

Усенков Дмитрий Юрьевич

КАК НАПЕЧАТАТЬ РЕЛЬЕФНУЮ КАРТУ НА 3D-ПРИНТЕРЕ

3D-принтер позволяет печатать различные интересные и полезные вещи. Например, – рельефную карту местности для уроков географии. Но для того, чтобы что-то напечатать, нужно сначала создать соответствующую модель. Как это сделать или где такую модель взять?

Обычно в различных интернет-руководствах рекомендуют воспользоваться картами Google, переключив их в «режим 3D». Далее предлагается поступить точно так же, как при создании 3D-моделей реальных объектов методом фотограмметрии (по фотографиям объекта, сделанным с разных сторон, восстановление 3D-модели по фотографиям выполняется при помощи специализированного программного обеспечения, например *Agisoft PhotoScan*): установить для 3D-карты направление взгляда «сбоку», вращать карту и снять с экрана достаточно большое количество скриншотов. Насколько это кропотливая работа, судить читателю. Плюс к тому разрешение экрана даже при отображении с высокой четкостью гораздо грубее, чем на фотографиях, и потому 3D-модель получается с очень низким качеством, угловатой, а мелкие детали пропадают вообще.

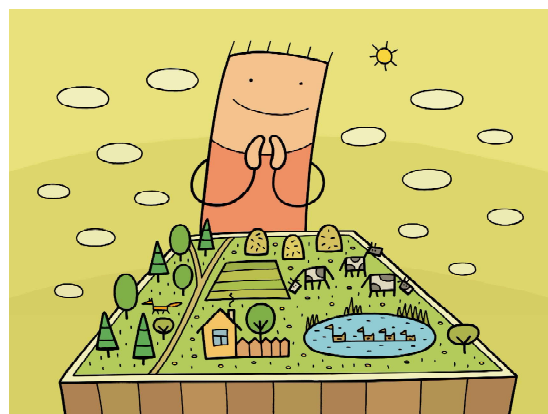
Однако (если не брать в расчет модели зданий) рельеф земной поверхности в настоящее время промерен с достаточно высокой точностью, и соответствующие данные имеются в специализированных базах данных. Нет ли возможности получить к ним доступ,

чтобы построить рельефную карту нужного участка местности?

Неожиданная подсказка нашлась в статье пользователя *TobySpartanus* на ресурсе *Instructables* (<https://www.instructables.com/id/How-to-3D-Print-Topographic-Maps-and-Terrains>). Оказывается, в Интернете есть отдельный сайт «*Terrain2STL*» (<http://jthatch.com/Terrain2STL>) – проект Тэтчера Чемберлина (Thatcher Chamberlin), который как раз и предназначен для автоматической генерации STL-моделей рельефа поверхности выбранного пользователем участка на карте мира!

1. ПОЛУЧАЕМ STL-МОДЕЛЬ

Прежде всего, воспользовавшись сайтом «*Terrain2STL*», получим STL-модель нужно-



3D-принтер позволяет печатать различные интересные и полезные вещи.

го участка местности. При этом, очевидно, наиболее интересными будут участки с достаточно заметными возвышенностями и низменностями, – например горные местности.

Найти на карте и выделить желаемый участок можно при помощи точных значений координат, которые вводятся в расположенные справа от карты поля ввода в разделе **Location (Latitude – широта, Longitude – долгота)** (рис. 1).

Если точные значения координат неизвестны, можно найти желаемую местность на карте визуально, перетаскивая карту мышью (и, тем самым, ее «прокручивая» в окне) или масштабируя карту колесиком мыши.

Например, выберем в качестве исходного участок черноморского побережья Кавказа – там, где расположен горнолыжный курорт Красная Поляна (рис. 2).

Чтобы начать выделение области на карте, нужно справа от карты выбрать раздел **Model Details** – соответствующий пункт раскрывается после щелчка мышью.

Здесь «ползунки», передвигаемые мышью, позволяют задать:

- **Box Size** – размеры области (как только вы начнете передвигать этот ползунок, на карте появится красный прямоугольник¹);
- **Box Scaling Factor** – дополнительно позволяет увеличить размеры области;

- **Box Rotation** – поворот области на заданное количество градусов;

- **Vertical Scaling** – управляет «масштабом» по вертикали: чем больше здесь выставлено значение, тем более заметными на модели будут перепады высот.

К сожалению, выделение области реализовано здесь очень неудобно. Прямоугольная зона выделения всегда вертикальная, даже попытка поворота ее на 90 градусов ни к чему не приводит. Поэтому, если требуется «захватить» достаточно широкую часть местности по горизонтали, придется существенно увеличить всю область (рис. 3) в расчете на то, что лишнее можно будет затем «обрезать» в редакторе STL-моделей. Более того, если, например, выбранная область повернута на какой-то угол, то при дальнейших изменениях ее размера она может ошибочно перерисоваться без учета поворота, в результате на сгенерированной модели вы получите не совсем ту часть местности, которую выбрали. В целом поворотом области лучше не пользоваться.

После выбора области имеет смысл раскрыть следующий пункт справа от карты – **Water and Base Settings**. Здесь указывается толщина «подложки» для будущей рельефной карты (**Base Height**) и для большей наглядности уровень, на который «углубляют-

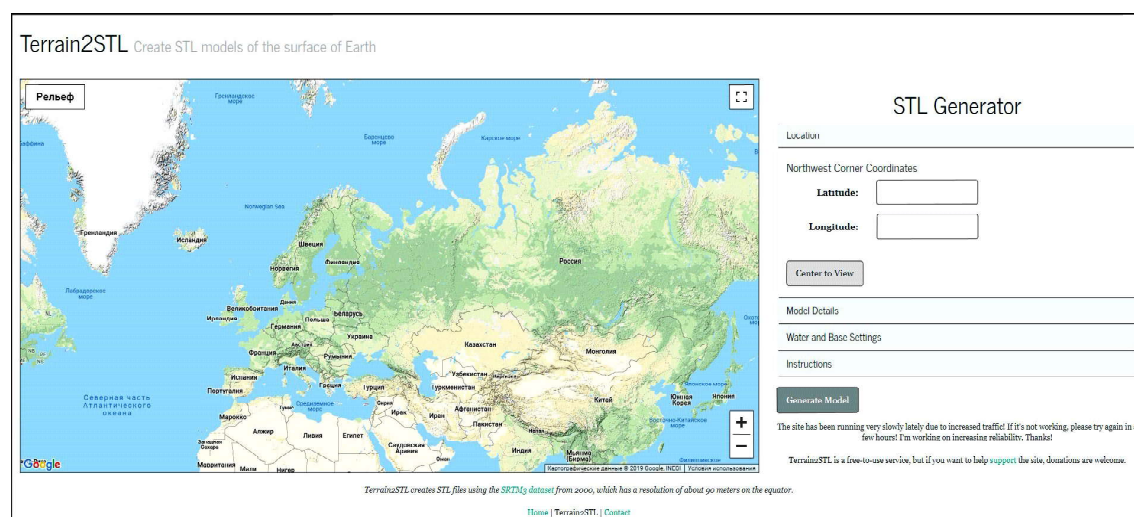


Рис. 1. Сайт «Terrain2STL» – генератор STL-моделей рельефа местности

¹ На самом деле это – не прямоугольник, а часть поверхности, ограниченная меридианами и параллелями. – Прим. авт.

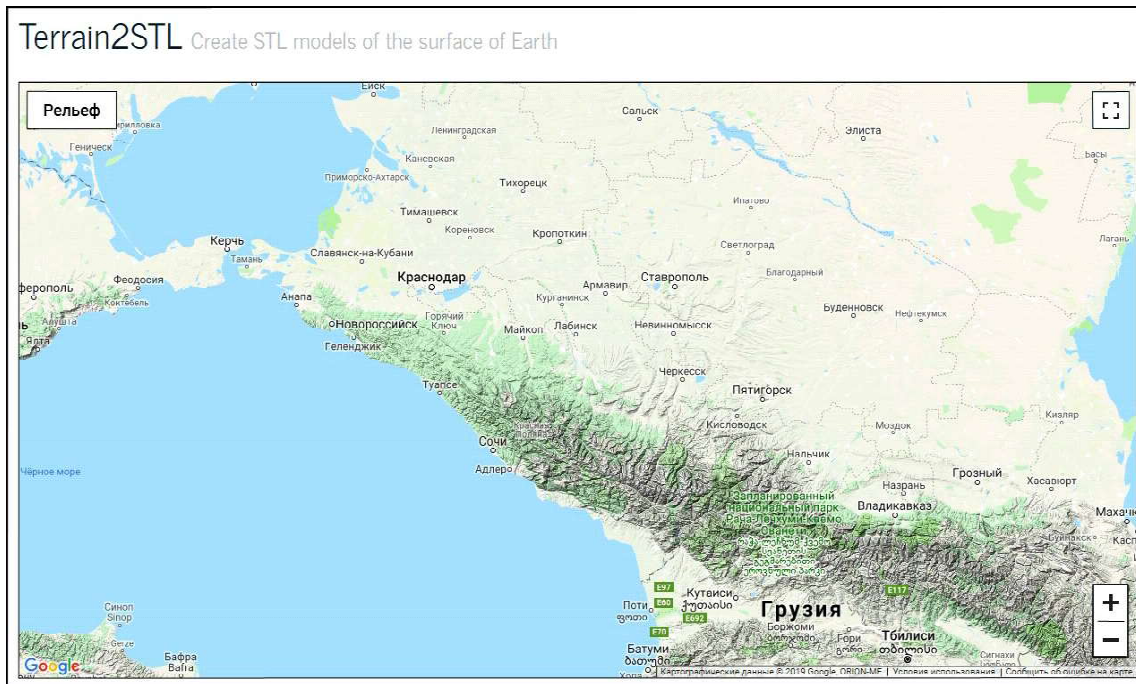


Рис. 2

ся» водные поверхности (**Water Drop**). В целом при этом следует придерживаться правила: параметр **Water Drop** должен по значению быть меньше, чем параметр **Base Height**.

Выполнив все необходимые установки, нажимаем расположенную справа от карты (под всеми разделами) кнопку **Generate Model**, и потребуется немного подождать (время ожидания зависит от размеров выб-

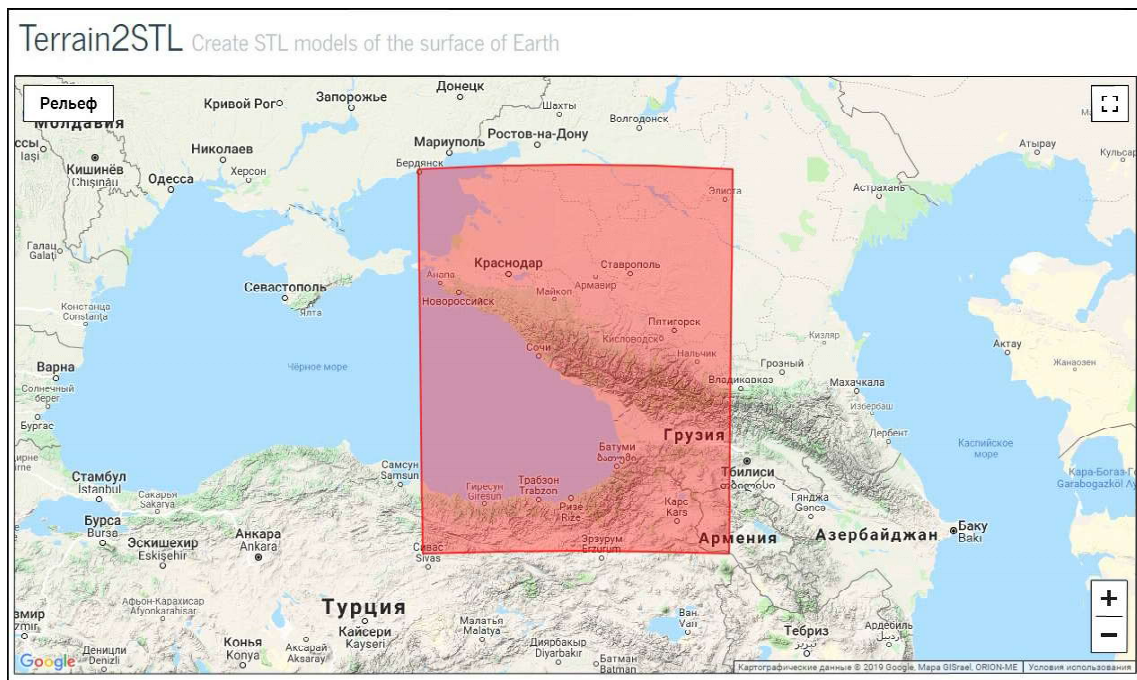


Рис. 3. Выделение области на карте



Рис. 4

ранной области, а на кнопке при этом выводится надпись **Generating...**). Когда создание модели будет завершено, справа от кнопки **Generate Model** появится еще одна кнопка – **Download**, нажатие которой позволяет скачать на свой компьютер zip-архив с моделью (имя архива – типовое: *terrain* и через дефис – порядковый номер). Возможно, впрочем, что кнопка **Download** появляется, но щелчок на ней никакого эффекта не дает. Это означает, что генерация модели не произошла (например превышено время ожидания ответа от сайта), но никаких сообщений об ошибке генерации не предусмотрено, и текст ошибки можно увидеть только

в HTML-коде страницы. Тогда можно попробовать уменьшить размеры выбранной области и попробовать сгенерировать модель снова. Если же загрузка прошла успешно, то внутри архива мы найдем папку *stls*, а в ней – файл модели с типовым именем *rawmodel* и тем же порядковым номером, что и у архива.

2. РЕДАКТИРУЕМ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА

Отредактировать полученную модель можно, например, в приложении Netfabb, версия **Basic** которой является бесплатной.

Загружаем в нее нашу модель, выбрав в главном меню пункт **Project** и далее – **Add Part** (рис. 4).

Покручиваем модель в рабочем окне (правая кнопка мыши; вращение колесика мыши позволяет масштабировать изображение, а нажатие колесика – перетаскивать его в пределах рабочей области).

Первое, что можно сделать, – это отрезать лишние части (в том числе генерируемую сайтом «Terrain2STL» ненужную боковую «стенку»). Для этого используются

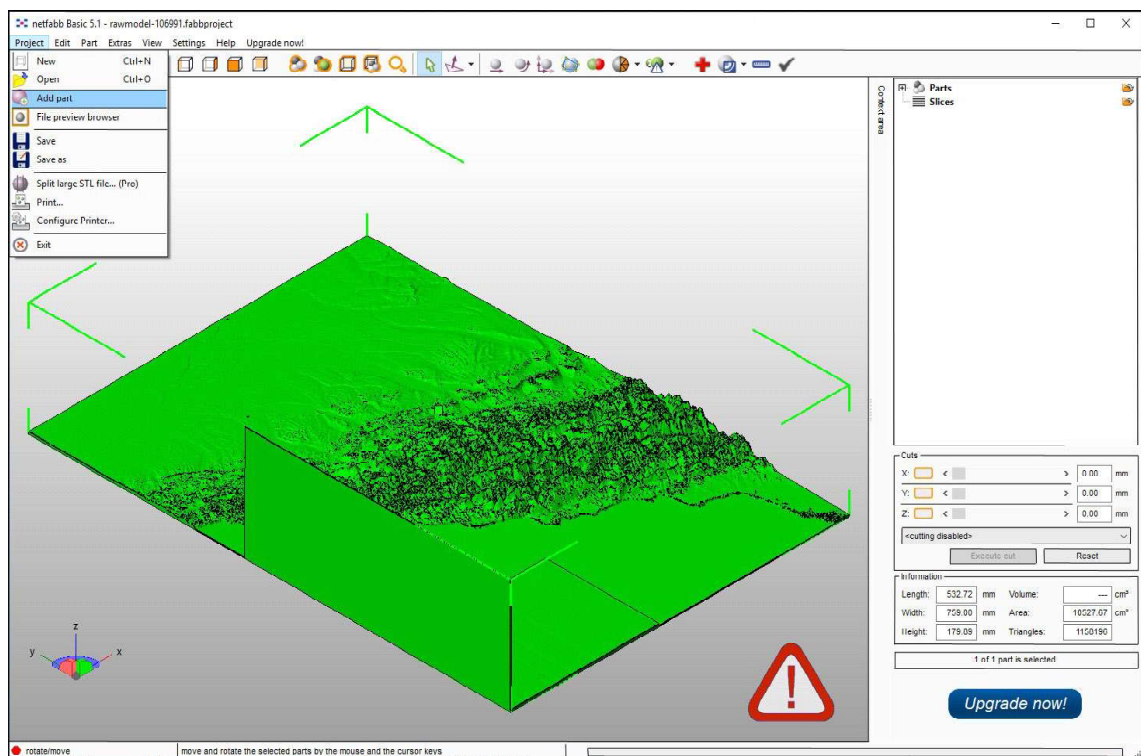


Рис. 5

«ползунки» **Cuts** в правой панели (рис. 5), перетаскивание которых перемещает по модели границу обрезки.

Установив границы отреза в требуемых местах, нажимаем кнопку **Execute cut** под «ползунками». (Обрезка делается за один раз только по одной оси, если установлено несколько границ обрезки, то программа в отдельном окне запросит, какую ось сейчас выбрать). При этом линия отреза превратится в плоскость (рис. 6).

Теперь при помощи поля **Move parallel** и кнопок «+» и «-» в правой панели можно уточнить расположение плоскости отреза и нажать кнопку **Cut** в нижнем правом углу. После выполнения разреза на месте плоскости мы увидим только тонкую черную линию, но теперь можно выделить ненужную часть модели щелчком мыши (она подсветится зеленым цветом) и удалить ее нажатием клавиши **Delete**. Аналогичным способом обрезаем остальные края модели по осям *X* и *Y*.

Обратим внимание на большой предупреждающий восклицательный знак в нижнем правом углу рабочей области. Он указывает на то, что в сгенерированной модели



...в сгенерированной модели есть дефекты поверхности.

есть дефекты поверхности (например езакрытые участки поверхности между опорными точками). Значит, модель надо «вылечить».

Для этого достаточно выделить щелчком мыши нашу модель и нажать в верхней кнопочной панели кнопку с «красным крестом» – символом медицины.

После этого надо нажать кнопку **Automatic repair** (в нижнем правом углу окна программы), в появившемся окне выб-

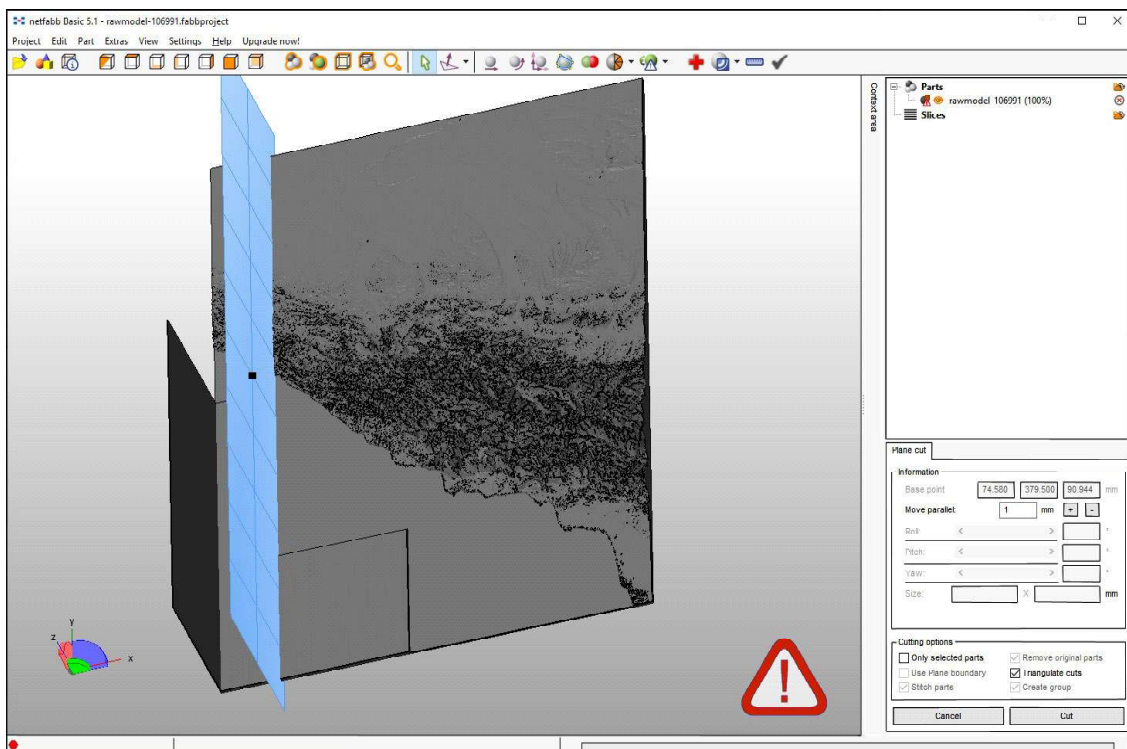


Рис. 6

рать **Default repair** и нажать в этом окне кнопку **Execute**.

Дождавшись завершения операции, нажимаем в нижнем правом углу окна программы кнопку **Apply repair** и в появившемся окне – кнопку **Remove old part**.

После «лечения» модели предупреждающий восклицательный знак исчезает. Остается сохранить нашу модель, выбрав в верхнем меню пункт **Part**, далее в раскрывшемся меню – пункт **Export Part**, а затем во вложенном меню – пункт **as STL** (либо **as STL (ASCII)**). Программа предложит выбрать на диске папку для записи файла, а имя файла содержит в себе перечень всех выполненных над ним редактирующих операций (например: **rawmodel-106991 (Cut 2) (Cut 2) (Cut 2) (Cut 1) (Cut 1) (Cut 2) (Cut 2) (repaired).stl**).

3. ГОТОВИМ МОДЕЛЬ К ПЕЧАТИ НА ПРИНТЕРЕ

Теперь можно открыть имеющийся слайсер (например **Cura**) и загрузить в него получившуюся модель (рис. 7). Модель достаточно сложная и имеет большие размеры, поэтому загрузка займет некоторое время.

Первое, что мы делаем, выделив модель щелчком мыши, – масштабируем ее: уменьшаем ее размеры так, чтобы она уместилась на рабочем столе. При этом масштабирование выполняем с включенным режимом сохранения пропорций.

Далее, при желании, можно дополнительно масштабировать модель только по высоте, отключив режим пропорционального изменения размеров, чтобы рельеф поверхности стал более выраженным. (Это может улучшить модель поверхности для более или менее плоской местности, однако для гор эффект может быть непредсказуемым. Кроме того, при этом увеличивается и толщина «подложки», что приводит к увеличению расхода пластика и времени печати.)

Для собственно печати рекомендуется выбрать достаточно высокое разрешение по вертикали и включить печать каймы во избежание отслоения пластика от рабочего стола. Поддержки же можно со спокойной совестью отключить: нависающих элементов здесь нет.

Остается отправить модель на печать непосредственно из слайсера либо сохранить и перенести на 3D-принтер ее G-код.

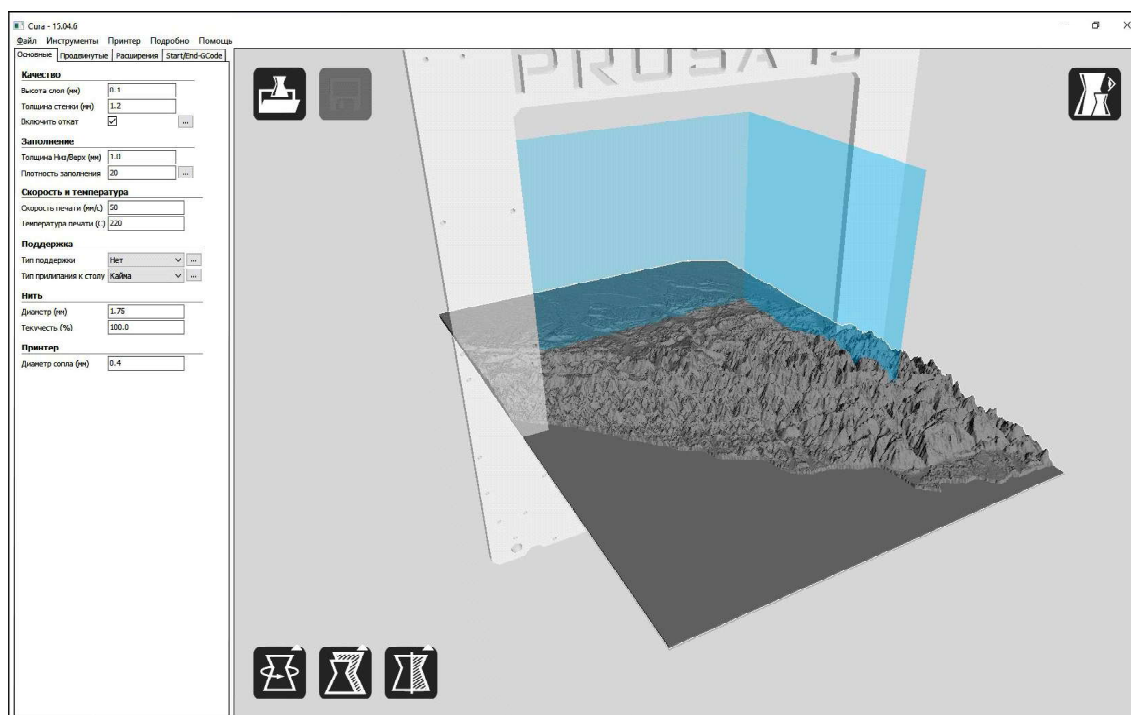


Рис. 7

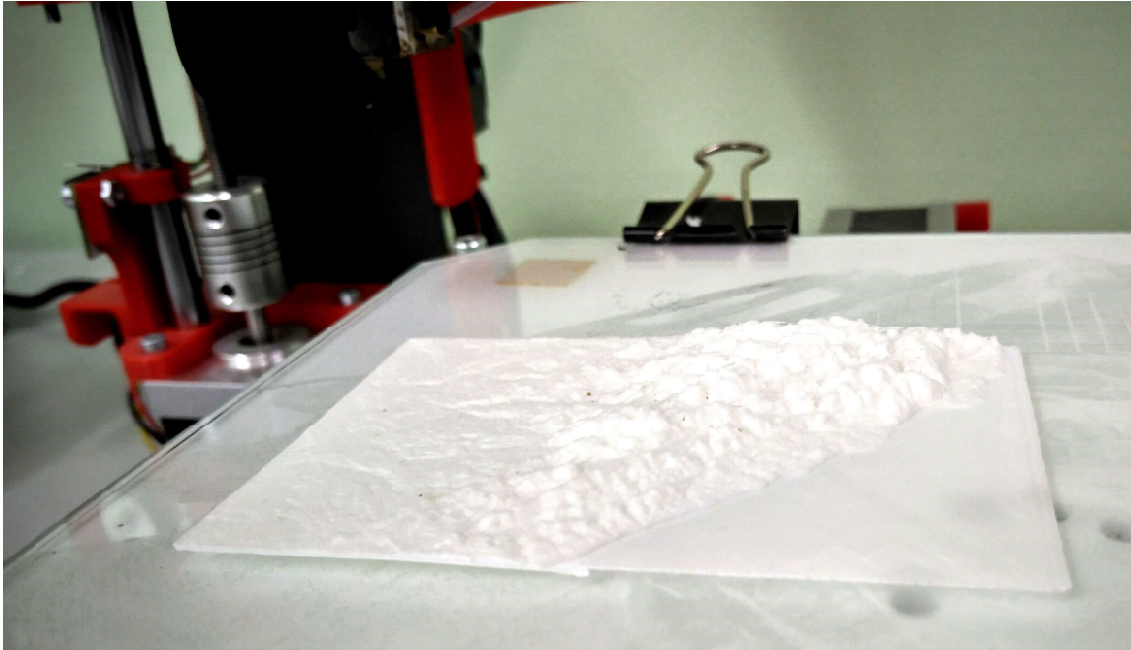


Рис. 8

Результат показан на фото (рис. 8).

Итак, мы теперь умеем создавать 3D-карты рельефа выбранной местности, не прибегая к фотограмметрии. Однако, если потребуется напечатать такую 3D-карту вместе с объемными зданиями, придется все же

воспользоваться более «традиционным» сервисом – картами Google в 3D-режиме. Во всяком случае, пока в Интернете не появится сервис с готовой полной 3D-моделью всей нашей планеты...

*Усенков Дмитрий Юрьевич,
ГБОУ СОШ № 1360, г. Москва.*

