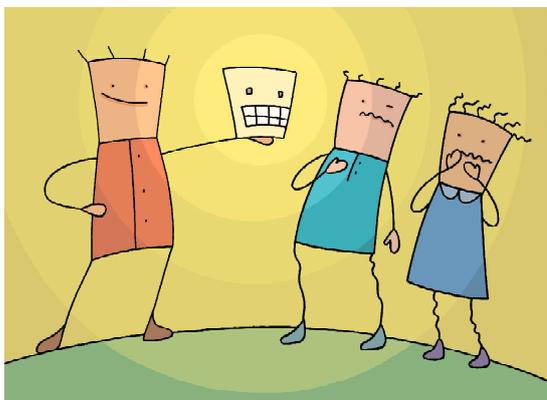


КАК ЗАПОЛУЧИТЬ СОБСТВЕННЫЙ ЧЕРЕП, или МРТ как универсальный 3D-сканер

Компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) сегодня представляют собой наиболее совершенные технологии медицинских исследований, позволяющие буквально «заглянуть внутрь» живого организма, увидеть структуру его внутренних органов, вплоть до построения их 3D-моделей. Кроме медицины, КТ и МРТ все чаще используют и ученые-археологи для исследования различных древних артефактов: при помощи технологий томографии и моделирования удастся исследовать древнеегипетские и чилийские мумии, не разрушая их (что неизбежно случалось ранее при вскрытии бинтовых оболочек – такие исследования раньше однозначно означали безвозвратное уничтожение исследуемого объекта), и восстановить даже внешность людей, живших несколько тысяч лет назад.



...с гордостью продемонстрировать гостям свой собственный череп.

Впрочем, подобные технологии построения 3D-моделей по томографическим снимкам сегодня доступны не только ученым крупных университетов и ведущих лабораторий. Ныне любой из нас при желании, пройдя КТ- или МРТ-исследование и получив на руки (как обычно делается) диск со своими снимками, может на своем домашнем компьютере воссоздать 3D-модель собственного скелета или собственных внутренних органов и затем (при наличии 3D-принтера или сделав заказ в одной из многочисленных фирм) получить их распечатку, чтобы, например, с гордостью продемонстрировать гостям свой собственный череп или, скажем, в самом прямом смысле отдать любимой девушке свои руки и сердце.

Программ, которые автоматически восстанавливают по серии КТ- или МРТ-снимков (представляющих, по сути, набор «срезов» исследуемого объекта) 3D-модель, уже существует несколько. Одна из них – программа *InVesalius*, разработанная бразильским Центром информационных технологий Renato Archer и названная в честь средневекового врача и исследователя Андреаса Везалия, которого по праву называют «отцом анатомии».

Программа *InVesalius*, для которой на данный момент доступна версия под номером 3 (рис. 1), для обычного непрофессионального пользователя хороша тем, что проста в освоении и в использовании, доступна

для различных платформ (Windows 64- и 32-разрядных версий, MacOS и несколько версий Linux), а также тем, что она распространяется бесплатно и свободно (скачать ее можно на сайте разработчика: www.cti.gov.br/en/invesalius#download). Там же доступны для скачивания пользовательская документация и несколько наборов томограмм, приведенных в качестве примеров.

Программа устанавливается с дистрибутива без особых сложностей. При этом для программы установки можно выбрать английский, испанский или португальский язык, но зато (по крайней мере для Windows-версий) уже при первом запуске установленной программы предоставляется гораздо более обширный список возможных языков интерфейса, в том числе и русский.

Сразу же после запуска в левом верхнем углу окна программы можно увидеть раскрытое поле первого шага Мастера (рис. 2), который существенно облегчает работу непрофессионалу.

Здесь на первом шаге работы Мастера можно выбрать готовый проект (часть человеческого черепа), который в качестве при-

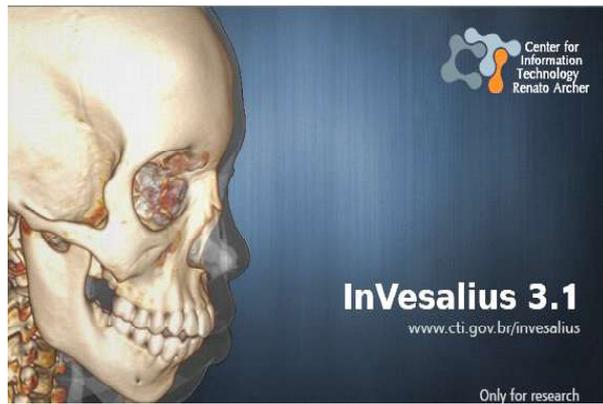


Рис. 1

мера входит в комплект поставки программы, либо выбрать пункт **Импортировать медицинские изображения**, щелкнув на нем мышью (рис. 3).

После этого в раскрывшемся окне с «деревом» папок нужно выбрать интересующую вас папку с файлами МРТ-снимков (рис. 4).

После нажатия кнопки **ОК** загружается соответствующий «проект» (комплект снимков) или несколько проектов: программа сама распознает все имеющиеся во вложенных папках наборы снимков и каждую та-

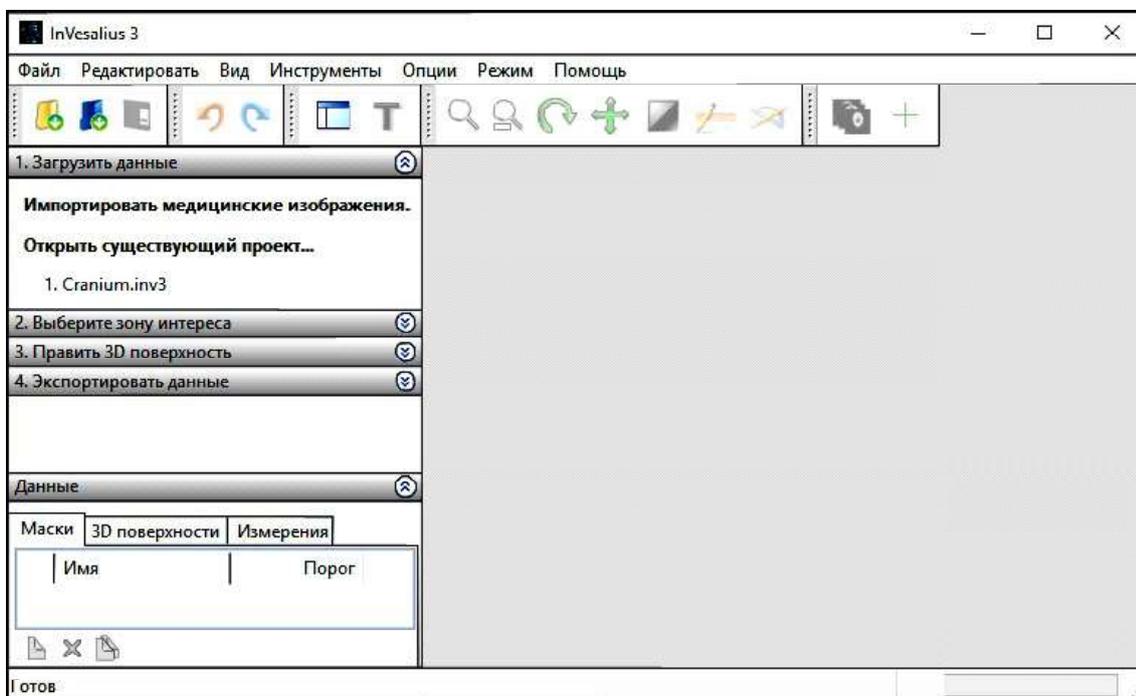


Рис. 2

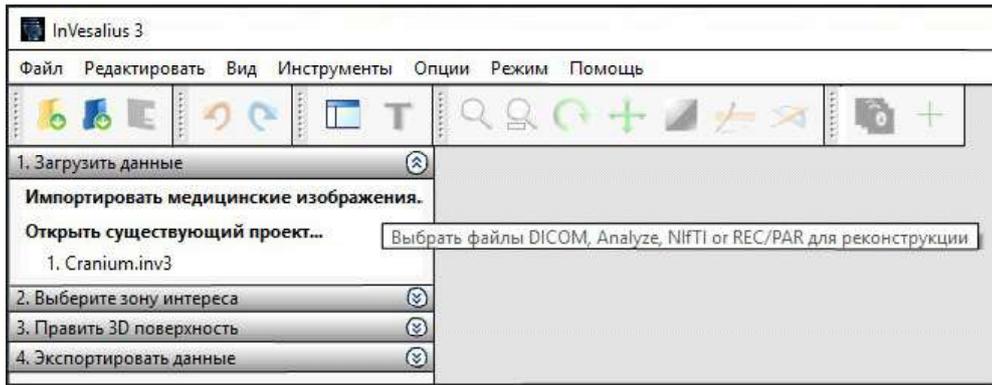
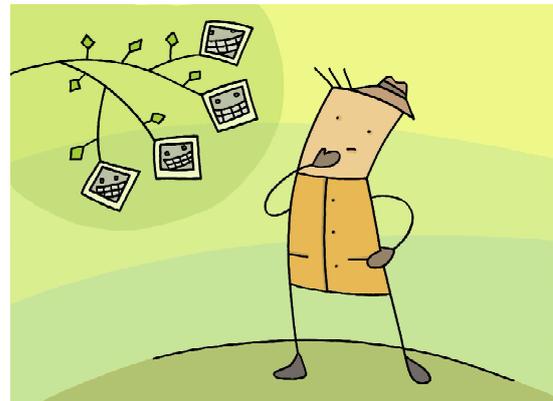


Рис. 3

кую папку воспринимает как отдельный «проект». Все загруженные проекты будут показаны в верхней панели-меню, где можно выбрать из них требуемый. Можно также раскрыть в «дереве» проектов внутреннюю «ветку», тогда, выбрав ее, можно увидеть все томографические снимки внизу слева в виде миниатюр, а выбрав щелчком мыши ту или иную миниатюру, посмотреть этот снимок крупно в окне справа внизу. А если двигать мышью «ползунок» под увеличенным кадром (справа внизу), то можно



...раскрыть в «дереве» проектов внутреннюю «ветку»...

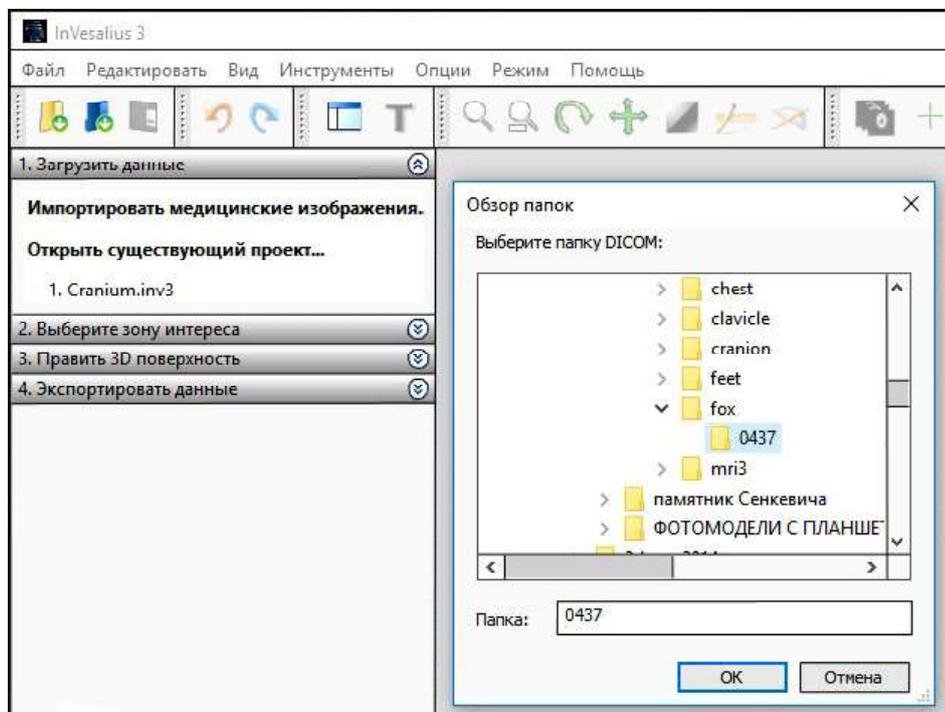


Рис. 4

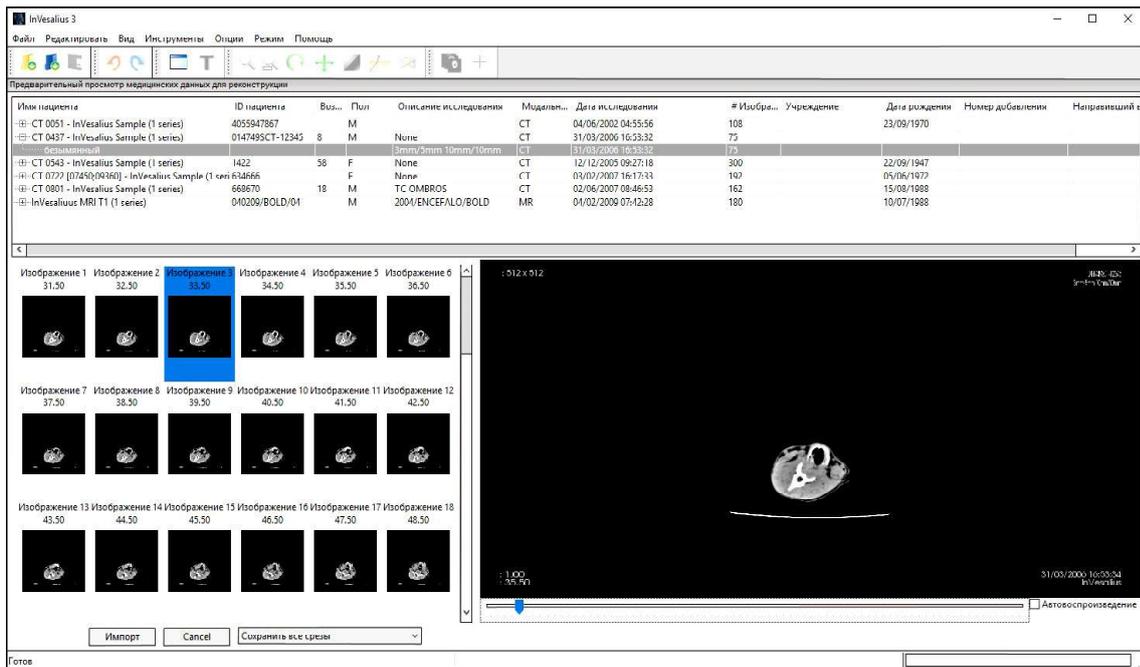


Рис. 5

«пробегать» по последовательным «срезам» томограмм (рис. 5).

Выбрав желаемый проект как набор снимков, достаточно нажать кнопку **Импорт** (внизу слева) – программа возьмет выбранный комплект снимков в работу. При этом слева сверху открывается второй шаг Мастера, который позволяет нам указать, что,

собственно, мы хотим получить в 3D-модели (рис. 6).

Дело в том, что МРТ-снимки несут в себе (в виде различных оттенков серого) информацию о плотности томографируемого вещества (для биологических объектов – кости, мягких тканей, кожи и пр.). Программа же позволяет нам выбрать, по какому имен-

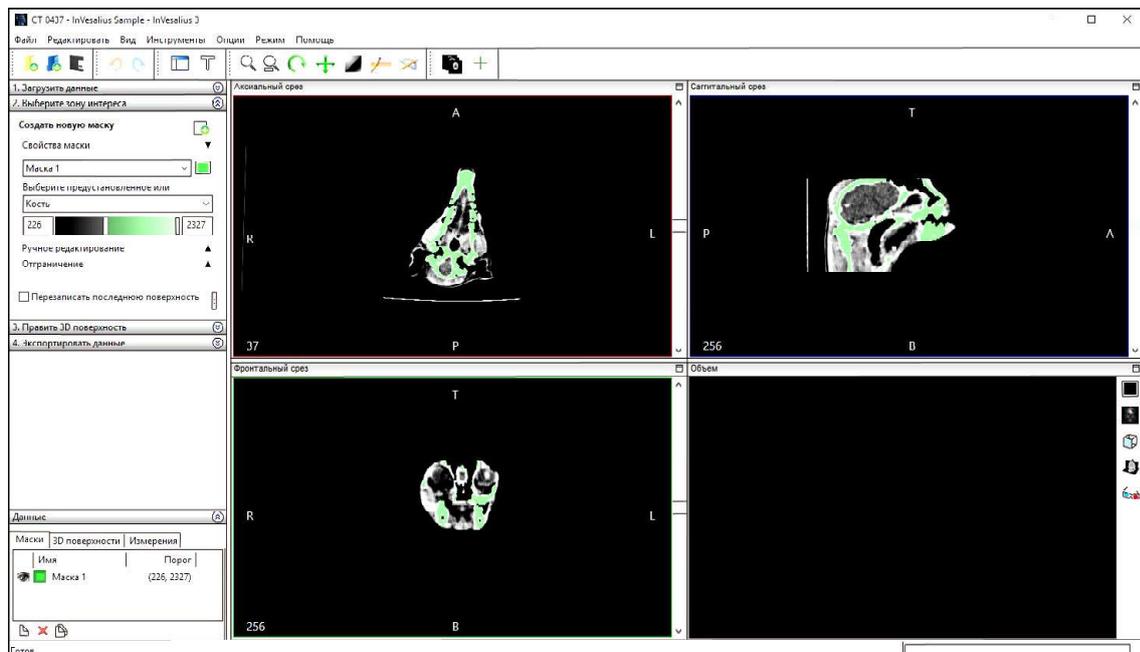
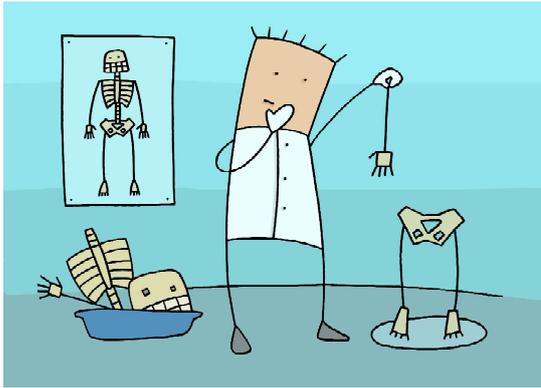


Рис. 6



...нам нужно выполнить построение скелета.

но веществу строить 3D-модель. Например, по костной ткани можно построить модель скелета, по мышечным тканям – модель мускульной структуры и пр.

Тип тканей выбирается в левом верхнем поле: выбором из списка названий нужных тканей или вручную – перемещением мышью двух «ползунков» под этим списком. Эти «ползунки» выделяют два граничных уровня яркости на снимках, так что все оттенки серого между отмеченными уровнями включаются в вычисления. На снимках выбранные участки соответственно выделяются зеленой подсветкой.

Пусть нам нужно выполнить построение скелета. В этом случае мы выбираем в списке пункт **Кость** (рис. 7).

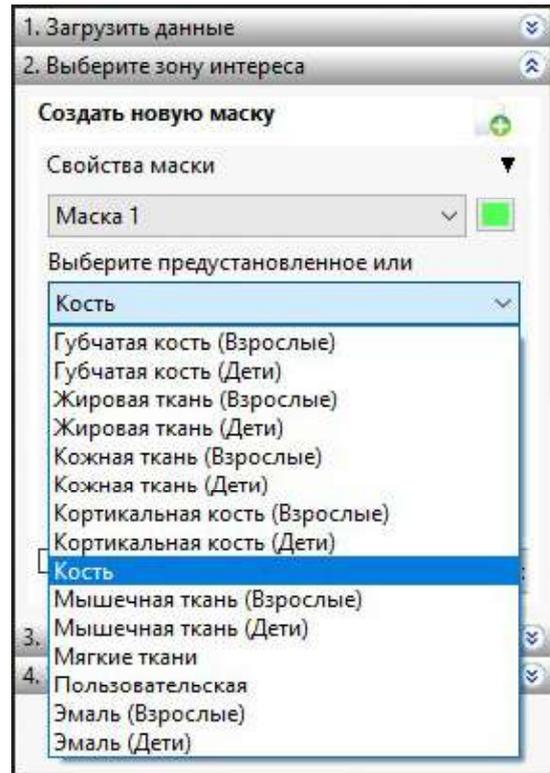


Рис. 7

Далее щелчком мыши на круглой кнопке в правой части заголовка **Править 3D поверхность** раскрываем поле следующего, третьего, шага Мастера (рис. 8).

В раскрывшемся поле щелкаем мышью на пункте **Создать новую 3D поверхность** (рис. 9).

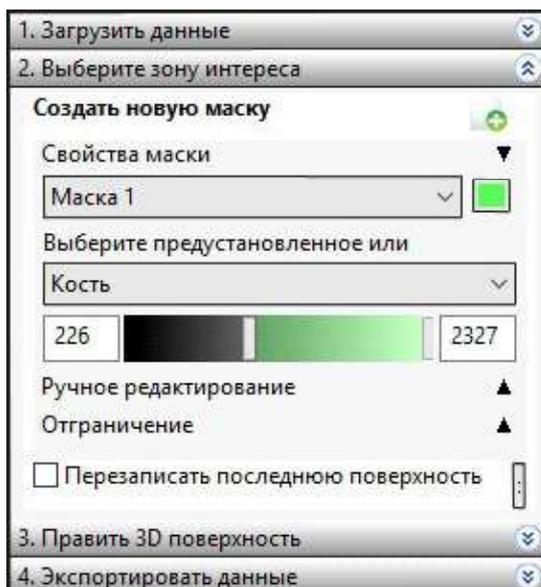


Рис. 8

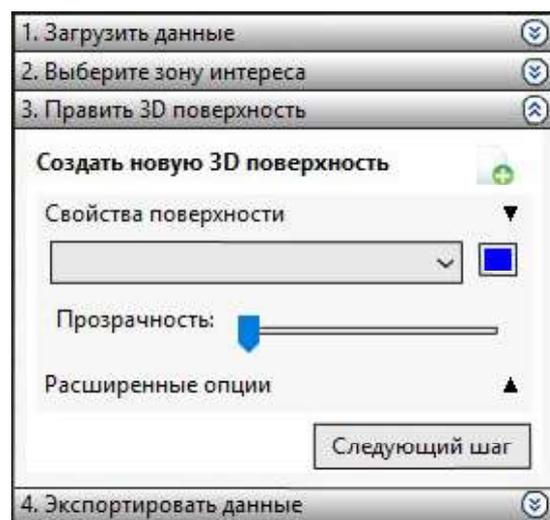


Рис. 9

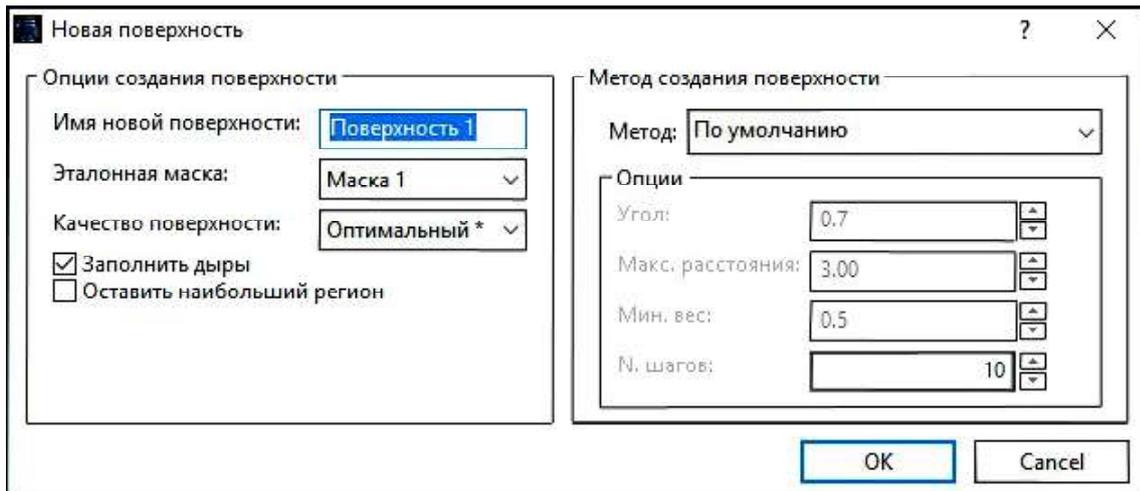


Рис. 10

В раскрывшемся окне настроек щелкаем на кнопке **ОК**. Возможно, что на слабом компьютере (при не очень быстром процессоре или недостатке оперативной памяти) программа предложит уменьшить разрешение 3D-модели на некоторое количество процентов (рис. 10).

Остается только немного подождать (процесс индицируется зеленым динамическим индикатором внизу справа). По завершении

работы построенная 3D-модель отображается в правом нижнем поле (рис. 11, 12).

Полученную модель можно вращать мышью (левая кнопка), осматривая со всех сторон, масштабировать ее (колесиком мыши либо при нажатой правой кнопке) или перетаскивать в окне (при нажатой средней кнопке или нажатом колесике).

Некоторые дополнительные возможности просмотра модели доступны при по-

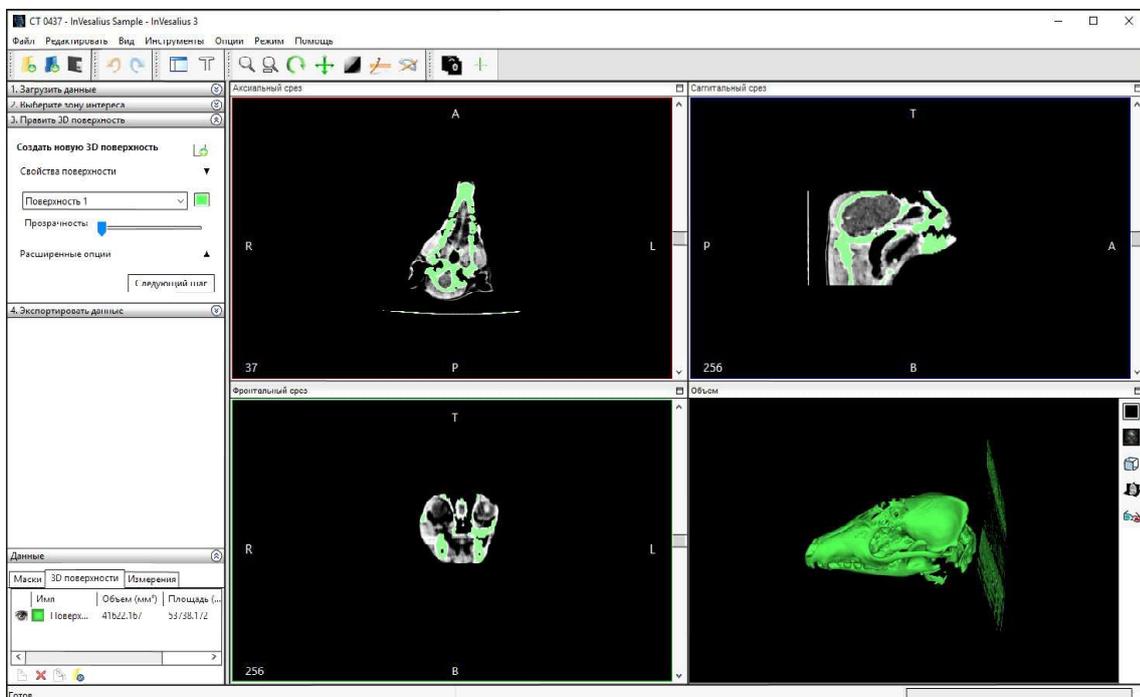


Рис. 11

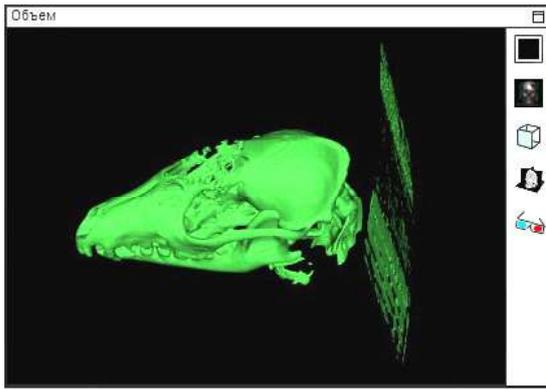


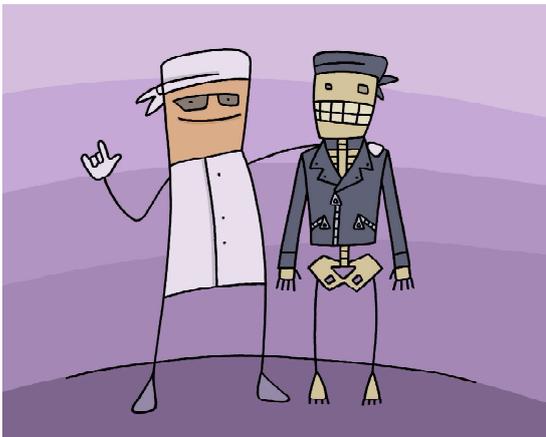
Рис. 12

мощи вертикальной панели иконок справа от нее.

Так, иконка  (вторая сверху) раскрывает меню настройки отображения и показа других частей объекта (по-видимому, 3D-модель обсчитывается по всем оттенкам, представленным на снимках, а не только по выбранному на втором шаге Мастера материалу). Например, можно, кроме скелета, прорисовать на модели также контуры кожи. Для отключения этого режима надо выбрать пункт «Выключить» (рис. 13).

Самая верхняя иконка – скорее, вспомогательная: она позволяет выбрать наиболее удобный цвет фона в окне 3D-модели.

Еще две иконки –  и  – скорее всего, вряд ли понадобятся непрофессиональному пользователю: первая из них по-



...можно, кроме скелета, прорисовать на модели также контуры кожи.

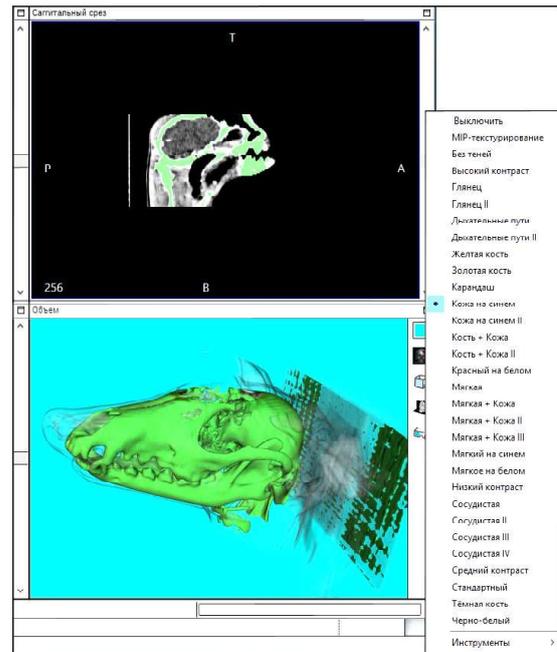


Рис. 13

звляет жестко задать тип отображения (в изометрии либо сверху, снизу, сбоку и т. д.), что гораздо удобнее делать, поворачивая модель мышью, а вторая добавляет в модель плоскости (аксиальную, корональную и сагиттальную).

Наиболее же интересна, пожалуй, самая нижняя иконка с изображением анаглифических 3D-очков – . Да-да, это именно

то, о чем вы подумали: программа InVesalius предоставляет возможности стерео отображения построенных 3D-моделей! В меню, кроме всего прочего, имеются два режима анаглифа (рассчитанных на красно-голубые очки), чересстрочный режим (для стерео дисплея или стерео телевизора, подобного выпускаемым фирмой LG) и пункты **Слева** и **Справа**, которые позволяют получить отдельные кадры для горизонтальной стереопары (рис. 14, 15, 16).

Итак, желаемая модель построена – остается только сохранить ее в виде STL-файла. Для этого служит последний, четвертый шаг Мастера. Для перехода к нему нужно щелкнуть мышью на круглой кнопке в правой части заголовка **Экспортировать данные** либо просто нажать кнопку **Следующий шаг**.

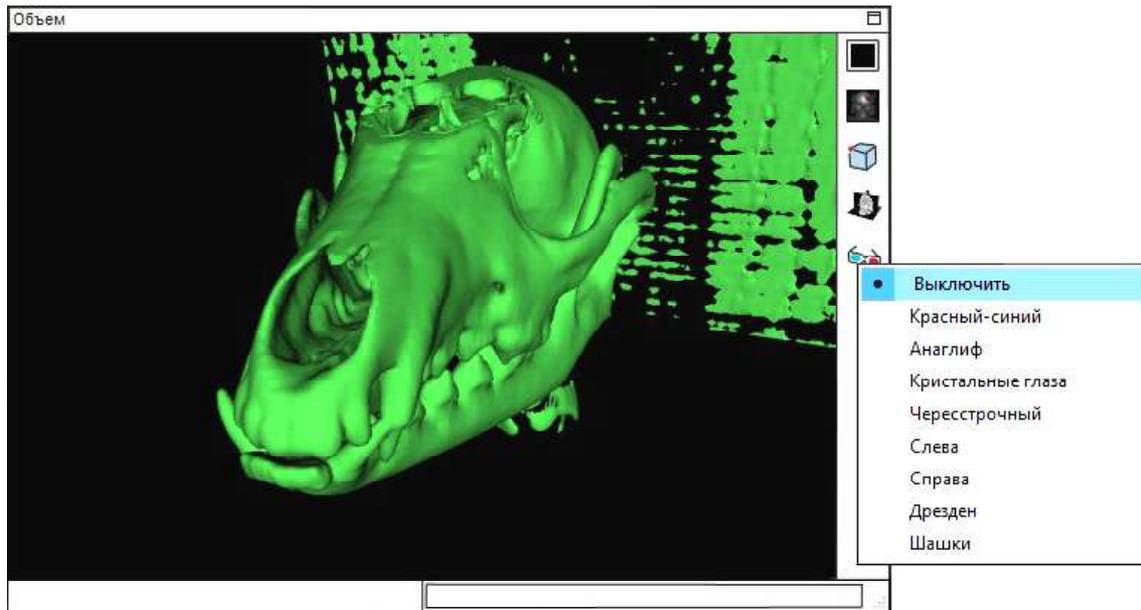


Рис. 14

Затем в раскрывшемся поле четвертого шага Мастера остается щелкнуть на пункте меню **Экспорт 3D поверхности** и выбрать место сохранения файла (а также, при желании, подкорректировать его имя) (рис. 17).

Вот и всё. Модель готова (рис. 18). Теперь можно загрузить ее в программу обработки STL-моделей (например netfabb), «отремонтировать» (убрать дефекты), кадрировать (срезать следы от подстилки, на которой лежал объект при томографическом сканировании), загрузить обработанную модель в слайсер и отправить на печать в 3D-принтер.

Итак, томограф (КТ или МРТ) вполне успешно можно использовать в качестве 3D-сканера. Да к тому же не простого, который

позволяет оцифровать только внешние очертания объекта, а универсального, можно даже сказать – «супер-3D-сканера», который создает полную и точную цифровую копию

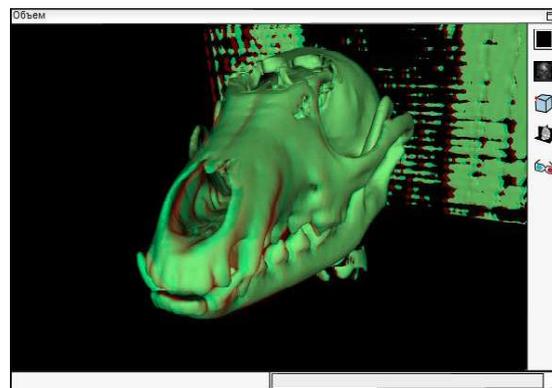


Рис. 15

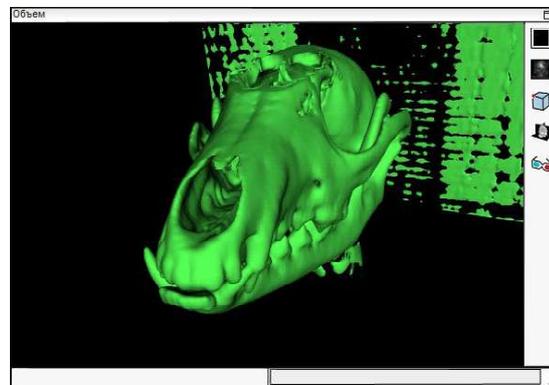
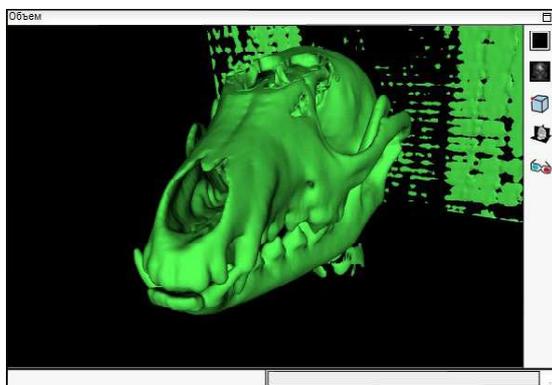


Рис. 16

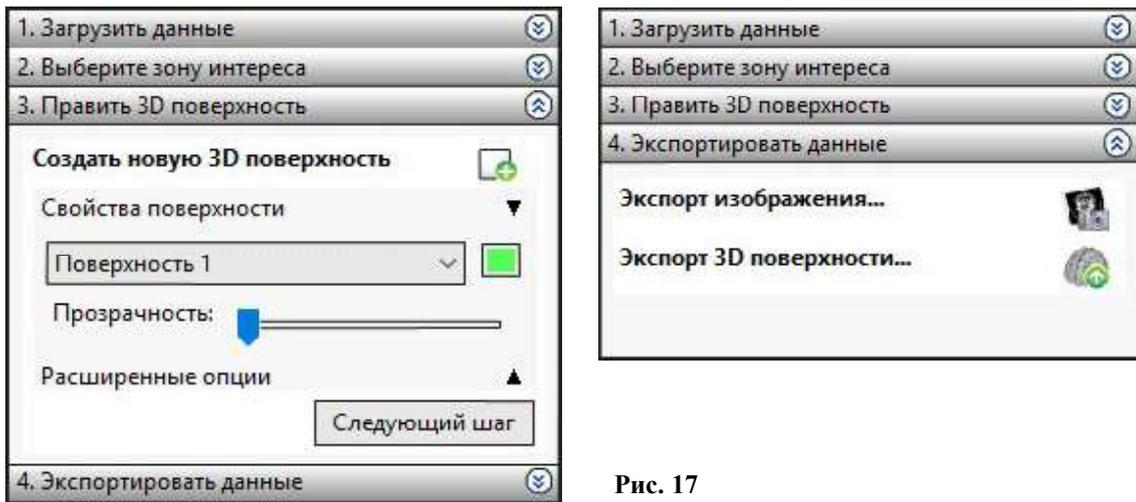


Рис. 17

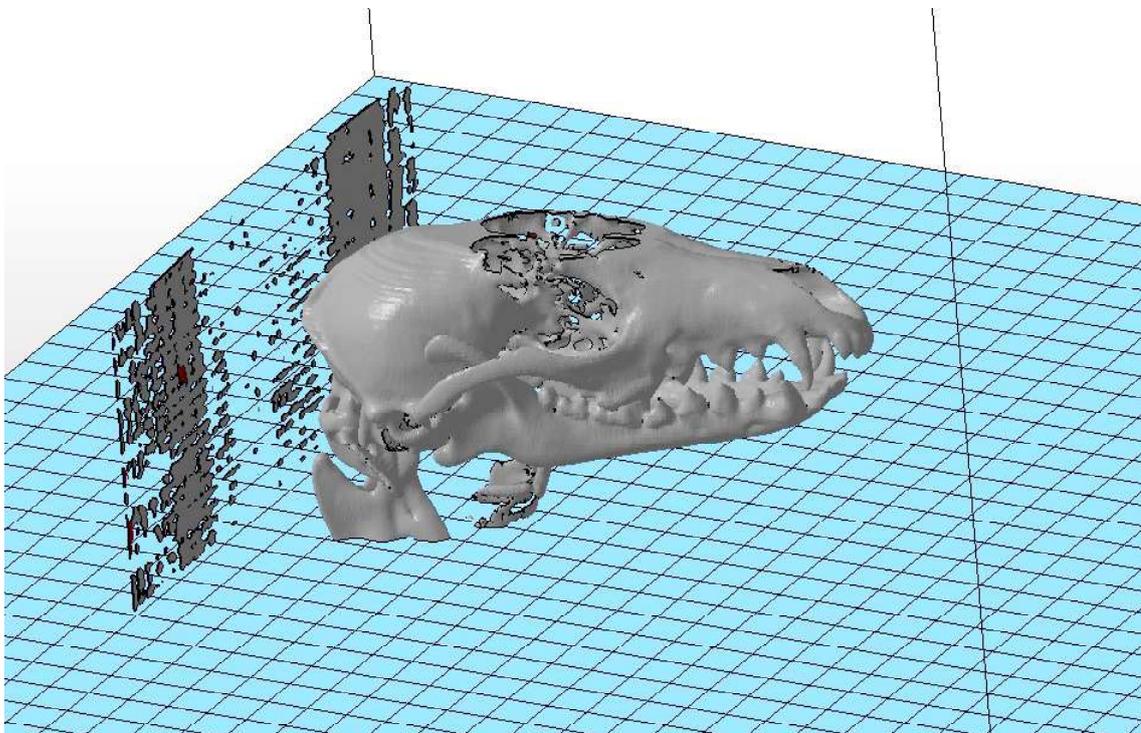


Рис. 18

объекта вплоть до его внутренней структуры!

Жаль только, что пока такой «3D-сканер» не по карману не только отдельным гражданам, но даже и небольшим фирмам, да и врачи в больнице или клинике, где такая техника есть «на вооружении», вряд ли будут ее «гонять» не по назначению. Пока только крупные исследовательские центры мо-

гут себе позволить выполнять такое 3D-сканирование. Но прогресс не стоит на месте, каких-то 15–20 лет такой же «экзотикой» были и обычные аппараты УЗИ, а теперь они есть почти в любой приличной поликлинике. Так что, вполне возможно, что и МРТ-сканеры тоже через 10–15 лет станут доступны и простым энтузиастам 3D-печати...