

# Общие положения теории моделирования

---

Лекция №1

# Моделирование как метод исследования

- Моделирование относится к общенаучным методам познания. Использование моделирования на эмпирическом и теоретическом уровнях исследования по своей сущности приводит к условному делению на материальное (физическое) моделирование, теоретическое (абстрактное) и идеальное моделирование.

материальное моделирование

теоретическое моделирование

идеальное моделирование

---

# Материальное моделирование

## Материальное моделирование

- это моделирование, при котором исследование объекта выполняется с использованием его материального аналога, воспроизводящего основные физические, геометрические, динамические и функциональные характеристики исследуемого объекта.

материальное  
моделирование

- Натурное
- Аналоговое

# Натурное моделирование

## Натурное моделирование

- это моделирование, при котором реальному объекту ставится в соответствие его увеличенный или уменьшенный материальный аналог, допускающий исследование (как правило, в лабораторных условиях) с помощью последующего перенесения свойств изучаемых процессов и явлений с модели на объект на основе теории подобия.

Примерами  
натурных  
физических  
моделей:

модели  
гидротехнических  
сооружений

военные учения

аэродинамическая  
труба

экспериментальный  
макет автомобиля

# Достоинства и недостатки

## Достоинства физического моделирования

- Получение достаточно достоверных результатов, которые необходимы для принятия правильных решений при проектировании, планировании, контроле, управлении, прогнозировании и т.д.

## Недостатки физического моделирования

- Относительно высокая стоимость по сравнению с математическими моделями,
  - Трудность быстрой (оперативной) доработки модели при переходе от одного варианта к другому.
  - Изготовление физической модели занимает много времени, а соответствие измеренных искомых величин на модели оригиналу бывает достаточно грубым, что искажает в некоторой степени изучаемый процесс.
-

# Аналоговое моделирование

## Аналоговое моделирование

- моделирование, основанное на аналогии процессов и явлений, имеющих различную физическую природу, но одинаково описываемых формально (одними и теми же математическими соотношениями, логическими и структурными схемами).
- Аналогия не предполагает тождественности физической природы модели и прототипа, но требует, чтобы модель при некоторых условиях вела себя аналогично поведению оригинала (косвенное подобие). Аналогия основана на возможности моделирования явления (системы, процесса) одной природы явлениями (системами, процессами) совсем другой природы.

## Пример:

- Электромеханическая аналогия: колебания в механических системах можно моделировать колебаниями в электрических цепях. При этом модель (аналог) и оригинал (прототип) описываются одинаковыми математическими соотношениями, дифференциальными уравнениями. На этом сходстве основана теория аналогий и аналоговое моделирование.

# Теоретическое (абстрактное, информационное) моделирование

## Теоретическое моделирование

- моделирование, использующее в качестве моделей знаковые изображения какого-либо вида: схемы, графики, чертежи, иероглифы, наборы символов, включающие в себя и совокупность правил оперирования этими знаковыми образованиями и конструкциями.

### Примерами таких моделей являются:

- коды и сигналы как модели сообщений
- математические формулы как модели процессов и объектов
- рабочие чертежи как модели деталей будущей конструкции
- характеристика личности как модель деятельности и качеств человека
- любой язык человеческого общения (устного или письменного)
- любые алгоритмические языки и языки программирования

# Математическое моделирование

## Математическое моделирование

- это знаковое моделирование, при котором описание объекта осуществляется на языке математики, а исследования модели проводятся с использованием тех или иных математических методов.
- В настоящее время это один из самых результативных и наиболее часто применяемых методов научного познания.



# Преимущества математического моделирования

- экономичность, сбережение ресурсов реальной системы
- возможность моделирования гипотетических, т.е. не реализованных в природе объектов и систем
- возможность реализации режимов, опасных или труднопроизводимых в реальности
- возможность изменения масштаба времени
- универсальность технического и программного обеспечения, наличие пакетов прикладных программ для проведения широкого круга работ
- возможности прогнозирования и выявления общих закономерностей
- возможности сравнительно простого многофакторного анализа.

## Примеры математического моделирования:

- расчет траекторий космических аппаратов
- прогнозирование погодных явлений
- расчет и проектирование машин и устройств любой сложности
- моделирование процессов в экономике
- использование математических моделей в медицине, биологии

# Идеальное моделирование

## Идеальное моделирование

- это моделирование, при котором исследование объекта выполняется с использованием мыслимого аналога, воспроизводящего требуемые характеристики и свойства исследуемого объекта.

Примерами идеальных моделей являются:

- геометрическая точка
- математический маятник
- идеальный газ
- бесконечность

Различают два вида идеального моделирования:

неформализованное  
(интуитивное)

формализованное.

# Неформализованное и формализованное моделирование

- К **неформализованному моделированию** можно отнести построение отображений (образов, моделей) с использованием различных форм мышления: эмоции, интуиции, образного мышления, подсознания, эвристики как совокупности логических приемов и правил отыскания истины. При неформализованном моделировании модель не формулируется, а вместо нее используется некоторое нечеткое мысленное отражение (образ) реальности, служащее основой для рассуждения и принятия решения. Примером неопределенных (интуитивных) представлений об объекте может служить нечеткое описание ситуации, основанное на опыте и на интуиции.
  - К **формализованному моделированию** можно отнести образное моделирование, когда модели строятся из каких либо наглядных элементов (упругие шары, потоки жидкости, траектории движения тел и т.д.). Анализ образных моделей осуществляется мысленно и может быть отнесен к формализованному моделированию в том случае, когда правила взаимодействия образов четко формализованы. Этот вид моделирования используется при мысленном эксперименте.
-

# Компьютерное моделирование

- метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели.
  - Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Компьютерные модели проще и удобнее применять и исследовать в силу их возможности проводить вычислительные эксперименты.
  - Вычислительный эксперимент – это эксперимент, осуществляемый с помощью компьютерной модели, с целью прогноза состояний системы, ее реакций на входные сигналы.
-

## Эволюционное моделирование

- представляет собой направление в математическом моделировании, объединяющем компьютерные и эвристические методы моделирования с эволюционным принципом. Инструментами эволюционного моделирования являются генетические алгоритмы, эволюционные стратегии, эволюционное программирование, а также искусственные нейронные сети, нечеткая логика. При этом эволюционные вычисления можно трактовать как развитие методов теории адаптивных систем.

# Виды моделирования.

Концептуальное моделирование – совокупность уже известных фактов или представлений относительно исследуемого объекта или системы истолковывается с помощью некоторых специальных знаков, символов, операций над ними или помощью естественного или искусственного языков.

Физическое (натурное) моделирование - моделирование при котором модель и моделируемый объект представляют собой реальные объекты или процессы единой или различной физической природы, причем между процессами в объекте-оригинале и в модели выполняются некоторые соотношения подобия, вытекающие из схожести физических явлений.

Структурно-функциональное моделирование – моделирование при котором моделями являются схемы (блок-схемы), графики, чертежи, диаграммы, таблицы, рисунки, дополненные специальными правилами их объединения и преобразования;

Математическое (логико-математическое) моделирование – тип моделирования при котором процесс моделирование, включая построение модели, осуществляется средствами математики и логики.

Имитационное (компьютерное) моделирование – тип моделирования при котором логико-математическая модель исследуемого объекта представляет собой алгоритм функционирования объекта, реализованный в виде программного комплекса для компьютера.

# Подходы к моделированию

Полигональное моделирование

Моделирование на основе неоднородных рациональных B-сплайнов (NURBS)

Моделирование на основе поверхностей Безье (Editable patch)

Моделирование с использованием встроенных библиотек стандартных параметрических объектов (примитивов) и модификаторов

моделирование на основе сплайнов (Spline)

# Моделирование с использованием библиотек стандартных параметрических объектов

- С помощью примитивов и модификаторов мы можем вызвать любое изменение свойств тела: изгибать, менять текстуру или физические свойства объекта.





**Параметрические объекты (parametric objects) – объекты описываемые математическими функциями и настраиваемые с помощью значений параметров.**

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ  
(GEOMETRY)**

- Стандартные примитивы
- Улучшенные примитивы
- Составные объекты

**ФОРМЫ  
(SHAPES)**

- Сплайны
- Улучшенные сплайны

**ИСТОЧНИКИ СВЕТА  
(LIGHTS)**

- Стандартные
- Фотометрические

**СЪЕМОЧНЫЕ КАМЕРЫ  
(CAMERAS)**

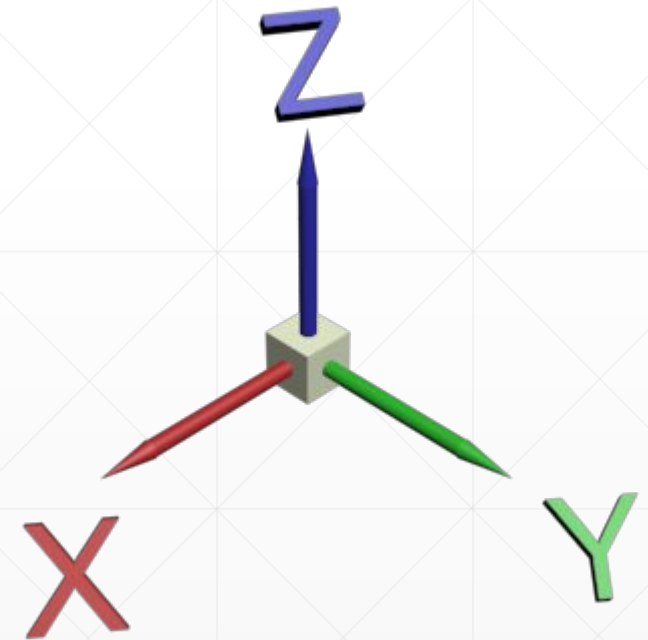
**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ  
(HELPERS)**

- Стандартные
- Reactor

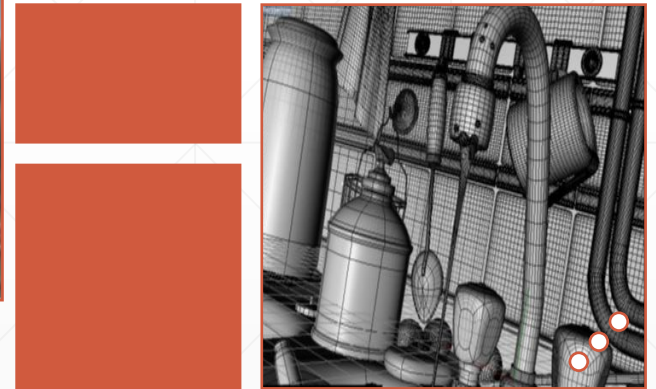
**СИСТЕМЫ  
(SYSTEMS)**

# Виртуальное пространство

- **Виртуальное пространство** - некая математическая модель, набор параметров и значений, представленных в форме, понятной как пользователю, так и компьютеру.
- X ширина
- Y глубина
- Z высота



# Сцена



- Сцена — это совокупность объектов в виртуальном пространстве, а также сведения об их параметрах, характеристиках и позиции

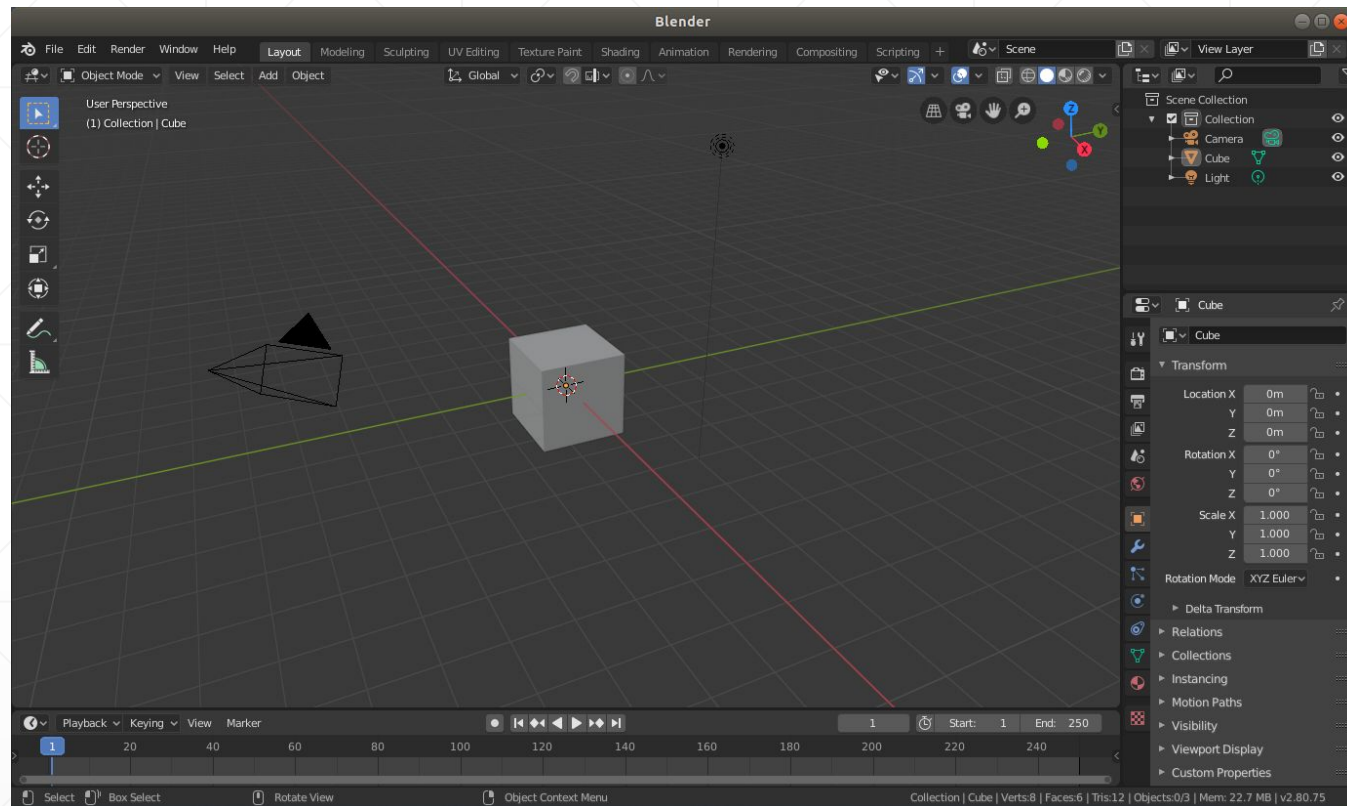
# Объект

## Видимые объекты

- Элементы геометрии
- Формы

## Вспомогательные

- Камеры
- Источники света
- Вспомогательные объекты

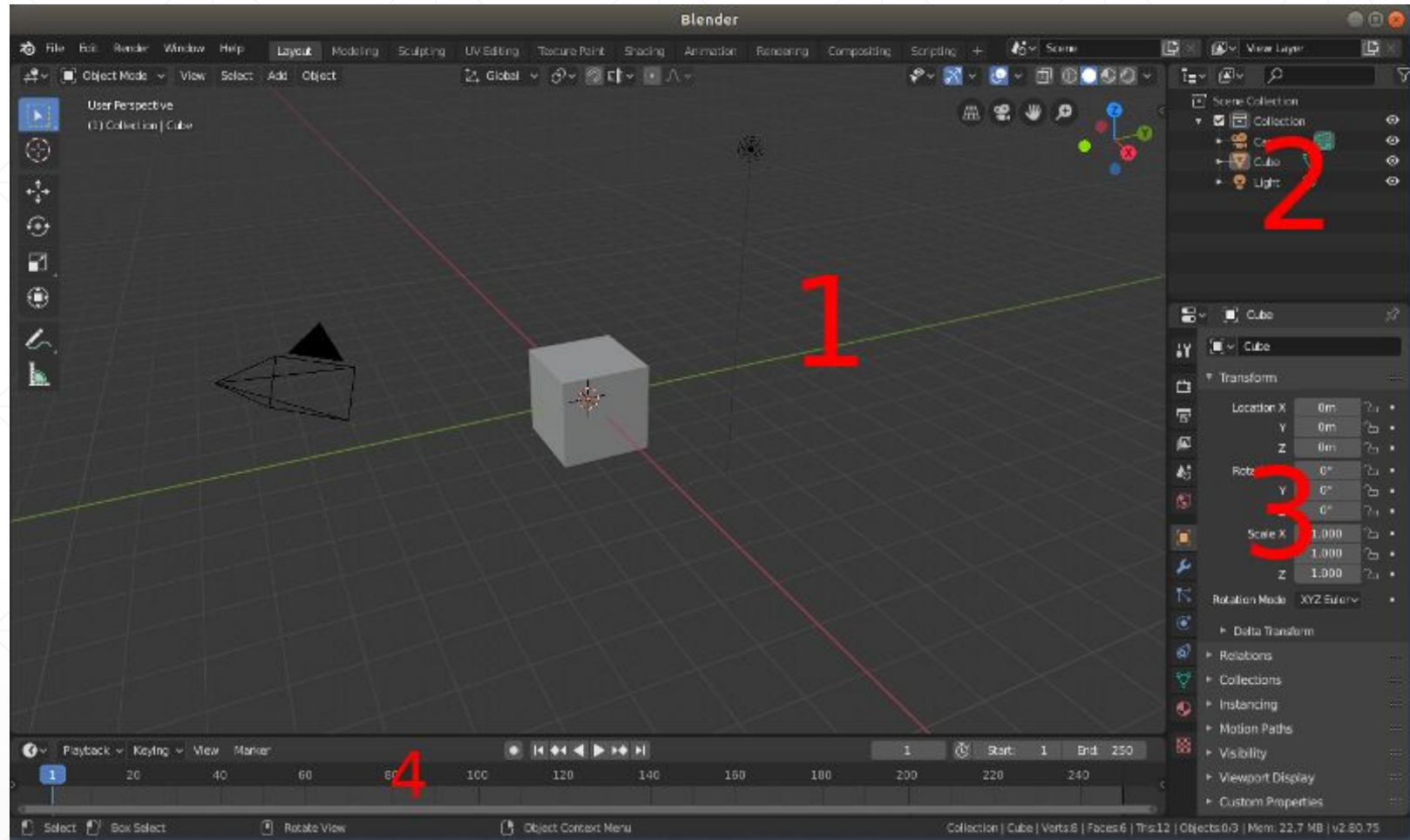


# Интерфейс Blender

---

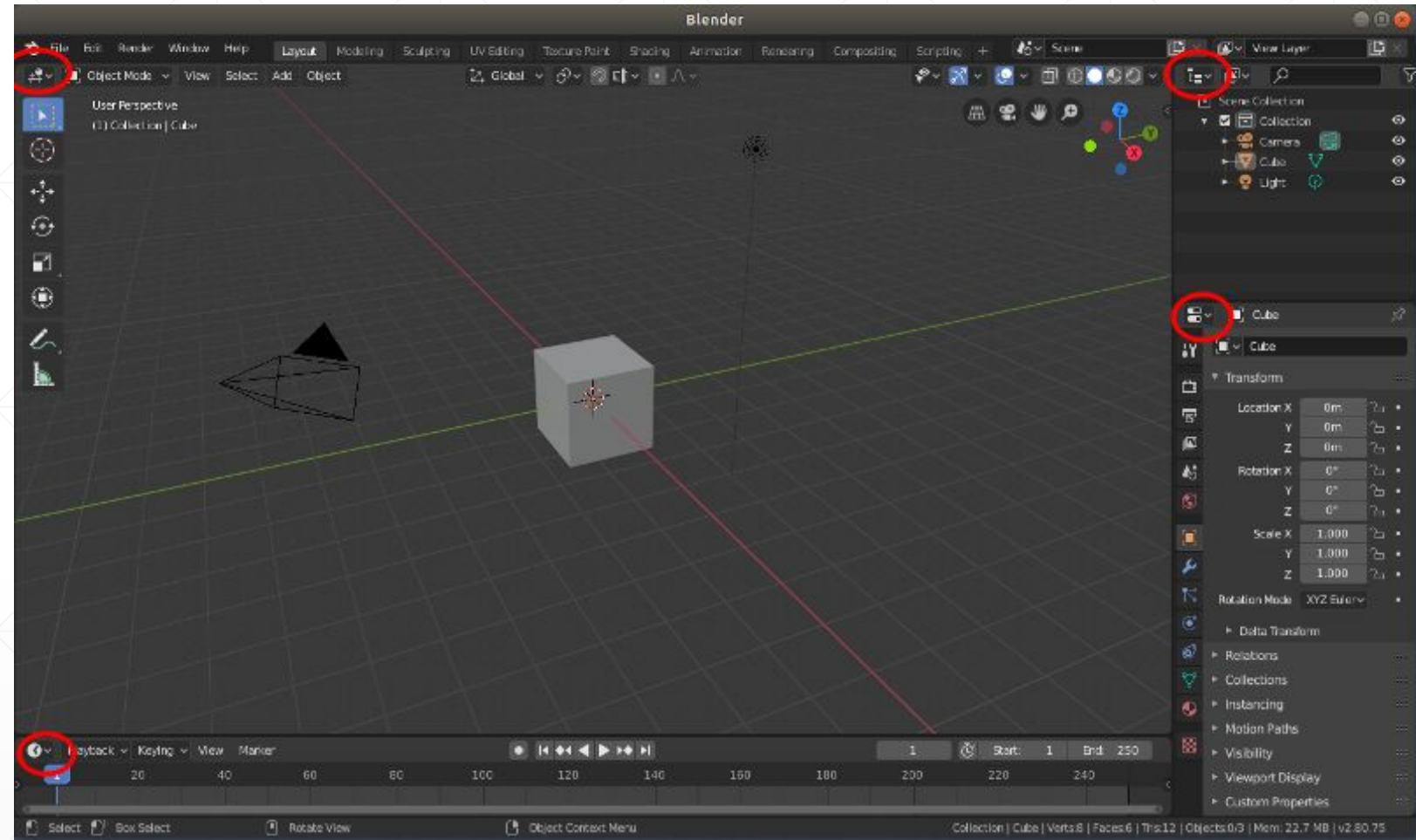


- Вверху находится верхняя панель, на которой размещены иконка, меню приложения (начинается с File), вкладки для переключения на разную разметку рабочих областей (начинается с Layout), выпадающие меню для выбора сцен и слоев (Scene, View Layer).
- В самом низу окна находится строка состояния, она предназначена для информирования о текущих состояниях и настройках.
- Все остальное место окна приложения разделено на 4 области – areas. Их количество и размер можно менять.

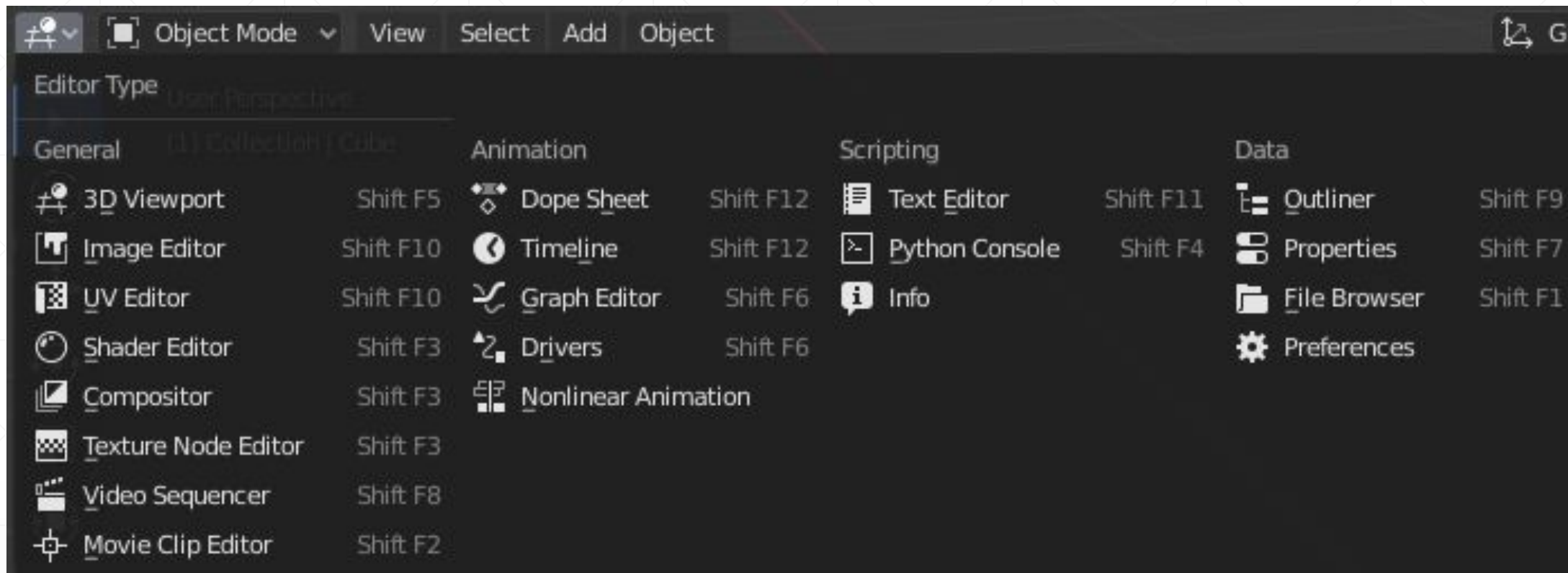


Цифрами обозначены разные области.

- Каждая область включает один редактор (editor). Редакторы в области можно менять.
- В заголовке каждого редактора с левой стороны есть кнопка, при клике на которую появляется один и тот же выпадающий список с имеющимися в Blender редакторами.



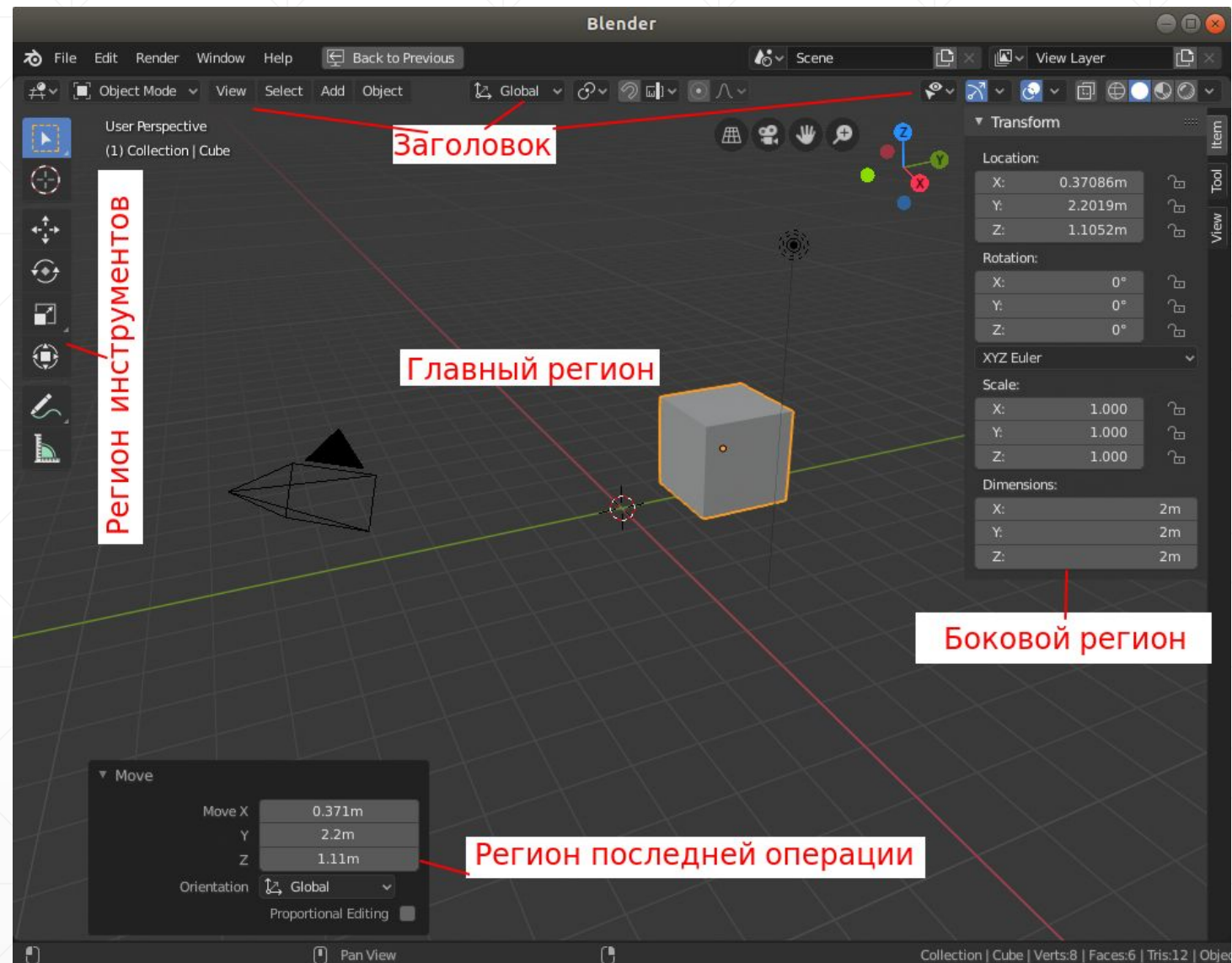
На скриншоте красными эллипсами показано, где находится переключатель редактора



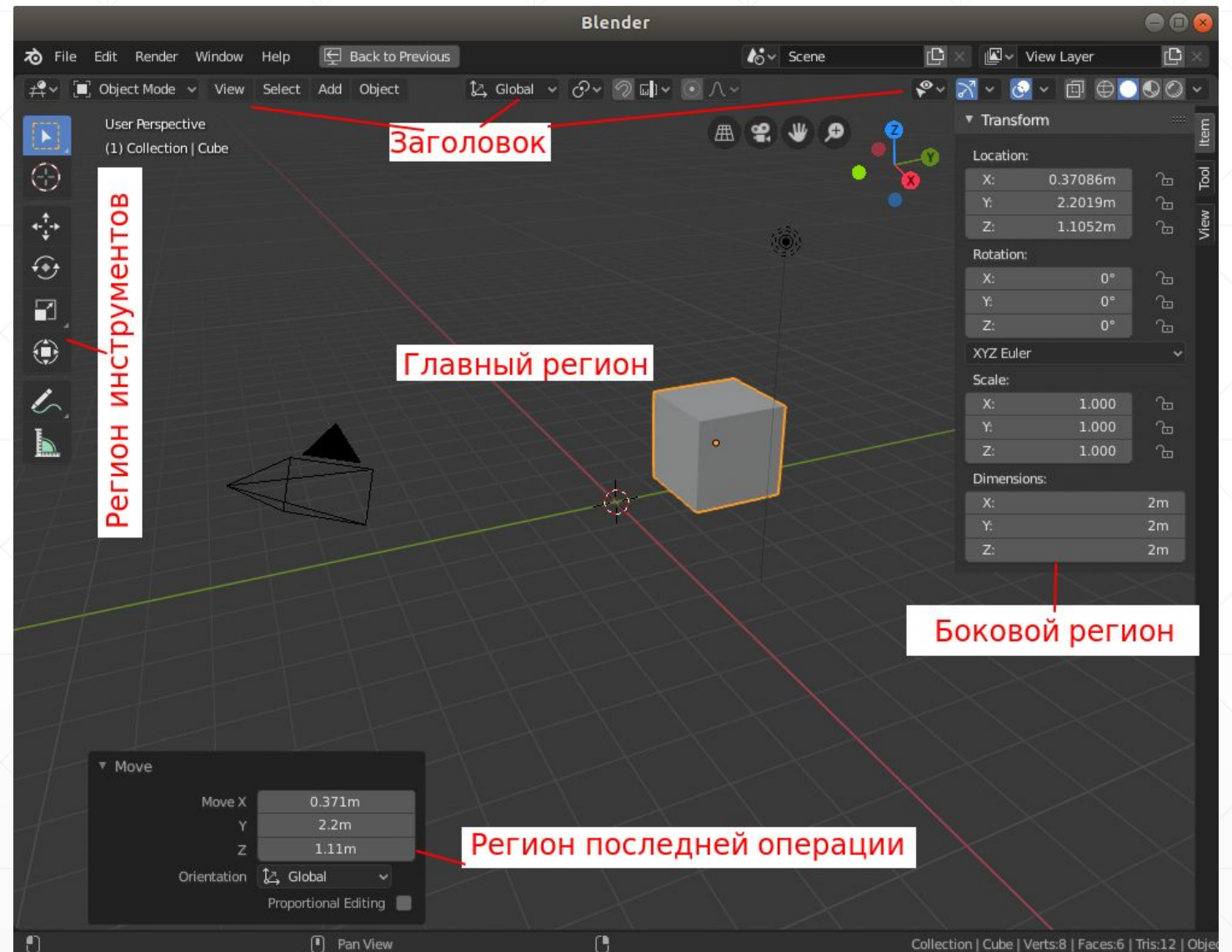
Список редакторов



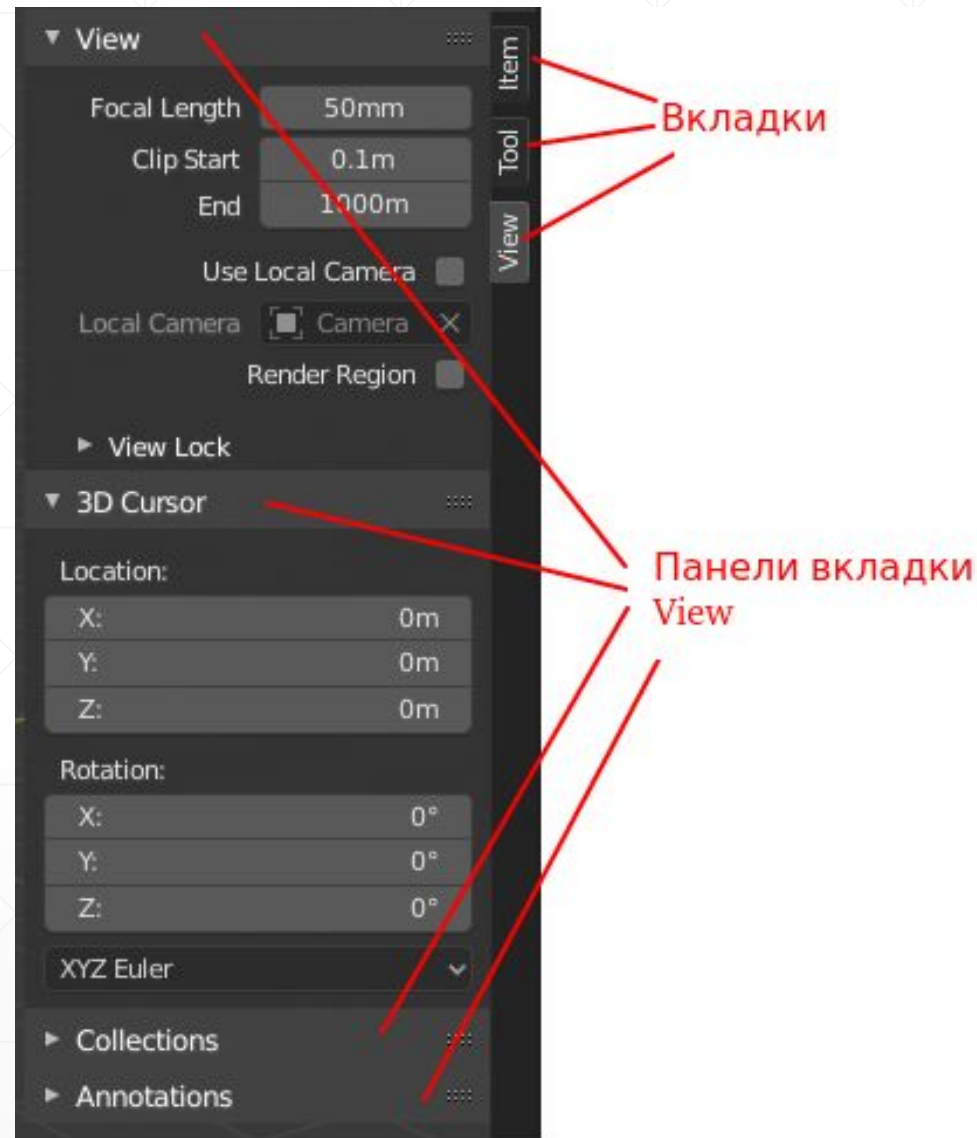
- **Главный регион** всегда виден и является рабочей областью редактора.
- В **заголовке** размещается меню редактора (не путайте с меню всего приложения) и различные кнопки управления.
- В **регионе инструментов** находятся соответственно инструменты. Переключаясь между ними, можно выполнять различные действия в главном регионе редактора. Регион инструментов скрывается и отображается клавишей T клавиатуры.



- **Боковой регион** (клавиша N) содержит некоторые настройки самого объекта и редактора.
- При нажатии горячих клавиш необходимо, чтобы курсор мыши находился в пределах соответствующего редактора. Иначе, команды будут относиться к другому редактору.
- Содержимое **региона последней операции** зависит от того, что вы делаете в данный момент. Например, если объект перемещается, то развернув эту панель, можно указать точные значения перемещения. Если объект создается, здесь можно задать степень его детализации, то есть количество составных частей.



- В свою очередь регионы могут включать **вкладки** (tabs). Одновременно отображается содержимое только одной вкладки региона.
- На вкладках региона находятся **панели** (panels). Их можно сворачивать, разворачивать, менять местами.
- На панелях или самих регионах находятся различные элементы управления: кнопки, поля, движки, списки и др.
- В других редакторах вкладки могут выглядеть по-другому (в виде иконок или кнопок, располагаться горизонтально).



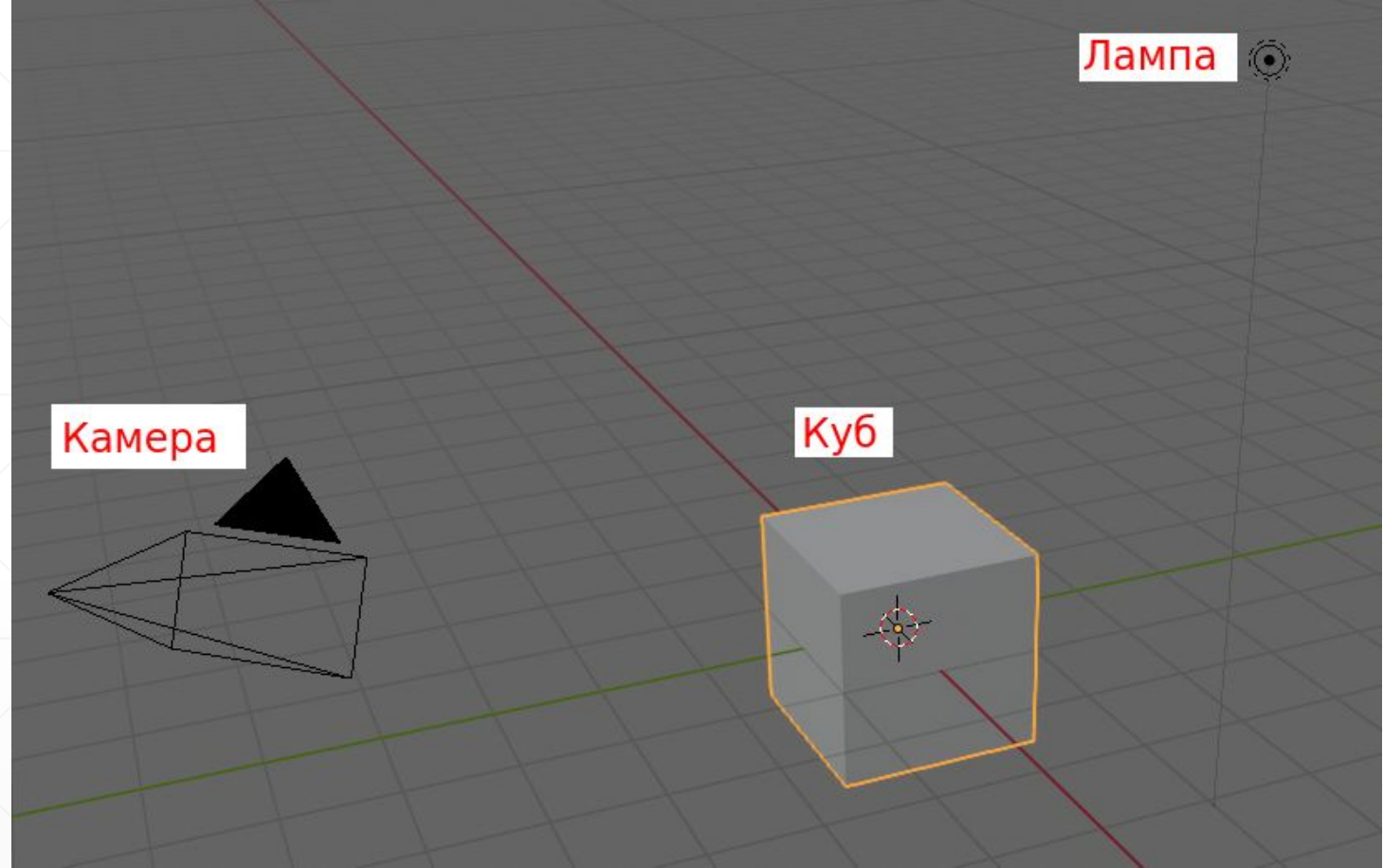
Вкладки и панели бокового региона редактора 3D Viewport

# Управление сценой в Blender

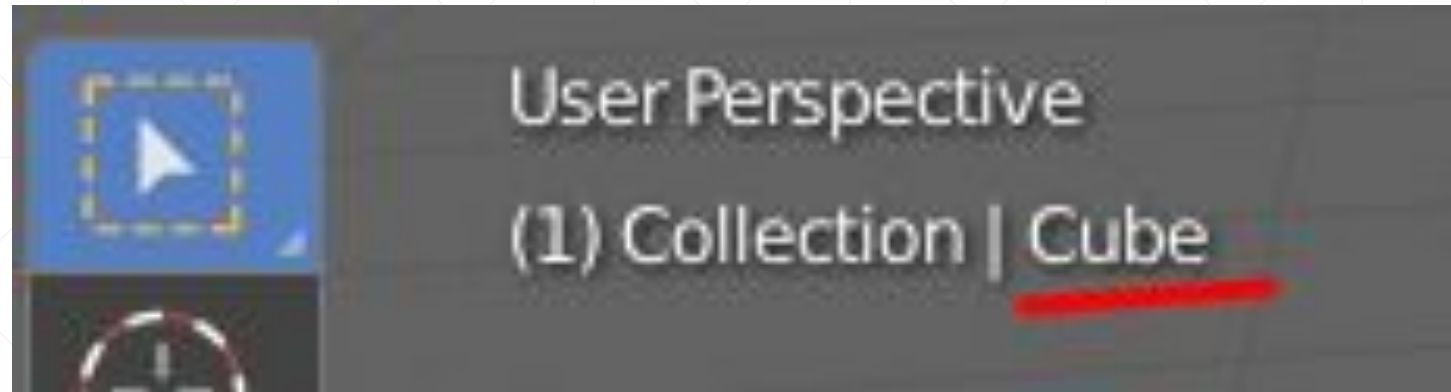
---



- Главный регион редактора 3D Viewport для краткости будем называть просто сценой или 3D. Это эмуляция трехмерного мира, в котором размещаются и по большей части редактируются различные объекты.
- В стартовом файле на сцене находятся три объекта – куб, камера и лампа.



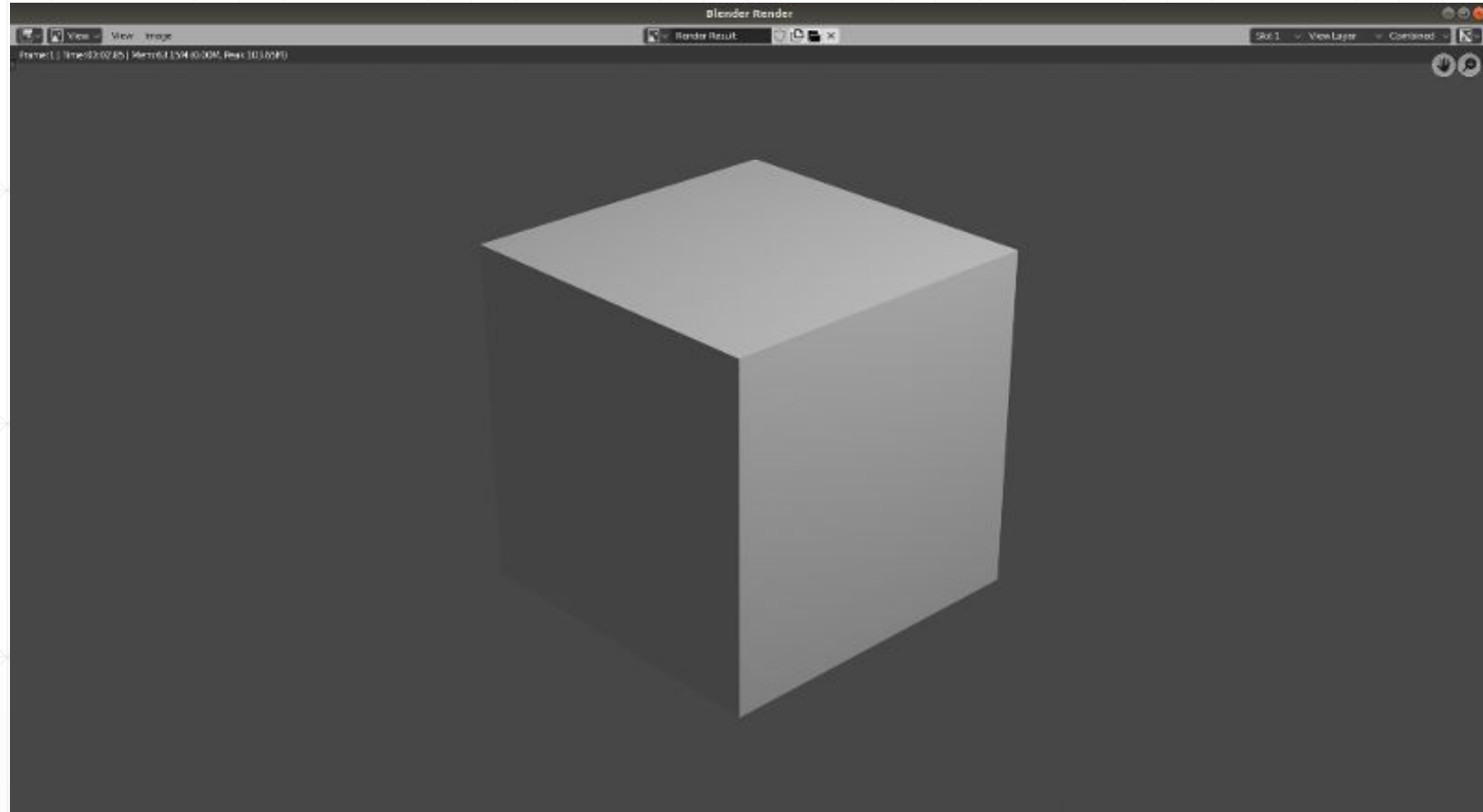
- Лампу правильной называть источником света. Без него конечное изображение было бы черным. С помощью камеры настраивается то, что будет видно на финальном изображении, под каким углом и с какого расстояния. В случае анимации могут перемещаться не только объекты, но и камера.
- По-умолчанию выделен куб. Это видно по яркому контуру. Для выделения объектов в Blender 2.80 по-умолчанию используется левая кнопка мыши, а не правая как в более старых версиях.
- Название выделенного объекта отображается в верхнем левом углу главного региона.



- Объекты можно выделять и в редакторе Outliner. Здесь же их можно переименовывать, скрывать видимость, сортировать по коллекциям и др.



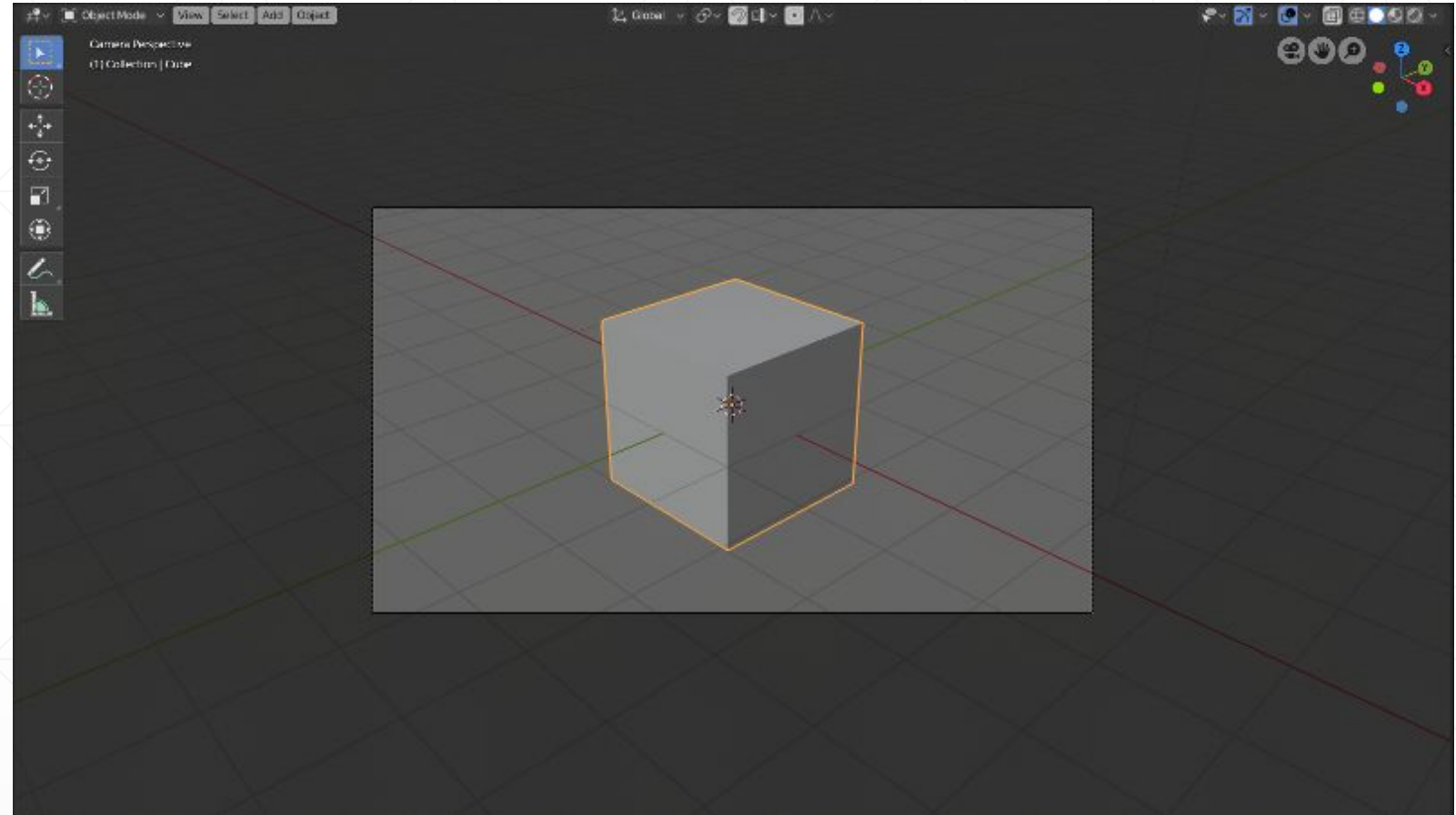
- Чтобы увидеть, как выглядит готовое изображение, надо нажать F12. Произойдет рендеринг (отрисовка, визуализация) части сцены, видимой из камеры. При этом будет открыто отдельное окно с редактором Image Editor. Чтобы вернуться опять в 3D Viewport, надо нажать Esc.



Редактор Image Editor с готовым изображением



- Вид из камеры также можно получить нажатием 0 на нумпаде. Курсор должен находиться в пределах редактора. Повторное нажатие 0 вернет предыдущий вид. Никакой отрисовки при этом не происходит, вы просто изменяете угол обзора сцены.

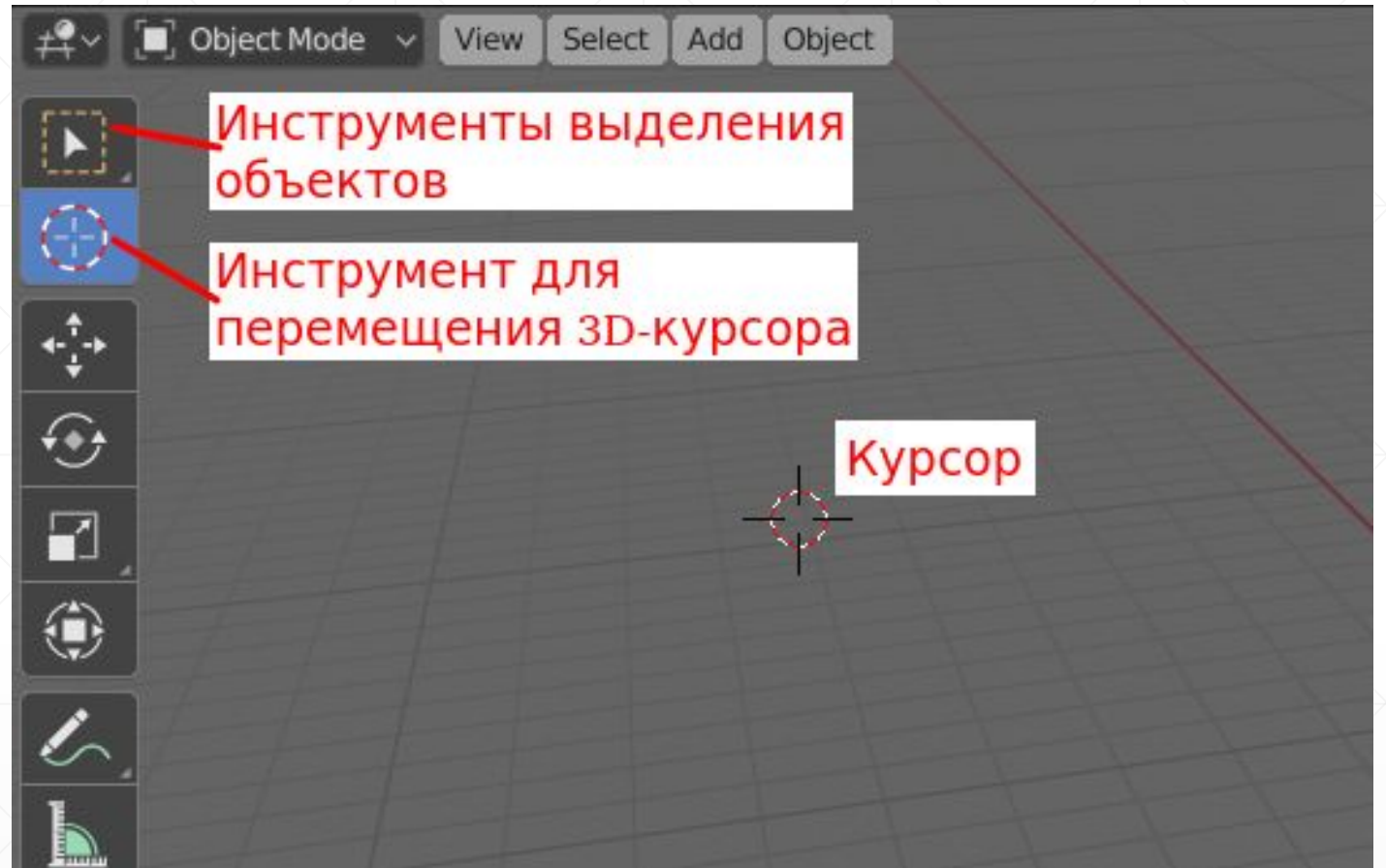


Вид сцены из камеры

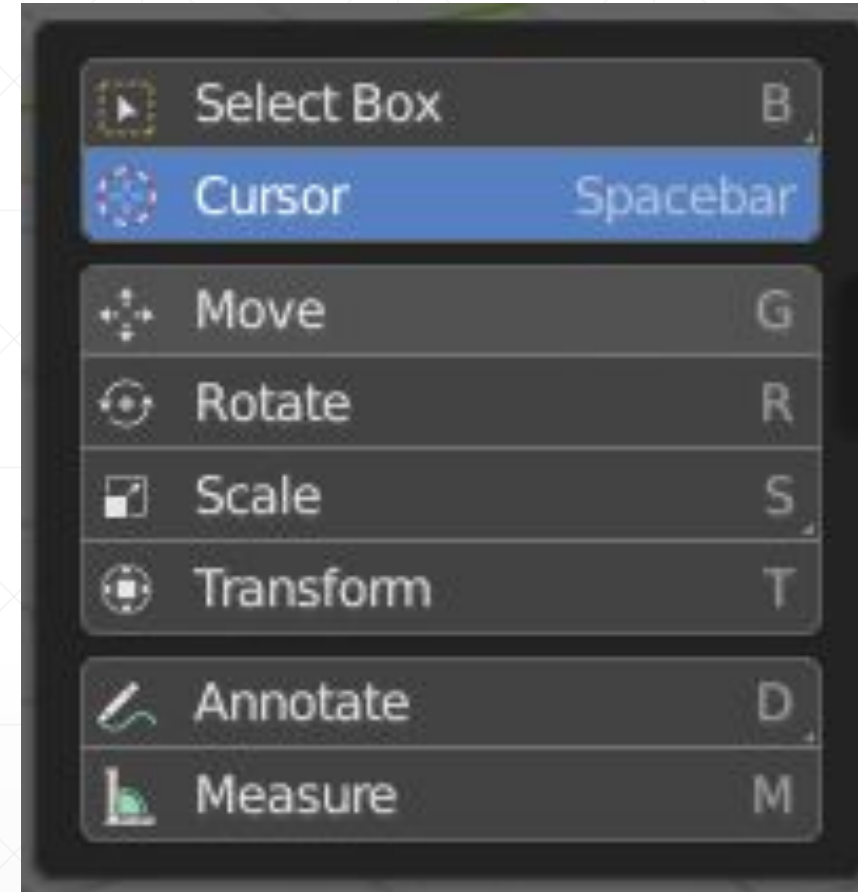
# Курсор и выделение

---

- Кроме перечисленных "материальных" объектов, на сцене имеется 3D-курсор в виде прицела и сетка с красной X и зеленой Y осями. Они не объекты. Сетка служит ориентиром и своего рода линейкой. Она не позволяет потеряться в пространстве и дает приблизительно оценить размер объектов.
- Курсор по большей части используется как указатель места, куда надо разместить новый объект, переместить центральную точку объекта. Исходно он находится в центре сцены, на месте пересечения осей X и Y. Чтобы переместить его в другое место, надо в регионе инструментов (он же панель инструментов) выбрать инструмент Cursor. После этого клики левой клавишей мыши будут перемещать 3D-курсор, а не выделять объекты.



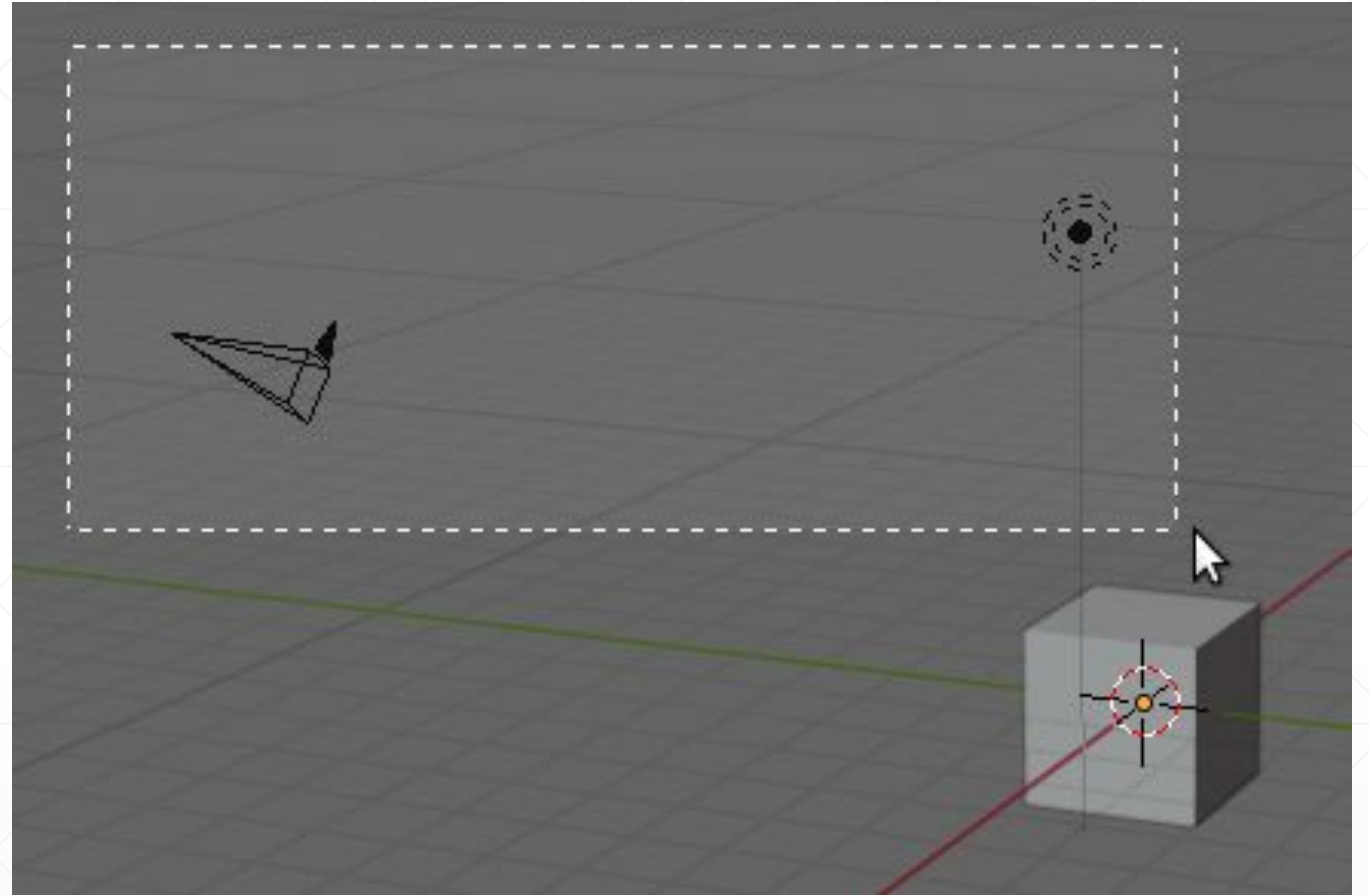
- Для более быстрого переключения между инструментами используются горячие клавиши:
- Shift + Пробел, затем B, чтобы включить выделение,
- Shift + Пробел, затем Пробел, чтобы включить перемещение курсора.
- Вообще комбинация клавиш Shift + Пробел открывает меню, где перечислены все инструменты панели инструментов.



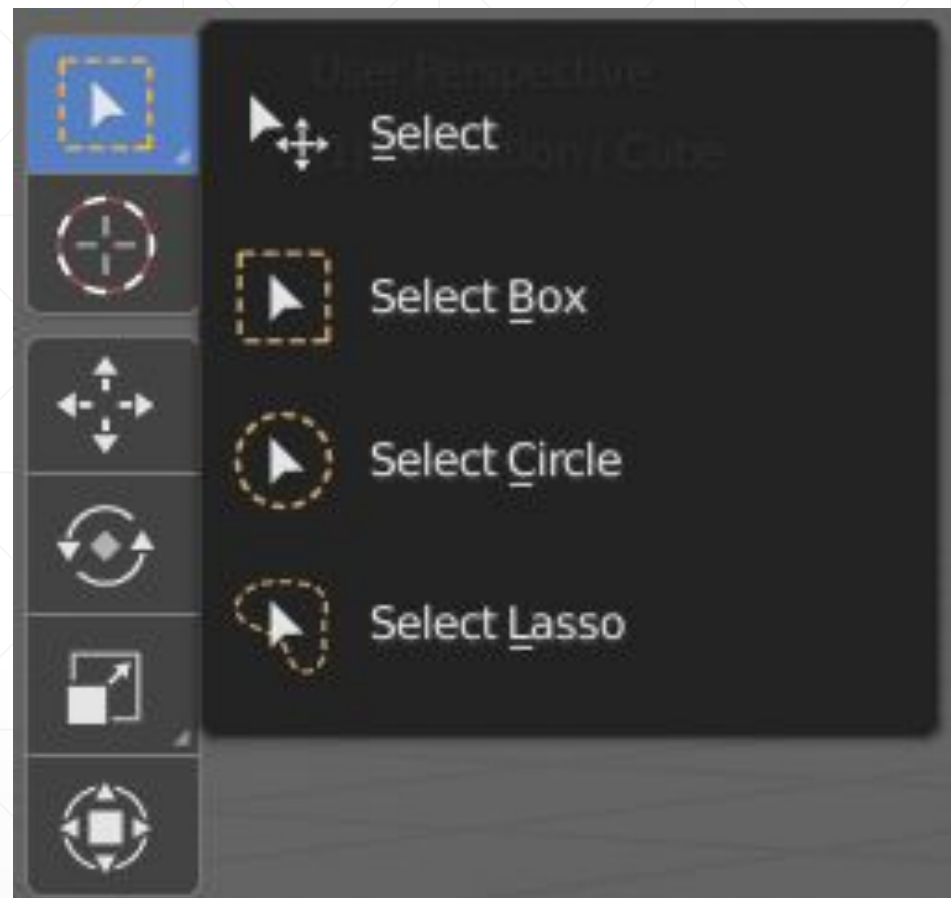
# Групповое выделение объектов

---

- С помощью клавиши A клавиатуры выделяются все объекты сцены. Для сброса выделения используется Alt + A.
- Для выделения нескольких объектов зажимается клавиша Shift, после чего выполняется клик по второму и последующим объектам. Понятно, что при этом должен быть включен один из инструментов Select, а не Cursor.
- Групповое выделение также может быть выполнено путем растягивания рамки, когда зажимается левая кнопка мыши и перемещается указатель. Все объекты, попавшие в область рамки, будут выделены.



- По-умолчанию рамка имеет прямоугольную форму. Однако есть другие варианты выделения, доступ к которым открывается, если зажать кнопку на панели инструментов. Переключаться также можно с помощью горячих клавиш.
- В случае выбора первого варианта (просто Select) возможность группового выделения с помощью растягивания рамки отключается



# Управление 3D-видом

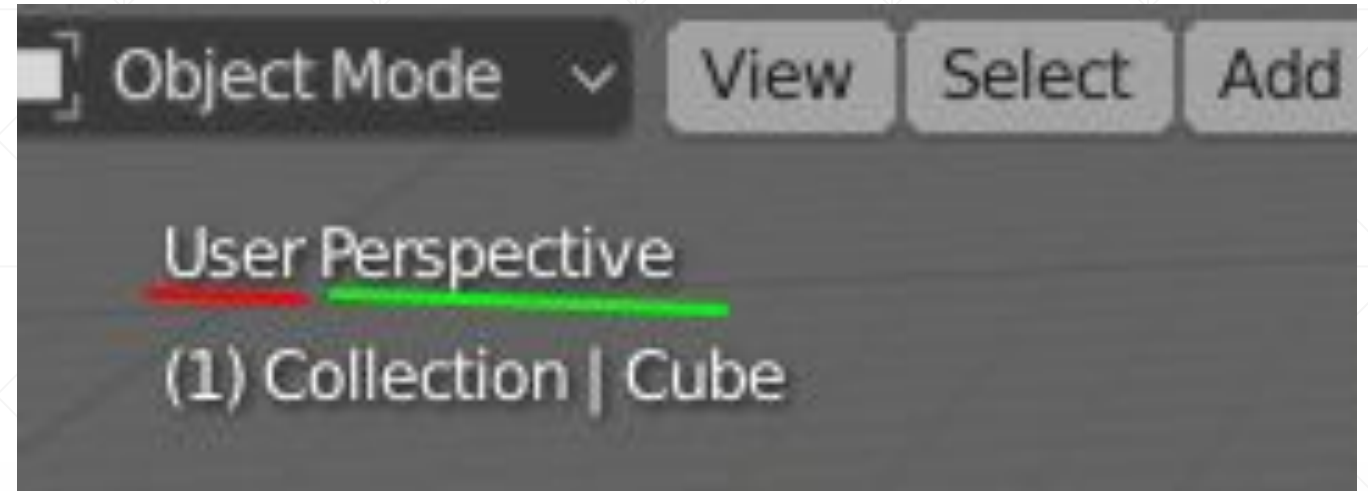
---



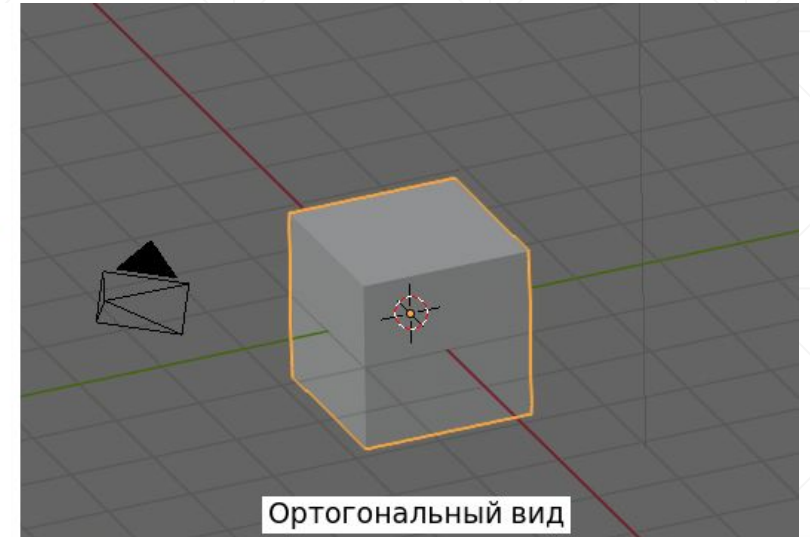
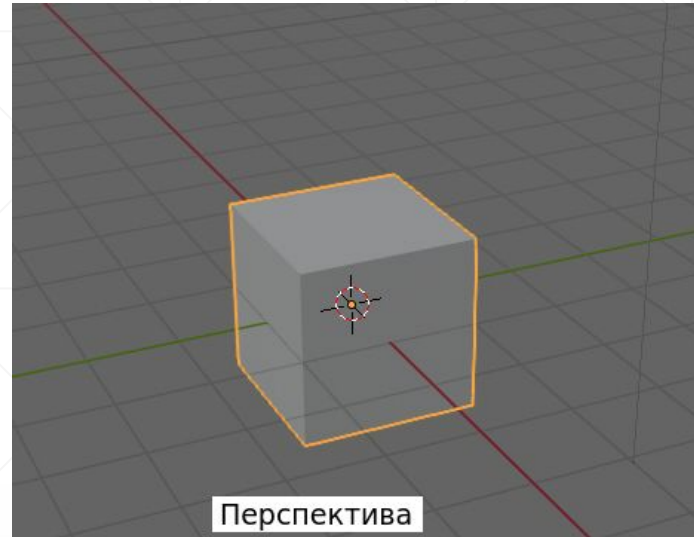
# Управление 3D-видом с помощью цифрового блока клавиатуры

---

- 0 – вид из камеры или выход из вида из камеры
- 1, 3, 7 – виды спереди, справа, сверху; при зажатом Ctrl будут виды соответственно вид сзади, слева и снизу
- 9 – обратный вид: если был сверху, то будет снизу, если был справа, то будет слева
- 2, 4, 6, 8 – повороты вниз, налево, направо, вверх
- 5 – переключение между режимами Orthographic (ортогональный) и Perspective (перспектива)
- минус и плюс – уменьшение масштаба (отдаление предметов) и увеличение (приближение)
- точка – центрирование сцены на выделенном объекте
- знак деления – центрирование на выделенном объекте, при этом остальные не отображаются, повторное нажатие возвращает сцену к прежнему состоянию
- Вид сцены, в котором она находится в данный момент, указывается в верхнем левом углу главного региона 3D Viewport.
- Слово User (пользовательский) означает, что вид в точности не соответствует ни одному из вышеперечисленных. Например, вы установили вид сверху, а затем чуть повернули сцену налево.



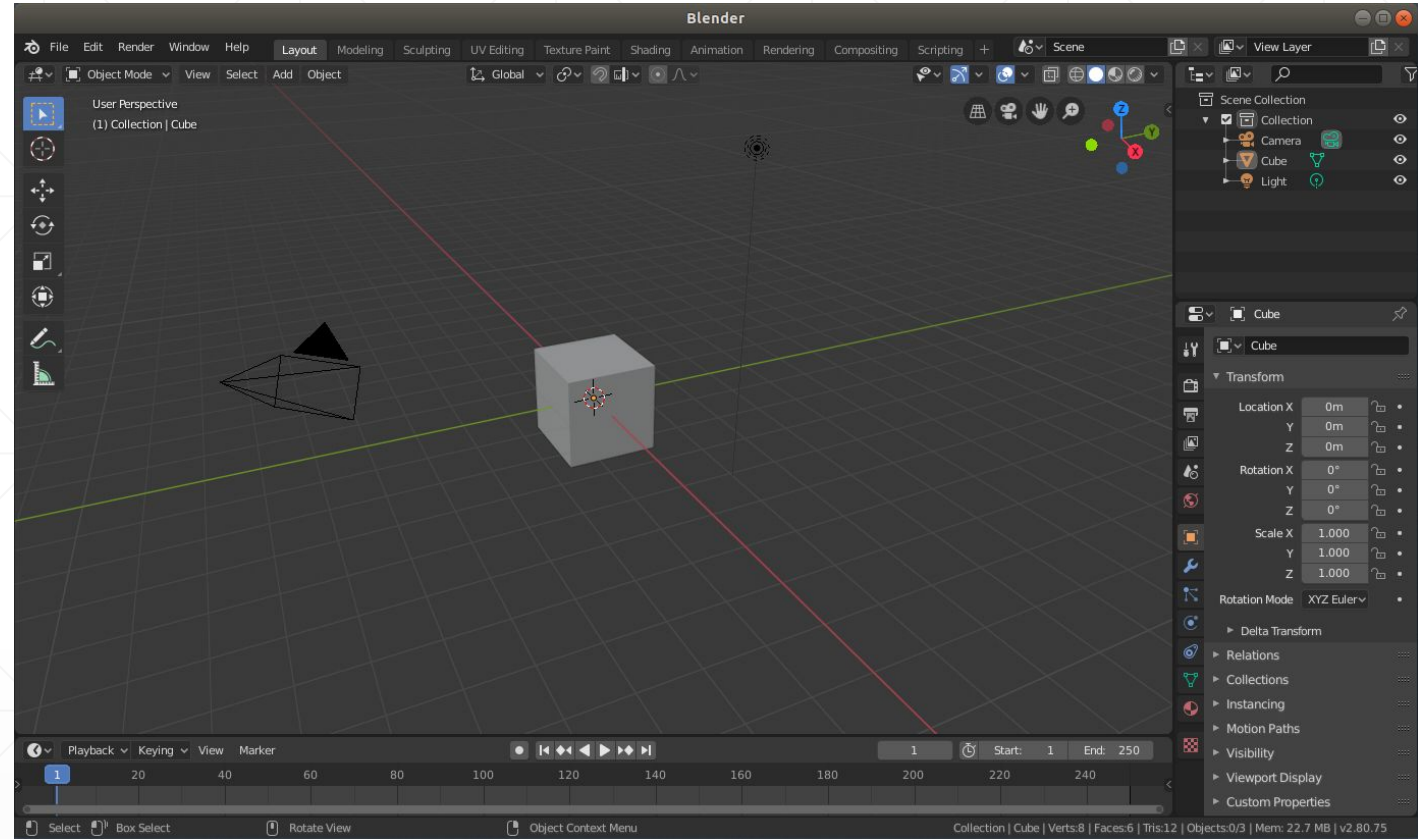
- В режиме Perspective сцена выглядит трехмерной. Так, как нам бы казалось в реальности. При этом истинные размеры и отношения искажаются. Если переключаться туда-сюда в режимы Ortho и Persp, то видно, что в Persp "ближние" к нам квадраты сетки больше, чем дальние. В Ortho пространство проецируется на плоскость путем проведения перпендикуляров из его точек на соответствующую проекцию (верх, право и др.). Размеры при этом не искажаются.



# Управление 3D-видом с помощью МЫШИ



- Прокрутка колеса мыши оказывает то же действие, что знаки плюс и минус, – происходит изменение масштаба сцены.
- Движение мыши при нажатом колесе поворачивает сцену. Куда и как сильно, зависит от направления и амплитуды движения мыши.
- Движение мыши при нажатом колесе и Shift передвигает сцену.



# Управление 3D-видом с помощью кнопок редактора 3D Viewport

---

- Прокрутка колеса мыши оказывает то же действие, что знаки плюс и минус, – происходит изменение масштаба сцены.
- Движение мыши при нажатом колесе поворачивает сцену. Куда и как сильно, зависит от направления и амплитуды движения мыши.
- Движение мыши при нажатом колесе и Shift передвигает сцену.

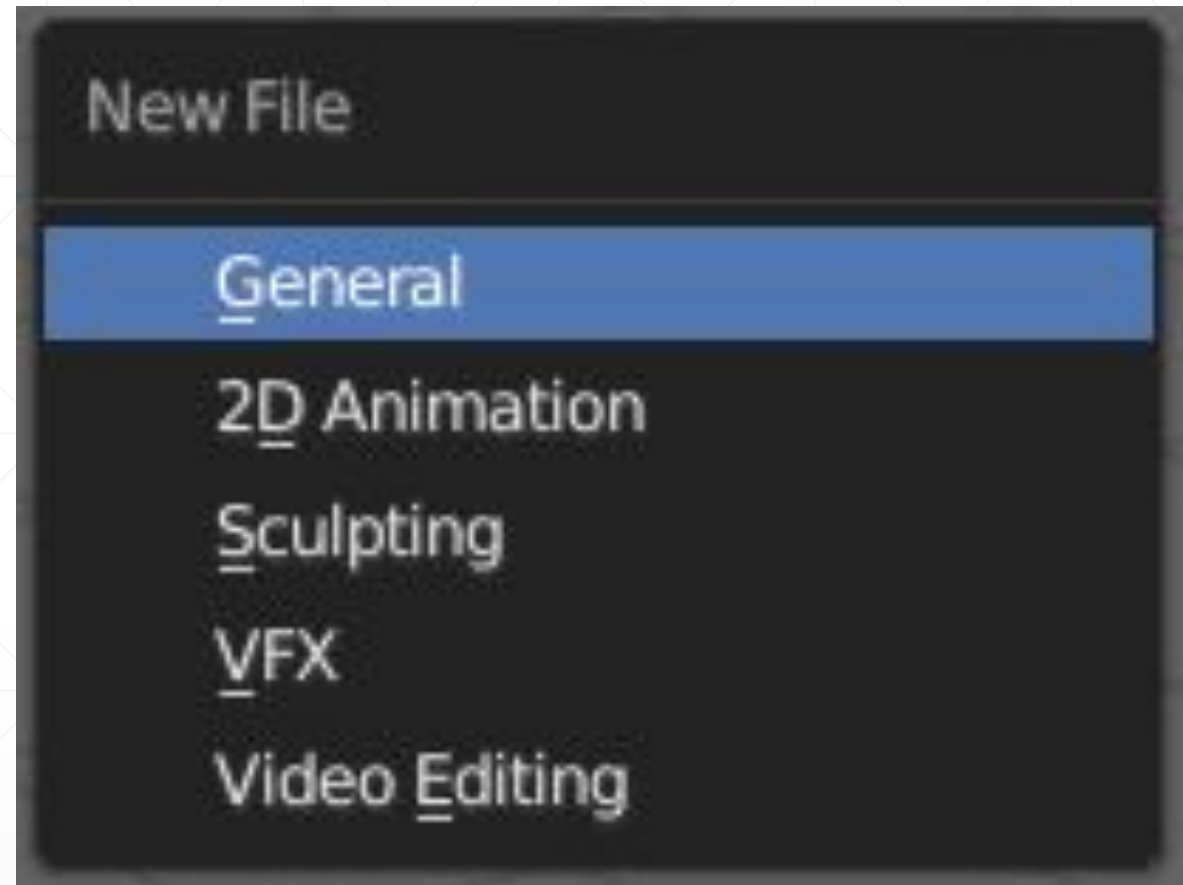


# Сохранение изображения

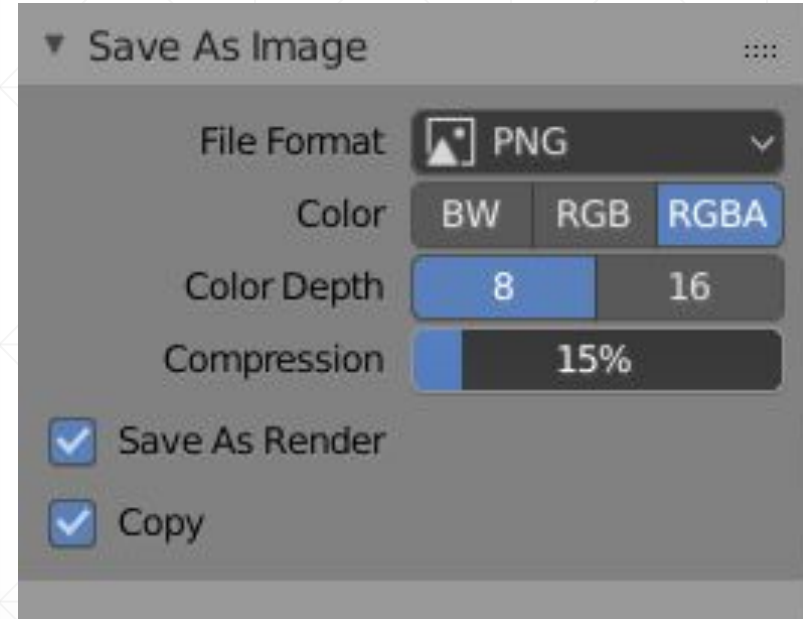
---



- В Blender 2.80 при создании нового проекта предлагается выбор из несколько стартовых файлов, адаптированных под разные задачи. В данном курсе мы будем использовать только первый – General, то есть Общий.



- Файл-проект Блендера имеет расширение .blend. Если же мы хотим сохранить готовое изображение, то есть результат отрисовки, для этого надо сначала выполнить рендеринг (F12). В открывшемся редакторе Image Editor нажать Alt + S. После этого открывается редактор File Browser, настроенный на сохранение изображения.
- По-умолчанию задан формат .png. Однако его можно поменять в настройках региона инструментов (слева) редактора File Browser.



# Горячие клавиши по умолчанию

---

## Глобальные горячие клавиши

Ctrl-O	Открыть файл.
Ctrl-S	Сохранить файл.
Ctrl-N	Новый файл.
Ctrl-Z	Отменить.
Shift-Ctrl-Z	Повторить.
Ctrl-Q	Завершить работу.
F1	Помощь (контекстно-зависимая).
F2	Переименовать активный элемент.
F3	Поиск.
F4	Контекстное меню файл.
F5 - F8	Зарезервировано для действий пользователя.
F9	Отредактируйте последнюю операцию.
F11	Показать окно рендера.
F12	Рендеринг текущего кадра.
Q	Быстрый доступ (избранное).
Ctrl-Spacebar	Максимизировать текущую область.
Ctrl-Alt-Spacebar	Переключить текущую область в полный экран.
Ctrl-PageUp / Ctrl-PageDown	Следующая/предыдущая рабочая область.
Spacebar	User configurable.  <b>Играть:</b> Toggle animation playback. <b>Инструменты:</b> Tool switching with hotkeys ( Shift-Spacebar for play). <b>Поиск:</b> Поиск действий ( Shift-Spacebar for play).
Shift-Ctrl-Spacebar	Воспроизведение анимации (реверс).

## Общие клавиши редактора

A	Выбрать все.
Alt-A	Снять выделение.
Ctrl-I	Инвертировать выделение.
H	Скрыть выделенное.
Alt-H	Показать скрытые предметы.
T	Показать панель инструментов.
N	Показать боковую панель.

## 3D Viewport Keys

Tab	Режим редактирования.
Ctrl-Tab	Переключение режимов в кругового меню. (toggles Pose Mode for armatures).
1 - 3	Переключить на вершины / ребра / грани меша ( Shift extends, Ctrl expands).
AccentGrave	3D View навигационное круговое меню.
Ctrl-AccentGrave	Toggle gizmos.
Shift-AccentGrave	Режим Хотьбы / Полета.