

В. В. Благодинова

ОСНОВЫ РАБОТЫ В ОНЛАЙН-3D-РЕДАКТОРЕ

TINKERCAD

Учебное пособие



Государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ»

В. В. Благодинова

ОСНОВЫ РАБОТЫ В ОНЛАЙН-3D-РЕДАКТОРЕ TINKERCAD



Учебное пособие

Нижний Новгород
Нижегородский институт развития образования
2021

УДК 62(075)
ББК 3я723
Б68

Рецензент

А. А. Туманов, канд. техн. наук, доцент
кафедры «Автоматизация машиностроения»
ФГБОУ ВО НГТУ имени Р. Е. Алексеева,
педагог ДО ГБУДО «ЦМИНК “Кванториум”»,
Нижний Новгород

Благодинова, В. В.

Б68 Основы работы в онлайн-3D-редакторе TINKERCAD :
учебное пособие / В. В. Благодинова. — Нижний
Новгород : Нижегородский институт развития об-
разования, 2021. — 68 с.

ISBN 978-5-7565-0916-8

Учебное пособие предназначено для изучения и практи-
ческого освоения способов 3D-моделирования и разработки
промышленного дизайна реальных объектов средствами
САПР Tinkercad. Последовательность изложения теорети-
ческого и практического материала позволяет самостоятельно
отработать технологические приемы создания графических
примитивов, разработать дизайн реального трехмерного
объекта.

Содержание пособия соответствует действующей рабо-
чей программе учебного модуля «Основы построения графиче-
ских объектов с использованием САПР» для слушателей
в системе ДПО.

Пособие предназначено специалистам, планирующим ис-
пользовать в профессиональной деятельности САПР Tinkercad,
учителям технологии, педагогам дополнительного образо-
вания и педагогам, осуществляющим образовательную дея-
тельность по основным общеобразовательным программам
на базе центров образования цифрового и гуманитарного про-
филей «Точка роста».

УДК 62(075)
ББК 3я723

ISBN 978-5-7565-0916-8

© В. В. Благодинова, 2021
© ГБОУ ДПО «Нижегородский институт
развития образования», 2021

ВВЕДЕНИЕ

Tinkercad — это бесплатный 3D-редактор, позволяющий создавать модели прямо в браузере. Он прост в освоении и использовании. Являясь частью 123D Apps компании Autodesk, этот инструмент хорошо продуман для того, чтобы любой новичок мог без проблем и за короткое время нарисовать несложную 3D-модель для последующей печати на 3D-принтере. Создатели позиционируют Tinkercad как онлайн-сервис использования разработчиками, дизайнерами, радиолюбителями учителями и детьми для создания прототипов, элементов домашнего декора, ювелирных моделей, игрушек и прочих подобных трехмерных объектов.

Принцип работы Tinkercad чрезвычайно прост. Базовыми строительными блоками в этой программе являются простые фигуры, которые можно изменять по размеру. Для создания новых уникальных объектов используется операция группирования этих самых простых форм. Путем совместной группировки простых фигур возможно получить требуемую по форме модель, с которой можно работать дальше или отправить на печать. Помимо составления замысловатых форм из кубов и шаров можно импортировать в Tinkercad двухмерный рисунок или трехмерную модель. На их основе также возможно создавать новые объекты, видоизменяя начальные.

Tinkercad поддерживает практически все 3D-принтеры, представленные сегодня на рынке, если они принимают для печати трехмерные модели в формате STL. Также можно загрузить файлы для цветной печати. При отсутствии 3D-принтера в Tinkercad интегрирована возможность отправить созданную в этой программе трехмерную модель в любой крупный сервис, предоставляющий услуги 3D-печати. Через некоторое время вы получите уже готовую модель в посылке.

С помощью Tinkercad можно работать как с 3D-принтерами, так и со станками по лазерной резке, потому что программа поддерживает формат файлов SVG.

Для корректной работы Tinkercad браузер должен поддерживать HTML5/WebGL. Программа может работать под управлением операционных сред Windows, Mac или Linux. Лучшими браузерами, в которых функционирование программы не вызовет никаких проблем, являются Chrome и Firefox.

Плюсом Tinkercad является и то, что все создаваемые модели хранятся в облачном хранилище сервиса, и их не нужно записывать на жесткий диск компьютера. Это обеспечивает доступ к созданным моделям из-под учетной записи в Tinkercad.

Глава 1. РАБОЧЕЕ ПРОСТРАНСТВО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

1.1. НАСТРОЙКА УЧЕТНОЙ ЗАПИСИ

Редактор **Tinkercad** работает прямо из браузера и является облегченной версией офлайн 123D Design.

Работа с программой начинается с регистрации (sign up). Регистрация учетной записи стандартна. Кроме того можно идентифицироваться с помощью уже имеющейся учетной записи Google, Microsoft или Facebook. Если перечисленные учетные записи отсутствуют, то регистрация происходит через e-mail.

Последовательность идентификации представлена на рисунке 1.

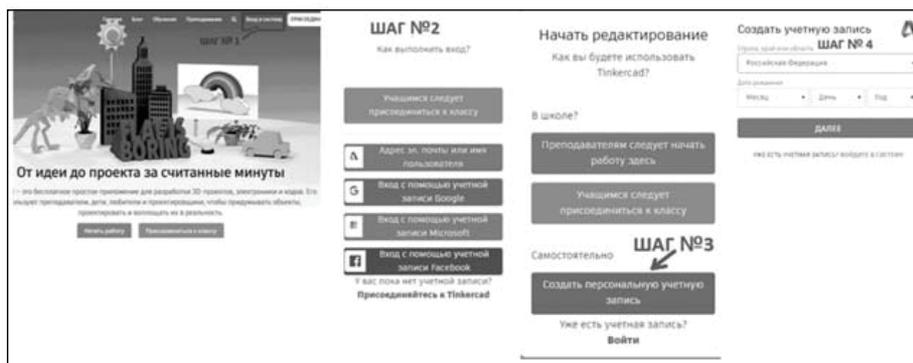


Рис. 1. Последовательность создания учетной записи в онлайн-редакторе Tinkercad

Заполняя анкету, вы создаете единую учетную запись для всех программ и сервисов Autodesk.

! Пользователям моложе 13 лет необходимо согласие родителей на регистрацию.

Чтобы подтвердить родительское согласие, Tinkercad попросит указать e-mail родителей, куда придет письмо для подтверждения.

Tinkercad предусматривает два варианта активации учетной записи ребенка:

- ▶ родители могут предоставить данные кредитной/дебетовой карты, с которой спишется небольшая сумма;
- ▶ они могут написать письмо в Tinkercad.

Если вы хотите избежать данной процедуры, выставьте соответствующую дату рождения.

В качестве альтернативы родители сами могут создать аккаунт, которым будут пользоваться дети.

Tinkercad является онлайн-редактором, поэтому созданные проекты можно опубликовать в «Галерее проектов». Любой пользователь редактора может связаться с автором. Для этого необходимо заполнить карточку учетной записи (рис. 2).

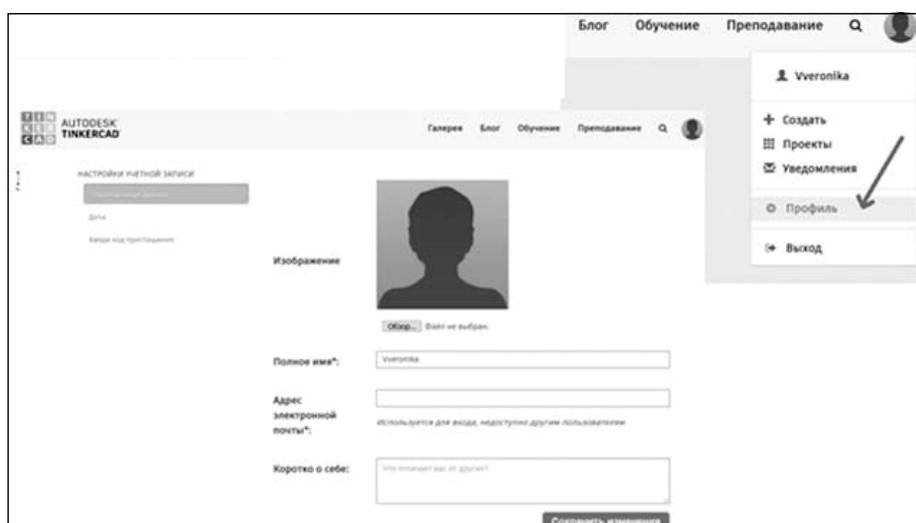


Рис. 2. Карточка настройки учетной записи

Для выхода из учетной записи необходимо нажать на аватар в правом верхнем углу и выбрать пункт **Выход/Log out**.

1.2. ИНТЕРФЕЙС ОНЛАЙН-РЕДАКТОРА TINKERCAD

После регистрации откроется окно для создания нового проекта. Разработчики предлагают ознакомительный тур по программе, который позволит пользователю ознакомиться с приемами использования инструментов программы.

Для начала работы необходимо открыть основное окно пользователя. Для этого закрываем наш новый проект нажатием на логотип Tinkercad в левом верхнем углу. Нажимаем **Создать новый проект** (рис. 3).

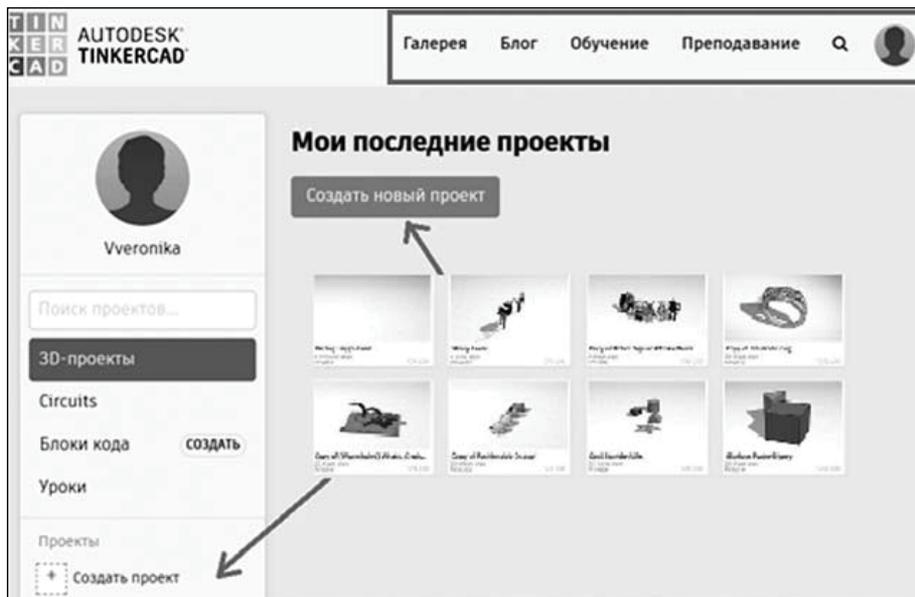


Рис. 3. Расположение команды **Создать новый проект**

В окне пользователя аккумулируются дизайны объектов, которые пользователь разрабатывал ранее.

Сохраненные дизайны можно в дальнейшем открывать и дорабатывать. В правом верхнем углу — доступ в **Галерею**, в которой можно посмотреть и скачать себе работы других пользователей, далее — выход в **Блог**, за ним — ссылка на базу знаний и коллекцию уроков Tinkercad под названием **Обучение**. По ссылке **Преподавание** ознакомимся с возможностями использования Tinkercad в школах.

Далее следует *поисковик* (иконка лупы сверху), который поможет отыскать нужные дизайны среди большой коллекции, созданной пользователями Tinkercad. Нажимая на правую иконку (вашу аватарку, которая расположена в верхнем правом углу), открываем *меню*, из которого можно:

- ➡ создавать новые дизайны (**Создать**);
- ➡ просматривать существующие (нажатием на ваш ник или через **Проекты**);
- ➡ проверять уведомления от других пользователей (**Уведомления**);
- ➡ менять настройки аккаунта (**Профиль**);
- ➡ выходить из учетной записи (**Выход**).

Также можно редактировать профиль и менять настройки аккаунта, нажав на ник или аватар на панели слева.

1.3. УПРАВЛЕНИЕ, ВЫДЕЛЕНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА «ГОРЯЧИМИ» КЛАВИШАМИ/МЫШЬЮ

! | Перед тем как задавать команды по смещению или изменению объекта или его части, необходимо выделить объект или его часть!

Движение созданных объектов

- ➡ **Стрелки курсора** — двигать объект по рабочему столу по осям X, Y;

▣ **Ctrl + стрелки «вверх», «вниз»** — двигать объект по оси Z;

▣ **Shift + стрелки курсора** — двигать объект по рабочему столу по осям X, Y с шагом 10;

▣ **Ctrl + Shift + стрелки «вверх», «вниз»** — двигать объект по оси Z с шагом 10.

Комбинации «горячих» клавиш и мыши (нажать и держать клавишу пока двигаем мышью)

▣ **Alt + левая кнопка мыши** — дублировать объект;

▣ **Shift + левая кнопка мыши** — выделить несколько объектов;

▣ **Shift пока вращается объект** — поворот на 45°;

▣ **Alt + удерживать одну сторону объекта** — изменение размеров стороны объекта;

▣ **Alt + удерживать угол объекта** — одновременное изменение размеров сторон объекта по XY;

▣ **Shift + удерживать угол объекта** — масштабирование, одновременное изменение размеров объекта по осям X, Y, Z;

▣ **Shift + Alt + удерживать угол объекта** — масштабирование, одновременное изменение размеров объекта по осям X, Y, Z;

▣ **Shift + Alt + удерживать верх объекта** — масштабирование, одновременное изменение размеров объекта по осям X, Y, Z;

▣ **Shift + правая кнопка мыши** — обзор модели в одной плоскости.

Комбинации клавиш

▣ **Ctrl + V** — вставить объект;

▣ **Ctrl + Z** — отменить последнее действие;

▣ **Ctrl + Shift + Z** — отменить отмену последнего действия, повторить отмененное действие;

▣ **Ctrl + G** — группировка объектов;

- ➡ **Ctrl + Shift + G** — разгруппировать составной объект;
- ➡ **Ctrl + D** — дубликация — скопировать и вставить новый объект в то же место; раздвоить;
- ➡ **Ctrl + L** — «заблокировать» объект, запретить изменение размеров;
- ➡ **Ctrl + A** — выделить все объекты;
- ➡ **Del** — удалить объект(ы);
- ➡ **W** — изменить / повернуть рабочую поверхность;
- ➡ **R** — включить «рулетку»;
- ➡ **F — Fit view** — переключится на «ближний вид» для выделенного объекта;
- ➡ **D — Drop** — «уронить» объект на рабочую поверхность.

Управление мышью

- ➡ **Клик левой кнопкой мыши** — выделение объекта;
- ➡ **при зажатой левой кнопке перемещать мышь** — выделение группы объектов;
- ➡ **при зажатой правой кнопке двигать мышь** — вращение рабочей области;
- ➡ **вращать колесом** (от себя — увеличение экрана, к себе — уменьшение экрана) — масштабирование;
- ➡ **при нажатом колесе двигать мышью в рабочей области** — перенос, параллельный плоскости экрана.

1.4. БИБЛИОТЕКА ГОТОВЫХ МОДЕЛЕЙ

В программе Tinkercad возможно копирование, модифицирование и печать работ других пользователей сервиса. Архив дизайнов других пользователей хранится в **Галерее**, которая доступна в окне пользователя (см. рис. 4).

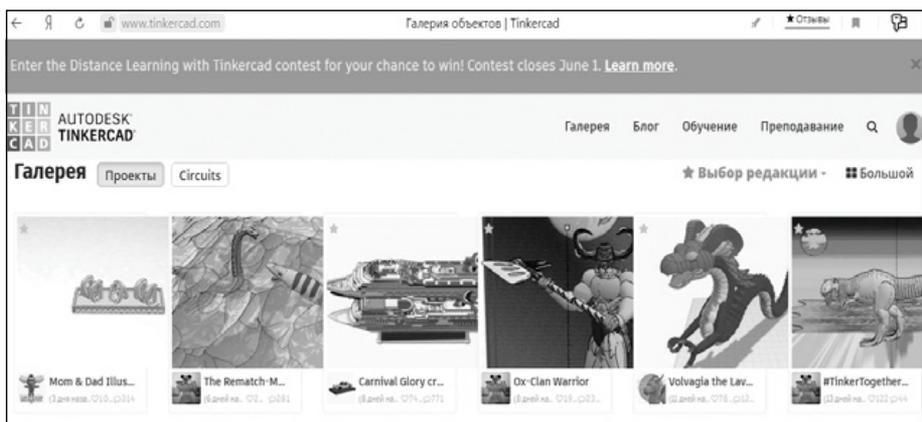


Рис. 4. Окно архива проектов в разделе **Галерея**

Выбрав модель, кликнуть на нее левой кнопкой мыши и выбрать **Копировать** и **Изменить**, чтобы открыть копию модели как новый проект, либо **скачать** модель, нажимая на соответствующую кнопку окна (рис. 5).

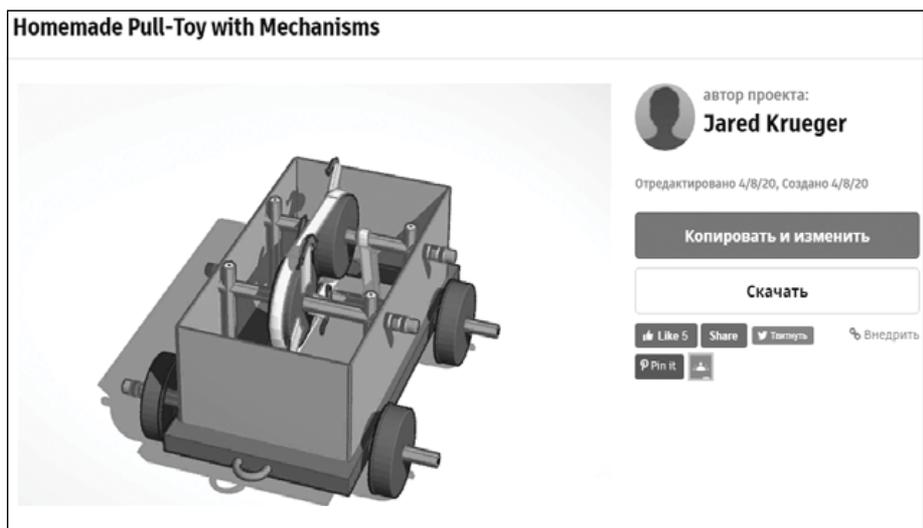


Рис. 5. Окно для загрузки проекта

Загрузившийся проект можно как модифицировать, сохранив у себя в проектах, так и распечатать на принтере.

1.5. КОЛЛЕКЦИЯ УРОКОВ TINKERCAD

Вкладка **Обучение** содержит семь ознакомительных уроков, отработав которые новый пользователь может освоить основные приемы работы с инструментами программы.

Урок № 1

Цель: научиться перетаскивать мышью фигуры из панели форм на рабочую плоскость.

Инструкция

1. Видите оранжевую фигуру на рабочей плоскости?
2. Найдите форму коробки на панели формы в правой части экрана.
3. Щелкните левой кнопкой мыши и перетащите фигуру коробки в подсказку на рабочей плоскости. Получилось?
4. Тогда переходите к следующему шагу.

Урок № 2

Цель: научиться пользоваться видовым кубом и зуммировать изображение на экране.

Инструкция

1. Щелкая левой кнопкой мыши по сторонам видового куба, посмотрите, как рабочая плоскость меняет точку зрения.
2. Попробуйте щелкнуть различные области видового куба (на гранях, на вершинах), чтобы повернуть дизайн в соответствии с ними.
3. Перейдите к следующему шагу.
4. Если у вас есть мышь с колесиком прокрутки, используйте его для увеличения и уменьшения масштаба. Если вы используете сенсорную панель, то вы будете увеличивать масштаб с помощью жеста, который обычно используется в других приложениях, когда хотите увеличить масштаб.
5. Нажмите и удерживайте правую кнопку мыши во время перемещения мыши, чтобы практиковать поворот вашего вида дизайна.

Если вы хотите использовать свою сенсорную панель, то можете либо нажать **Ctrl** и щелкнуть левой кнопкой мыши во время перетаскивания, либо просто щелкнуть правой кнопкой мыши (если ваша сенсорная панель настроена для приема щелчков правой кнопкой мыши!) и перетащить.

Урок № 3

Цель: удерживая левую кнопку мыши, научиться перемещать объекты по рабочей плоскости.

Инструкция

Щелкните левой кнопкой мыши и перетащите каждый блок в одну из подсказок.

Урок № 4

Цель: научиться вращать объект.

Инструкция

1. Щелкните левой кнопкой мыши на любой из сторон фигуры. Так мы выделяем объект.
2. Поверните свой куб, чтобы получить лучший вид изогнутых ручек вращения.
3. Используйте изогнутые стрелки, чтобы повернуть каждую из фигур на 45° , разместив их в кубах подсказки.

Урок № 5

Цель: научиться изменять размер фигуры, используя «ручки».

Инструкция

1. Выделите куб, щелкнув левой кнопкой мыши на фигуре. Это позволит использовать маркеры формы.
2. Используйте черные «ручки» на нижнем крае каждой фигуры, чтобы определить размер фигуры в одном направлении.
3. Используйте белые «ручки» на нижних углах, чтобы определить размер сразу в двух направлениях.

Урок № 6

Цель: научиться создавать отверстия.

Инструкция

1. Оранжевый цилиндр совместите с цилиндром в виде отверстия. Сгруппируйте фигуры.
2. Поместите (отверстие) в куб, удерживая клавишу **Shift** на клавиатуре.
3. Нажмите команду **Группировать** на панели инструментов. Формы, которые вы выбрали, будут подсвечены в синий цвет.
4. На этот раз цилиндр должен сделать отверстие в форме красной коробки.

Урок № 7

Цель: научиться выравнивать объекты по поверхности рабочей плоскости.

Инструкция

Рассмотрим различные способы выравнивания фигур.

1. Выделите все кубы.
2. Выберите все кубы, удерживая **Shift** на клавиатуре и, щелкая левой кнопкой мыши на каждой форме коробки.
3. Выберите команду **Выровнять**.
 1. Наведите курсор мыши на маркер, предварительно оценив, как будет выглядеть выравнивание, а щелчок по маркеру переместит фигуры в положение предварительного просмотра.
 2. Выбрав все фигуры, нажмите кнопку **Выровнять** на панели инструментов.
 3. Вокруг фигур появятся маркеры выравнивания.
 4. Наведите курсор мыши на каждый из черных маркеров выравнивания, чтобы увидеть предварительный просмотр выравнивания.
 5. Щелчок по любому из маркеров выравнивания приведет к перемещению фигур в положение выравнивания.

Кнопка отмены на панели инструментов позволит при необходимости вернуться в исходное положение.

Попробуйте выровнять коробки на рабочей плоскости по отношению к передней коробке.

Практикум

- 1.** Зарегистрировать аккаунт Autodesk.
- 2.** Ознакомиться с настройками личного кабинета программы.
- 3.** Рассмотреть интерфейс программы.
- 4.** Настроить размер сетки рабочей плоскости.
- 5.** Отработать последовательно все уроки, предложенные обучающем курсе программы.
- 6.** Отработать режим «горячих» клавиш.

Глава 2. ПОСТРОЕНИЕ И МОДИФИКАЦИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ПРИМИТИВОВ

2.1. ПАНЕЛЬ ФОРМ

Все окружающие нас предметы имеют форму геометрических тел или их сочетаний.

Объекты в Tinkercad формируются из трехмерных инструментов и «отрицательных пространств» отверстий.

Панель форм (трехмерных фигур и отверстий) расположена в правой стороне рабочего окна (рис. 6).

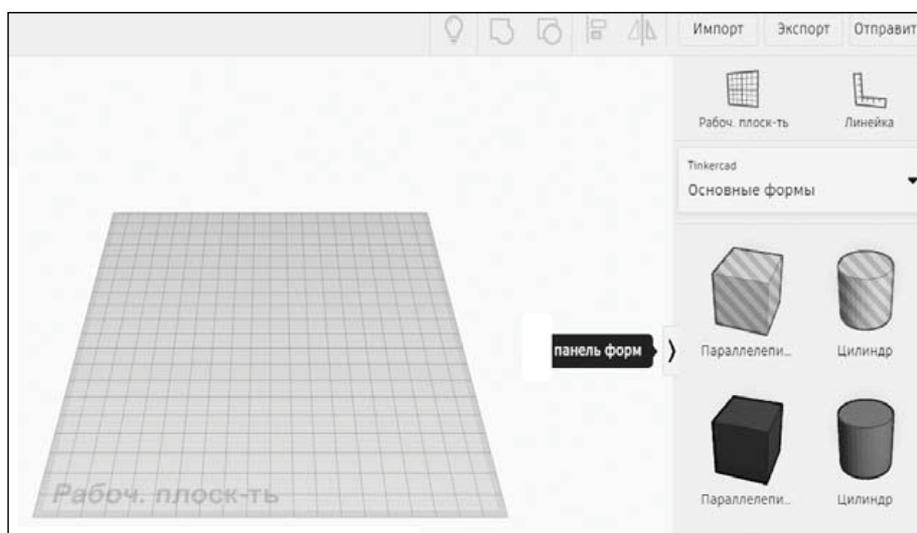


Рис. 6. Размещение панели форм

Панель форм включает следующие категории:

▣ **Основные формы** (рис. 7).

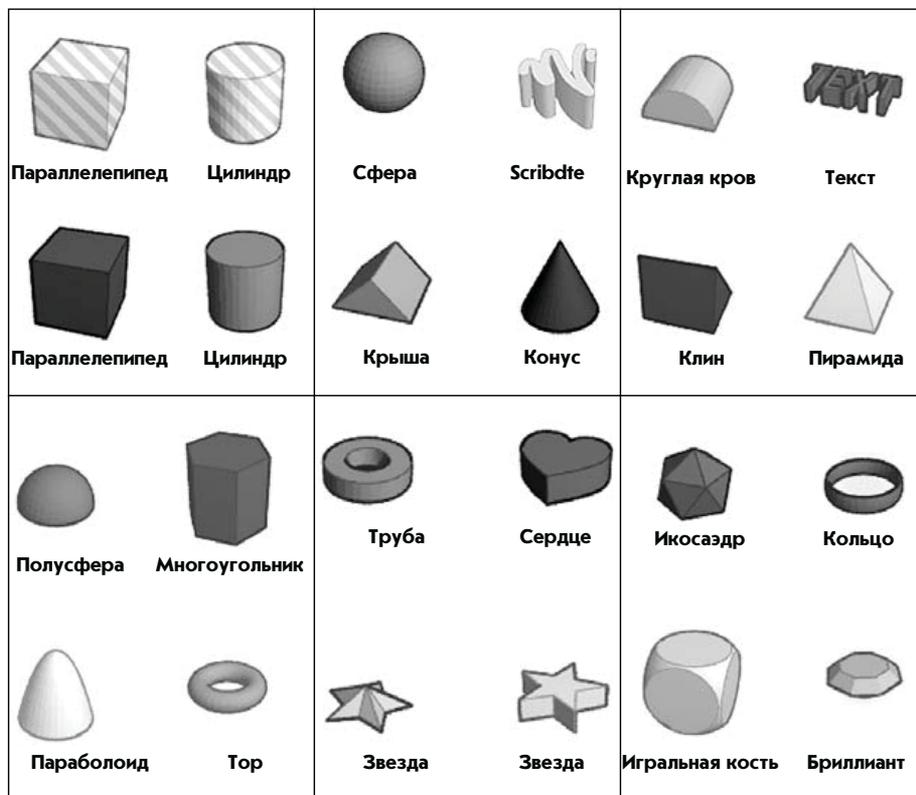


Рис. 7. Основные формы

Фигура *Scribble* во вкладке **Основные формы** позволяет пользователю превращать 2D-рисунки в 3D-объекты.

При использовании открывается новое окно (см. рис. 8), в котором пользователь может рисовать дизайны с помощью инструментов:

- ▣ кисть (создает контур);
- ▣ ластик (стирает контур);
- ▣ контур с заполнением;
- ▣ ластик, стирающий с помощью создания выделения.

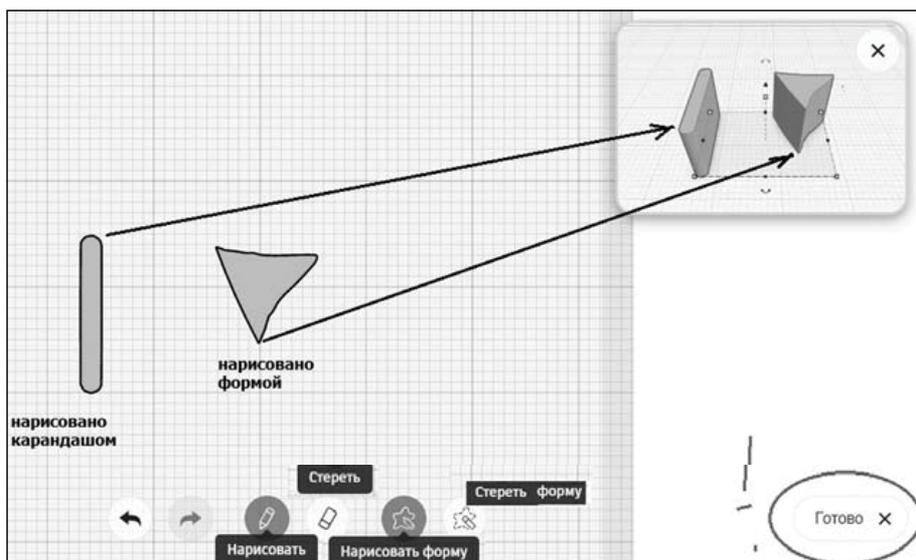


Рис. 8. Дополнительное окно при использовании фигуры Scribble

Отверстие — функция, позволяющая вычитать части по форме этого пространства из других фигур, то есть отрезать куски от цельной фигуры. В основных формах для ускорения моделирования есть прозрачный параллелепипед и цилиндр с уже примененной функцией **Отверстие**. С помощью редактора в отверстие можно обратить любую фигуру (она преобразится в сероватую с полосками). Достаточно выделить ее и нажать на соответствующую команду (рис. 9).

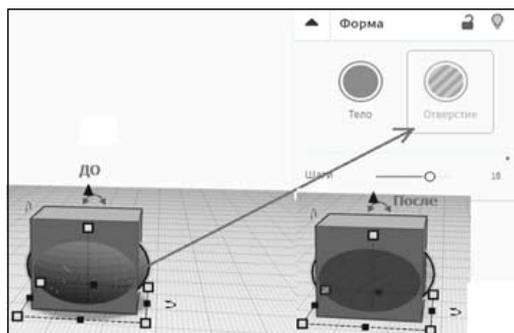


Рис. 9. Совмещение фигур и определение отверстия

Для окончательного результата фигуры группируются (рис. 10).

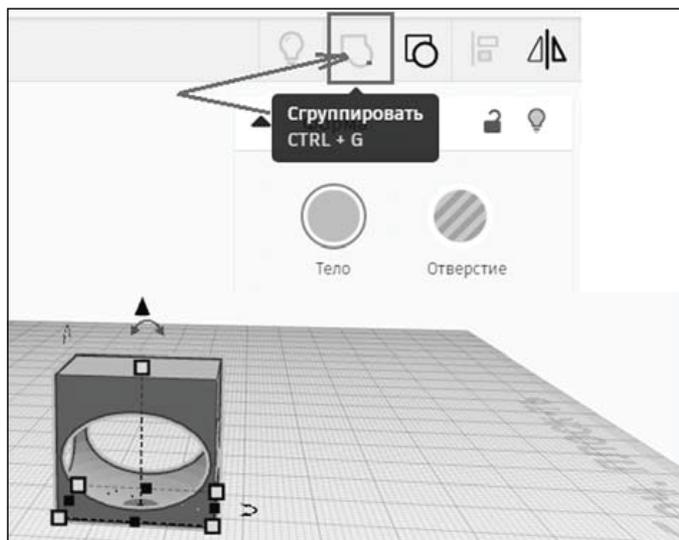


Рис. 10. Окончательный вид объекта после группировки

В Tinkercad есть возможность изменять шаг деления сторон некоторых фигур. Чем больше шаг, тем выше разрешение вашей модели и тем тяжелее ваш файл.

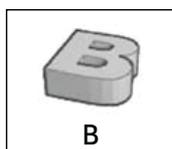
Если зритель будет видеть фигуру лишь издалека, то ее разрешение можно уменьшить, так как разница в несколько шагов заметна не будет. С помощью изменения параметра **Шаги** создают новые фигуры.

Шаг деления фигур

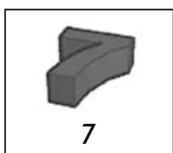
1. Форма «Текст и номера»



— режим **Текст**, позволяет создать трехмерную надпись целиком. Выделяем «ТЕХТ», вводим с клавиатуры любое слово;

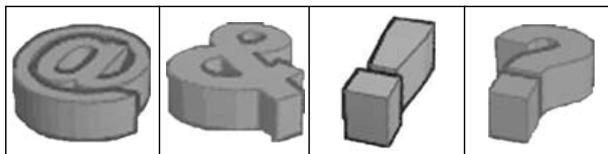


— буквы английского алфавита А — Z;

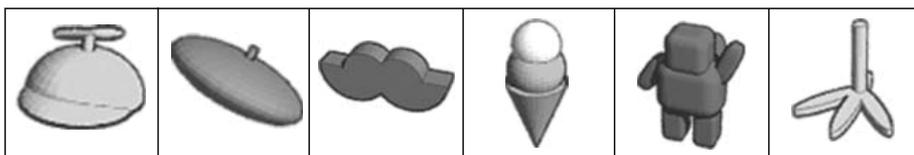
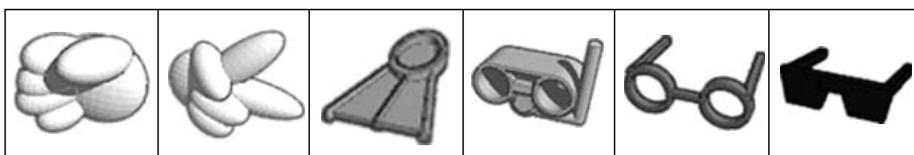


— цифры 0—9;

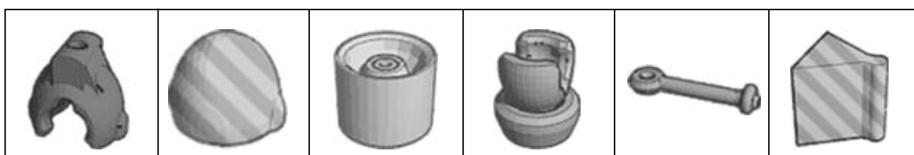
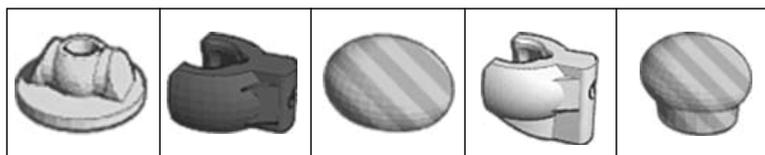
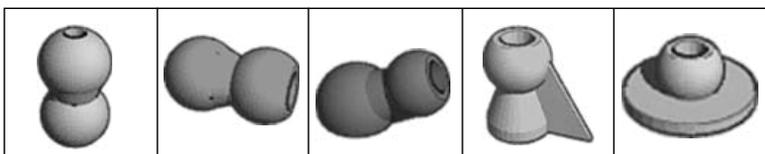
Знаки:



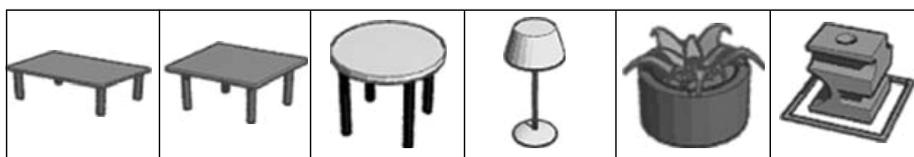
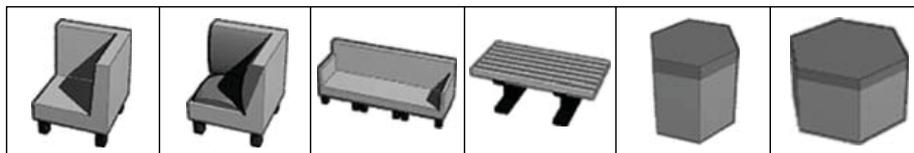
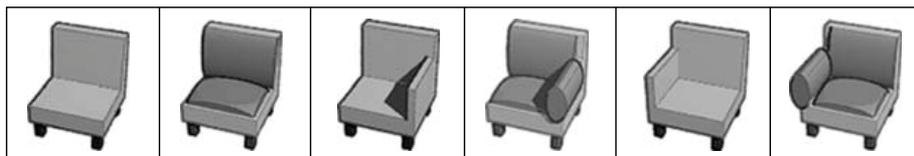
2. Фигуры



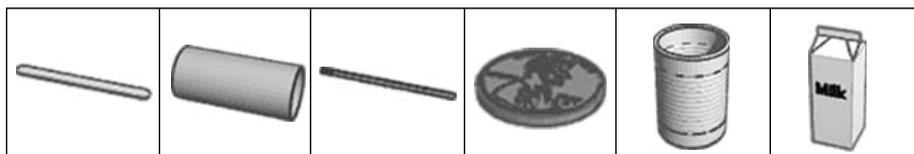
3. Соединители



4. Место для общения



5. Творчество



6. Генераторы форм — различные фигурки, созданные пользователями:

- ▣ элементы электрических цепей;
- ▣ сверла;
- ▣ форма карты государств;
- ▣ шестеренки и другое (*более 100 форм*).

7. Сборки: три вида механизмов (вращающийся, движущийся, ротор).

2.2. РАЗМЕЩЕНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ФОРМ

После выбора необходимой фигуры на панели форм ее можно разместить в рабочем пространстве двумя способами:

■► кликнуть на нее, а затем нажать на любое место на голубой **рабочей плоскости**;

■► можно зажать фигуру, удерживая левую кнопку мыши, и перетащить ее на сетку.

Редактируют созданные объекты в окне **Редактор фигур**, которые автоматически возникает сразу после выделения фигуры.

Программой предусмотрена возможность защитить фигуру от действий редактора.

Алгоритм включения защиты

1. Выделить фигуру — включается редактор.
2. Нажать на иконку замка **Запретить редактирование** (рис. 11). Фигура приобретает фиолетовый контур — теперь она защищена.

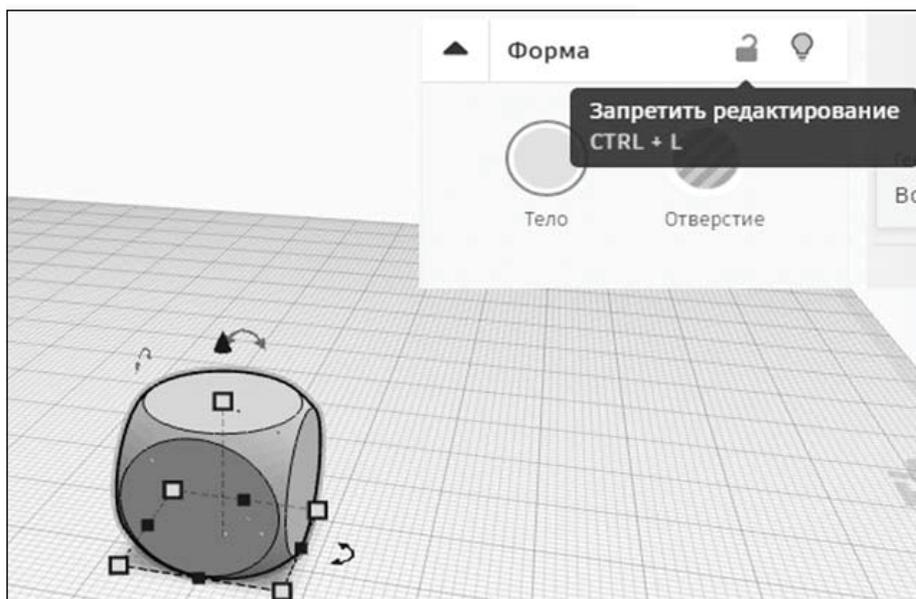


Рис. 11. Расположение команды **Запретить редактирование**

Для разблокировки фигуры выбираем ее и снова нажимаем на замок. Фигура приобретает голубой контур.

Можно одновременно выбрать и заблокировать несколько фигур.

Программа предусматривает возможность скрыть выбранные фигуры, то есть сделать их невидимыми для редактирования:

▣► выбрать фигуры, кликнув мышью; загорается редактор фигур;

▣► нажимаем лампочку **Скрыть выбранные** (рис. 12).

Фигура останется скрытой, пока вы не нажмете иконку **Показать все** (рис. 13).

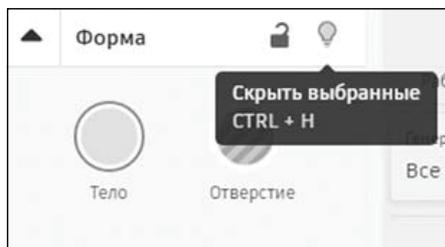


Рис. 12. Команда **Скрыть выбранное** в окне редактора форм

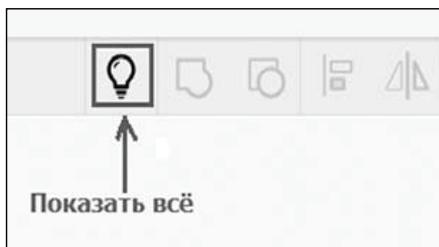


Рис. 13. Отмена команды **Скрыть**

Алгоритм редактирования

1. Выбрать фигуру на рабочей плоскости (кликнуть на нее);

2. Вокруг фигуры появится голубая обводка и откроется редактор этой фигуры.

У разных фигур будут свои параметры модификаций.

При данной модификации **Цвет** и **Превращение в отверстие** возможны для всех форм. Остальные возможные преобразования для форм рассмотрены ниже.

Сводная таблица модификаций представлена на странице 27.

2.3. МОДИФИКАЦИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ФОРМ

2.3.1. Редактор форм

Поместив форму «Параллелепипед» на рабочую плоскость, видим, что автоматически загорается окно редактирования фигур (рис. 14).

! | Редактор фигур можно сворачивать, нажав на черную стрелку.

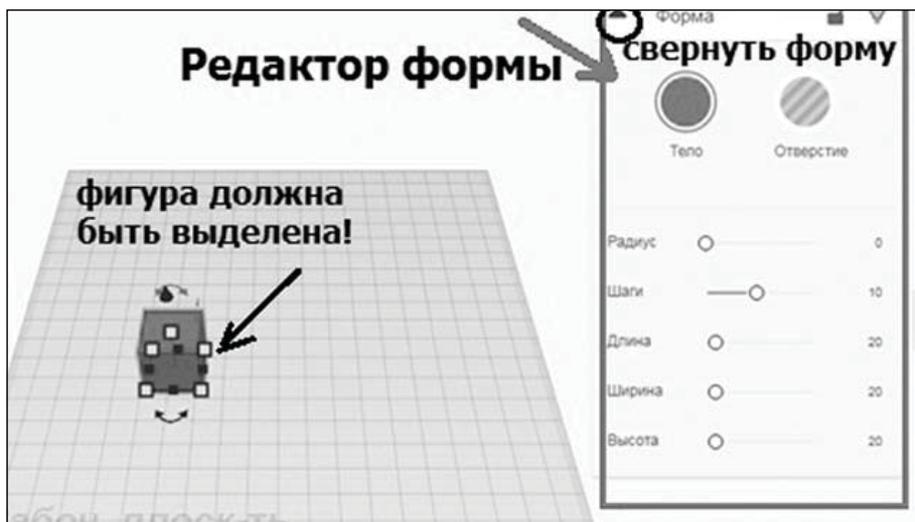


Рис. 14. Вид редактора формы

2.3.2. Параметры модификаций

У каждой формы есть набор параметров, которые можно изменить с помощью редактора.

Параметры модификаций

1. Параллелепипед:

- цвет (палитра открывается нажатием на **Тело**),
- округлость углов (**Радиус**),
- шаг деления сторон (**Шаги**),
- длина,
- ширина,
- высота,

- ▣▣▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

2. Цилиндр:

- ▣▣▣ цвет,
- ▣▣▣ стороны,
- ▣▣▣ скос (*bevel*),
- ▣▣▣ сегменты,
- ▣▣▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

3. Шар:

- ▣▣▣ цвет,
- ▣▣▣ сегменты,
- ▣▣▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

4. Конус:

- ▣▣▣ цвет,
- ▣▣▣ верхний радиус,
- ▣▣▣ радиус основания,
- ▣▣▣ высота,
- ▣▣▣ стороны,
- ▣▣▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

5. Пирамида:

- ▣▣▣ цвет,
- ▣▣▣ стороны,
- ▣▣▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

6. Многоугольник:

- ▣▣▣ цвет,
- ▣▣▣ стороны,
- ▣▣▣ скос (*bevel*),
- ▣▣▣ сегменты,
- ▣▣▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

7. Параболоид:

- ▣▣▣ цвет,

- ▣ шаги,
- ▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

8. Тор (кольцо):

- ▣ цвет,
- ▣ радиус (внешний),
- ▣ радиус внутренний (труба),
- ▣ стороны,
- ▣ шаги,
- ▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

9. Текст:

- ▣ цвет,
- ▣ стиль,
- ▣ высота,
- ▣ толщина текста,
- ▣ скругление ребер,
- ▣ превращение его в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие — см. таблицу на с. 27).

Значения можно задать двумя способами:

1) двигать ползунок у параметра, в окошечке будет отображаться значения;

2) двойным щелчком левой кнопки мыши активизировать значение и ввести в окошко точную цифру.

У остальных фигур допускаются только две настройки:

1) цвет;

2) преобразование в отверстие (нажать на кнопку

Отверстие).

2.3.3. Стандартные команды редактирования

Выбор фигур на рабочей плоскости их удаление

Алгоритм действий

1. Единичный выбор — кликнуть на фигуру левой кнопкой мыши.

Параметры модификаций

Форма	Параметры для изменений															
	Цвет	Округ- лость углов	Шаг деле- ния	Дли- на	Ши- рина	Вы- сота	Пре- враще- ние в отвер- стие	Сто- роны	Снос	Сег- менты	Верх- ний ра- диус	Радиус осно- вания	Тол- щина тек- ста	Радиус внут- рен- ний	Радиус внут- рен- ний	Скруг- ление ребер
Паралле- лепипед	+	+	+	+	+	+	+									
Цилиндр	+						+	+	+							
Шар	+						+		+							
Конус	+					+	+	+		+	+					
Пирамида	+						+	+								
Много- угольник	+						+	+	+							
Парабо- лоид	+		+				+									
Тор (кольцо)	+		+				+	+					+	+		
Текст	+					+	+					+			+	+

2. Множественный выбор — удерживая мышью, обвести фигуры прямоугольным выделением, либо, удерживая **Shift**, кликнуть на нужные фигуры.

Количество выбранных фигур отобразится в скобках в шапке редактора фигур.

Для снятия выбора фигуры кликнуть по пустому рабочему пространству или на другой фигуре.

3. Чтобы удалить одну или несколько фигур, пользователю необходимо выбирать нужные и применить **Delete / Backspace** или иконку мусорного бака.

Для отмены действия — **Ctrl + Z**, для повтора — **Ctrl + Y**.

Также можно нажать иконки стрелок в левом верхнем углу (рис. 15).

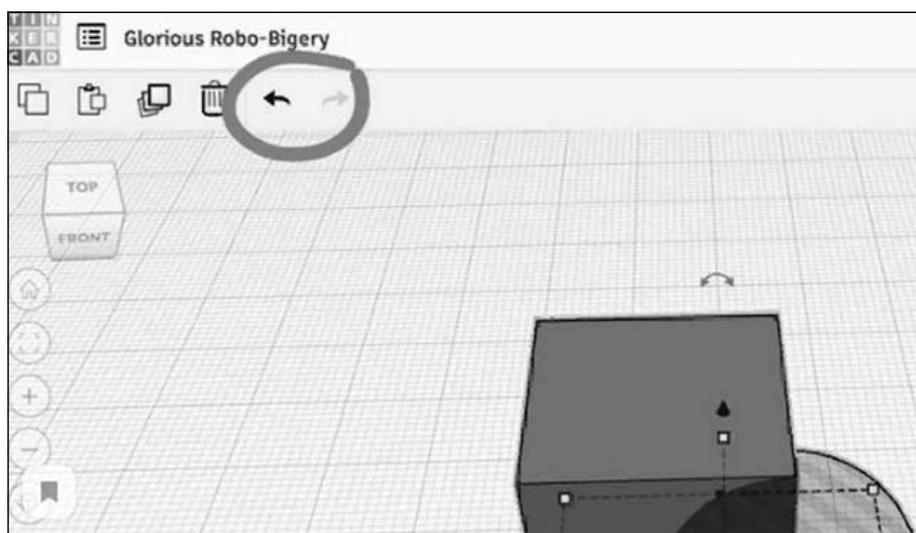


Рис. 15. Команды отмены и повтора действий

Перемещение фигур

Для перемещения фигуры по сетке можно воспользоваться одним из двух способов:

1) навести курсор на фигуру и, удерживая левую кнопку мыши, переместить объект на желаемую позицию;

2) выбрать фигуру щелчком мыши, а затем использовать стрелки на клавиатуре, чтобы перемещать фигуру по одной единице измерения сетки за одно нажатие, то есть на 1 мм. В меню можно задать свой шаг перемещения.

Сетки Шаговой Привязки (рис. 16)

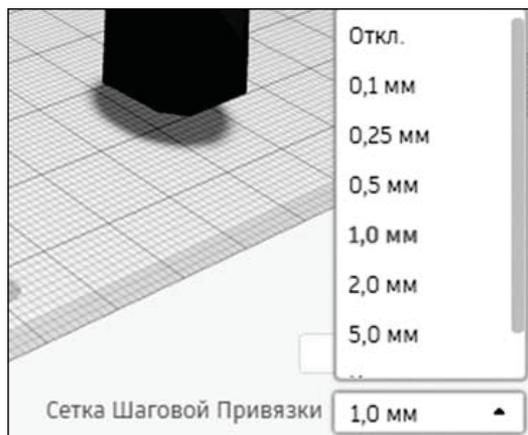


Рис. 16. Выбор шага перемещения фигур по сетке

Дополнительные возможности перемещения:

▣ если необходимо переместить фигуру по прямой линии, то удерживайте клавишу **Shift**.

▣ чтобы переместить объект вверх или вниз по оси *Z* (даже под рабочую плоскость), необходимо зажать мышью маленькую черную стрелку над / под выбранной фигурой и переместить (или удерживать клавишу **Ctrl**, используя стрелки клавиатуры «вверх» и «вниз»). При перемещении мышкой за черную стрелку пользователь всегда увидит рядом с фигурой, на сколько единиц измерения ее сдвинули.

Вращение фигур

Для поворота фигуры вдоль осей X, Y, Z:

- 1) выделить фигуру на рабочем пространстве;
- 2) зажать изогнутую стрелку — вокруг фигуры появится шкала градусов.

При передвижении мыши внутри шкалы объект будет вращаться на $22,5^\circ$; извне — на 1° . При удержании клавиши **Shift**, фигура повернется на 45° .

Также можно задать конкретное значение градусов в поле рядом со шкалой (рис. 17).

Стрелки поворота фигуры

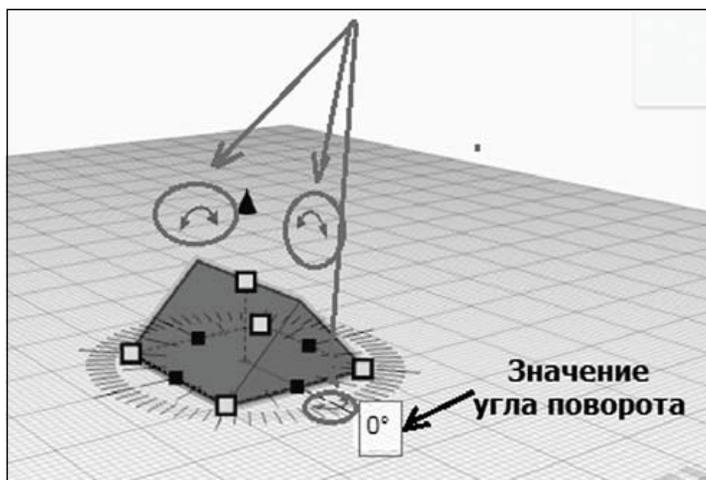


Рис. 17. Задание параметров вращения фигуры

Одновременное вращение нескольких объектов: выбрать объекты и вращать изогнутой стрелкой по тому же принципу. Объекты будут вращаться вокруг общей центральной оси (X или Y или Z).

Масштабирование фигур

Алгоритм для осуществления масштабирования

1. Щелчком мыши выбрать фигуру на рабочем пространстве. Вокруг нее появятся черные и белые квадраты.

2. Если потянуть за любой белый квадрат, происходит масштабирование фигуры в двух направлениях; если за черный — в одном.

Потянув за белый верхний или нижний квадрат, вы масштабируете фигуру вверх и вниз.

Наводя на квадраты курсор, вы сможете увидеть размер сторон фигуры (рис. 18).

При нажатии на белую или черную точку повторно становится активна команда «ручки» — изменение размеров тела с помощью мыши, и точка меняет цвет на красный.

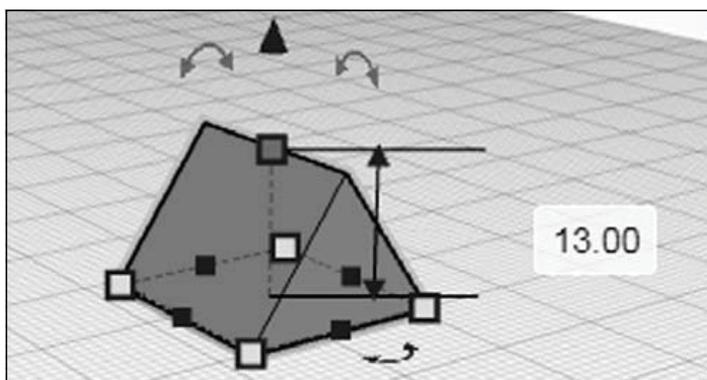


Рис. 18. Масштабирование фигуры: белые и черные квадраты — масштабирование фигуры в Tinkercad; средний белый — увеличение высоты фигуры

Копирование фигур

Способы копирования фигуры

1. Выбрать нужную фигуру на рабочей плоскости. Нажать **Ctrl + C**; чтобы вставить копию — **Ctrl + V** (или иконки в левом верхнем углу — рис. 19).

Удерживая **Alt**, вытянуть копию фигуры в сторону, не фиксируя положение. Удерживая **Shift**, переместить копию по прямой линии.



Рис. 19. Иконки команд: а — «Копировать»; б) «Вставить»

2. Нажать на иконку **Дублировать**, расположенную в левом верхнем углу (рис. 20), или применить команду **Ctrl + D**: фигура скопируется на место оригинала. Чтобы разделить дубликаты, необходимо два-три раза нажать стрелки на клавиатуре.

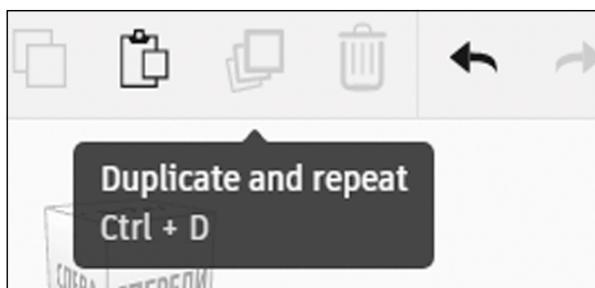


Рис. 20. Иконка команды **Дублировать**

Группировка фигур

В Tinkercad можно группировать несколько фигур в один объект. Для этого надо выбрать фигуры на рабочей сетке и нажать **Ctrl + G**.

В качестве альтернативы можно нажать на иконку **Группировать** (рис. 21).



Рис. 21. Иконки группировки и разгруппировки

Для разгруппировки необходимо использовать команду **Ctrl + Shift + G** или нажать на иконку **Разгруппировать** (рис. 21).

! Разгруппировать можно только предварительно сгруппированные объекты.

2.3.4. Дополнительные команды редактирования

Инструмент Выровнять

Выравнивание фигур относительно друг друга:

1) поместить параллелепипед и сферу на рабочую сетку;

2) выбрать обе фигуры и нажать на иконку **Выровнять**, либо клавишу **L** (рис. 22, а). После нажатия под объектами появится черная сетка с кругами. Наводя курсор на круги, появится превью выравнивания по осям X, Y, Z (рис. 22, б). Для выравнивания нажать на черный круг — он становится серым, видно, по каким осям уже произошло выравнивание фигуры (рис. 22 в, г);

3) можно выравнивать одновременно две и более фигуры. Для этого выделите все необходимые объекты.

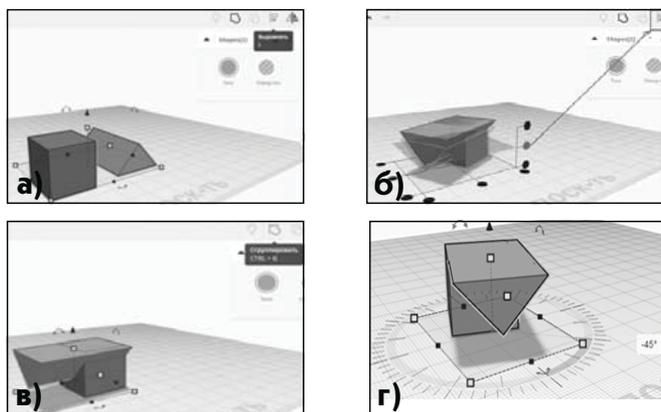


Рис. 22. Этапы применения команды:

- а — совместите фигуры и нажмите **Выровнять**;
- б — используя черные круги, проведите выравнивание;
- в — сгруппируйте; г — проведите поворот или подъем

Иногда для достижения нужного взаимоотношения фигур необходимо нажать несколько кругов, то есть осуществить несколько этапов выравнивания. Для упрощения процесса выравнивания можно включить ортогональный вид. Чтобы отключить инструмент, нажмите на его иконку либо на рабочее пространство.

Инструмент Отразить/Flip

Чтобы перевернуть фигуру по осям X, Y, Z, применяют инструмент **Отразить**.

*Алгоритм применения команды **Отразить***

1. Поместить фигуру на рабочее поле или выделить фигуру, которую симметрично будете отражать.

2. Нажать на иконку **Отразить** (рис. 23) либо клавишу **M** (англ.). Возле фигуры появятся три черные стрелки. Наводя курсор на них, вы увидите превью отражения объекта по разным осям.

3. Выбрав нужное отражение, нажать черную стрелку.

4. Чтобы отключить инструмент, надо нажать на рабочее пространство либо иконку инструмента.

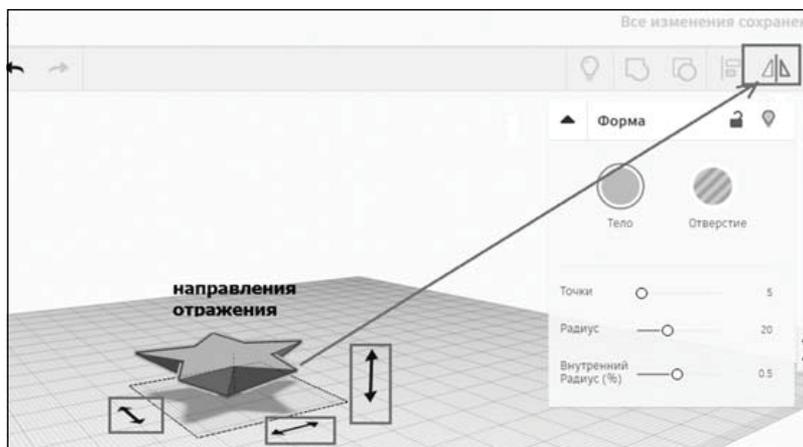


Рис. 23. Применение команды **Отразить**

Режим Разноцветный

При группировке объекты окрашиваются одним цветом. Программой предусмотрена возможность сохранять первоначальные цвета. Для этого после группировки необходимо зайти в редактор фигур, открыть палитру цветов **Тело** и поставить галочку рядом с **Разноцветный**. Здесь же можно сделать фигуру полупрозрачной, поставив галочку рядом с пунктом **Прозрачный** (см. рис. 24).

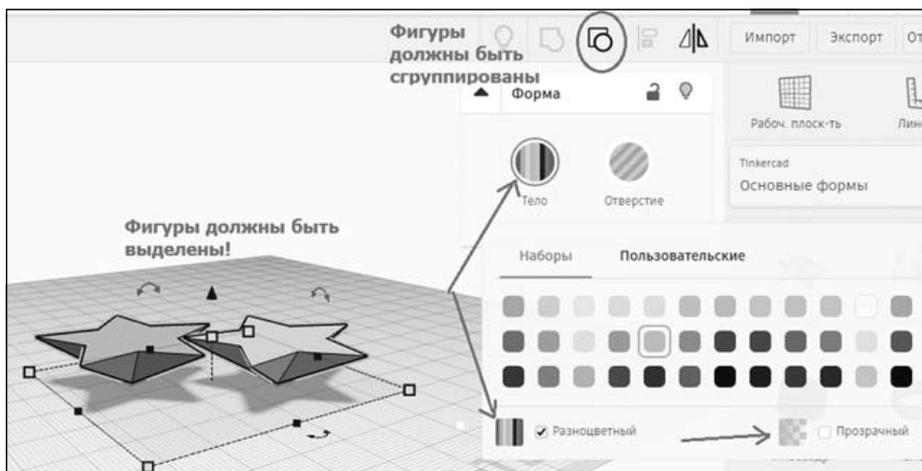


Рис. 24. Включение режима **Разноцветный**

2.4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РЕДАКТИРОВАНИЯ

Инструменты **Вспомогательная Рабочая плоскость** и **Линейка** позволяют точно совмещать и выравнивать плоскости пересекающихся фигур. Ниже подробно рассмотрим алгоритм их применения.

2.4.1. Инструмент **Вспомогательная Рабочая плоскость**

Инструмент **Вспомогательная Рабочая плоскость** позволяет создавать новые рабочие плоскости на поверхностях фигур.

Активизировать команду можно двумя способами:

- 1) зажав левой кнопкой мыши инструмент **Вспомогательная Рабочая плоскость**, разместить на выбранной грани фигуры;
- 2) с помощью «горячей» клавиши **W**.

*Алгоритм использования инструмента **Вспомогательная Рабочая плоскость***

Рассмотрим алгоритм использования данного инструмента на конкретном примере.

Мы хотим создать дом. Он состоит из куба и призмы. Призма символизирует крышу. Ее надо установить на верх дома. Можно пойти обычным путем — вытащить ее на рабочий стол, поднять на высоту куба и совместить. Это удобно не всегда. И главное — есть способ быстрее.

1. Нажимаем на кнопку **W**. Появляется указатель дополнительной рабочей поверхности — **Вспомогательная Рабочая плоскость**.

2. Позиционируем его на то место, где будет располагаться крыша. Нажимаем на левую кнопку мыши.

3. Появляется поверхность. Вытаскиваем на нее призму и ставим примерно на кубик.

4. С помощью функции **Выровнять** позиционируем крышу точно над кубиком.

5. После того как установили крышу, нажимаем на клавишу **W** и убираем дополнительную поверхность.

6. Нажимаем на клавишу **W** и позиционируем ее на боковой поверхности куба.

7. Помещаем на боковую поверхность, допустим **тор**.

8. Убираем вспомогательную поверхность.

9. Помещаем указатель на наклонную часть призмы и устанавливаем туда полусферу (рис. 25).

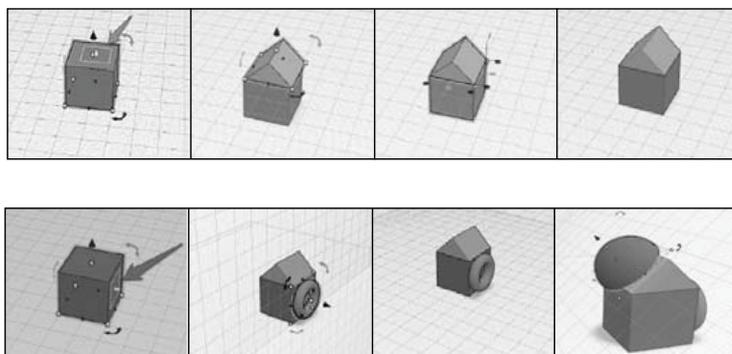


Рис. 25. Алгоритм построения дома при помощи вспомогательной рабочей плоскости

Именно ради позиционирования на поверхностях, расположенных под углом, и предусмотрена функция. Кроме позиционирования главная цель этой функ-

ции — изменять примитивы именно в этой плоскости. Просто поднимая и наклоняя сферу, мы не можем ее корректно изменить, если новая система координат будет такой же, как у куба. При попытке подвигать осям X или Y примитив будет искажаться. При работе с ним на дополнительной плоскости мы его сможем изменять как нам хочется.

Итак, если вы хотите расположить новую фигуру на существующей (например, создать уши на голове), то лучше размещать ее с помощью создания новой рабочей сетки на существующей фигуре в месте желаемого соприкосновения, чем просто создать фигуру и тащить ее вручную на желаемую позицию.

2.4.2. Инструмент Линейка

В Tinkercad инструмент **Линейка** расположен справа от инструмента **Вспомогательная Рабочая плоскость** (рис. 26) и состоит из двух перпендикулярных лучей со шкалой деления. С ее помощью можно точно располагать фигуры относительно друг друга. Она также показывает высоту, ширину и длину фигур в числах.

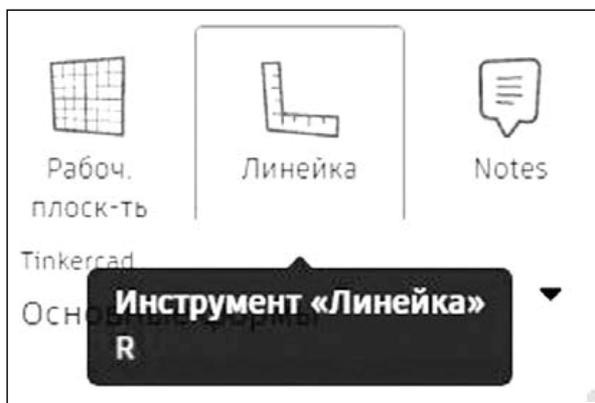


Рис. 26. Инструмент **Линейка**

Чтобы воспользоваться линейкой, необходимо нажать на соответствующую иконку и перенести курсор мыши на рабочую поверхность. Вы увидите превью

линейки, где красный круг — ее начало. Далее выберите подходящее место и кликните мышью по сетке — создастся линейка.

Чтобы подвинуть линейку, тащите за черный круг в пересечении шкал деления.

Чтобы удалить линейку, нажмите крестик.

Практикум

1. Поочередно загрузить фигуры основных форм. Ознакомиться с набором настроек параметров для каждой фигуры.

2. Поменять цвет куба, шара с цвета, заданного программой, на зеленый.

3. Фигуру куб преобразить в отверстие.

4. Из простейших фигур построить дом с окнами, дверями и трубой. Сгруппировать объект.

5. Построить цветного снеговика. Сгруппировать объекты.

6. Используя инструмент Линейка, выровнить фигуры вдоль одной из сторон.

7. Спроектировать человечка с лицом.

8. Составить фигуры — стол, полка, молоток (киянка), толкушка.

9. Смоделировать модель брелка для ключей с вашим именем.

10. Сохраните построенные объекты в галерею.

Глава 3. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДИЗАЙНОВ В TINKERCAD

3.1. ИМПОРТ ДИЗАЙНОВ

Существует множество ресурсов, содержащих готовые 3D-модели (стоки) — Thingiverse.com (рис. 27) [9], 3dtoday.ru (см. рис. 28) [5]. На ресурсах такого типа 3D-модели удобно скомпонованы по темам.

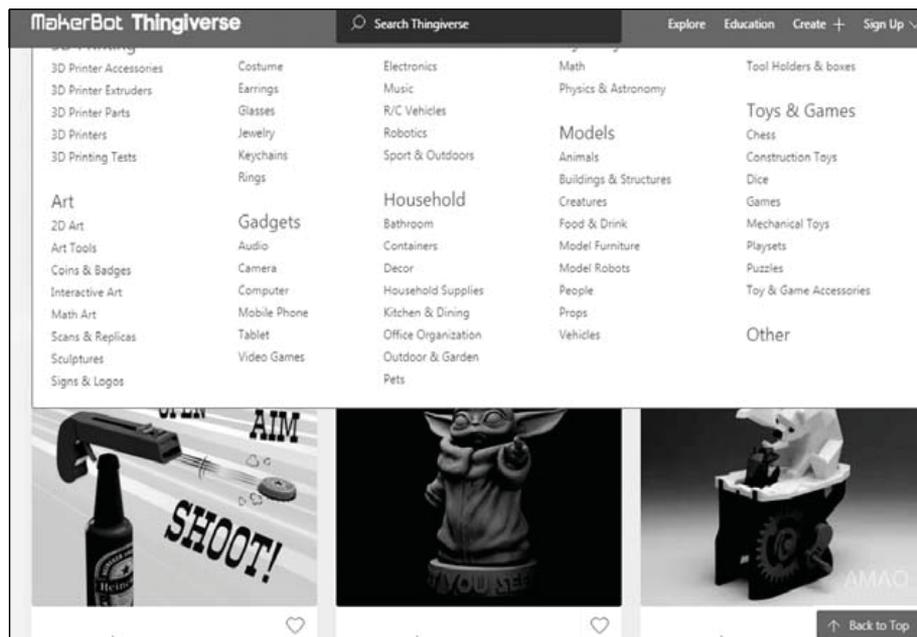


Рис. 27. Главная страница сайта Thingiverse.com

Tinkercad позволяет импортировать из них модели. Возможен импорт проектов, созданных в других программах 3D-моделирования. Для этого нажимаем кнопку **Импорт** в окне моделирования.

Tinkercad импортирует файлы с расширением **.stl**, **.obj** и **.svg**, размером менее 25 МБ.

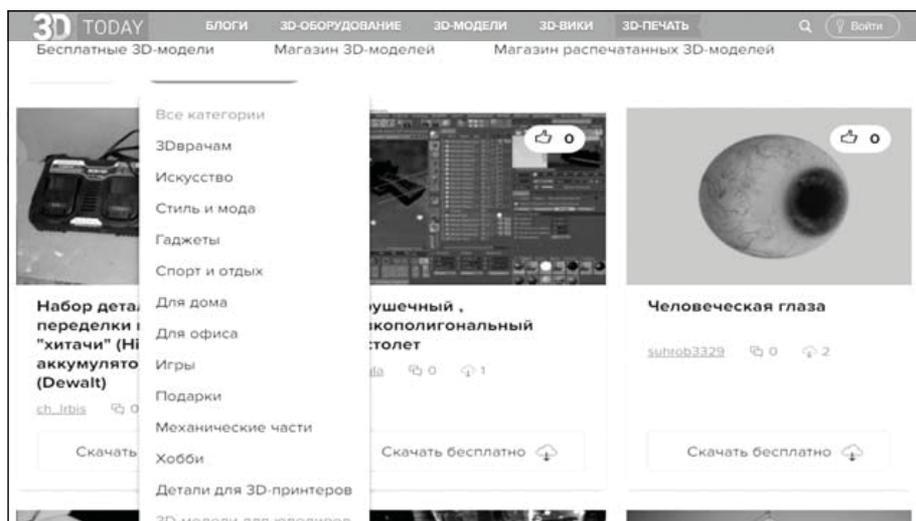


Рис. 28. Главная страница сайта 3dtoday.ru

Алгоритм загрузки проекта со стоковых ресурсов

1. Скачать понравившийся проект. Сохранить на своем компьютере.

2. Создать новый проект.

3. Нажать **Импорт**.

Откроется диалоговое окно **Импорт файла** (рис. 29)

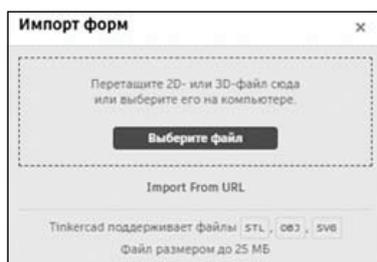


Рис. 29. Импорт файла

4. Выбрать загруженный файл (рис. 30).

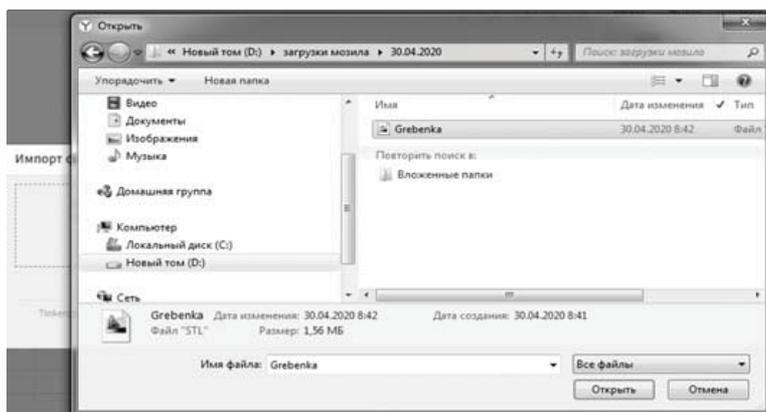


Рис. 30. Выбор файла

5. Задать масштаб фигуры, соответствующий рабочей плоскости (рис. 31)

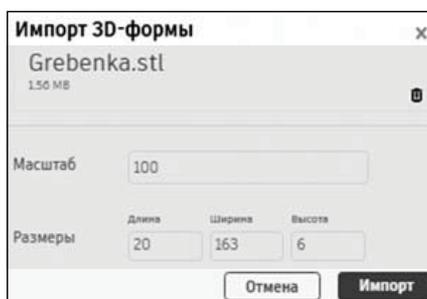


Рис. 31. Диалоговое окно загрузки файла

6. Нажать **Импорт**, и файл загрузится в поле программы (рис. 32).

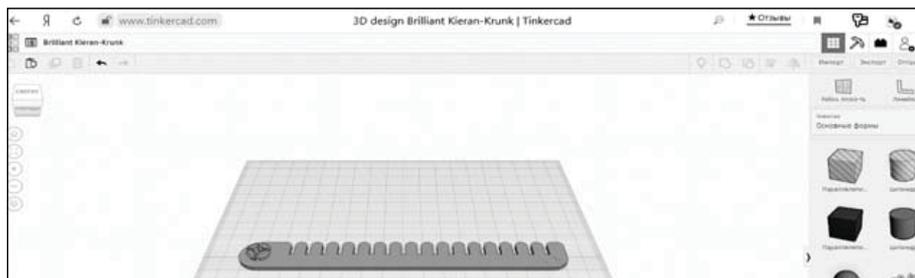


Рис. 32. Открывшийся импортированный файл

7. Далее файл можно модифицировать, сохранить, напечатать.

3.2. СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛЕЙ ИЗ СКЕТЧЕЙ

Tinkercad содержит инструмент **Scribble / Основные формы**, который позволяет пользователю проявить фантазию и создать эксклюзивную форму на базе нарисованного 2D-скетча, который Tinkercad автоматически преобразует в 3D-объект.

Алгоритм создания скетча

1. Нажать на инструмент и перетащить его на **Рабочую плоскость**.

При использовании этой фигуры открывается новое окно (см. рис. 8 — с. 18), в котором пользователь может рисовать дизайны с помощью инструментов — кисти, (создает контур); ластика (стирает контур); контура с заполнением; ластика, стирающего с помощью создания выделения.

2. Нажать **Готово**.

Методика создания сканов реальных объектов без дополнительного оборудования

1. Обвести деталь на листе бумаги. Нарисовать необходимые выемки. Набросать центры отверстий и нужные детали (рис. 33).

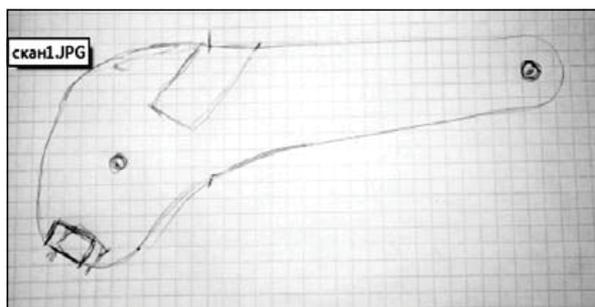


Рис. 33. Контур объекта

2. Сделать фотографию и сконвертировать в формат **.jpeg**, а затем в формат **.svg**.

Для этих целей можно использовать ресурс <https://image.online-convert.com/ru/convert-to-svg>.

3. Загрузить полученный файл в программу (**Импорт — Выберите файл**).

4. Изменить ее размеры до нужных нам (рис. 34).

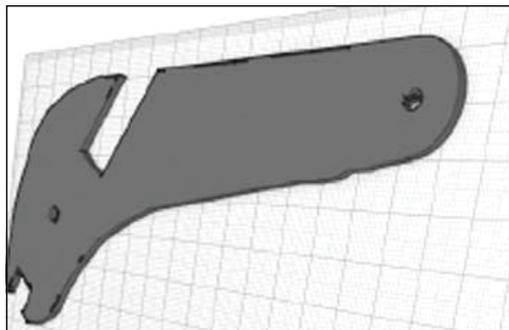


Рис. 34. Вид загруженного объекта

5. По контуру начать строить свою улучшенную модель из примитивов (рис. 35).



Рис. 35. Построенная модель

6. Большую часть строить из стандартных параллелепипедов и цилиндров. «Хитрые» места сделать

с помощью инструмента **Отверстие цилиндр и куб** (рис. 36).

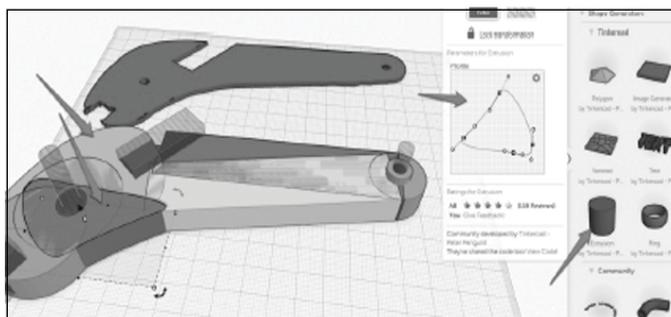


Рис. 36. Пробивка отверстий

7. Сгруппировать в целый объект. Получится нужная деталь.

Методика требует некоторых навыков и возможно окажется несколько трудоемкой для более менее сложных деталей, но в отсутствии сканера или при создании деформированной детали может оказаться очень полезной.

3.3. РЕЖИМЫ ПРОСМОТРА ДИЗАЙНОВ

В Tinkercad есть три режима просмотра дизайнов:

➡ **Проект**, в котором создаются все дизайны по умолчанию.

➡ **Блоки**, который упрощает модели. Каждый дизайн состоит из блоков / кубиков. 3D-дизайны становятся похожи на сцены из Minecraft.

У режима есть три уровня детализации моделей, между которыми можно переключаться в левом верхнем углу под названием дизайна.

Из этого режима можно экспортировать объекты для Minecraft в формате **.schematic**, нажав на **Export**. Затем файлы импортируют в программу MCEdit, модифицируют и отправляют в Minecraft (см. рис. 38).

➡ **Кирпичи**, преобразует построенные фигуры в многоуровневые лего-модели (рис. 37).

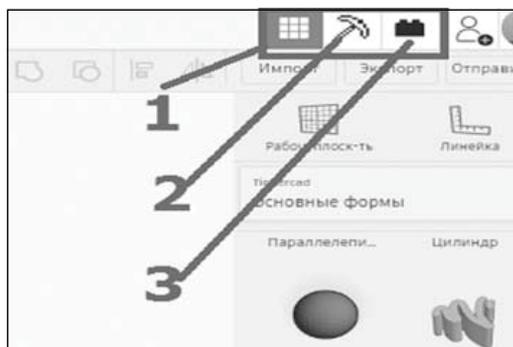


Рис. 37. Три режима просмотра дизайнов в Tinkercad:
1 — Проект; 2 — Блоки; 3 — Кирпичи

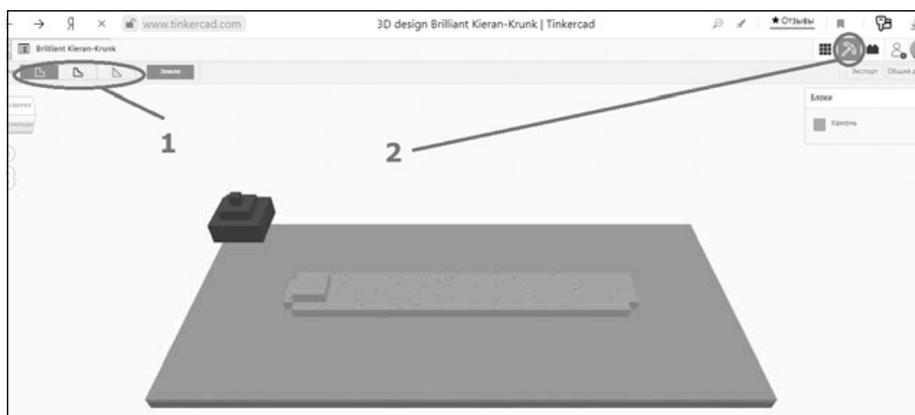


Рис. 38. Режим **Блоки**:
1 — три уровня детализации моделей;
2 — экспорт файла в формате .schematic

3.4. СОХРАНЕНИЕ, ЭКСПОРТ, ШЕРИНГ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

После каждого действия и при выходе из окна моделирования Tinkercad автоматически сохраняет все изменения. Чтобы закрыть ваш дизайн, нажмите на логотип Tinkercad в левом верхнем углу. Чтобы переключиться

на работу с новым дизайном, нажмите на иконку меню **Мои проекты** рядом с логотипом и выберите нужный проект, нажав на **Изменить** во всплывшем окне.

Для экспорта файлов нажимаем на **Экспорт** в правом верхнем углу. Из окна экспорта можно скачивать свои файлы в форматах **.svg**, **.obj** and **.stl** (вкладка **Скачать**) либо отправлять их в печать на свой 3D-принтер (вкладка **3D-печать**). Также можно экспортировать части модели, предварительно выделив нужные фигуры и отметив **Только выбранные формы** в окне экспорта.

Нажатие кнопки **Отправить** позволит поделиться работой на популярных платформах и через электронную почту или доработать в Autodesk Fusion 360. Все иконки отображены на рисунке 39.

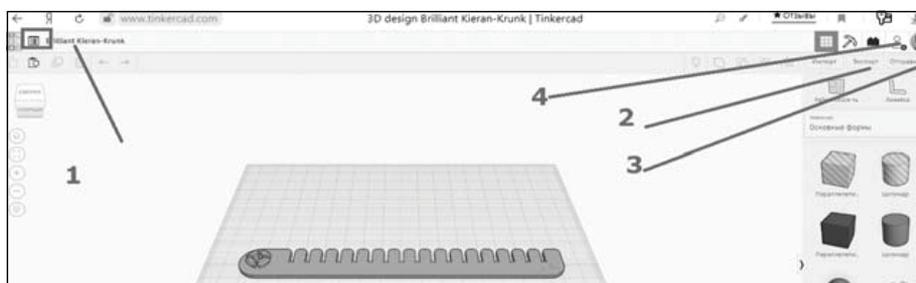


Рис. 39. Расположение кнопок:

- 1 — переключение между разными дизайнами;
- 2 — экспорт; 3 — шеринг;
- 4 — приглашение других людей к работе над данным дизайном

Если вы хотите работать над проектом совместно с другими пользователями, то нажмите на иконку человечка рядом с вашей аватаркой — во всплывающем окне будет сгенерирована ссылка, по которой люди смогут присоединиться к вашему проекту.

Слева от этой иконки можно перейти в новостной раздел Tinkercad (нажав **Новые Возможности**): здесь публикуются новости сервиса; отсюда можно перейти на форум и увидеть список «горячих» клавиш Tinkercad.

Глава 4. ПРАКТИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Прежде чем приступить к работе в программе Tinkercad необходимо тщательно продумать этапы построения модели объекта.

Этапы построения модели проекта

1. Разбить объект на элементарные фигуры, из которых может состоять модель реального объекта.
2. Определить расположение элементов относительно основной рабочей плоскости.
3. Определить размеры для моделирования элементов модели объекта.
4. Выбрать операции для построения элементов модели объекта и определение контуров для каждого элемента.
5. Определить последовательность построения элементов модели реального объекта.

4.1. СОЗДАНИЕ ДЕТАЛИ ПРОСТОЙ ФОРМЫ

Алгоритм создания детали простой формы (рис. 40)

1. Создать новый проект.
2. Разместить инструмент **Линейка** на рабочей плоскости.

3. Переместить в рабочую плоскость из основных форм параллелепипед.

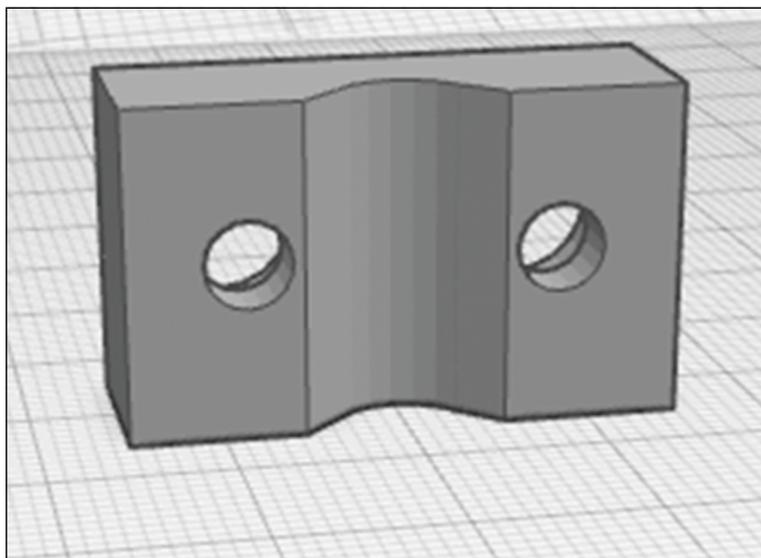


Рис. 40. Деталь

Для данного параллелепипеда, представленного на рисунке 41, мы можем следующее:

- изменить положение объекта, редактируя значения на линейке (1-2-3);
- изменить масштаб объекта, редактируя значения на стрелках (4-5-6);
- изменить угол поворота объекта, используя стрелки (7-8-9);
- изменить размеры объекта, редактируя значения или перемещая слайдер (10-11-12);
- изменить радиус закруглений (13);
- изменить количество граней у радиусов закруглений (14);
- запретить редактирование объекта (15);
- скрыть объект (16);
- изменить цвет объекта или сделать объект отверстием (17).

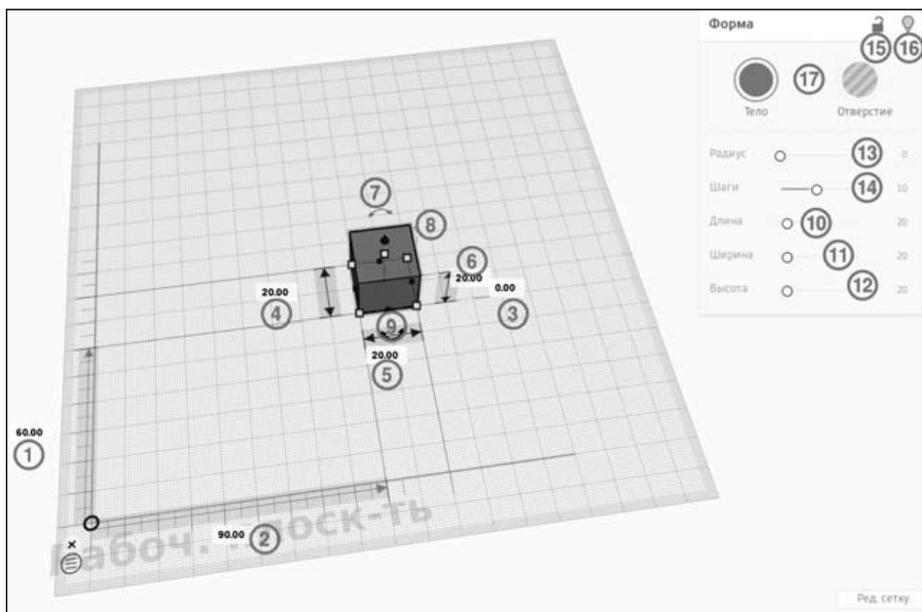


Рис. 41. Параметры доступные для изменений

4. Задать параметры (рис. 42).

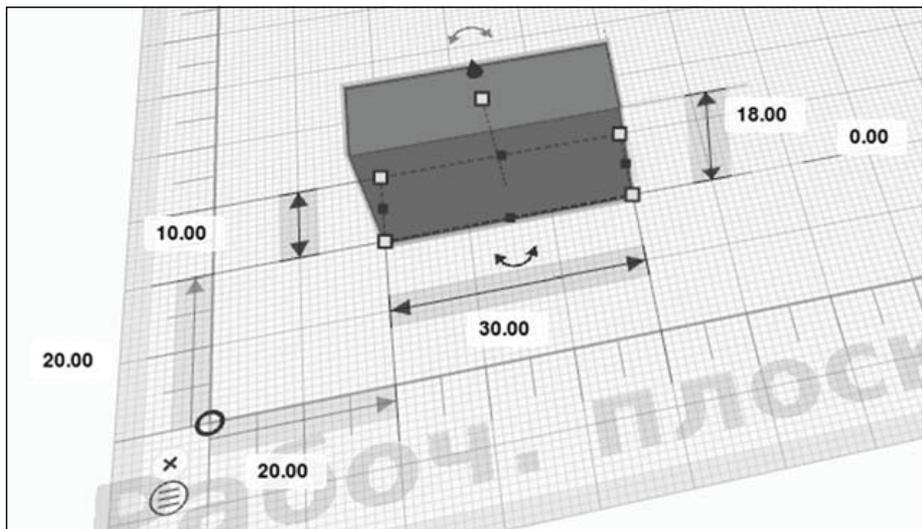


Рис. 42. Параметры прямоугольника

5. Взять цилиндр. Переместить его в нужную позицию.

6. Повернуть цилиндр на 90° ; изменить радиус и сделать из него отверстие (рис. 43).

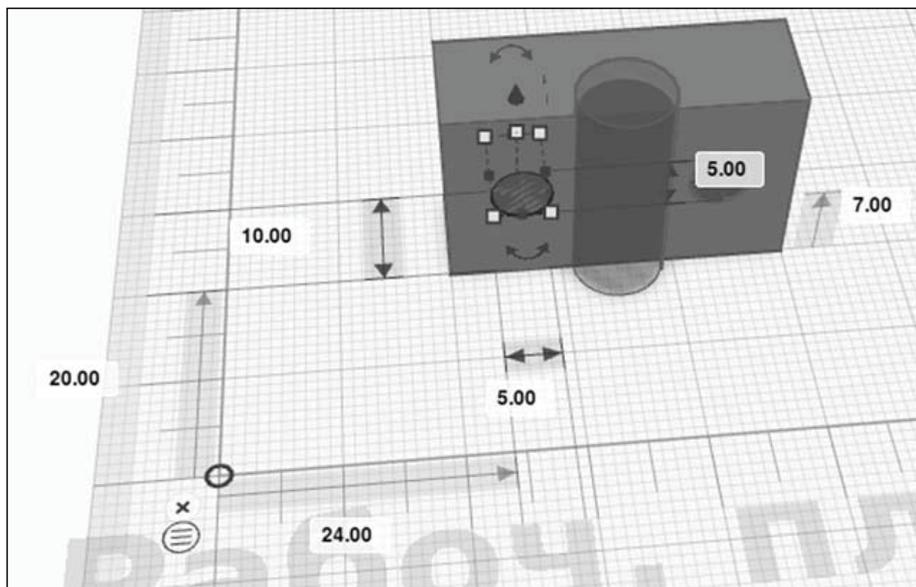


Рис. 43. Добавление отверстия

7. Добавить второй цилиндр с помощью **Ctrl + C**, **Ctrl + V** (рис. 44).

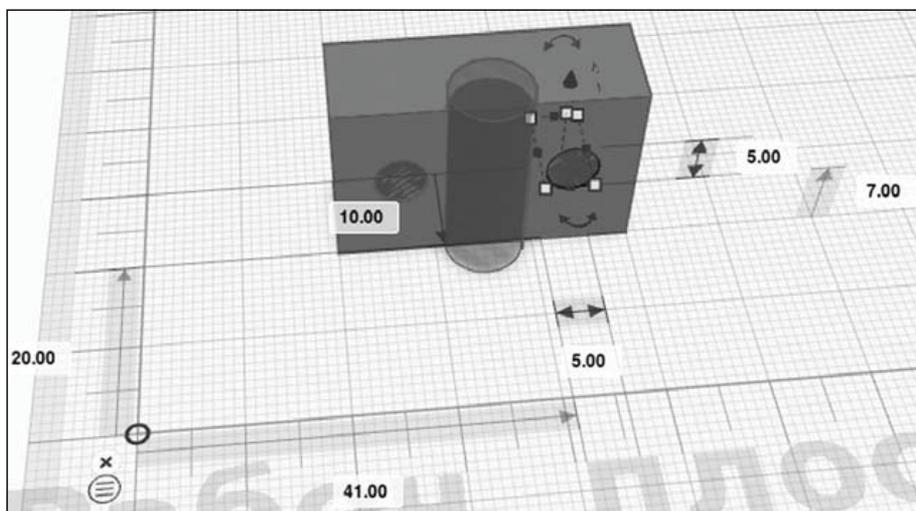


Рис. 44. Добавление второго отверстия

8. Добавить вертикальный цилиндр (рис. 45).

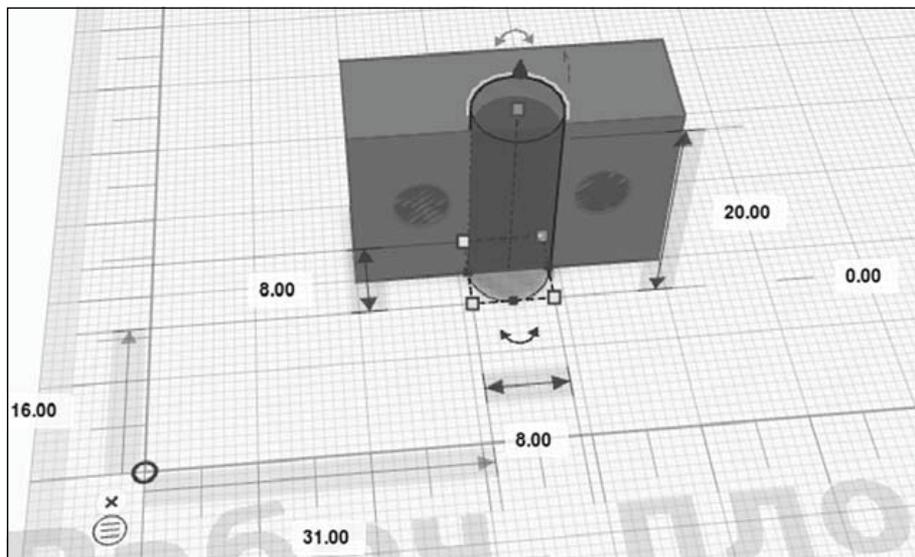


Рис. 45. Добавление вертикального отверстия

9. Повернуть рабочую область. Установить линейку на новое место. Добавить выемку под головку болта (рис. 46).

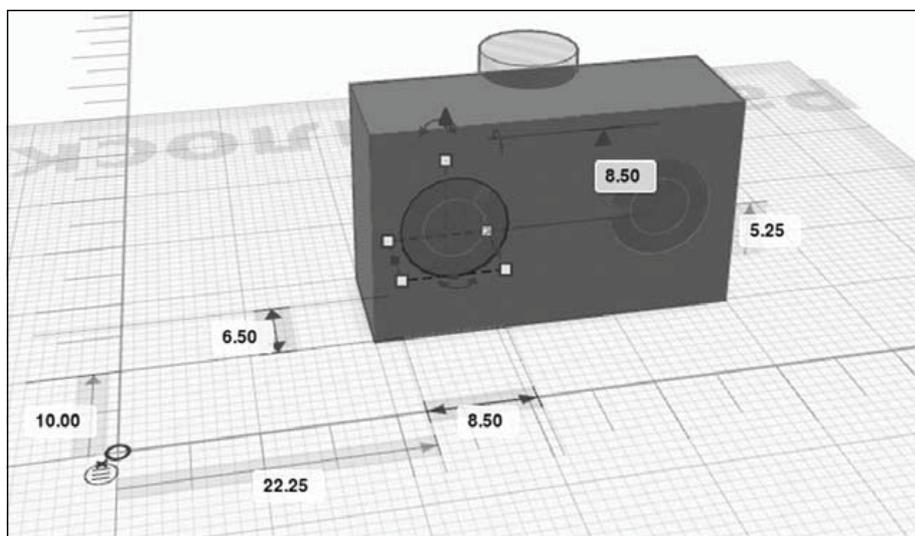


Рис. 46. Добавление отверстия под болт

10. Добавить второе отверстие под болт с помощью **Ctrl + C**, **Ctrl + V** (рис. 47).

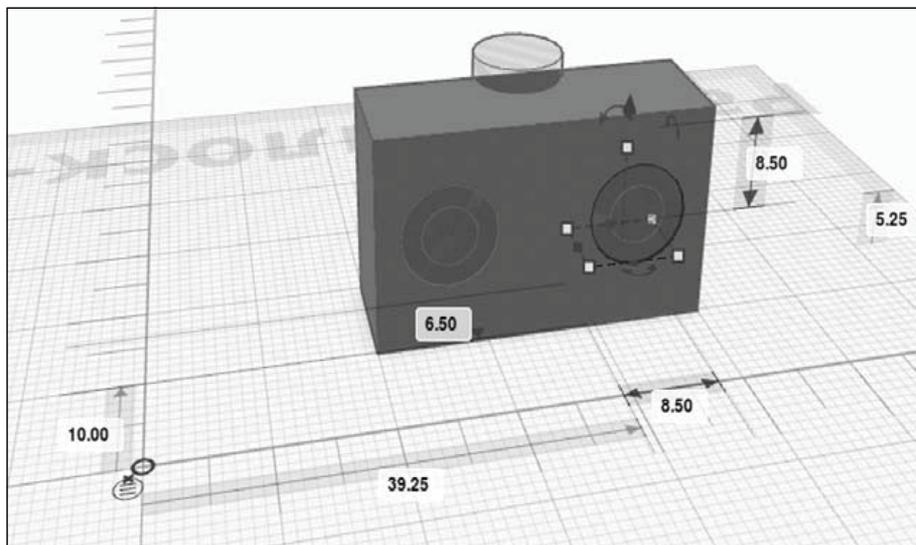


Рис. 47. Добавление второго отверстия под болт

11. Сделать две фаски у вертикального отверстия с помощью двух повернутых на 45° параллелепипедов (см. рис. 48 а, б, в)

12. Присвоить модели название. Выполнить экспорт — STL.

13. Импортировать модель в Tinkercad с помощью кнопки **Импорт**. Убедиться, что STL-файл сгенерировался правильно.

4.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕАЛЬНОЙ ШЕСТЕРНИ

В разделе «Изготовление реальной шестерни» мы рассмотрим один из приемов создания шестеренок на базе готовых форм и с использованием инструмента **Редактор форм**.

Необходимо создать модель шестерни по фотографии (см. рис. 49).

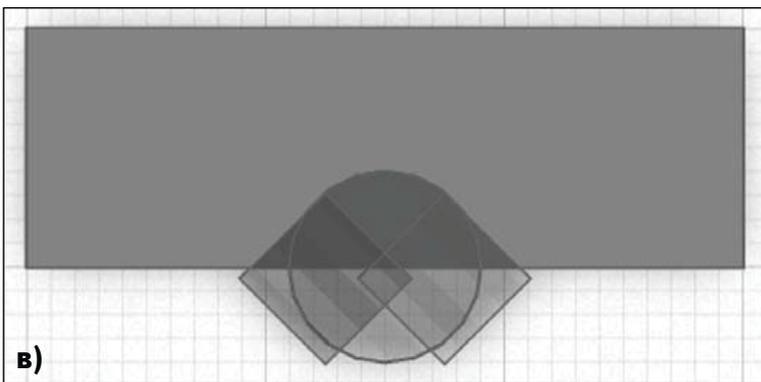
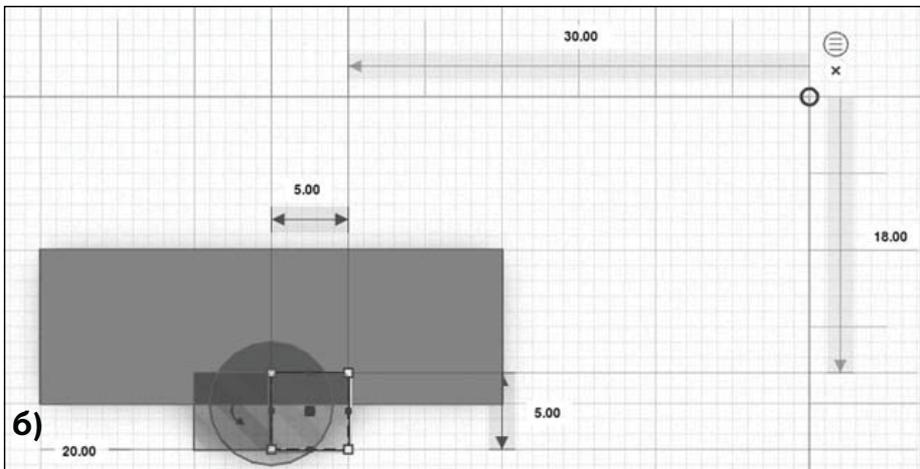
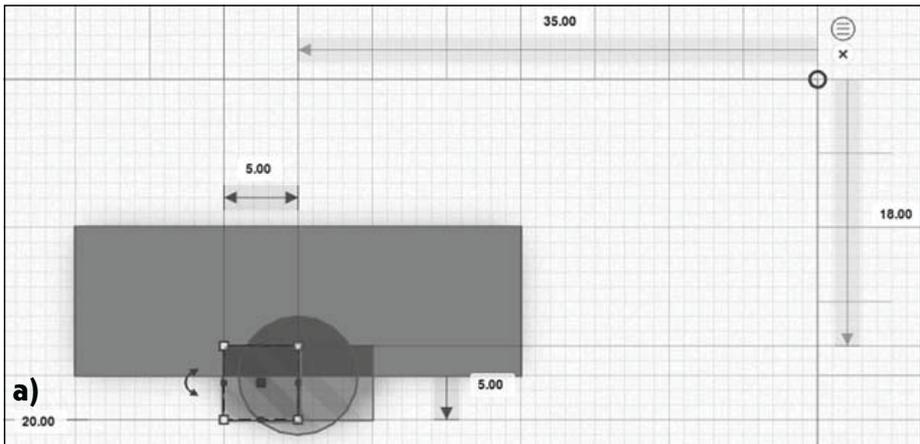


Рис. 48. Добавление фасок
 а — шаг 1; б — шаг 2; в — шаг 3

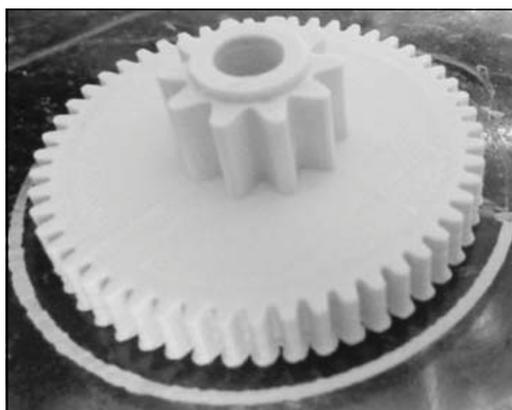


Рис. 49. Шестеренка образец

Алгоритм построения

1. Создать новый проект.
2. Выбрать форму **Шестеренка** (красная и синяя — рис. 50).

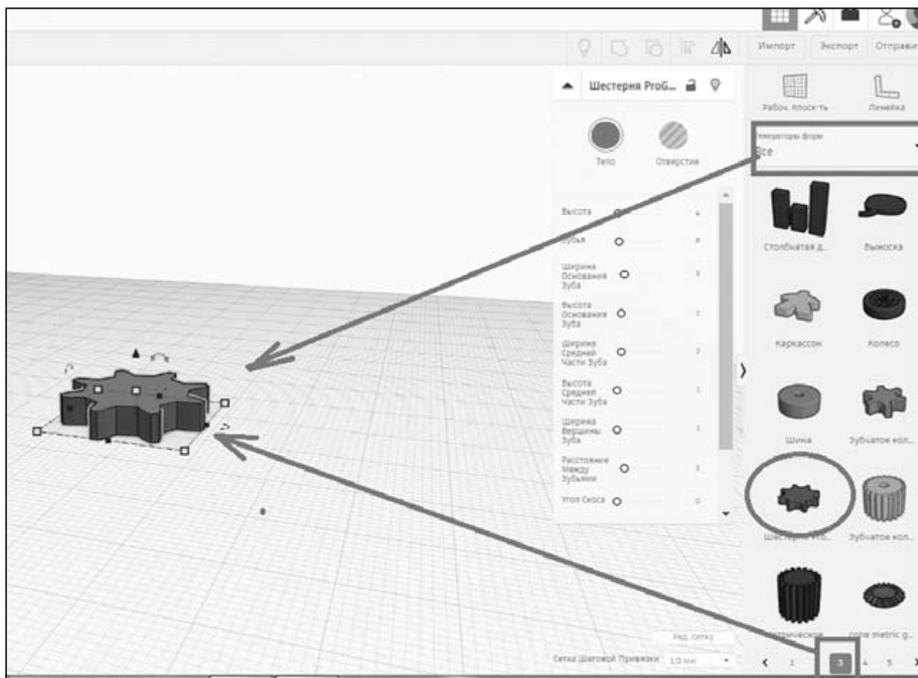


Рис. 50. Местоположение фигуры на панели форм:
 ○ — красная; □ — синяя

3. Задать нужные параметры:

малой шестерни:

- ▣ высота — 4;
- ▣ зубья — 10;
- ▣ ширина основания зуба — 3;
- ▣ высота основания зуба — 2;
- ▣ ширина средней части зуба — 2;
- ▣ высота средней части зуба — 1;
- ▣ ширина вершины зуба — 1;
- ▣ расстояние между зубьями — 1;
- ▣ угол скоса — 0.

большой шестерни:

- ▣ число зубьев — 52;
- ▣ угол скоса — 15.

4. Задать произвольный диаметр шестерни, зажав кнопку **Shift** и двигая курсором, зацепив за угол шестерни.

5. Задать произвольную высоту, зацепив мышкой верхнюю точку.

6. Загрузить цилиндр (рис. 51).

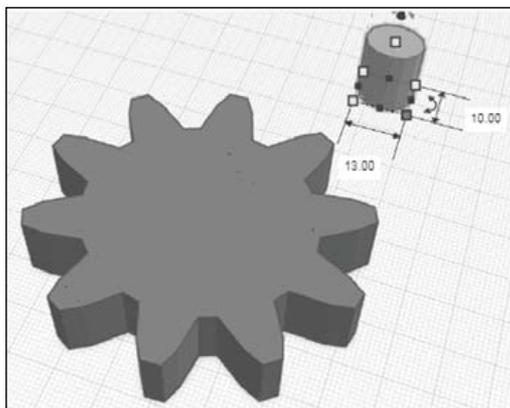


Рис. 51. Добавление цилиндра

7. Выставить необходимые размеры. Диаметр увеличивать зажатым **Shift**, иначе может получиться не круглая, а овальная деталь.

8. Сделать центральное отверстие под ось в шестерне. Можно опять использовать примитив цилиндр и выставить размер, но быстрее и проще зажать кнопку **Alt** и тянуть за боковую часть нашего цилиндра — деталь раздваивается (рис. 52).

9. Поменять ее свойства на отверстие и настроить диаметр и высоту. Высоту делать чуть выше чем надо, чтобы в дальнейшем было удобно работать. Отверстие должно торчать над деталью. Если что-то пойдет не так, то за выступающую часть его можно выделить.

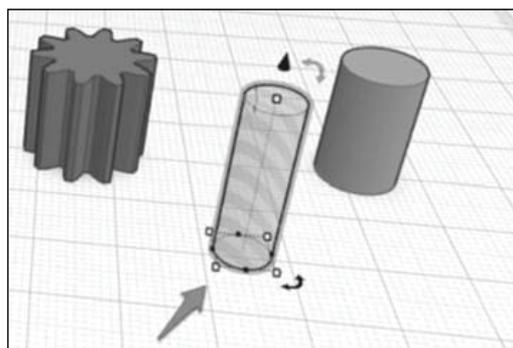


Рис. 52. Создание отверстия

10. Выделить детали и кнопкой **Выровнять** и центрировать — нажать мышкой на центральные точки по сторонам (рис. 53).

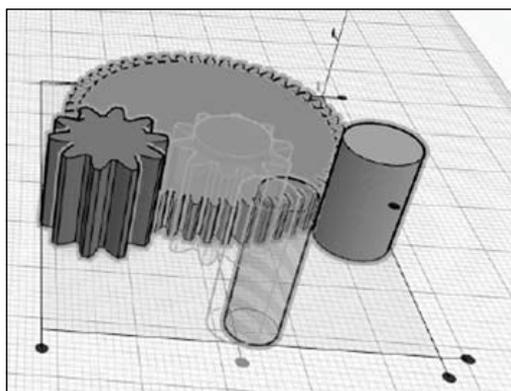


Рис. 53. Центрирование

11. Объединить детали. Получить готовый объект (рис. 54).

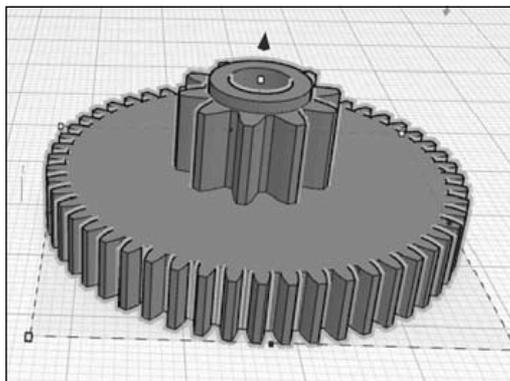


Рис. 54. Готовый объект

4.3. СОЗДАНИЕ РЕЗЬБЫ

Для создания резьбы можно использовать генератор форм **Изометрическая резьба**.

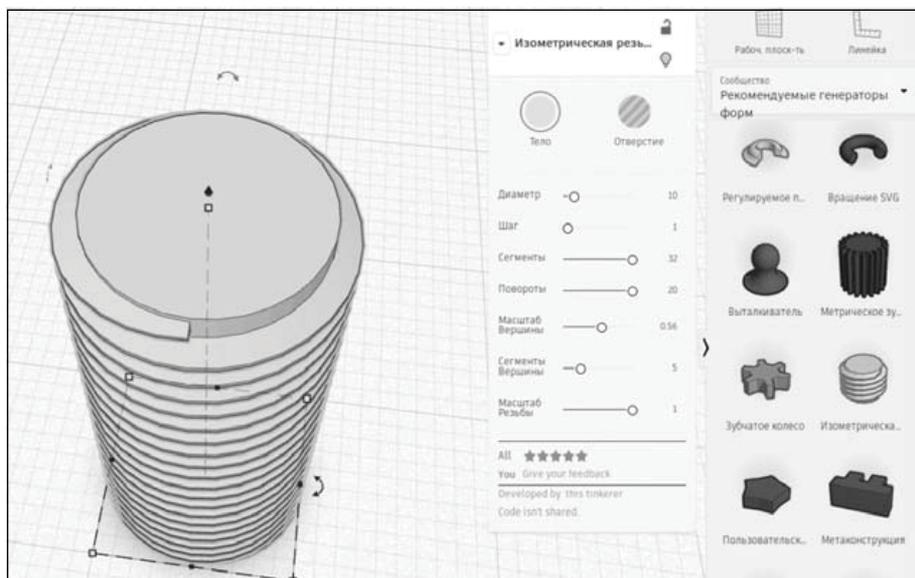


Рис. 55. Вид формы **Резьба**

Основные характеристики резьбы

- ▣ **Диаметр** — диаметр резьбы;
- ▣ **Шаг** — шаг резьбы;
- ▣ **Сегменты** — гладкость резьбы;
- ▣ **Повороты** — необходимое количество оборотов резьбы;
- ▣ **Масштаб вершины** — формирование сбega резьбы;
- ▣ **Сегменты вершины** — необходимый уровень плавности сбega;
- ▣ **Масштаб резьбы** — толщина резьба.

Экспорт резьбы можно сделать в **.stl**. К сожалению, проверка файла показала, что STL-объект не является цельным и требует дальнейшего ремонта файла. В некоторых слайсерах и программах 3D-печати это может привести к ошибкам.

Нельзя сделать болт, гайку, шпильку с более чем 20 оборотами.

Практикум

Разработать технологическую карту или мануал к построенной вами модели.

ГЛОССАРИЙ ПО ТЕМЕ «3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПЕЧАТЬ»

Аддитивное производство (additive manufacturing) — совокупность методов создания трехмерных объектов путем послойного нанесения материала 3D-принтером согласно цифровой модели.

АБС (ABS, acrylonitrile butadiene styrene, или акрилонитрилбутадиенстирол) — очень прочный и универсальный пластик для FDM-печати с высокой термостойкостью. Растворим в ацетоне.

Главные недостатки — усадка при охлаждении и неприятный запах при плавлении.

АСА (ASA, acrylonitrile–styrene–acryl, или акрилонитрил–стирол–акрил) — пластик для FDM-печати с повышенной устойчивостью к УФ-излучению и погодным условиям, способный обеспечить стабильность размеров распечатка.

ASA сохраняет блеск, цвет и механические свойства при хранении и использовании на открытом воздухе. Растворим в ацетоне.

Главные недостатки — неприятный запах при пиролизе, скручивание распечатков при охлаждении и небольшая гигроскопичность.

Выборочная лазерная плавка (SLM, Selective Laser Melting) — метод 3D-печати, при котором тонкие слои металлического порошка спекаются лазером слой за

слоем, создавая твердый распечаток. SLM-технология предполагает полную плавку порошка.

Выборочное лазерное спекание (SLS, Selective Laser Sintering) — метод 3D-печати, при котором тонкие слои порошкового пластика спекаются лазером (чаще всего, углекислотным) слой за слоем, создавая твердый распечаток.

Композиты — это материалы для FDM-печати на основе пластика с добавлением вспомогательного порошкообразного материала: в древесных имитаторах — это древесные опилки микроскопического размера, в имитаторах металлов — это микрочастицы меди или бронзы.

Распечатки из композитов отлично поддаются механической обработке — шлифовке, сверлению и так далее — и легко окрашиваются.

Однако композиты имеют тенденцию быть очень абразивными (за исключением древесных композитов): при частом использовании они могут с легкостью поцарапать и повредить экструдер. Довольно дорогой материал.

Литофан — традиционно трехмерное изображение на тонком полупрозрачном фарфоре, которое можно рассмотреть, только если подсветить его сзади ярким источником света (например, солнцем или обычной лампочкой). При этом изображение проявится в серых тонах.

Современные 3D-принтеры позволяют напечатать литофан из любой контрастной фотографии. Для этого 2D-фото конвертируется в цифровую 3D-модель, после чего принтер послойно печатает литофан, варьируя толщину различных участков 3D-модели для передачи разных оттенков серого: при освещении линофана сзади, тонкие участки пропускают больше света и выглядят ярче, в то время как плотные части распечатка про-

пускают мало света и создают темные детали изображения.

Моделирование послойным наплавлением (FDM, Fused Deposition Modeling) — метод 3D-печати, при котором принтер экструдирует расплавленный материал из сопла, создавая твердый распечаток слой за слоем.

Мультиструйная плавка (MJF, Multi Jet Fusion) — метод 3D-печати, при котором сопла принтера распыляют плавящее вещество на тонкий слой порошкового пластика, после чего мощный источник ИК-излучения спекает обработанные веществом участки.

Наплавление с выравниванием слоя летучим резаком (DOD, Drop-On-Demand) — метод 3D-печати, при котором принтер подает воскоподобный материал на платформу из множества сопел для создания твердого распечатка.

В принтерах DOD также используется летучий резац для выравнивания каждого слоя, чтобы создать ровную поверхность перед печатью следующего слоя.

Нейлон — материал для FDM-печати с высокой степенью износоустойчивости и термостойкости. Слои нейлона отлично схватываются. Нейлоновые распечатки можно окрашивать с помощью красителей на кислотной основе.

Главные недостатки — нейлон может скручиваться и деформироваться при неравномерном охлаждении; детали из нейлона практически невозможно склеить друг с другом; нейлон обладает высокой гигроскопичностью.

Непрерывная цифровая светодиодная проекция (CDLP, Continuous DLP) — метод 3D-печати, при котором цифровой проектор внутри принтера послойно засвечивает различные виды смол для получения твердого распечатка. Непрерывным метод называется за счет

постоянного движения платформы с распечатком вверх по оси Z для увеличения скорости печати.

Обратный инжиниринг (обратная разработка, обратное проектирование, реверс-инжиниринг, reverse engineering) — изучение какого-либо устройства или софта с целью понять, как они работают и, впоследствии воссоздать их копию или нечто похожее.

В мире аддитивных технологий обратный инжиниринг подразумевает сканирование объекта с помощью 3D-сканера и последующую работу с созданной цифровой моделью.

Печать объектов методом ламинирования (LOM, Laminated Object Manufacturing) — метод 3D-печати, заключающийся в послойном склеивании материала и использованием лазера или лезвия для создания контура объекта.

ПК-АБС (PC-ABS, polycarbonate ABS, или поликарбонат АБС) — усовершенствованная версия традиционного ABS пластика для FDM-печати. По сравнению с классическим ABS этот материал более прост в обработке и обладает большей прочностью, жесткостью и термостойкостью. Распечатки из PC-ABS отличаются четкими деталями и отличным качеством поверхности.

Плавка путем создания формы лазером (LENS, Laser Engineered Net Shape) — метод 3D-печати, при котором лазер создает на платформе печати плавильную ванну, в которую сопло принтера выбрасывает порошковый материал. В плавильной ванне материал затвердевает, образуя слой.

Полилактид (PLA, polylactic acid) — самый широко используемый пластик для FDM-печати.

Основные преимущества — простота в использовании, прочность, биоразлагаемость и универсальность.

PLA можно неоднократно плавить и кристаллизовать без выраженных ухудшений свойств материала.

Главный недостаток — сложная постобработка

Полипропилен (PP, polypropylene) — эластичный и прочный материал для FDM-печати с отличными физическими и механическими характеристиками, из которого получают прочные и долговечные предметы.

PP — физиологически инертный материал, который может вступать в контакт с пищевыми продуктами.

PP распечатки легко чистятся благодаря устойчивости ко многим химическим растворителям и кислотам.

Главные недостатки — сложная постобработка; усадка при охлаждении; деформация распечатков.

Прямое лазерное спекание металлов (DMLS, Direct Metal Laser Sintering) — метод 3D-печати, при котором тонкие слои металлического порошка спекаются лазером слой за слоем, создавая твердый распечаток. DMLS-принтеры нагревают порошок почти до температуры плавления, и частицы порошка сплавляются через химическую реакцию.

ПЭТ/ПЭТГ (PET/PETG, polyethylene terephthalate glycol, или полиэтилентерефталат–гликоль) — очень прочный материал для FDM-печати с хорошим термическим сопротивлением, низким тепловым расширением и крепким склеиванием слоев.

Основные преимущества — распечатки из этого материала можно использовать и хранить как дома, так и на открытом воздухе. При печати из PETG практически отсутствует деформация модели. При производстве в PET часто добавляется гликоль, за счет этого материал прост в использовании при печати, менее хрупок, а его полупрозрачные разновидности более прозрачные и чистые.

Главный недостаток — сложен в постобработке.

Стереолитография (SLA, Stereolithography) — метод 3D-печати, при котором лазеры внутри принтера послойно запекают различные виды смол УФ-излучением для получения твердого распечатка.

Струйная 3D-печать (MJ, Material jetting) — метод 3D-печати, при котором принтер подает фотополимеры на платформу из множества маленьких сопел, запекая их УФ-светом и создавая твердый распечаток слой за слоем.

Струйная 3D-печать наночастицами (NPJ, Nano particle jetting) — метод 3D-печати, при котором принтер подает жидкость с наночастицами металла на платформу из множества сопел. Высокая температура внутри корпуса приводит к испарению жидкости, после чего на платформе остается лишь слой из металла.

Струйная печать связующим веществом (BJ, Binder Jetting) — метод 3D-печати, при котором принтер наносит связующее вещество на тонкие слои порошкообразного материала (песок, гипс, металлический порошок) согласно цифровой модели.

Ударопрочный полистирол (HIPS, high impact polystyrene) — высокопрочный пластик для FDM-печати с высокой термостойкостью. Прост в использовании.

Главные недостатки — при нагреве продуцирует неприятный запах, а модели из этого материала при охлаждении могут деформироваться и отставать от платформы. Растворяется HIPS с использованием лимонена.

Цифровая светодιοдная проекция (DLP, Direct Light Processing) — метод 3D-печати, при котором цифровой проектор внутри принтера послойно засвечивает различные виды смол для получения твердого распечатка.

Электронно–лучевая плавка (EBM, Electron Beam Melting) — метод 3D-печати, при котором тонкие слои металлического порошка спекаются мощным электронным излучателем слой за слоем, создавая твердый распечаток. Весь процесс происходит в вакуумной среде.

Электронно–лучевое аддитивное производство (EBAM, Electron Beam Additive Manufacture) — метод 3D-печати, при котором металлический порошок или проволока поставляются на платформу соплом, плавятся мощным электронным пучком и затвердевают, образуя слой. Процесс происходит в вакууме.

Flex — очень прочный и эластичный материал для FDM-печати. Слои Flex крепко схватываются.

Flex обладает отличным сопротивлением стиранию, сохраняет эластичность даже при низких температурах и является устойчивым к воздействию многих растворителей. Обладает низкой усадкой при охлаждении.

nGen — материал для FDM-печати с низким содержанием стирола, разработанный colorFabb на основе полимера Eastman Amphora™ AM3300 3D.

Основные преимущества данного филамента — практически полное отсутствие неприятного запаха при пиролизе, высокая термостойкость и размерная стабильность созданных из него распечатков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аддитивный Арт и Просвещение. — Текст : электронный. — URL: <https://www.qbed.space/>(дата обращения: 12.11.2020).

2. Алиева, Н. П. Основы работы в Autodesk Inventor : учебное пособие / Н. П. Алиева, П. А. Журбенко, Л. С. Сенченкова. — Москва : ДМК-Пресс, 2013. — 112 с. — ISBN 978-5-94074-928-8.

3. Благодинова, В. В. Приемы трехмерного прототипирования объектов в САПР AutoCAD : учебное пособие / В. В. Благодинова, А. Ю. Петров. — Нижний Новгород : Нижегородский институт развития образования, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-7565-0698-3.

4. Горьков, Д. Tinkercad для начинающих /Д. Горьков. — Текст : электронный. — URL: <https://himfaq.ru/books/3d-pechat/Tinkercad-dlia-nachinayuschih-kniga-skachat.pdf> (дата обращения: 12.11.2020).

5. Сообщество владельцев 3D-принтеров. — Текст : электронный. — URL: <https://3dtoday.ru> (дата обращения: 12.11.2020).

6. NISSA Digispace. — Текст : электронный. — URL: <https://www.youtube.com/channel/UCUB4k1MVB9D71nbbYH3AjjA> (дата обращения: 12.11.2020).

7. Tinkercad. От идеи до проекта за считанные минуты. — Текст : электронный. — URL: <https://www.tinkercad.com> (дата обращения: 12.11.2020).

8. Shaun, C. B. Tinkercad For Dummies / C. B. Shaun. — Текст : электронный. — URL: <https://litmy.ru/knigi/design/246037-tinkercad-for-dummies.html> (дата обращения: 12.11.2020).

9. Thingiverse.com. — Текст : электронный. — URL: <http://ww25.thingiverse.com/>(дата обращения: 12.11.2020).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Рабочее пространство 3D–моделирования	
1.1. Настройка учетной записи	5
1.2. Интерфейс онлайн-редактора Tinkercad	7
1.3. Управление, выделение и редактирование объекта «горячими» клавишами/мышью	8
1.4. Библиотека готовых моделей	10
1.5. Коллекция уроков Tinkercad	12
Практикум.....	14
Глава 2. Построение и модификация твердотельных примитивов	
2.1. Панель форм.....	16
2.2. Размещение и редактирование форм	22
2.3. Модификация твердотельных форм.....	24
2.3.1. Редактор форм	24
2.3.2. Параметры модификаций.....	24
2.3.3. Стандартные команды редактирования ...	26
2.3.4. Дополнительные команды редактирования	33
2.4. Вспомогательные инструменты редактирова- ния	35
2.4.1. Инструмент Вспомогательная Рабочая плоскость	35
2.4.2. Инструмент Линейка	37
Практикум.....	38
Глава 3. Технология создания базы дизайнов в Tinkercad	
3.1. Импорт дизайнов	39
3.2. Создание 3D-моделей из скетчей	42
3.3. Режимы просмотра дизайнов	44
3.4. Сохранение, экспорт, шеринг трехмерных моделей	45
	67

Глава 4. Практика моделирования трехмерных объектов

4.1. Создание детали простой формы	47
4.2. Изготовление реальной шестерни	52
4.3. Создание резьбы	57
Практикум	58
Глоссарий	
по теме «3D–моделирование и печать»	59
Литература	66

Учебное издание

Благодинова Вероника Валерьевна

**ОСНОВЫ РАБОТЫ
в ОНЛАЙН-3D-РЕДАКТОРЕ
TINKERCAD**



Учебное пособие

Редактор **Н. А. Елизарова**
Компьютерная верстка **Л. И. Половинкиной**

Оригинал-макет подписан в печать 02.02.2021 г.

Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$. Бумага офсетная.

Гарнитура «ScholBook». Печать офсетная.

Усл.-печ. л. 4,19. Тираж 100 экз. Заказ 2680.

Нижегородский институт развития образования,

603122, Н. Новгород, ул. Ванеева, 203.

www.niro.nnov.ru

Отпечатано в издательском центре учебной
и учебно-методической литературы ГБОУ ДПО НИРО

T	I	N
K	E	R
C	A	D

T	I	N
K	E	R
C	A	D

