

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра



Е.Л.Богдан

2026 г.

Регистрационный № 073-1225

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНО ОПТИМАЛЬНОГО
ДОСТУПА ПРИ ЭКСТРАНАЗАЛЬНОМ ВСКРЫТИИ
ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНЫХ ПАЗУХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D
МОДЕЛЕЙ**

(инструкция по применению)

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет»

АВТОРЫ: Затолока П.А., д-р мед. наук, доцент, Кочина Е.В.

Минск, 2025

В настоящей инструкции по применению (далее – инструкция) изложен метод определения индивидуально оптимального доступа при экстраназальном вскрытии верхнечелюстных пазух с использованием 3D моделей, который может быть использован в комплексе медицинских услуг, направленных на хирургическое лечение заболеваний верхнечелюстных пазух.

Инструкция предназначена для врачей-стоматологов-хирургов, врачей-челюстно-лицевых хирургов, врачей-оториноларингологов и иных врачей-специалистов организаций здравоохранения, оказывающих медицинскую помощь пациентам с заболеваниями верхнечелюстных пазух, в амбулаторных и (или) стационарных условиях, и (или) условиях отделений дневного пребывания.

ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДА

Хронический гиперпластический верхнечелюстной синусит (J32.0), в т.ч. с подозрением на наличие инородного тела пазухи, мицетомы.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДА

Противопоказания к применению отсутствуют.

ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ, РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

1. Персональный компьютер операционной системы Windows с доступом в сеть Интернет.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА

Изложенный в инструкции метод, осуществляется в несколько этапов.

На первоначальном этапе на основе данных компьютерной томографии (КТ) создаются цифровые 3D модели заинтересованной верхнечелюстной пазухи (ВЧП), участка передней стенки пазухи, где

планируется накладывать трепанационный дефект, и участка лицевого скелета с находящейся внутри его полостью (рисунок 1).

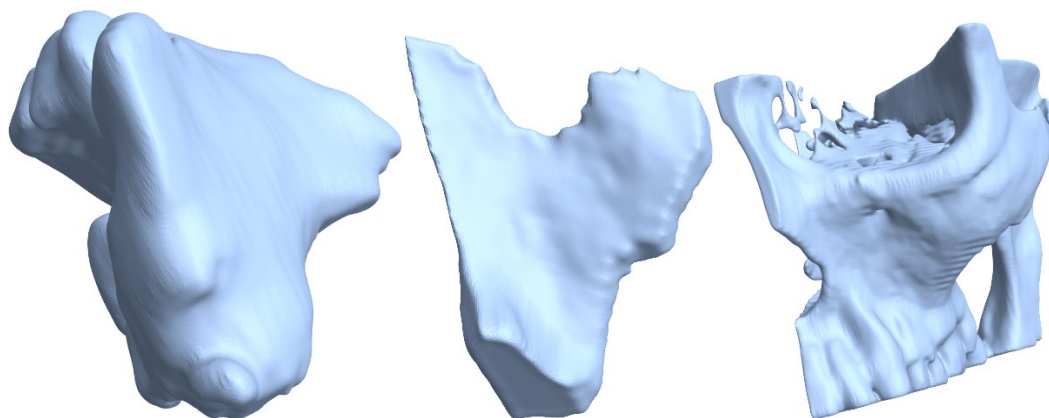


Рисунок 1 – Цифровые модели на основе данных КТ

Последовательность действий для создания цифровых моделей указана в приложении 1 к инструкции.

Следующим этапом по ссылке, указанной ниже, следует загрузить файл для расчета индивидуально оптимального доступа при экстраназальном вскрытии верхнечелюстных пазух:

https://www.bsmu.by/upload/docs/kafedri/k_filosofi/stud/2025-21/29.10/%D0%9F%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82.rar. Можно использовать для ссылки также qr-код (Приложение 2).

Для работы с файлом необходимо загрузить актуальную версию программного обеспечения Wolfram Mathematica по ссылке <https://www.wolfram.com/mathematica/trial/>, предварительно создав аккаунт. Далее открыть файл Пациент.nb.

Следующим этапом в поле после квадратных скобок указать ссылку на папку, где находятся файлы с цифровыми изображениями (стрелка 1 на рисунке 2). Далее ввести название файла с цифровым изображением фрагмента лицевого скелета. В приведенном примере файл называется «Segmentation_Кость.stl» (стрелка 2 на рисунке 2)

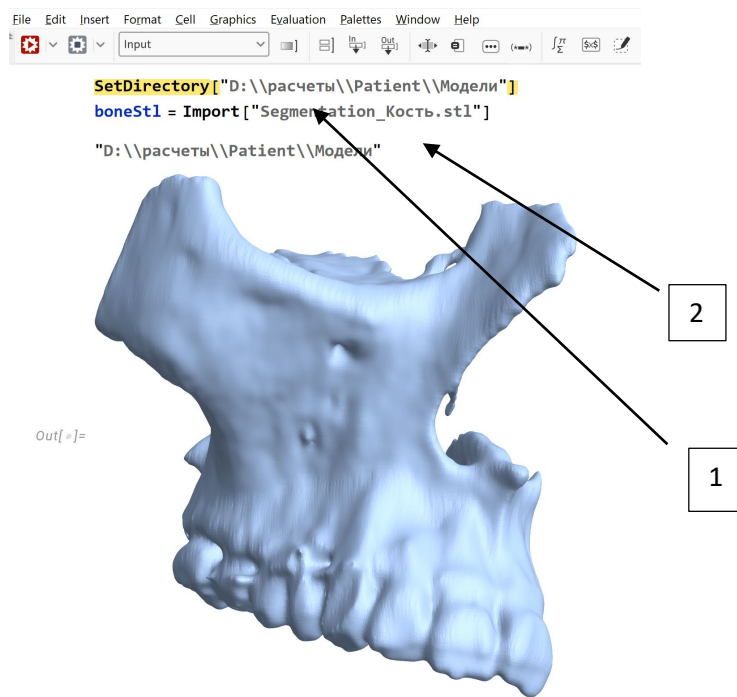


Рисунок 2 – Ввод информации для работы алгоритма

Далее в соответствующих полях ввести названия файлов с цифровой информацией о площадке для трепанации и контуром верхнечелюстной пазухи, как показано на рисунках 3 и 4.

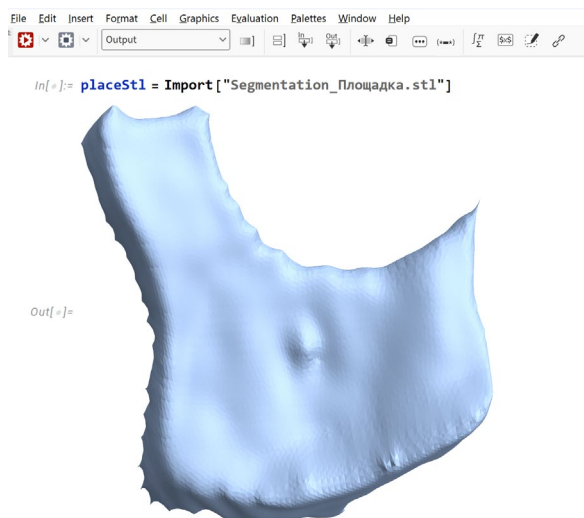


Рисунок 3 – Ввод цифрового файла «Segmentation_Площадка.stl»

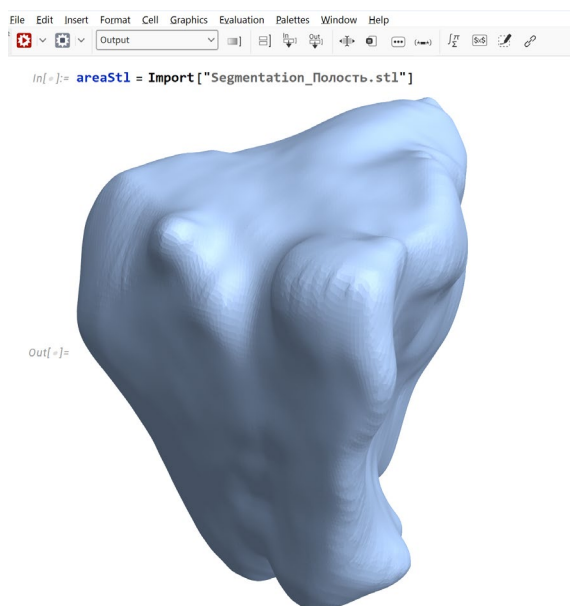


Рисунок 4 – Ввод цифрового файла «Segmentation_Полость.stl»

После загрузки цифровых файлов в меню Evaluation следует выбрать модуль Evaluate Notebook, как указано на рисунке 5.

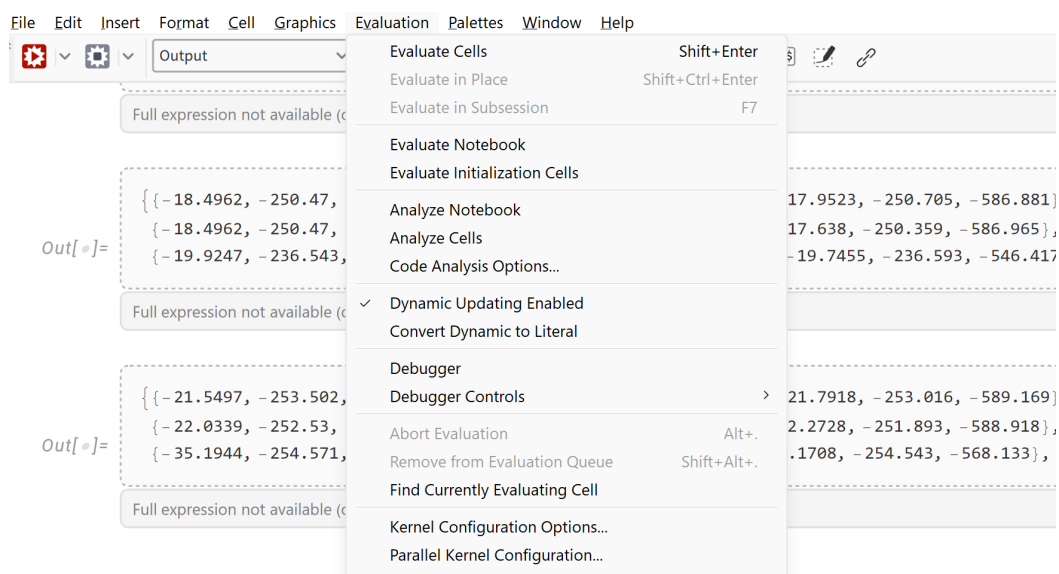


Рисунок 5 – Запуск работы алгоритма

Проекция выбранной индивидуальной оптимальной точки для наложения трепанационного отверстия на участок лицевого скелета с расположенной внутри верхнечелюстной пазухой появится в окне. Координаты точки указаны в нижней части рисунка 6.

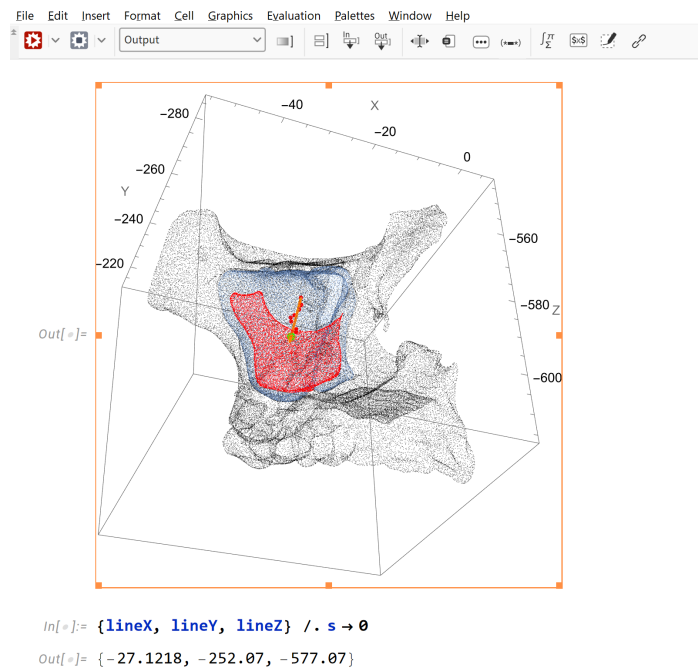


Рисунок 6 – Проекция точки для наложения трепанационного отверстия на переднюю стенку пазухи

ПЕРЕЧЕНЬ ВОЗМОЖНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА

Отсутствуют.

Приложение 1
к инструкции по применению
«Метод определения
индивидуально оптимального
доступа при экстрааназальном
вскрытии верхнечелюстных
пазух с использованием
3D моделей

Для создания цифровых файлов следует использовать программный продукт 3D Slicer X.X, находящийся в свободном доступе по ссылке <https://download.slicer.org/>. Далее пользователю необходимо импортировать данные компьютерной томографии (КТ) пациента. Для этого нужно нажать на значок DCM (Raise the DICOM module for loading DICOM databases) в левом верхнем углу монитора (рисунок 1).

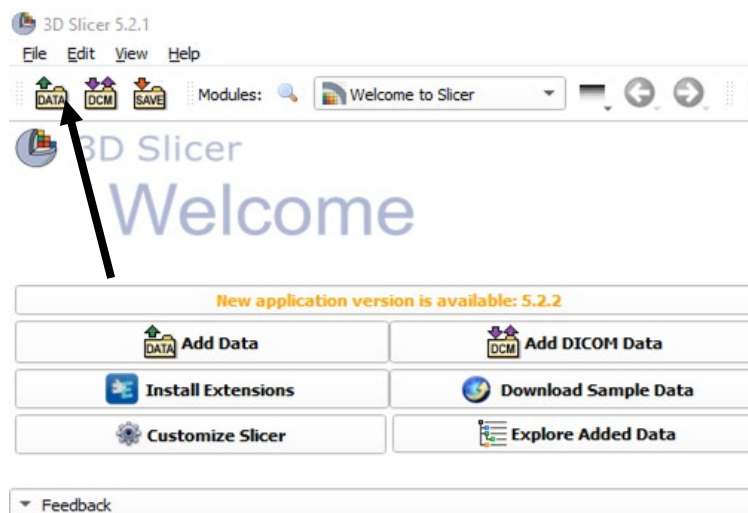


Рисунок 1 – Импорт данных КТ исследования, часть 1

В появившемся меню слева следует нажать на кнопку Import DICOM files, после чего необходимо указать путь к каталогу с файлами (рисунок 2).

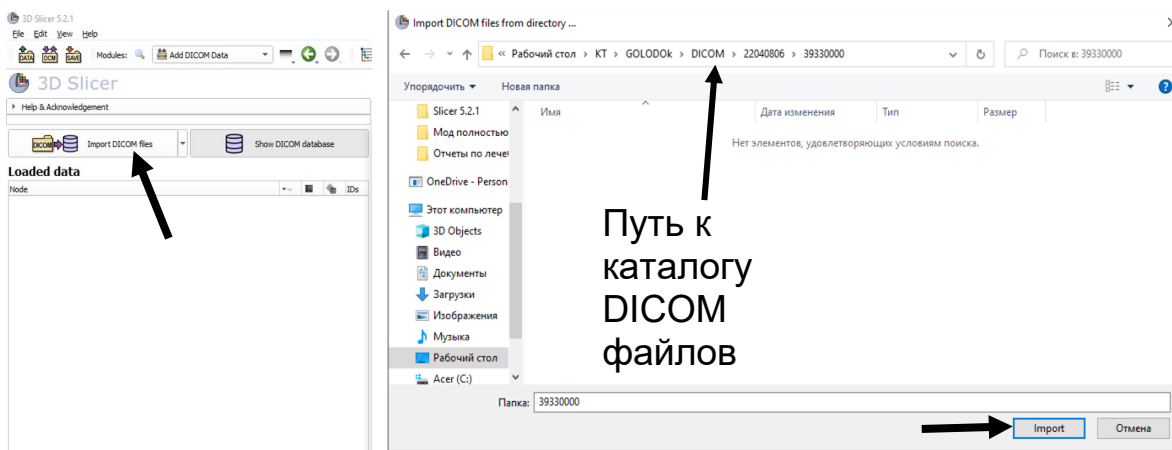


Рисунок 2 – Импорт данных КТ исследования, часть 2

После этого в меню DICOM database в поле Patient name появится имя пациента (выделить нажатием левой кнопкой мыши). Далее в поле Series следует выбрать нужную серию, кликнув по ней левой кнопкой мыши два раза либо выделив и нажав Load (рисунок 3).

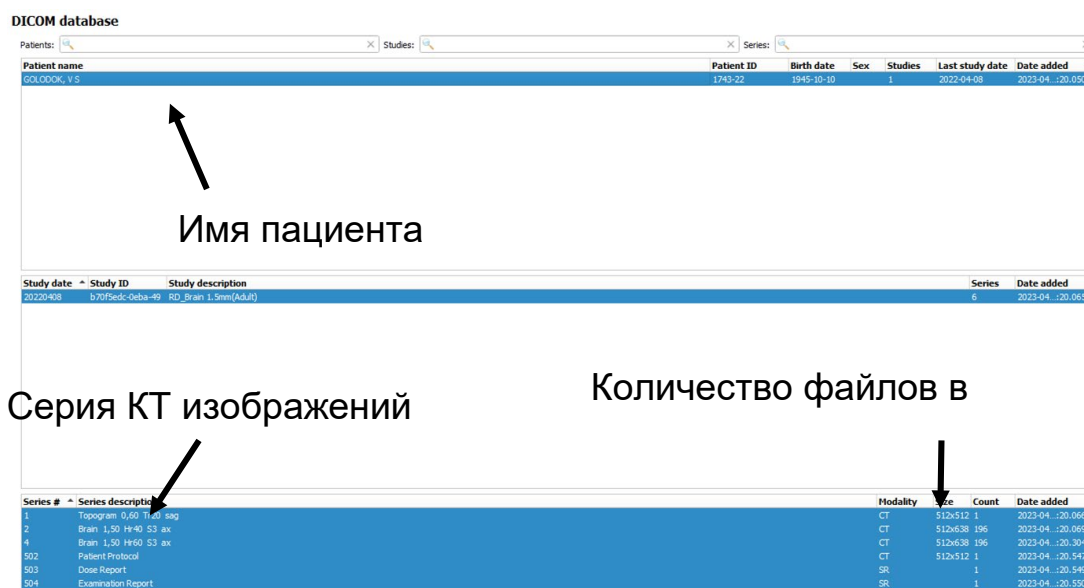


Рисунок 3 – Выбор данных КТ исследования из предложенного списка

После того, как будет осуществлен выбор, появятся 4 окна: 3 из них с изображениями КТ в разных проекциях, и одно пустое - для 3D изображения (рисунок 4).

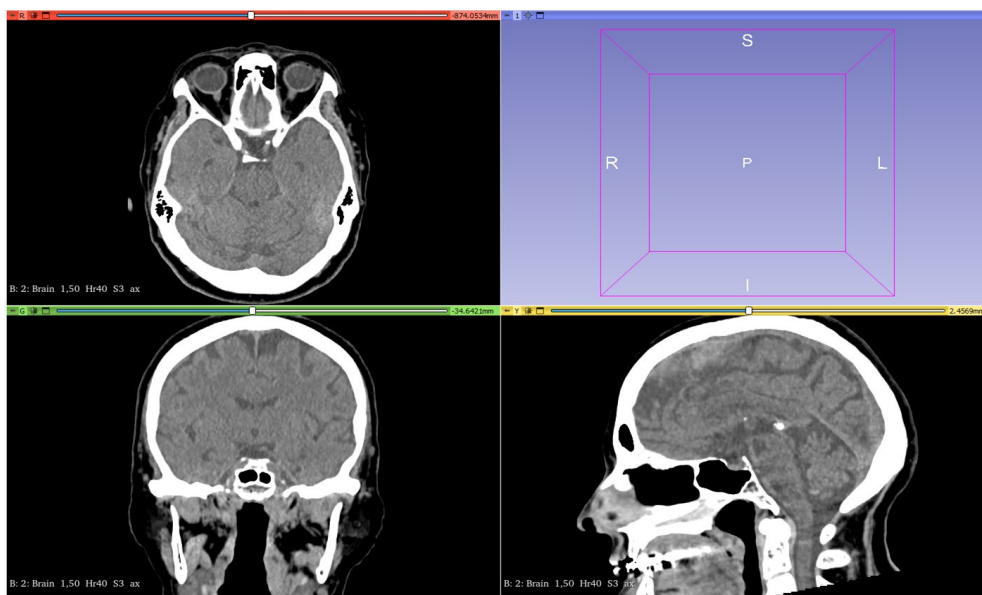


Рисунок 4 – Данные КТ пациента в 3 плоскостях

Далее в меню необходимо выбрать модуль Volume Rendering (стрелка 1 на рисунке 5). В появившемся окне меню слева нажать на иконку «глаза» напротив Volume (стрелка 2 на рисунке 5). После этого в ранее пустом окне появится 3D модель, построенная на данных КТ. После просмотра эту опцию следует отключить. В дополнительном меню Display (стрелка 5 на рисунке 5) можно выбрать режим «рендера», нажав на Preset, и в выпадающем окне выбрать подходящий режим (для отображений костной ткани использовали пресеты CT-Bone и CT-Bones). В этом же меню нужно поставить «галочку» напротив Enable (стрелка 3 на рисунке 5), и активировать иконку «глаза» у Display ROI (стрелка 4 на рисунке 5). После выполнения этих действий появится сетка (стрелка 7 на рисунке 5), с помощью которой можно выделить область анатомического интереса, передвигая красные границы курсором. Если после нажатия на иконку «глаза» Volume 3D изображения не появилось, то необходимо центрировать камеру в окне 3D визуализации (для этого нажать на кнопку Center view (стрелка 6 на рисунке 5 в левом верхнем углу) непосредственно в самом окне 3D визуализации).

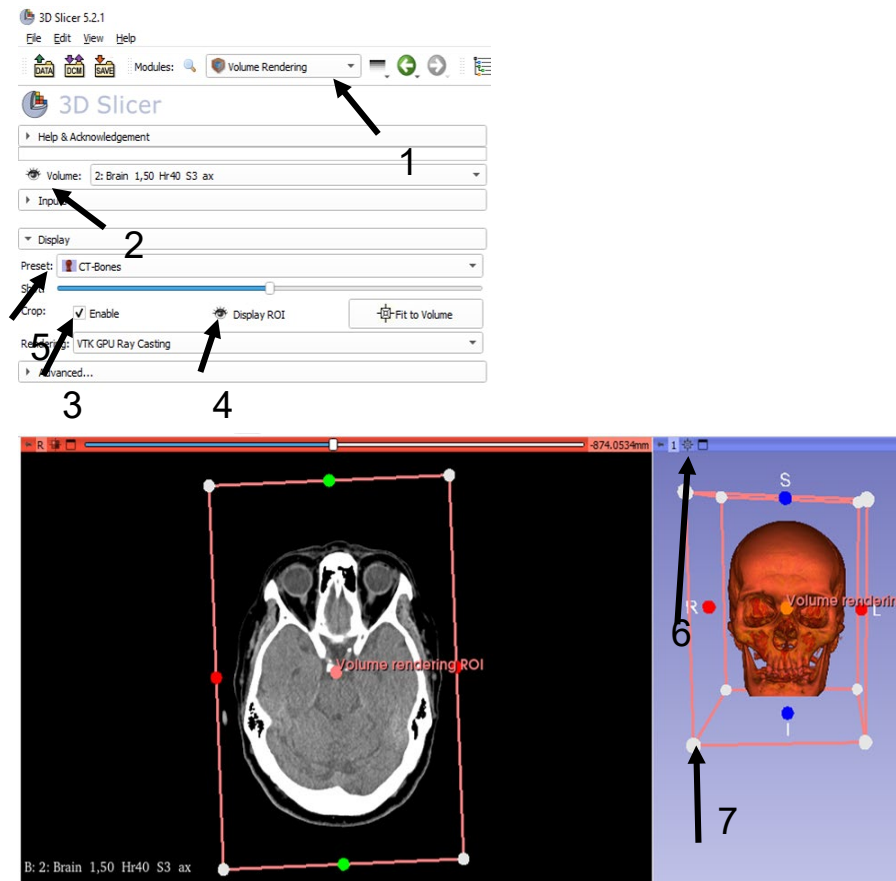


Рисунок 5 – Создание объемного изображения в программе 3D Slicer

Далее через поиск найти модуль Crop Volume и в появившемся окне слева нажать Apply. Это действие обрежет все лишние изображения, оставив только необходимый участок. Последовательность действий указана на рисунке 6.

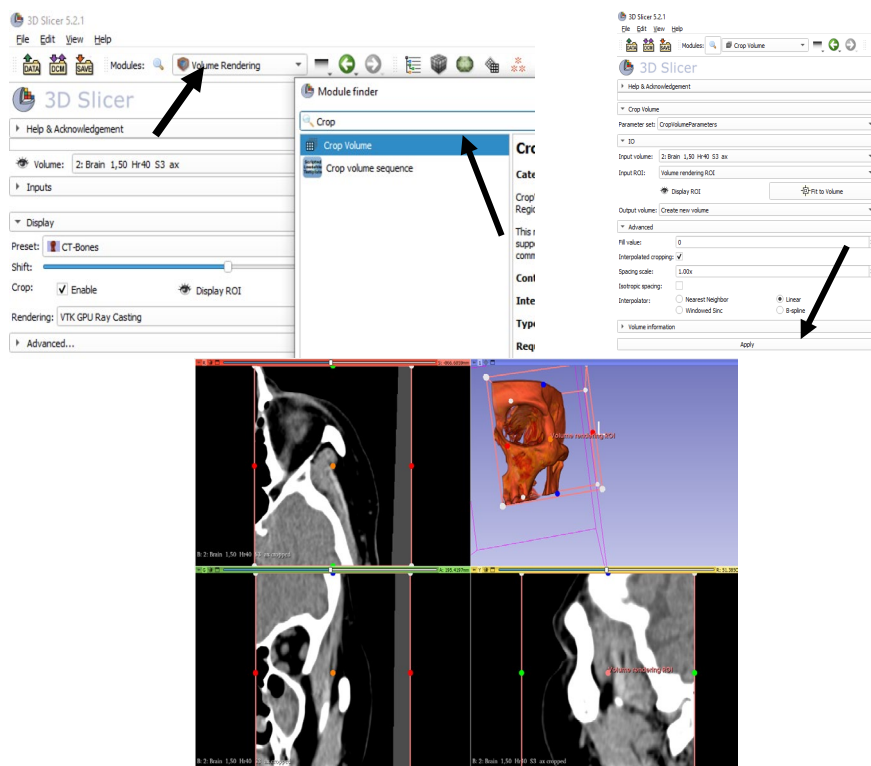


Рисунок 6 – Выделение зоны анатомического интереса

Далее следует перейти в модуль Segment Editor (стрелка 1 на рисунке 7). В меню окна слева необходимо нажать Add (стрелка 2 на рисунке 7), автоматически будет выделен первый сегмент (стрелка 3 на рисунке 7), и, обычно, обозначается зеленым цветом. В меню инструментов необходимо выбрать инструмент Threshold (стрелка 4 на рисунке 7) и указать диапазон необходимой для пользователя плотности (на рисунке выставлен от 100, стрелка 5 на рисунке 7) до максимума (стрелка 6 на рисунке 7). На срезах видно, что некоторые участки (например, костной ткани) окрашиваются в цвет выбранного сегмента. Учитывая то, что костные стенки лицевого черепа, полости носа и околоносовых пазух тонкие, особенно при хроническом воспалительном процессе, ткани могут смешиваться и в выбранный диапазон попадают как костные, так и некоторые мягкие ткани. В этом случае помогают инструменты ручной настройки («Кисть»). После выделения нужного участка следует нажать Apply (стрелка 7 на рисунке 7). Для визуализации

следует нажать Show 3D, выбранный участок появится в окне 3D визуализации.

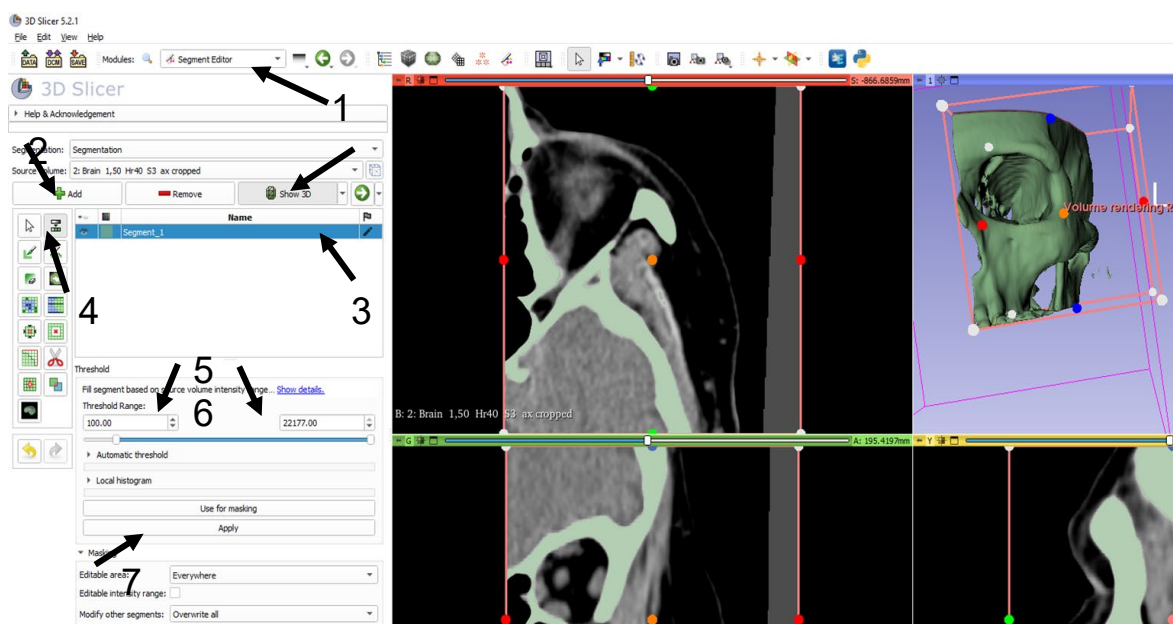


Рисунок 7 – Создание 3D модели фрагмента лицевого скелета

Для создания цифрового файла, повторяющего контур пазухи, следует снова перейти в модуль Segment Editor (стрелка 1 на рисунке 7). В меню окна слева нажать Add (стрелка 2 на рисунке 7), автоматически появляется второй сегмент, который послужит основой для 2-го цифрового файла. При помощи предлагаемых инструментов (можно использовать «кисть») следует выделить контур пазухи изнутри по границе костной стенки в 3-х взаимно перпендикулярных областях. Для облегчения и ускорения выполнения данной задачи следует выставить следующие опции: «Sphere brush» (стрелка 1 на рисунке 8), «Outside all segments» (стрелка 2 на рисунке 8), «Overwrite all» (стрелка 3 на рисунке 8). После выделения нужного участка следует нажать Apply (стрелка 7 на рисунке 7). Для визуализации следует нажать Show 3D, выбранный участок появится в окне 3D визуализации.

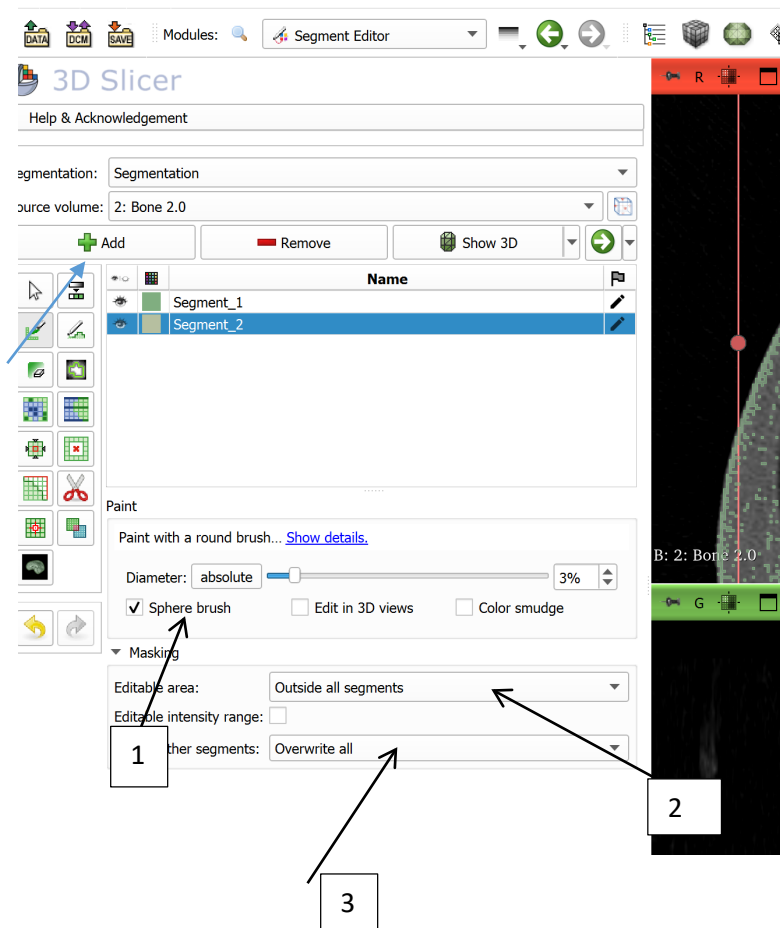


Рисунок 8 – Создание цифрового файла с контурами ВЧП

Для создания цифрового файла с площадкой для трепанации необходимо создать 3 сегмент (рисунок 9).

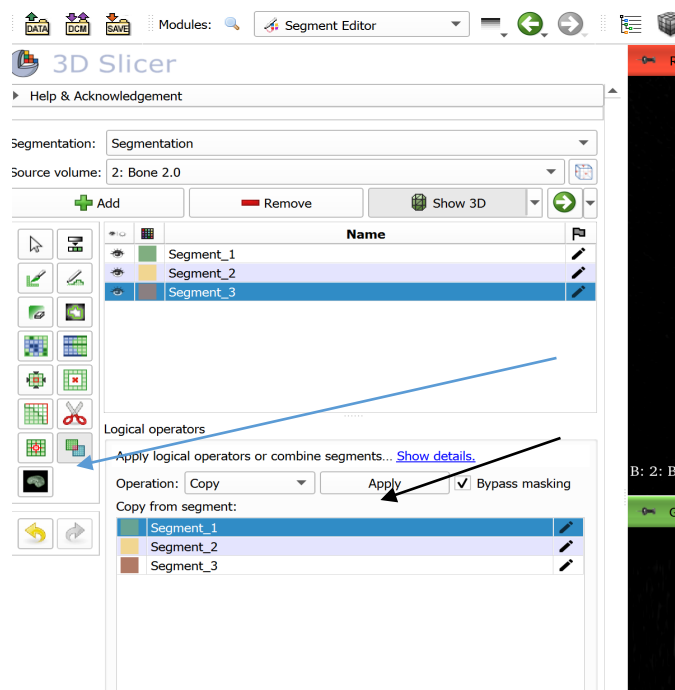


Рисунок 9 – Создание цифрового файла с площадкой для трепанации, часть 1

Для этого при помощи опции «Logical operators» (синяя стрелка на рисунке 9) следует выделить и скопировать 1 сегмент (черная стрелка на рисунке 9). Затем установить опции согласно рисунку 10.

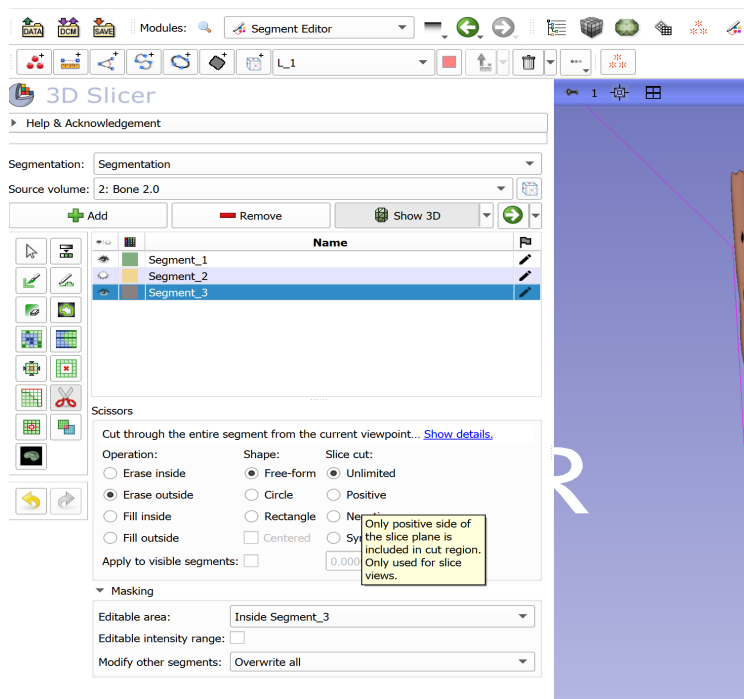


Рисунок 10 – Создание цифрового файла с площадкой для трепанации, часть 2

При помощи инструмента «Ножницы» вырезать площадку из передней стенки верхнечелюстной пазухи (ВЧП), в которой можно накладывать трепанационное отверстие, как показано на рисунке 11.

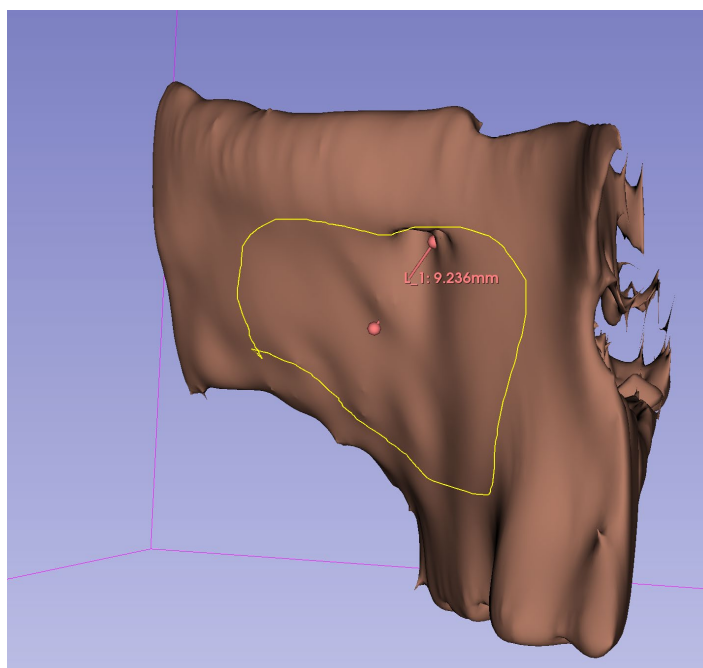


Рисунок 11 – Выбор площадки для трепанации

Учитывая, что работа изначально проводилась с копией 1 сегмента, следует удалить все объёмные участки модели за исключением передней стенки ВЧП. Для этого нужно включить опцию «Курсор» нажатием левой кнопкой мыши (голубая стрелка на рисунке 8), и, вращая 3D модель, удалить ненужные участки опцией «Ножницы» (предварительно следует переключить настройки на позицию «Erase inside»). Для повышения безопасности вмешательства следует ограничить площадку для трепанации минимум на 9 мм от края подглазничного отверстия. Для этого в проекции точки выхода подглазничного нерва при помощи опции «Create new line» установить отрезок длиной 9 мм (стрелка 1 на рисунке 12). Далее установить опции (рисунок 12).

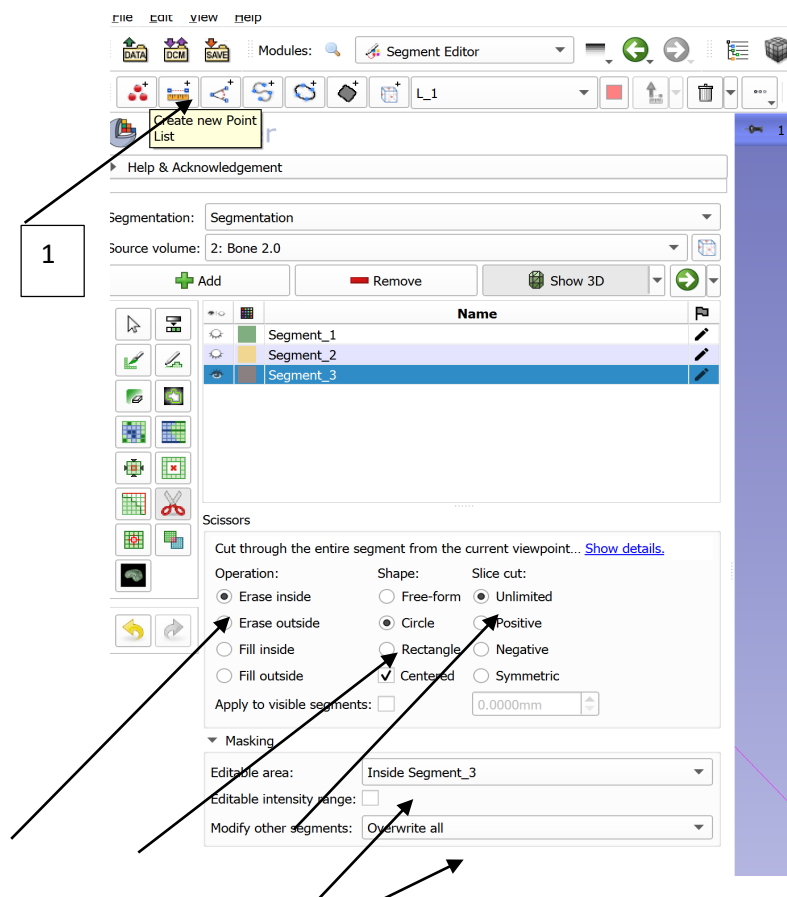


Рисунок 12 – Ограничение площадки для трепанации

Устанавливая радиус желтого круга 9 мм (как показано на рисунке 13), при помощи опции «Ножницы» окончательно моделируется площадка для трепанации, отстоящая от выхода подглазничного нерва минимум на 9 мм.

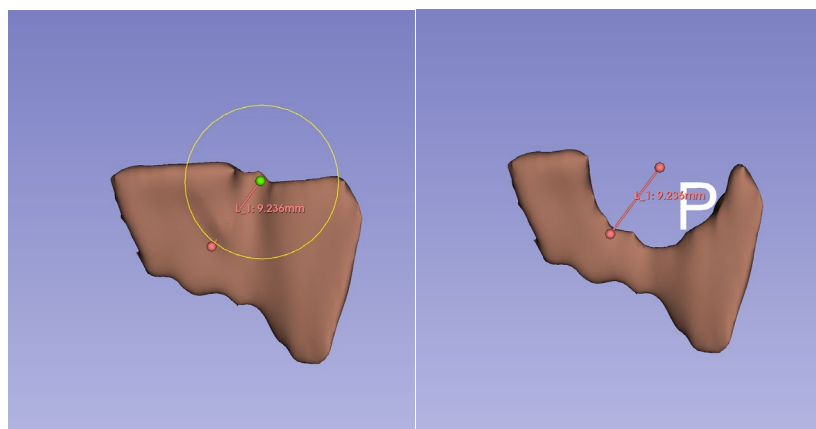


Рисунок 13 – Цифровой файл с площадкой для трепанации

Далее необходимо перейти в модуль Segmentations (стрелка 1 на рисунке 14), здесь в меню слева нужно найти пункт Export to files. Указать путь в Destination folder (стрелка 2 на рисунке 14), куда следует сохранить 3D модель,

выбрать формат (STL) (стрелка 3 на рисунке 14), и нажать кнопку Export (стрелка 4 на рисунке 14).

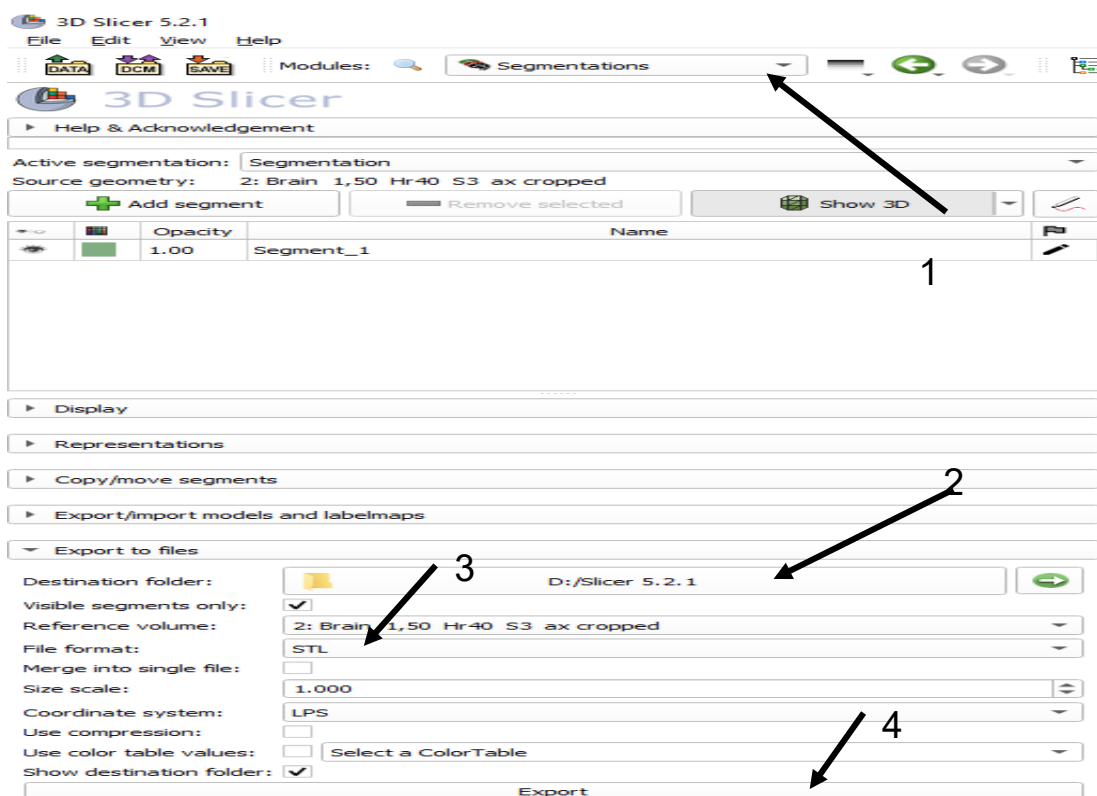


Рисунок 14 – Экспорт 3D модели в формат STL

Приложение 2
к инструкции по применению
«Метод определения
индивидуально оптимального
доступа при экстраназальном
вскрытии верхнечелюстных
пазух с использованием
3D моделей

