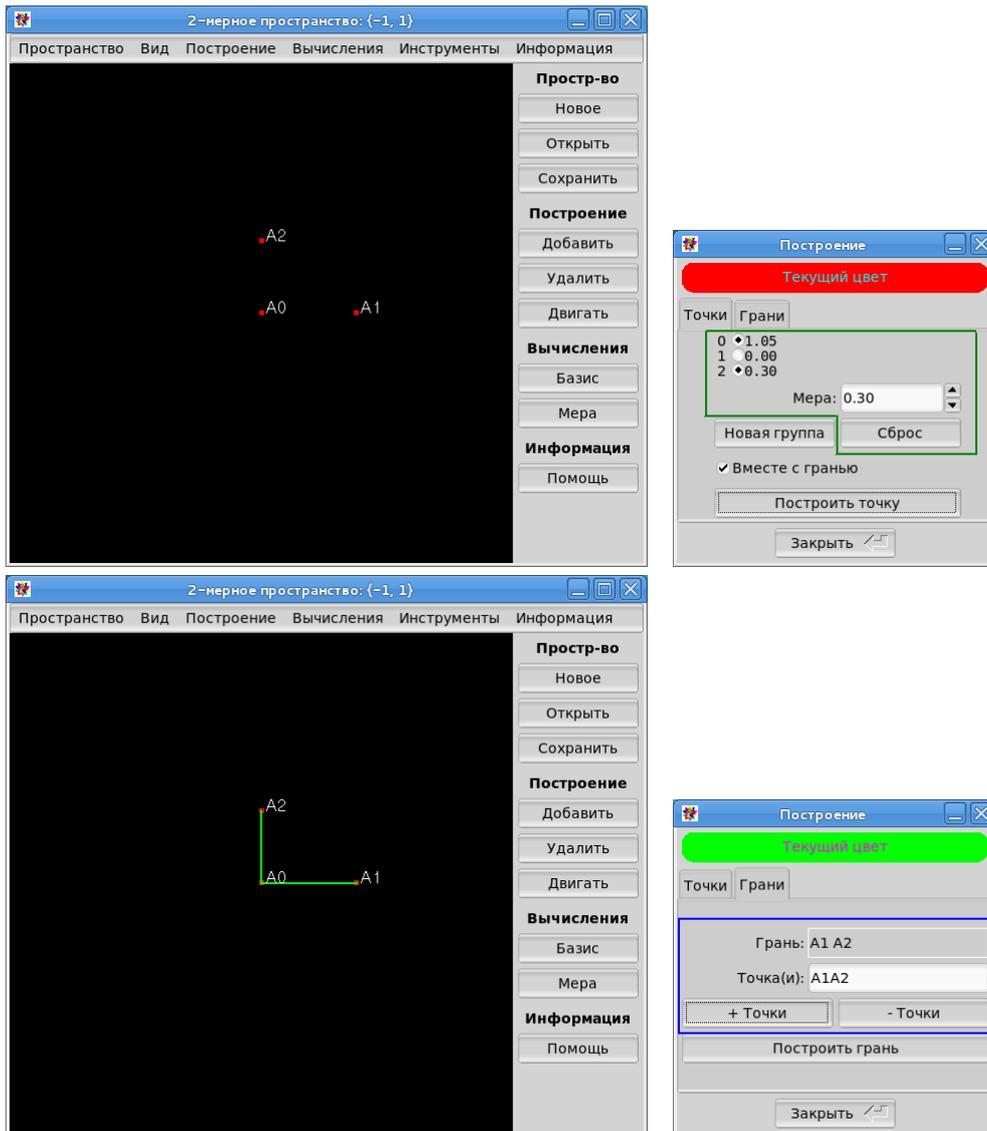


Рис. 4: Построения точек (сверху) и граней (снизу)

Большинство граней строятся на странице *Грани* с помощью виджета построения (показанного на Рис. 4, снизу взятый в синюю рамку; смотри ниже как им пользоваться). Когда вы уверены что имя грани правильно показанное в рамке *Грань*., вы можете построить грань текущего цвета нажав кнопку *Построить грань*.

**Построение точек с помощью виджета выбора линеала.** Виджет выбора линеала позволяет выбирать нормализованные координаты точек (столбец) равно как и обобщённые ортогональные матрицы движений (квадратные) и ортонормальные базисы линеалов (прямоугольные матрицы) используя однородные координаты.

В случае точек, начало координат —  $(1 : 0 : \dots : 0)$ . Для того чтобы изменить показанные координаты или матрицу необходимо выбрать *две* строки. Тогда спиннер *Мера* становится активным и вы можете изменить его значение. При выборе 0-й и  $i$ -й строки мера означает расстояние переноса вдоль оси  $OX_i$ . Если выбрать  $i$ -ю и  $j$ -ю строки, мера означает угол поворота в плоскости  $X_iOX_j$  вокруг центра от меньшего до большего координатного индекса.

Вы можете менять значения меры вручную, но в этом случае матрица не будет отрисовываться автоматически. Чтобы заставить её обновиться вы можете поставить или убрать некоторый флажок или щёлкнуть по заглавию страницы *Точки*. Кнопка *Сброс* сбрасывает координаты матрицы до исходного значения.

**Построение граней с помощью виджета построения.** Виджет построения позволяет вам выбрать имя грани из существующих точек. В текстовом окне *Точка(u)*: указывается имя точки или имена точек составляющих грань. Порядок точек не важен. Вы можете писать их вместе или отдельно (или отделять имена точек любым символом отличным от заглавной латинской буквы и цифры). После нажатия кнопки *+ Точки* все существующие точки в правильном порядке попадают в рамку *Грань*: чтобы вы могли видеть имя грани до её использования. Если вы хотите удалить некоторую точку (некоторые точки) из имени грани, вы можете написать её имя (их имена) в текстовом окне *Точка(u)*: и нажать кнопку *- Точки*.

Грань может быть построена на точках, число которых не превышает размерность пространства и максимум 3. Если текстовое окно *Точка(u)*: содержит число точек более допустимого, только первые из них (в указанном порядке) будут добавлены.

## 8 Удаление граней

Вы можете удалять существующие грани с помощью Диалога Удаления (Рис. 5), который открывается нажатием на кнопку *Удалить* из группы *Построение*. Вам нужно выбрать грань или набор граней с помощью виджета выбора граней (представленного на Рис. 5, ограниченный коричневой линией; смотри дальше как им пользоваться) и нажать кнопку *Удалить выбранное*. Заметьте что процесс удаление граней трудоёмок. Лучше один раз удалить много граней чем удалять их одну за другой. Невозможно удалять точки так как они не являются частью геометрических построений. Если хотите удалить все грани и точки, просто постройте новое пространство нажав кнопку *Новое* из группы *Пространство* и сохраните текущие настройки пространства.

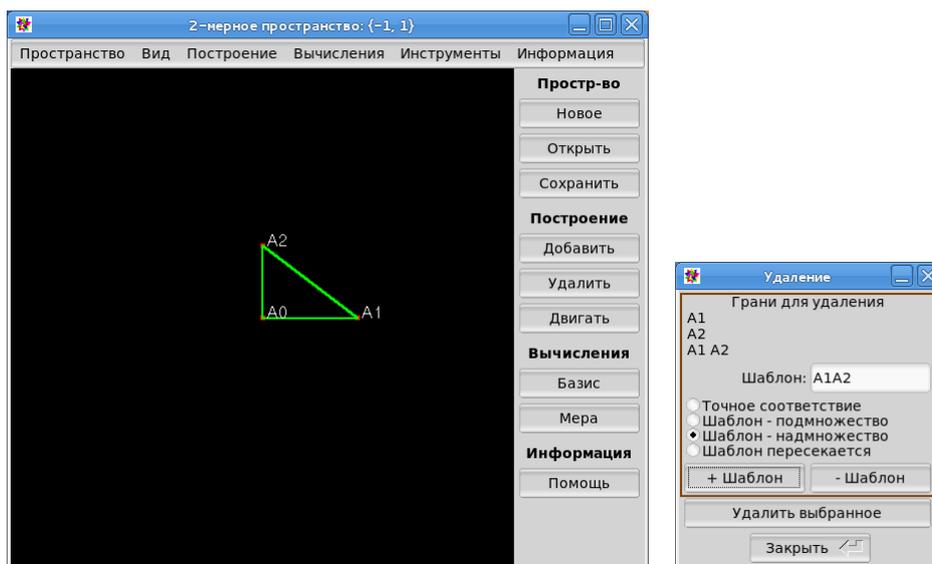


Рис. 5: Удаления граней

**Выбор списка граней.** Вы можете выбрать список существующих граней используя виджет выбора граней. Текстовая рамка *Шаблон*: предназначена для указания шаблонов для имён граней. Такой шаблон состоит из набора имён точек. Их порядок не важен. Вы можете записывать их вместе или разделив их пробелом или любыми другими символами кроме заглавных латинских букв и цифр.

Кнопка *+ Шаблон* добавляет к текущему списку граней (перечисленных в верхней части виджета) все существующие грани которые соответствуют шаблону по выбранному критерию соответствия. Кнопка *- Шаблон* удаляет из текущего списка все грани которые соответствуют шаблону по выбранному (может быть другому) критерию соответствия.

Всего существует 4 критерия соответствия.

**Точное соответствие** применяется только к грани, имя которой идентично (независимо от порядка точек) шаблону.

**Шаблон** — подмножество применяется к граням, имена которых содержат весь шаблон.

**Шаблон** — надмножество применяется к граням, имена которых содержатся в шаблоне.

**Шаблон пересекается** применяется к граням, имена которых содержит по крайней мере одну точку шаблона.

Для того чтобы выбрать все существующие грани выберите критерий соответствия *Шаблон* — *подмножество* и оставьте *Шаблон*: пустым, после чего нажмите кнопку *+ Шаблон*. Если вы хотите очистить список выбранных граней, выберите критерий соответствия *Шаблон* — *подмножество* и оставьте *Шаблон*: пустым, после чего нажмите кнопку *- Шаблон*.

## 9 Преобразования геометрических фигур

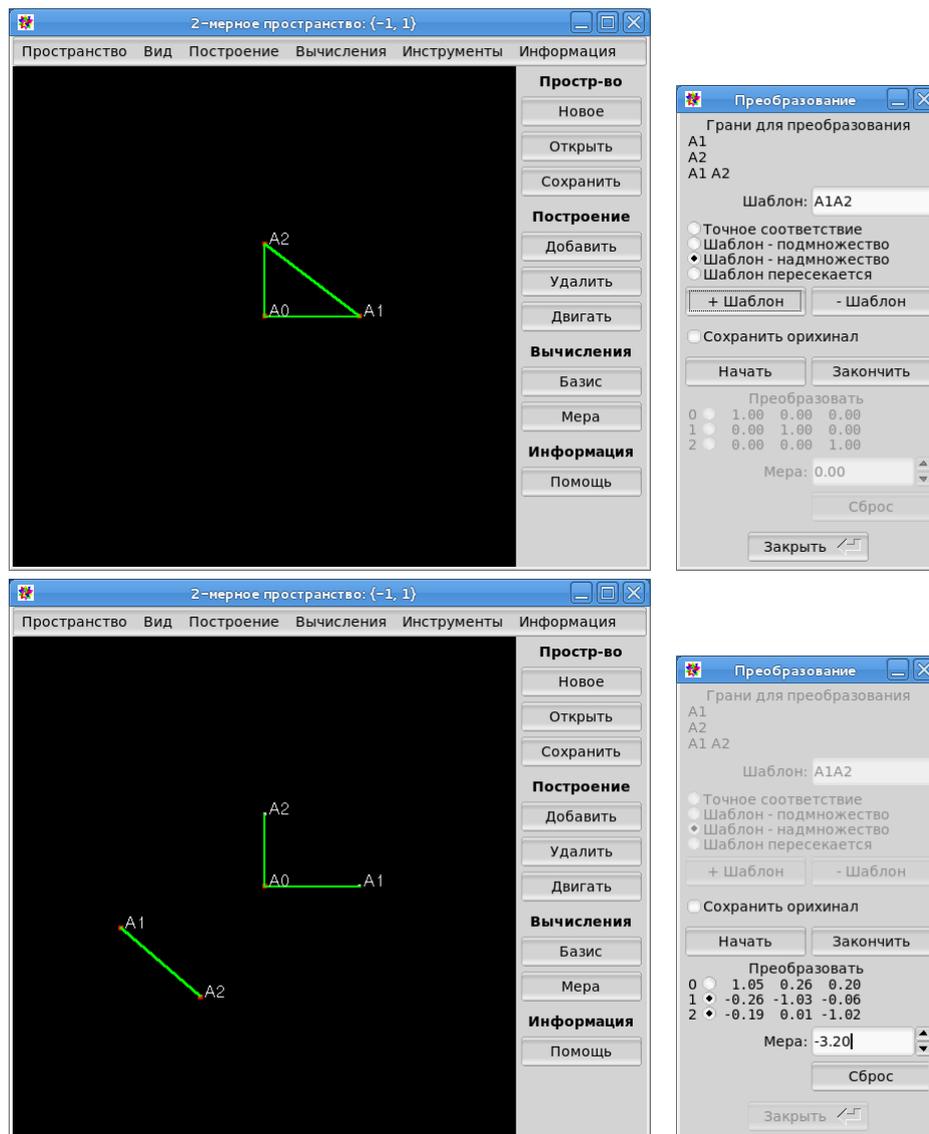


Рис. 6: Движения фигур

Преобразования фигур — не то же самое что движение камеры с помощью мыши и клавиатуры. Движение камеры меняет положение и ориентацию наблюдателя в пространстве (все движения происходят вокруг него) оставляя на месте фигуры. Движения камеры осуществляется в уже спроектированной модели пространства, то есть они ограничены, самое большее, 3-мерными движениями (максимально допустимая размерность OpenGL). С другой стороны, преобразования

сохраняют положение и ориентацию камеры и меняют координаты фигур (все движения происходят вокруг центра). Все возможные движения доступны при преобразовании. Это очень полезно если вы работаете в пространствах размерности больше чем 3. Возможно использовать движение камеры и преобразования фигур одновременно. Однако следует помнить что в то время как движения камеры осуществляются в специализированном графическом оборудовании (GPU + графическая память), преобразование фигур осуществляется в основном оборудовании (CPU + оперативная память). Очень вероятно что преобразования больших фигур менее эффективно чем движение камеры.

Диалог Движения (Рис. 6) позволяет вам копировать или перемещать выбранные геометрические фигуры. Сначала нужно выбрать список фигур, которые вы хотите скопировать / переместить пользуясь виджетом выбора граней (смотри Рис. 6, сверху). Если вы планируете скопировать выбранные фигуры, отметьте флажок *Сохранить оригинал*. Если вы хотите переместить их, оставьте флажок неотмеченным. Когда вы уверены что фигуры выбраны правильно, нажмите кнопку *Начать*. Виджет выбора граней становится неактивным, а виджет выбора линеала становится активным, благодаря чему возможно выбрать движение (Рис. 6, снизу). В то время как матрица движения меняется, текущее движение сразу влияет на выбранные фигуры и вы можете видеть динамику движения.

Пока выбранные фигуры преобразуются, вы можете заметить что исходные точки остаются на своих местах, даже если они не входят ни в одну грань. Те же имена точек входят также в преобразованные фигуры. Таким образом возможно наблюдать за тем как текущее движение меняет их положение даже если вы выбрали переместить фигуру. Если вы хотите снова передвинуть фигуру в исходное положение, нажмите кнопку *Сброс*.

Закончив преобразование, нажмите кнопку *Закончить*. В этот момент список выбранных граней очищается и преобразованные точки получают новые уникальные имена. Кнопка *Заккрыть* Диалога Движения неактивна пока вы не закончите движение. Если вы закроете Диалог Движения (нажав на клавишу **[Esc]** или кнопку **[X]** диалога), преобразование закончится до того как диалог закроется.

Вы можете начать несколько преобразований одновременно. Иногда это очень полезно. Единственное о чём нужно помнить — что Диалог Движения захватывает подвижные геометрические фигуры так что они недоступны для выбора во втором диалоге и т.д.

## 10 Нахождение базиса

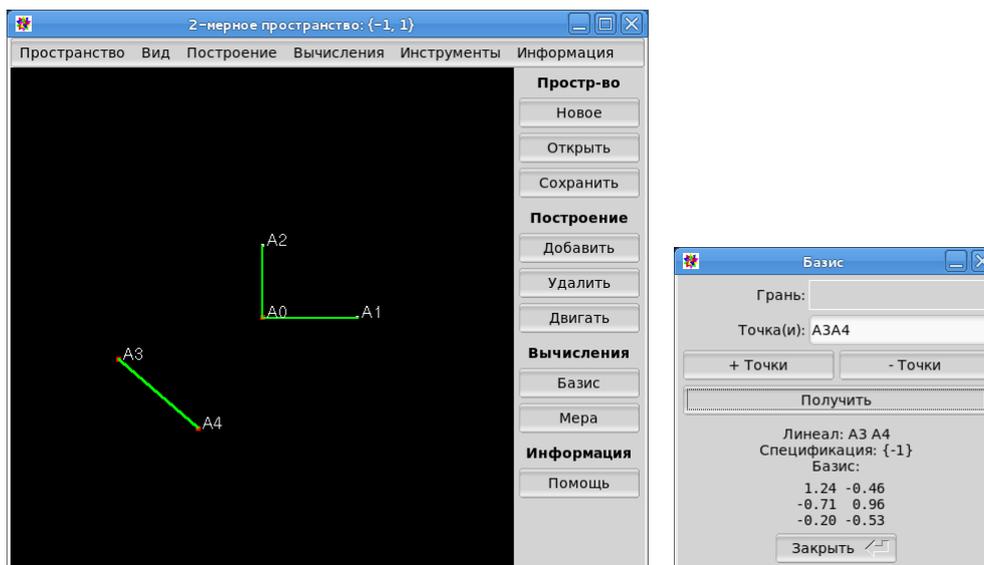


Рис. 7: Нахождение базиса

Вы можете найти однородные координаты некоторой точки или ортонормированный базис некоторого линеала в канонической форме нажав на кнопку *Базис* из группы *Вычисления*. Появляется *Диалог Базиса* (Рис. 7). В этом диалоге вы можете выбрать линеал пользуясь виджетом выбора

линеала. Он может быть существующей или новой гранью. После этого нажмите на кнопку *Получить*. Будут показаны имя, спецификация (спецификация пространства определённого линеалом) и ортонормированный базис линеала. Вы можете повторить вычисления для другого линеала. В случае линеала содержащего одну точку, будут показаны её однородные координаты. Её спецификация пуста так как точка представляет собой пространство нулевой размерности.

## 11 Вычисление расстояний и углов

Под измерением мер подразумевается измерение расстояний между двумя точками или точкой и линеалом, равно как и углы между двумя линеалами (если они пересекаются) или расстояния между ними (если они не пересекаются). GeomSpace предлагает необычный Диалог Измерений из-за того факта что у различных пространств конфигурация взаимных расположений линеалов различается. Измерение в GeomSpace даёт только необходимую информацию и всю такую информацию. Она включает *характеристику меры* (показывающую какого рода эта мера) и *значение меры* (прямое и комплементарное). Важно знать и прямое и комплементарное значения так как некоторые из них могут быть бесконечными или неизмеряемыми (за дополнительной информацией обращайтесь к теории на которой основан GeomSpace: «**Единая теория геометрических пространств**» или «**Аналитическая геометрия однородных пространств**», доступные на странице проекта).

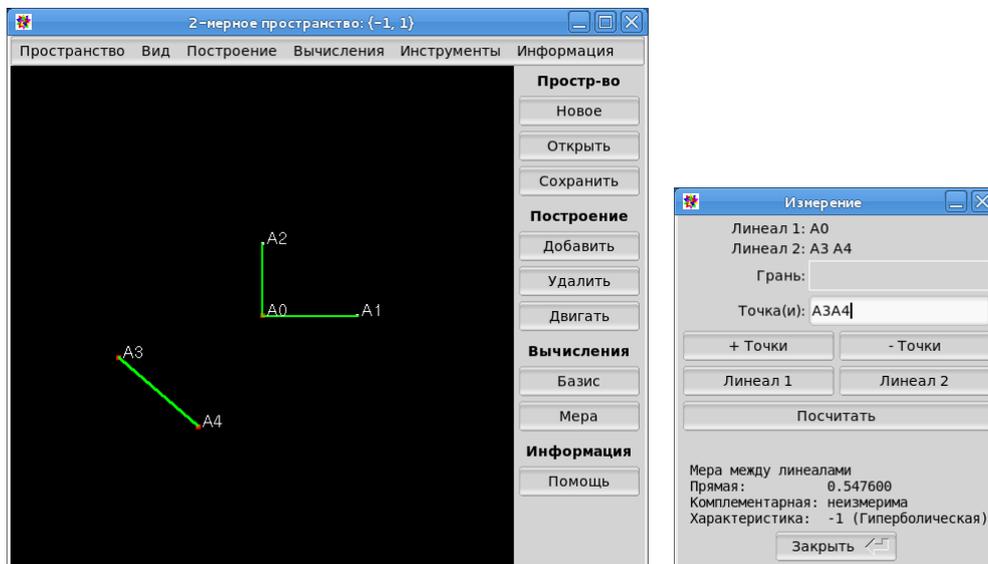


Рис. 8: Измерение мер

Чтобы показать разницу между необходимой и избыточной информацией, возьмём две прямые на Евклидовой плоскости. Если они пересекаются, необходимая информация это угол между ними (мера эллиптической характеристики). Если они параллельны, самая необходимая информация это расстояние между ними (мера параболической характеристики). Если эти две прямые лежат на эллиптической плоскости, нет разницы между расстояниями и углами, так как у всех мер эллиптическая характеристика. Если эти две прямые лежат в гиперболической плоскости, они могут пересекаться (мера эллиптической характеристики), быть параллельными (мера параболической характеристики) или расходящимися (мера гиперболической характеристики). Все эти случаи должным образом определяются измерением в GeomSpace.

Вы можете открыть *Диалог Измерений* (Рис. 8) нажав на кнопку *Мера* из группы *Вычисления*. С помощью виджета построения заполните поля *Линеал 1:* и *Линеал 2:* нажав на кнопки *Линеал 1*, соответственно *Линеал 2*. Они могут быть существующими или новыми гранями. После этого нажмите кнопку *Посчитать* чтобы узнать характеристику и значение меры между линеалами.

## 12 Настройки и сессии

GeomSpace запоминает какие папки вы посетили последний раз при чтении или сохранении моделей. Если программа свежо загружена или должным образом установлена, она сама находит файлы локализации и документации. Если программа их не находит, вы можете настроить папки локализации и документации с помощью Диалога Настроек (доступного из меню *Инструменты* → *Настройки*).

Запомните что если GeomSpace не удалось найти файлы локализации из-за отсутствия информации о папке локализации и вы указываете эту информацию (предполагая что сами файлы вашей локали существуют), вам нужно перезапустить программу чтобы изменения вошли в силу.

Каждый раз перед закрытием GeomSpace сохраняет конфигурацию на диск. Когда GeomSpace запускается, программа читает или создаёт свою конфигурацию.