

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Самарский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

**Система автоматизированного планирования, управления
и контроля результатов хирургического лечения «Автоплан»**

Руководство по эксплуатации

Оглавление

1. Общая информация.....	5
1.1. О данном руководстве.....	5
1.2. Контактная информация.....	5
1.3. Информация о системе.....	5
1.4. Показания к применению.....	6
1.5. Противопоказания.....	6
1.6. Символы и обозначения.....	6
2. Состав системы.....	6
2.1. Аппаратная часть.....	7
2.1.1 Стереочамера.....	7
2.1.2 Компьютерный блок.....	8
2.1.3 Стойка.....	9
2.1.4 Педаль.....	9
2.2. Инструментарий.....	10
2.2.1 Навигационная указка общего назначения.....	10
2.2.2 Канюлированная навигационная указка.....	12
2.2.3 Базисная система сфер на мачте.....	13
2.2.4 Базисная система сфер на универсальном креплении.....	15
2.2.5 Инструментальная система сфер.....	16
2.2.6 Площадка проверки точности.....	18
2.3. Проверка инструментария.....	20
2.4. Обработка оборудования и инструментария.....	21
3. Условия транспортирования и хранения.....	21
4. Последовательность работы с системой.....	21
4.1. Подключение.....	21
4.2. Включение.....	21
4.3. Запуск стереочамеры.....	21
4.4. Предоперационное планирование и навигация.....	24
4.5. Выключение.....	24
5. Предоперационное планирование и навигация.....	24
5.1. Последовательность работы.....	24
5.2. Подготовка данных для навигации.....	26
5.2.1 Подготовка модели к регистрации.....	26
5.2.2 Планирование траектории.....	31
5.2.3 Планирование нескольких траекторий.....	34
5.3. Пример подготовки данных для навигации.....	35
5.3.1 Пример подготовки данных для навигации при проведении нейрохирургической операции на головном мозге.....	35

5.3.2	Пример подготовки данных для навигации при проведении нейрохирургической операции на головном мозге при наличии данных КТ и МРТ.....	42
5.3.3	Пример подготовки данных для навигации при проведении нейрохирургической операции на позвоночнике.....	50
5.4.	Проведение калибровки инструмента.....	55
5.5.	Регистрация.....	65
5.5.1	Регистрация по трем ключевым точкам.....	69
5.5.2	Регистрация по трем ключевым точкам и множеству дополнительных точек.....	70
5.5.3	Регистрация по множеству ключевых точек и дополнительным точкам.....	71
5.5.4	Проверка регистрации.....	73
5.5.5	Особенности работы с указкой при проведении регистрации.....	75
5.5.6	Отмена регистрации.....	76
5.6.	Настройка прозрачности модели.....	77
5.7.	Режимы работы при навигации.....	77
5.8.	Работа с канюлированной указкой.....	86
5.9.	Работа с инструментами.....	86
5.10.	Измерение расстояний при навигации.....	88
5.11.	Полноэкранный режим.....	89
6.	Настройка навигации.....	90
6.1.	Аппаратные настройки.....	91
6.2.	Визуальные настройки.....	91
6.3.	Сохранение видео.....	91
6.4.	Юстировка оборудования.....	91
6.4.1	Юстировка стереокамеры.....	92
6.5.	Расширенные настройки.....	94
7.	Использование программного обеспечения.....	95
7.1.	Загрузка данных.....	95
7.1.1	Файловая система.....	96
7.1.2	PACS.....	98
7.2.	Просмотр DICOM.....	102
7.2.1	Менеджер серий.....	102
7.2.2	Запись на диск.....	105
7.2.3	Аннотации.....	106
7.2.4	Экспорт.....	109
7.2.5	Экспорт изображений.....	109
7.2.6	Экспорт DICOM.....	110
7.2.7	Закрытие данных.....	111
7.2.8	Настройки окна просмотра.....	111
7.2.9	Изменение режима работы мыши.....	113
7.3.	Редактор.....	114
7.3.1	Панель инструментов.....	114
7.3.2	Менеджер сегментаций.....	115

7.3.3	Список серий.....	117
7.3.4	Список сегментаций.....	117
7.3.5	Экспорт модели в формате STL.....	120
7.3.6	Свойства.....	121
7.3.7	Мультивиджет.....	122
7.4.	Инструменты сегментации.....	124
7.4.1	Автоматическая сегментация.....	125
7.4.2	Инкрементальная сегментация.....	126
7.4.4	Инструменты сегментации.....	135
7.4.5	Сегментация сосудов.....	138
7.5.	Системные инструменты.....	142
7.5.1	Управление данными.....	142
7.5.2	Совмещение данных.....	143
8.	Монтаж и техническое обслуживание.....	153
8.1.	Требования по упаковке, сборке и монтажу.....	153
8.2.	Требования по эксплуатационной транспортировке.....	154
8.3.	Сервисное обслуживание.....	156
9.	Утилизация.....	156
10.	Распространённые проблемы и их решение.....	156

1. Общая информация

1.1. О данном руководстве

Производитель системы автоматизированного планирования, управления и контроля результатов хирургического лечения «Автоплан» рекомендует пользователям внимательно прочитать данное руководство, независимо от имеющегося опыта использования других навигационных систем.

Руководство предназначено только для медицинского персонала, использующего систему «Автоплан».

Документ подготовлен Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Самарским государственным медицинским университетом» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России). Все права защищены. Запрещается полное или частичное копирование и распространение данного документа без предварительного письменного разрешения ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Дата последнего пересмотра руководства: 10.06.2021.

1.2. Контактная информация

Производитель системы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России).

Адрес места нахождения производителя: 443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171

Номер телефона: +7 846 203-27-70

Адрес электронной почты: info@autoplan.surgery

Адрес сайта: <https://autoplan.surgery/>

1.3. Информация о системе

Наименование: система автоматизированного планирования, управления и контроля результатов хирургического лечения «Автоплан».

Назначение: предоперационное планирование оперативного вмешательства, определение положения анатомических структур и направления хирургического доступа во время выполнения оперативного вмешательства на основе данных компьютерной и магнитно-резонансной томографии.

Потенциальные потребители: медицинские работники, в том числе оперирующие хирурги и врачи отделения компьютерной диагностики.

Система не содержит в своём составе лекарственных средств, материалов животного или человеческого происхождения.

1.4. Показания к применению

Хирургические операции, при которых патологический очаг неподвижен относительно крупных костей и визуализируется с помощью компьютерной или магнитно-резонансной томографии, например, нейрохирургические операции на головном мозге; операции, при которых необходима визуализация костной структуры, в том числе позвоночной структуры для оценки особенностей, деформаций в структуре позвонков.

1.5. Противопоказания

Подвижность патологического очага относительно крупных костей, неудовлетворительная визуализация очага по результатам компьютерной или магнитно-резонансной томографии, наличие противопоказаний для хирургического вмешательства. Необходимость проведения операций в верхних отделах позвоночника.

1.6. Символы и обозначения

 Важная информация для пользователя, рекомендуется к прочтению.

2. Состав системы

В состав системы «Автоплан» входят аппаратная и программная часть. Аппаратная часть подразделяется на оборудование и инструментарий.

К оборудованию относится мобильная стойка, стереокамера, закрепленная на регулируемом кронштейне, компьютерный блок с внешним оптическим приводом, монитор на регулируемом кронштейне, беспроводные мышь, клавиатура, педаль. Оборудование подробно рассмотрено в разделе 2.1.

К инструментарию относятся инструменты и дополнительные приспособления, прямо или косвенно задействованные при выполнении хирургической навигации: указка общего назначения, канюлированная указка, базисная система сфер (базис), инструментальные системы сфер, универсальное крепление, площадка проверки точности и др. Подробная информация по инструментарию представлена в разделе 2.2.

Работа системы «Автоплан» основывается на принципах инфракрасного трекинга. Стереокамера снабжена инфракрасной подсветкой и камерами с оптическими фильтрами. Инструментарий оснащён отражающими элементами (сферами), закреплёнными в определённой конфигурации. Инфракрасное излучение от подсветки отражается сферами, отделяется от видимого света фильтрами, и попадает в камеры, формируя изображение. На основе положения отражающих элементов на изображениях от камер программное обеспечение рассчитывает положение инструментария в пространстве. При отсутствии видимости хотя бы одной сферы инструментарий не отслеживается.

 Аппаратное и программное обеспечение «Автоплан» не совместимо с аппаратным и программным обеспечением других навигационных систем. При необходимости осуществления ремонта или замены частей системы обратитесь к производителю.

2.1. Аппаратная часть

2.1.1 Стереокамера

Стереокамера состоит из двух камер, работающих в инфракрасном спектре, и дополнительной камеры видимого спектра, используемой для протоколирования. Снаружи камеры закрываются светофильтрами (рисунок 1).

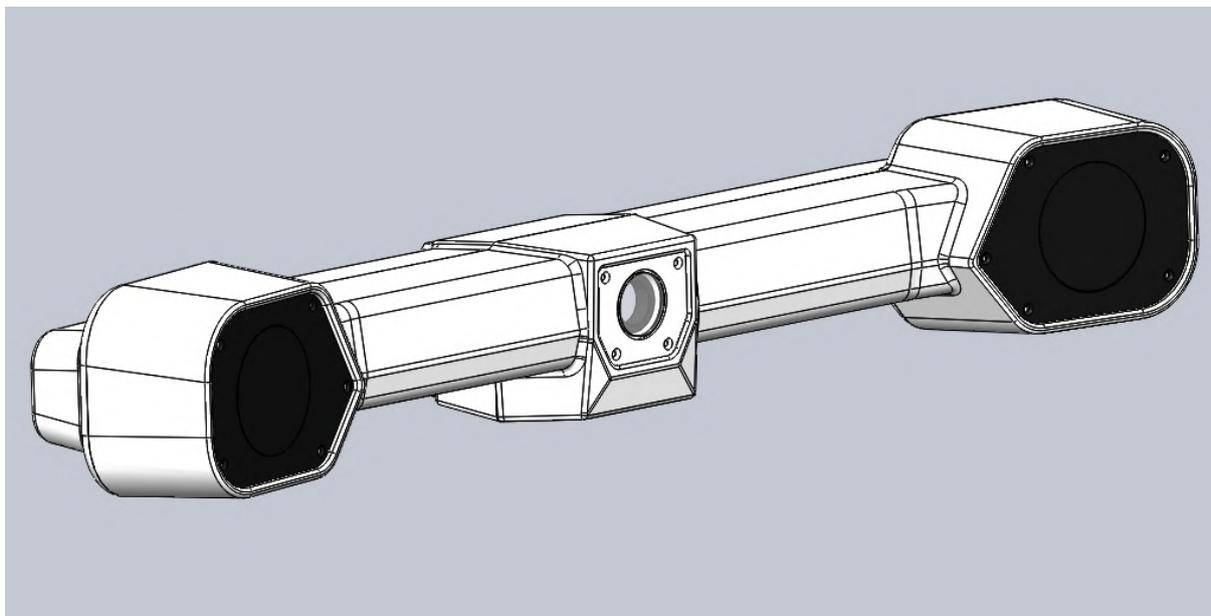


Рисунок 1 – Стереокамера

В корпус камеры производится установка двух кабелей – кабель данных (Ethernet) и кабель питания. При отсутствии подключения любого из этих кабелей работа стереокамеры невозможна.

Необходимо бережное обращение со стереокамерой: встряска и удары могут нарушить существующую юстировку.

При проведении нейрохирургических операций возможно расположение камеры рядом с операционным столом со стороны ног пациента, на расстоянии 2 – 2,5 м. от области оперативного вмешательства.

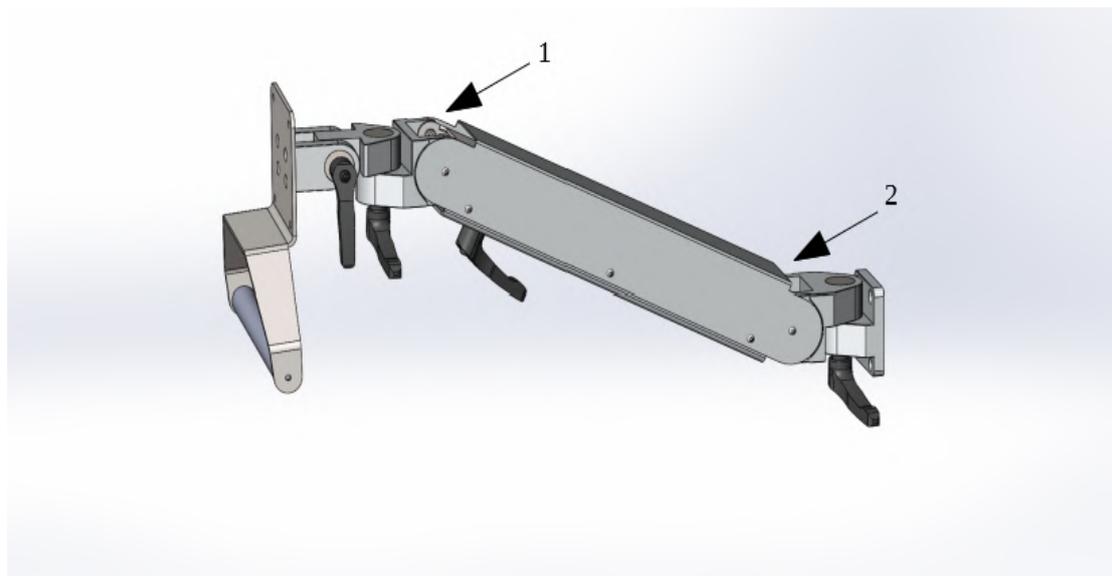


Рисунок 2 – Регулируемый кронштейн

Стереокамера закрепляется на регулируемый кронштейн, изображенный на рисунке 2. Кронштейн позволяет производить настройку положения стереокамеры. Узлы 1 и 2 позволяют отрегулировать горизонтальное и вертикальное положение стереокамеры, узел 1 также позволяет отрегулировать направление стереокамеры.

2.1.2 Компьютерный блок

На стойке располагается компьютерный блок с установленным программным обеспечением.

Кнопка включения компьютерного блока располагается с лицевой части. В компьютерном блоке имеется 2 разъема USB 3.0., разъем HDMI, разъем Ethernet. Внутри размещаются Bluetooth адаптеры беспроводной мыши, клавиатуры, педали. Мышка и клавиатура работают на батарейках AAA; 2 батарейки для мышки, 2 батарейки для клавиатуры. Внешний оптический привод для чтения дисков подключается в компьютерный блок с помощью кабеля. Разъем для подключения находится на задней стороне блока, оптический привод — в комплекте с поставкой.

⚠ Компьютерный блок опломбирован. Нарушение целостности пломбировки или наличие признаков распломбировки компьютерного блока является основанием прекращения гарантийного обслуживания изделия.

Для удобства перемещения стойки на задней стороне компьютерного блока располагается ручка.

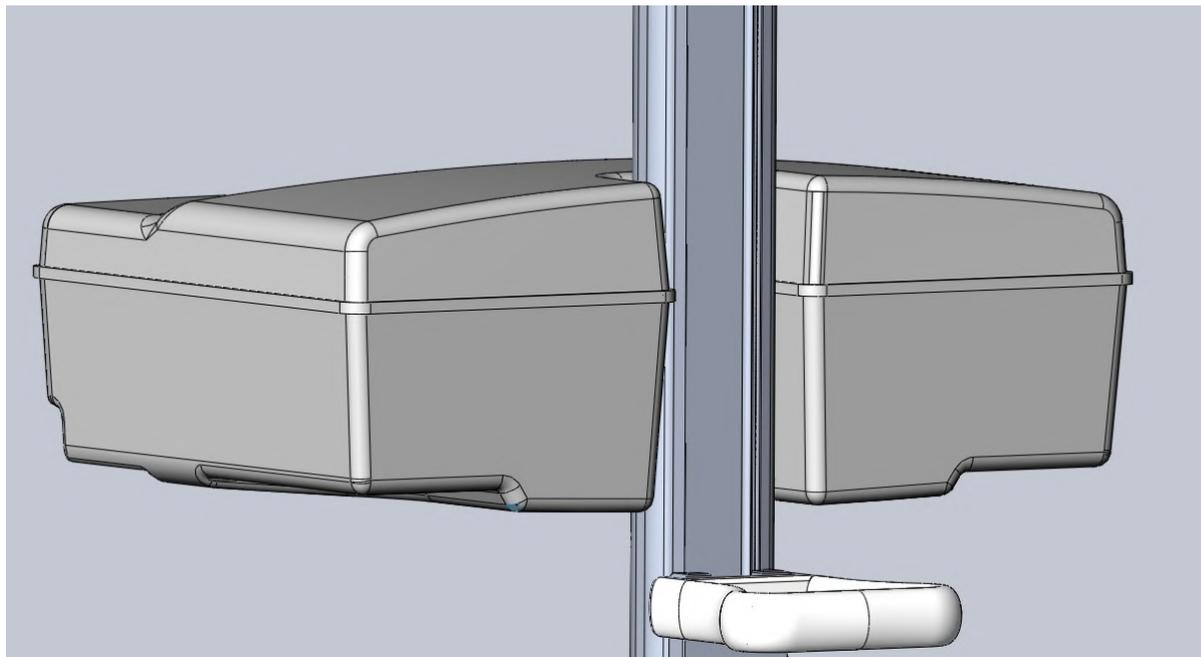


Рисунок 3 – Ручка на задней стороне компьютерного блока

2.1.3 Стойка

Стойка системы «Автоплан» оснащена колёсами; фиксация положения стойки выполняется с помощью стопоров на колесах. Все 4 колеса стойки имеют стопоры для обеспечения надежной фиксации. На стойке системы «Автоплан» закреплён компьютерный блок; с помощью регулируемых кронштейнов закреплены стереокамера и монитор.

2.1.4 Педаль

В состав комплекса «Автоплан» входит трёхкнопочная беспроводная педаль, предназначенная для удобства работы хирурга с навигационной системой.

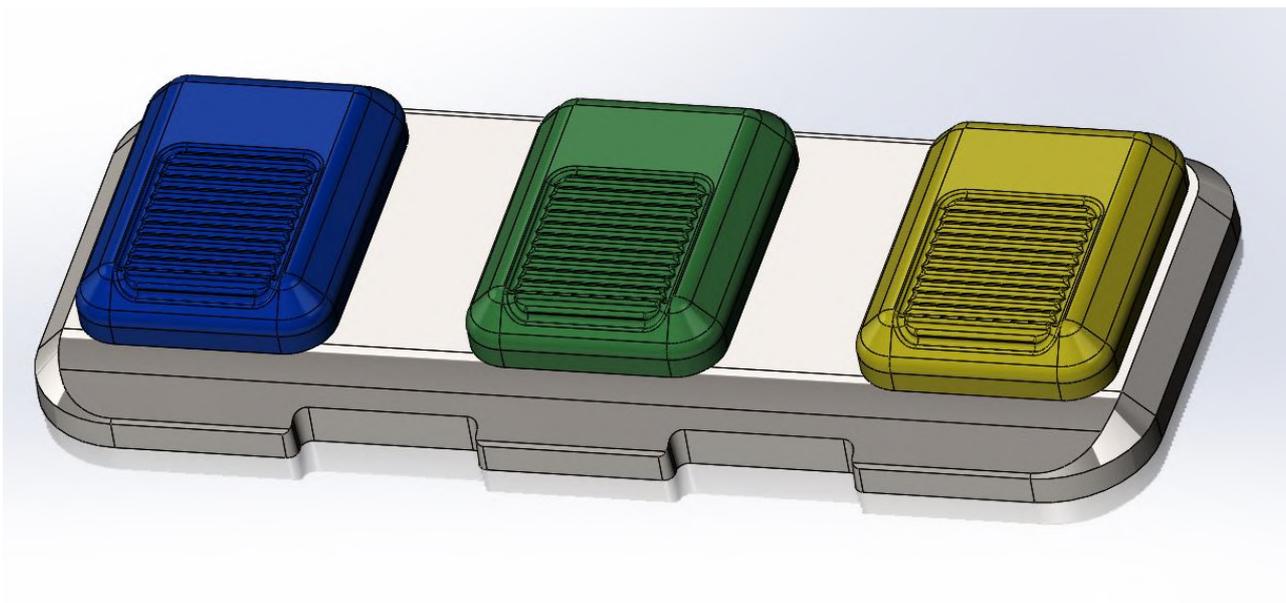


Рисунок 4 – Педаль системы «Автоплан»

Каждая кнопка педали имеет цветовую индикацию:

- Правая кнопка педали (желтая) отвечает за взятие точек и возможность перехода в полноэкранный режим после проведения регистрации, выхода из него, а также работу при проведении калибровки;
- Центральная кнопка педали (зеленая) отвечает за регистрацию, отмену регистрации, возврат к предыдущей регистрации;
- Левая кнопка педали (синяя) отвечает за выбор режима навигации, работу при проведении калибровки инструмента/указки.

Педали являются беспроводными. Bluetooth адаптер располагается в корпусе компьютера. Для работы педалей используется 2 батарейки AAA, установка которых производится с задней стороны педали.

2.2. Инструментарий

2.2.1 Навигационная указка общего назначения

Навигационная указка общего назначения используется для проведения регистрации, выявления областей интереса хирурга, контроля работы. Указка состоит из рукояти и наконечника. На рукояти в определенном порядке установлены отражающие сферы на шпильках.

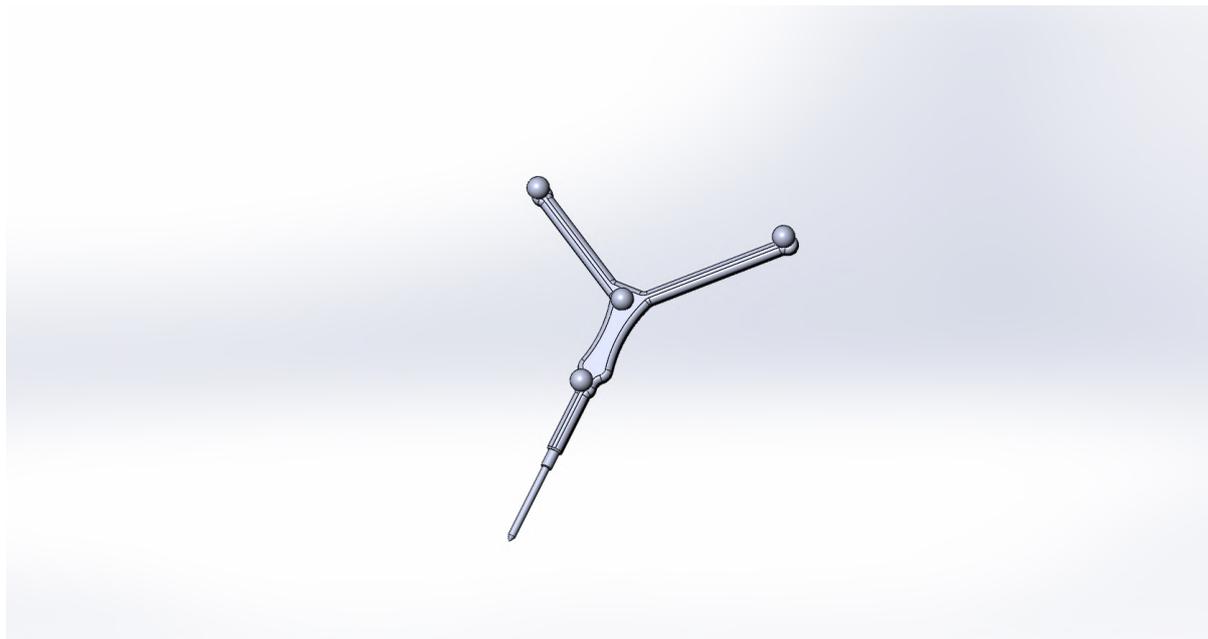


Рисунок 5 – Указка общего назначения

Конструкция указки является разборной для возможности работы с различными наконечниками. С указкой поставляются три наконечника длиной 55 мм, 85 мм, 115 мм. Выбор наконечника зависит от проводимой хирургической операции.



Рисунок 6 – Наконечники

При смене наконечника необходимо вкрутить его в корпус указки до упора, для обеспечения жесткой фиксации. Жесткая фиксация наконечника необходима для обеспечения точной регистрации и навигации.

При смене наконечника необходимо изменить длину наконечника в плагине «Навигация» в блоке «Инструменты», подробная информация представлена в разделе 5.5

 Регистрацию и проверку регистрации необходимо производить с одним и тем же наконечником. Подробная информация по проведению регистрации представлена в п.5.5

2.2.2 Канюлированная навигационная указка

Канюлированная навигационная указка – указка с продольным отверстием (проточкой) вдоль оси. Проточка предназначена для направления спицы или дренажной трубки.

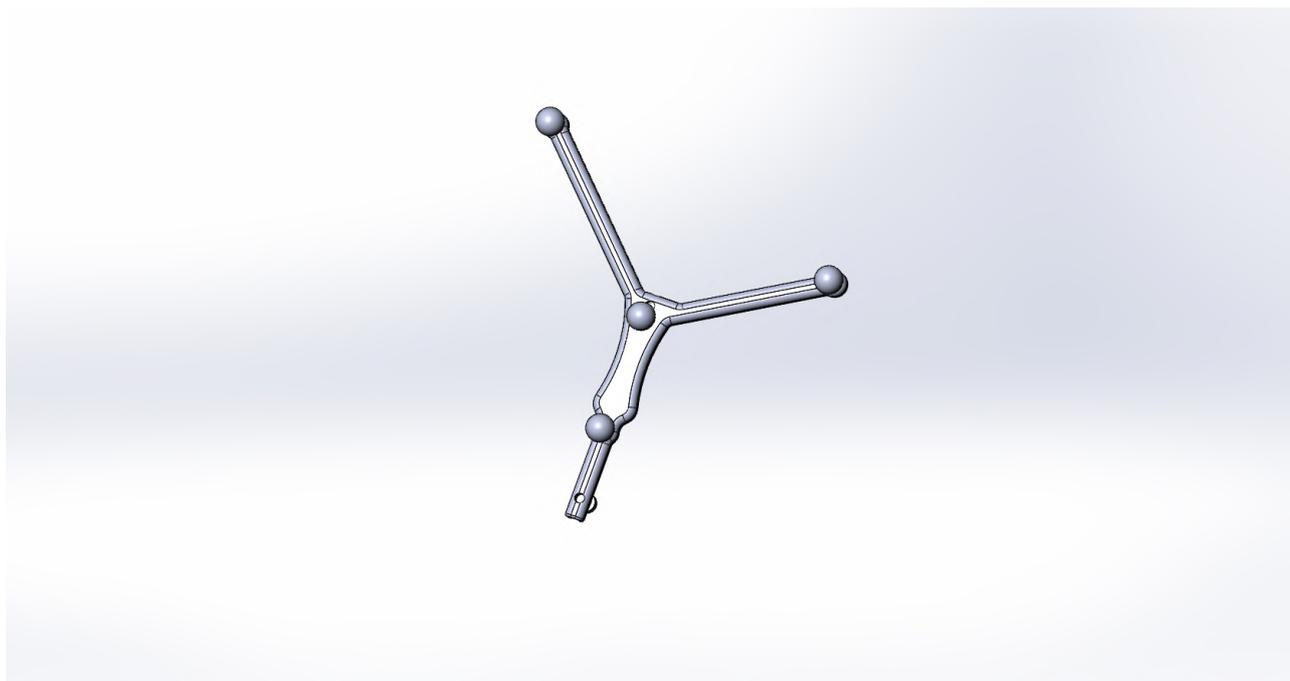


Рисунок 7 – Канюлированная указка

Дренажную трубку со спицей необходимо вложить в проточку и зафиксировать ее положение с помощью двух винтов с задней стороны указки. Для закрепления дренажной трубки со спицей достаточно нескольких оборотов.



Рисунок 8 – Крепление дренажной трубки

Установка биопсийной иглы в указку производится аналогичным способом. Данное крепление позволяет быстро убрать указку для дальнейшей работы.

2.2.3 Базисная система сфер на мачте

Базисная система сфер (базис) – разновидность системы сфер, жестко зафиксированная относительно пациента; его частей тела или внутренних органов. Базисная система сфер представлена на рис.9

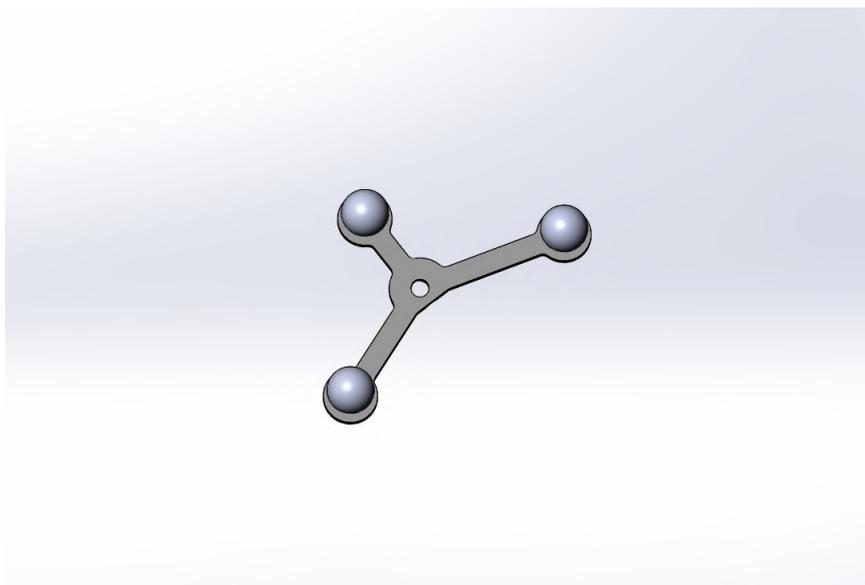


Рисунок 9 – Базисная система сфер

Базисная система сфер устанавливается до начала проведения регистрации. Базисная система сфер устанавливается в паз на вершине мачты с закрепляется помощью винта. Для

жесткого закрепления базисной системы сфер необходимо протянуть винт с помощью шестигранного ключа в комплекте поставки.



Рисунок 10 – Шестигранный ключ для протягивания винтов

Порядок сборки базисной системы сфер на мачте представлен на рис. 11

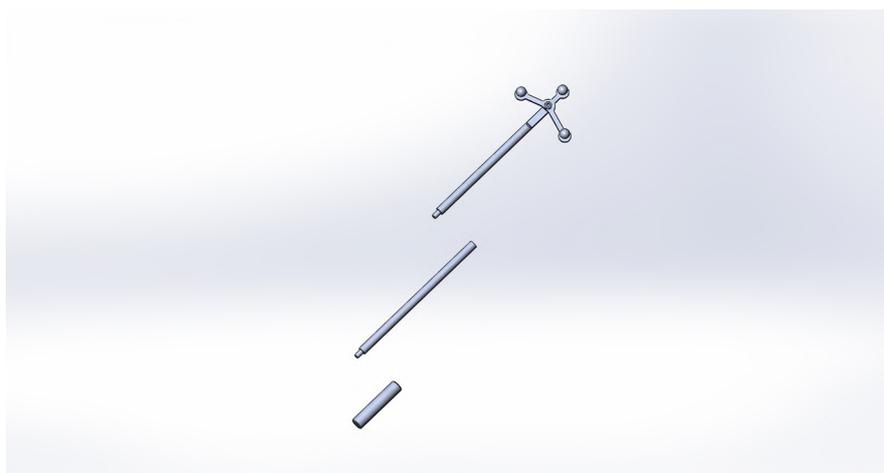


Рисунок 11 – Базисная система сфер (базис) на мачте

Нижняя часть базиса (основание) является утолщенной – диаметр 15 мм. Основание базиса устанавливается в зажим хирургического стола. Средняя часть вкручивается в основание, верхняя – в среднюю часть. При сборке базиса необходима жесткая фиксация всех составных частей. Жесткая фиксация необходима для точной навигации.

После установки базиса регулировка высоты операционного стола и связанное с ней изменение положения тела пациента не являются препятствиями для дальнейшей навигации. Голова пациента должна быть жестко зафиксирована относительно операционного стола с помощью системы стабилизации черепа Mayfield.

- ⚠ Производитель рекомендует использование базиса при проведении нейрохирургических операций. При обнаружении базиса в области видимости стереокамеры позиция базиса автоматически определяется и его местоположение учитывается при навигации.
-

Расположение базисной системы сфер зависит от проводимой хирургической операции. При выполнении нейрохирургических операций на головном мозге, базисную систему сфер необходимо размещать около пациента, с противоположной стороны от операционной медицинской сестры. Расположение базисной системы сфер около медицинской сестры может затруднять ее работу.

2.2.4 Базисная система сфер на универсальном креплении

При проведении операций на позвоночной структуре базисную систему сфер необходимо жестко закрепить относительно позвоночника. Для этого необходимо подготовить базисную систему сфер на универсальном креплении, в соответствии с представленным порядком сборки:

- установить базисную систему сфер на универсальное крепление ориентируясь на паз в креплении;
- установить винт;
- затянуть винт с помощью ключа в комплекте;
- установить универсальное крепление на шило/иглу с мадреном;
- затянуть два винта крепления с помощью ключа в комплекте.

Схема сборки представлена на рис.12.

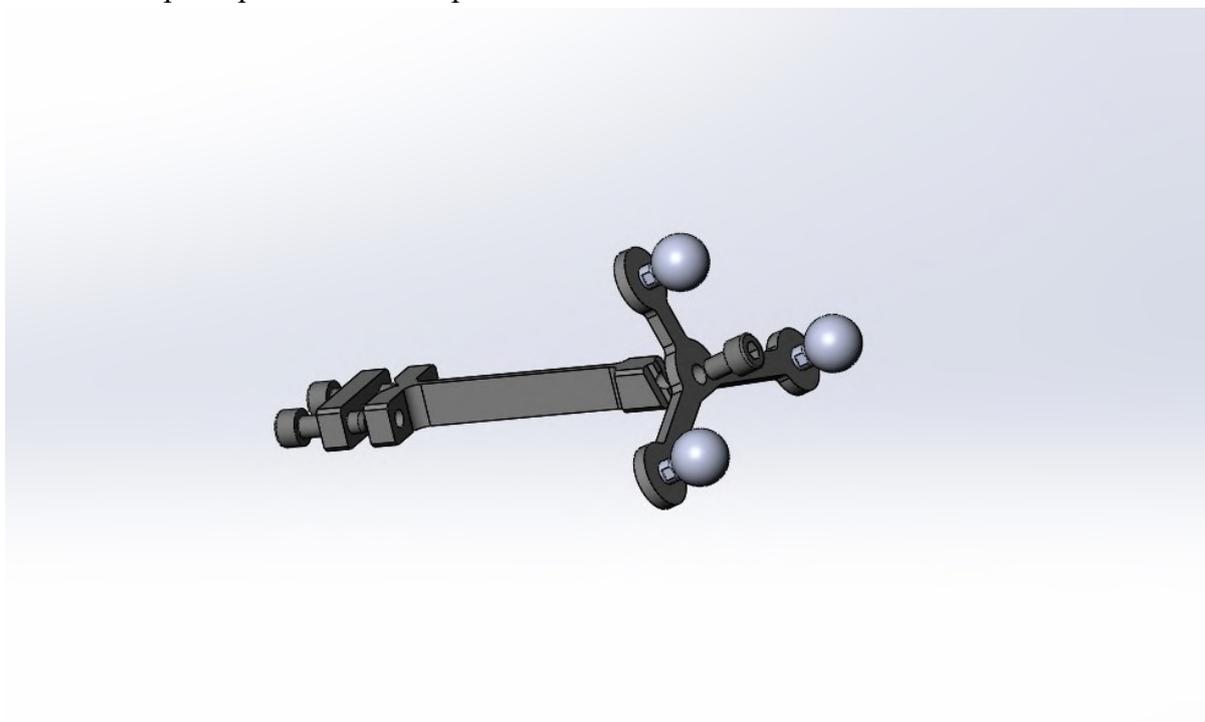


Рисунок 12 – Схема сборки базиса на универсальном креплении

После проведения сборки базиса необходимо убедиться в жесткости всех частей конструкции и жесткости установки на шиле/игле; в противном случае возможно смещение базисной системы сфер и, как следствие, потеря точности регистрации.

Базис необходимо установить неподвижно относительно позвоночника, после установки базиса изменение положения позвоночника пациента не является препятствием для дальнейшей навигации.

 Производитель рекомендует использование базиса при проведении операций. При обнаружении базиса в области видимости стереокамеры позиция базиса автоматически определяется и его местоположение учитывается при навигации.

Расположение базисной системы сфер зависит от проводимой хирургической операции. Для проведения нейрохирургических операций на позвоночнике базисную систему сфер необходимо установить либо в крестцовую кость, либо выше/ниже на 1-2 позвонка от оперируемой зоны.

 Установку базиса и работу с навигацией необходимо проводить в поясничном отделе позвоночника.

2.2.5 Инструментальная система сфер

Для отслеживания рабочего инструмента хирурга используется инструментальная система сфер, которая закрепляется на рабочий инструмент с помощью на универсального крепления.

Порядок сборки:

- установить инструментальную систему сфер на универсальное крепление ориентируясь на паз в креплении;
- установить винт;
- затянуть винт с помощью ключа в комплекте;
- установить универсальное крепление на рабочий инструмент;
- затянуть два винта с помощью ключа в комплекте.

Порядок сборки представлен на рис.13



Рисунок 13 – Схема сборки инструментальной системы сфер на универсальном креплении

Инструментальная система сфер имеет два варианта исполнения; необходимые для возможности одновременного отслеживания 2-х инструментов. Каждая система сфер имеет гравировку на стороне, обратной стороне установки сфер. Инструментальная система сфер 1 (ИСФ 1) представлена на рис.14



Рисунок 14 – Инструментальная система сфер 1

Инструментальная система сфер 2 (ИСФ 2) представлена на рис.15.

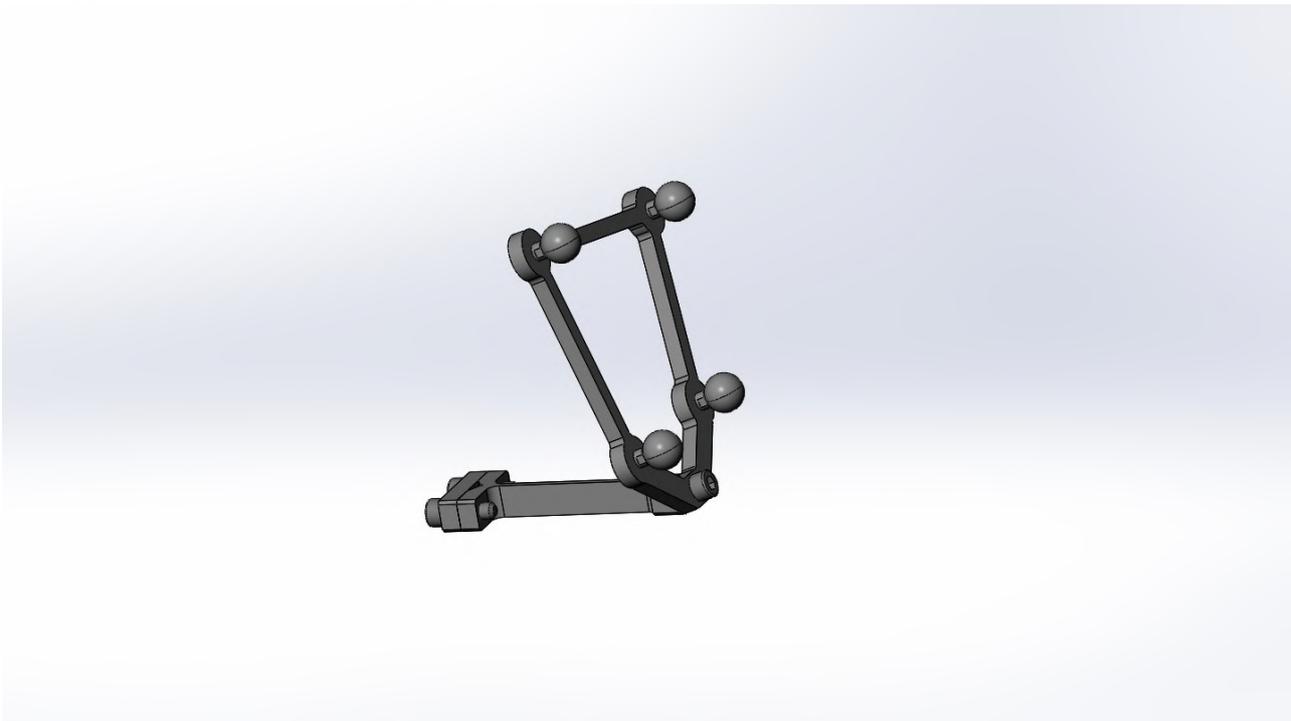


Рисунок 15 – Инструментальная система сфер 2

Универсальное крепление позволяет устанавливать инструментальную систему сфер на инструмент хирурга цилиндрической или конической формы диаметром от 3 до 6 мм.

2.2.6 Площадка проверки точности

Площадка проверки точности — площадка с 2 лунками: для возможности калибровки инструмента с острой или скругленной формой кончика.

На площадке в определенном порядке установлены точки. Все точки имеют нумерацию от 1 до 5. С помощью этих точек выполняется проверка точности калибровки инструмента.

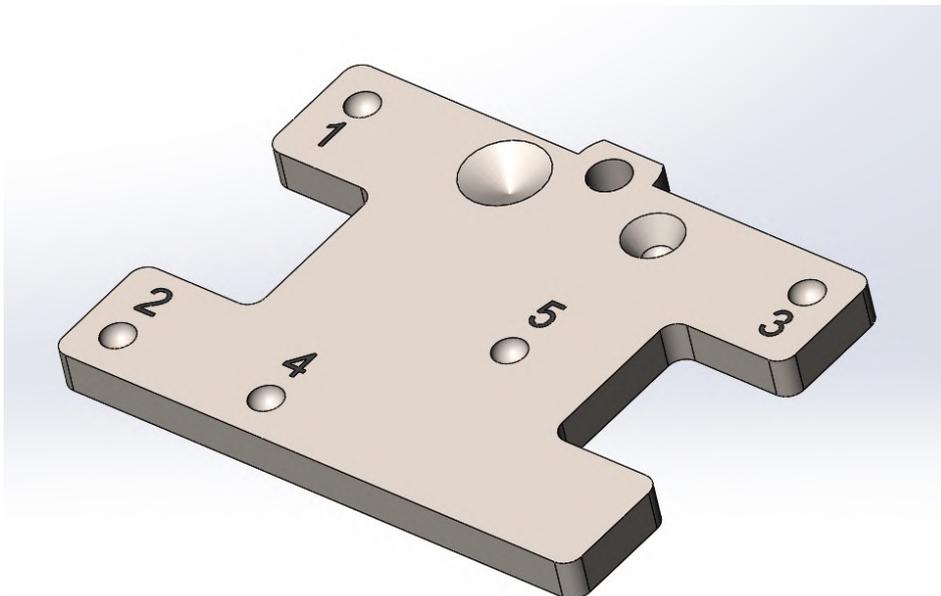


Рисунок 16 – Площадка проверки точности

Площадка проверки точности должна быть закреплена в топ разборной мачты. Порядок сборки средней части мачты и основания мачты, а также особенности установки мачты представлены в п.2.2.3 Площадка устанавливается на топ мачты в соответствии с пазом на мачте. Положение площадки фиксируется ключом с помощью винта.

-
- ⚠️ Базисная система сфер при работе с площадкой проверки точности может не устанавливаться.
 - ⚠️ При выполнении операции необходимо работать только с одной базисной системой сфер, установленной либо на мачте — при проведении операций на головном мозге, либо на универсальном креплении — при проведении операций на позвоночнике.
-



Рисунок 17 – Установка площадки проверки точности на вершине мачты базиса

2.3. Проверка инструментария

Инструментарий «Автоплан» представляет собой инструмент с закрепленными на нем в определенном порядке отражающими сферами на шпильках.

⚠ Обязательно проведение предоперационной проверки используемого инструментария «Автоплан».

Отражающие сферы требуют максимально бережного отношения. Потертости, сколы, иные повреждения на сфере препятствуют надежному отслеживанию элемента стереокамерой и ухудшают процесс хирургической навигации в целом.

⚠ При отсутствии надежного отслеживания отражающих сфер стереокамерой, необходимо выполнить их проверку. Процедура проверки представлена в разделе 4.3

К моменту начала операции инструментарий «Автоплан» должен быть полностью сухим. Недопустима обработка инструментария и отражающих сфер антисептиком перед работой. Влажная поверхность сфер препятствует надежному отслеживанию инструментария стереокамерой.

Для части инструментария системы «Автоплан» используются общедоступные механизмы крепления, например винты. Самостоятельная замена креплений недопустима.

Производитель производит обработку всех частей инструментария, наличие которой позволяет обеспечивать его надежное отслеживание.

2.4. Обработка оборудования и инструментария

Система «Автоплан» поставляется в нестерильном состоянии.

Оборудование системы (стойка, стереокамера, компьютерный блок, монитор, клавиатура, мышь, педаль) не подлежит стерилизации, и не должно контактировать с пациентом в ходе хирургического вмешательства. Всё оборудование предназначено для размещения за пределами стерильного операционного поля. Информация по обработке оборудования приведена в инструкции по обработке оборудования.

Инструментарий системы контактирует с пациентом и подлежит предстерилизационной обработке и стерилизации. Информация о стерилизации приведена в инструкции по обработке инструментария.

3. Условия транспортирования и хранения

Система «Автоплан» должна эксплуатироваться и храниться в закрытых отапливаемых помещениях при температуре от +17 до +28 градусов Цельсия и относительной влажности от 30 до 60 %..

После транспортировки в условиях, отличных от условий эксплуатации и хранения, перед началом работы оборудование системы должно находиться в рабочем помещении не менее 12 (двенадцати) часов.

 Работа с системой сразу после транспортировки недопустима.

4. Последовательность работы с системой

4.1. Подключение

Система подключается к сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц с помощью силового кабеля компьютерного блока. С помощью кнопки на задней части компьютерного блока необходимо включить питание. При необходимости работы с PACS-сервером возможно подключение системы к локальной сети медицинского учреждения с помощью кабеля Ethernet.

4.2. Включение

Система включается с помощью кнопки на передней панели компьютерного блока. После загрузки операционной системы компьютера запуск программы «Автоплан» осуществляется автоматически.

4.3. Запуск стереокамеры

Запуск стереокамеры выполняется сразу после открытия плагина «Навигация» (*Редактор - Системные инструменты - Навигация*), блок «Оборудование».

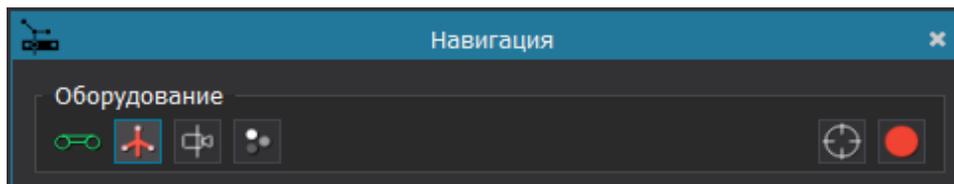


Рисунок 18 – Индикация работы стереокамеры

Зеленый цвет иконки «камера» является индикатором корректного подключения и работы стереокамеры. С помощью получаемого изображения с камеры протоколирования или изображения с основных камер выполняется оценка расположения стереокамеры. Для получения изображения с основных камер необходимо нажать кнопку «Показать окна камеры». При активации кнопки «Информация о детекции сфер» в окнах камеры дополнительно обрисовываются сферы зеленым цветом.

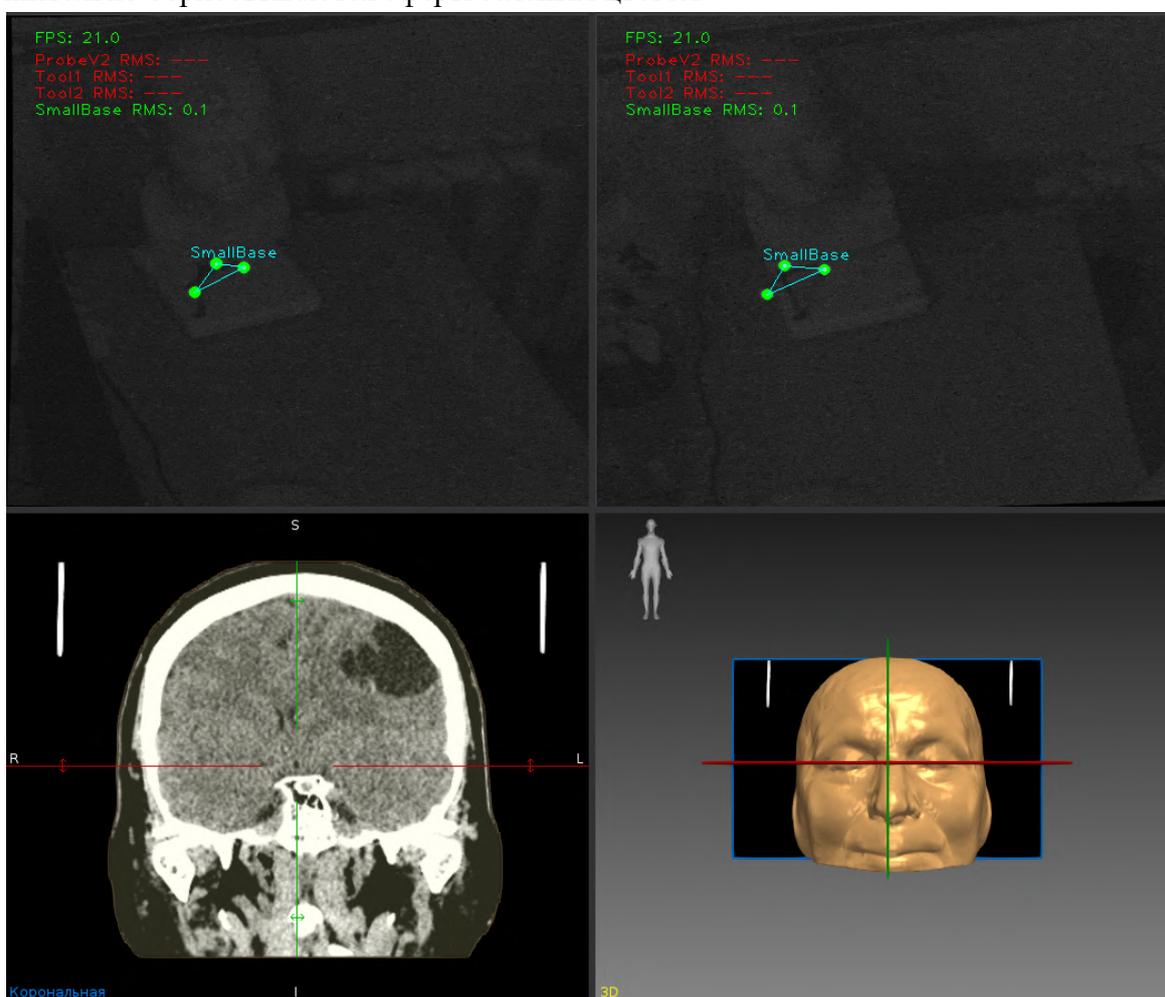
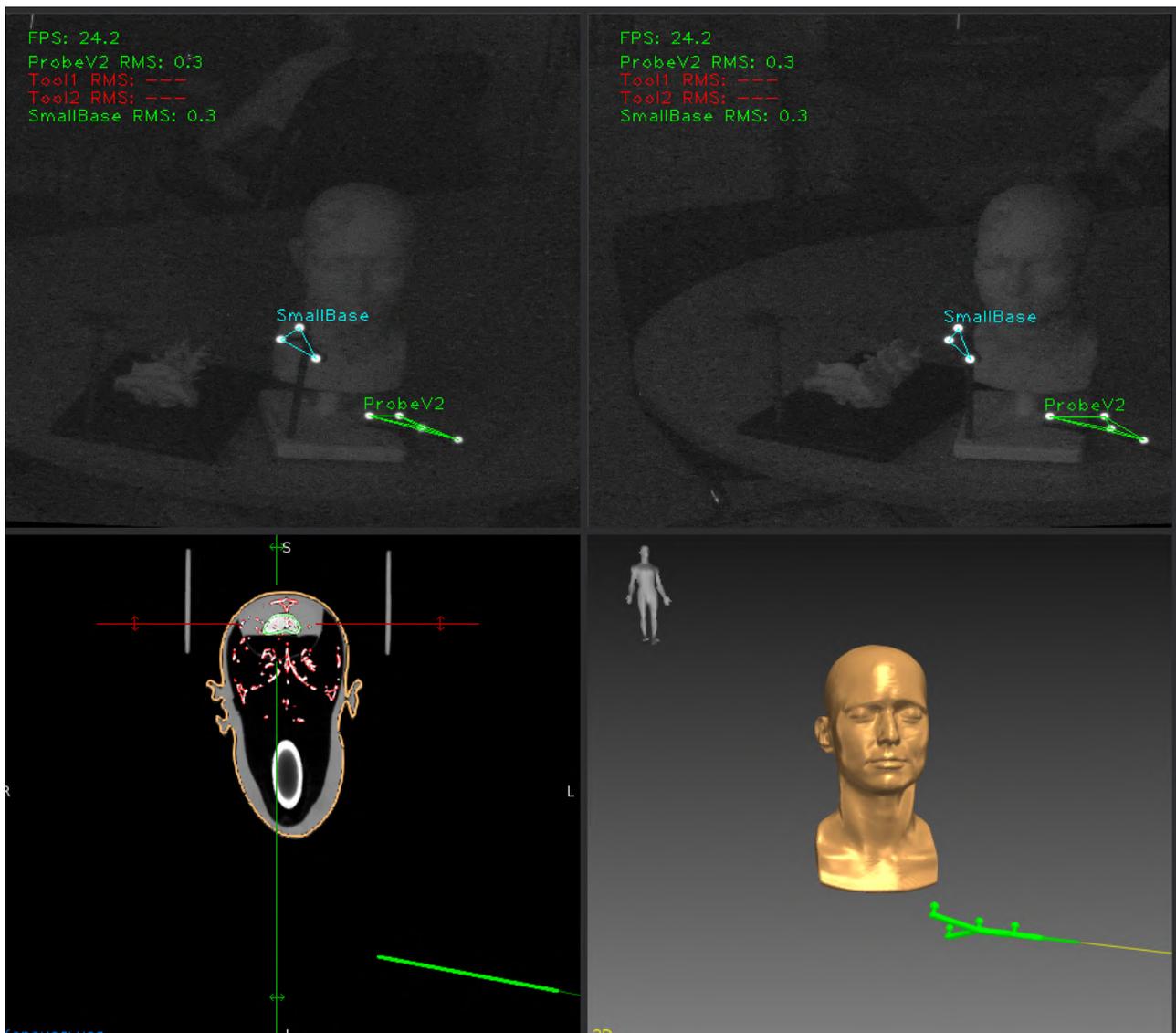


Рисунок 19 – Отображение окон камер с информацией о детекции систем сфер



Для получения изображения с камеры протоколирования необходимо нажать кнопку «Камера протоколирования». Видимые данные с камеры протоколирования отображаются в окне корональной проекции.

Рисунок 20 – Окно с корональной проекцией и камерой протоколирования

⚠ В плагине «Навигация» около каждой кнопки и иконки отображаются подсказки в виде всплывающих сообщений.

При использовании базисной системы сфер необходима проверка на видимость её стереокамерой. Видимость инструментария в программе «Автоплан» обозначается цветами. При отсутствии видимости инструментария цвет соответствующих иконок/кнопок красный, при успешном отслеживании инструментария цвет иконок/кнопок зеленый.

⚠ Если базисная система сфер не используется для операции, необходимо отключить отслеживание базиса в плагине «Навигация» по щелчку на кнопку базиса. При отключенном базисе кнопка будет иметь серую индикацию.

4.4. Предоперационное планирование и навигация

Порядок использования системы для выполнения функций предоперационного планирования и навигации приведён в разделе 5. Порядок настройки процесса навигации и юстировки оборудования приведён в разделе 6. Полное описание функций программного обеспечения и способов работы с ним приведено в разделе 7.

4.5. Выключение

Для выключения системы «Автоплан» необходимо закрыть программное обеспечение с помощью кнопки «Заккрыть» и завершить работу операционной системы путём последовательного нажатия на кнопки всплывающего меню: «Пуск», «Завершение работы», в новом меню также «Завершение работы».

5. Предоперационное планирование и навигация

5.1. Последовательность работы

Работа с функциями предоперационного планирования и хирургической навигации в системе автоматизированного планирования, управления и контроля результатов хирургического лечения «Автоплан» представляет собой набор последовательно выполняемых действий, проиллюстрированный рисунком 21.



Рисунок 21 – Последовательность работы с системой «Автоплан»

В рамках подготовки к хирургическому вмешательству пациент проходит комплексное обследование, в том числе, компьютерную томографию (КТ) и (или) магнитно-резонансную томографию (МРТ).

Существуют основные требования к исследованиям:

- Толщина срезов — не более 1мм;
- Область данных КТ и (или) МРТ включает ориентиры (нос, губы, глаза, уши);
- Хорошая видимость анатомических структур.

При проведении операции в эндокринной хирургии необходимо одинаковое положение структур на операционном столе и при проведении компьютерной и(или) магнитно-резонансной томографии.

⚠ Если процедуры компьютерной и(или) магнитно-резонансной томографии выполнялись с валиком необходимо использование этого валика при проведении операции для повторения положения головы и наклона шеи пациента.

Данные загружаются в программу «Автоплан» одним из способов, перечисленных в разделе 7.1. Возможности просмотра данных в формате DICOM представлены в разделе 7.2.

На основе выбранных данных в формате DICOM выполняется оконтуривание необходимых анатомических структур (сегментация) и построение 3D-моделей. Сегментация – выделение анатомических структур или областей интереса хирурга с помощью контура. Подробная информация по сегментации и построению 3D-моделей представлена в разделе 7.4.

При необходимости совмещения данных из нескольких источников, например разных фаз КТ, или серии КТ с серией МРТ, необходимо воспользоваться инструментами, описанными в разделе 7.5.2.

Дальнейшие этапы работы с системой выполняются в плагине «Навигация». Особенности подготовки модели и установки ключевых точек на 3D-модели представлены в разделе 5.2.

Процедуры предварительной регистрации, регистрации и проверки регистрации выполняются хирургом с помощью указки общего назначения и педали. Подробная информация о проведении регистрации представлена в разделе 5.5.

 При использовании датчиков оценки глубины наркоза, например BIS Quatro, их установка производится после проведения регистрации и проверки регистрации.

Особенности режимов навигации и порядок работы с ними представлены в разделе 5.7.

5.2. Подготовка данных для навигации

5.2.1 Подготовка модели к регистрации

Регистрация – процесс совмещения реального объекта и его персонифицированной 3D-модели. Процесс регистрации осуществляется для трехмерной модели поверхности тела пациента, так как положение объектов интереса – внутренних органов, костей, патологических образований относительно поверхности тела пациента известно заранее по полученным данным обследований КТ и МРТ.

При проведении процедуры регистрации используется понятие ключевые точки. Под ключевой точкой понимается некая определенная точка на поверхности тела пациента, нахождение которой не составляет трудностей.

Основные требования к выбору ключевой точки:

1. Отсутствие смещения точки относительно трехмерного объекта регистрации;
2. Возможность однозначного определения точки и ее достижения с помощью навигационной указки.

Дополнительные ключевые точки регистрации должны быть расставлены с учетом отображения специфичности и несимметричности поверхности тела пациента.

Список возможных ключевых точек представлен в таблице 1.

Таблица 1. Ключевые точки

№ п/п	Часть тела	Ключевые точки	Дополнительные точки	Комментарий
1	Голова	внешние и внутренние края глаз	под глазами	Процедуру регистрации максимально удобно производить по центральной линии и центру глазниц. Дополнительные точки на верхней и боковой части черепа могут ухудшить регистрацию, за счет симметрии и шарообразности черепа.
		переносица	на бровях	
		Кончик, крылья носа	подбородочные бугры (спереди снизу)	
		козелок уха	наружный затылочный выступ	
2	Позвоночник	верхняя часть остистого отростка	поперечные отростки	Для регистрации желательно брать точки на костной структуре с минимальной мышечной тканью
		дужка позвонка	дужки позвонка	
		суставной отросток	суставные отростки	
3	Щитовидная железа	верхние точки костей ключицы	кости ключицы	При работе с щитовидной железой возможно установить только три ключевые точки
		центр щитовидного хряща		

Установка ключевых точек выполняется после сегментации и построения 3D-модели.

При открытии плагина «Навигация» подготовка модели осуществляется автоматически, к подготовке берется самая «тяжелая» модель, в соответствии с данными по объему сегментаций (Объем(см³)), указанными в блоке «Сегментация». При необходимости подготовки другой модели в плагине «Навигация» (*Системные инструменты – Навигация*) в блоке «Данные» необходимо осуществить выбор модели из выпадающего списка:

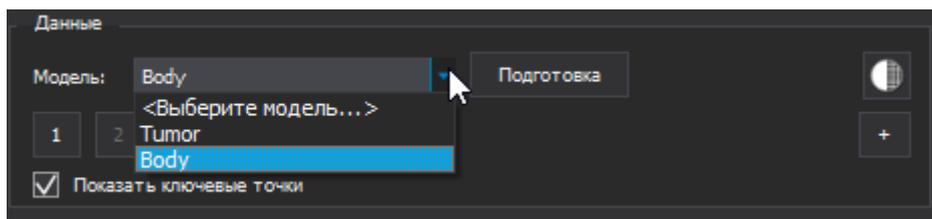


Рисунок 22 – блок «Данные»

После выбора модели становится доступной кнопка «Подготовка», при нажатии на которую выполняется подготовка данных для навигации:

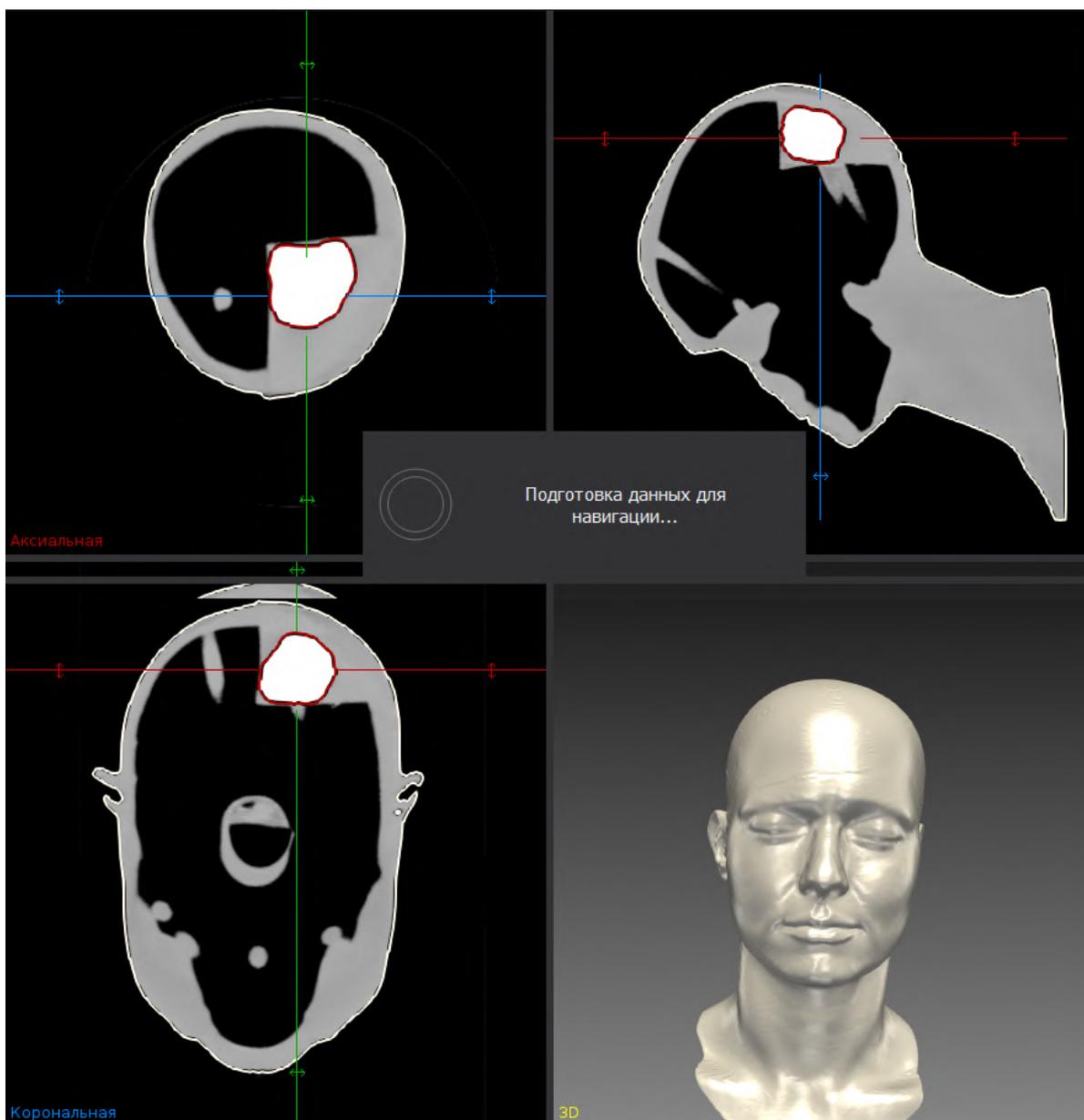


Рисунок 23 – Подготовка данных для навигации

Подготовка данных по времени занимает не более 1-2 минут. Время подготовки данных зависит от объема сегментации. При нажатии на кнопку «Полупрозрачность модели» в левой

части блока «Данные» выполняется изменение прозрачности подготовленной модели. При нажатии на данную кнопку непрозрачность модели становится 50%, при повторном нажатии непрозрачность становится 100%. Соответствующие изменения отображаются в блоке «Свойства» для соответствующей модели, открывающимся при выборе соответствующей модели в блоке «Сегментация».

После подготовки данных на 3D-модели устанавливаются ключевые точки. Видимость ключевых точек регулируется с помощью чекбокса «Показать ключевые точки»:



Рисунок 24 – Установка ключевых точек

 Ключевые точки должны быть установлены на подготовленной модели к навигации.

Установка первой ключевой точки возможна после нажатия на кнопку «1», с помощью двойного нажатия левой кнопки мыши на нужную область на 3D-модели или на срезе. Переключение на установку последующих точек «2» и «3» осуществляется автоматически.

Первые три ключевые точки должны образовывать треугольник. После установки трех ключевых точек на модели выполняется переход на первую установленную ключевую точку. Точка, необходимая к взятию - красная, остальные точки – голубые:

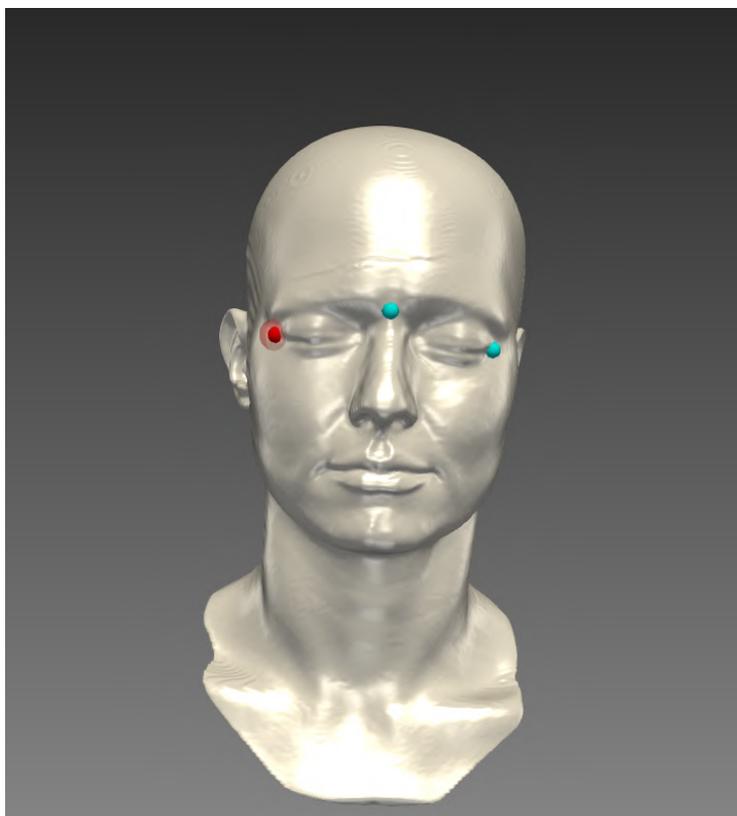


Рисунок 25 – Ключевые точки на модели

Установка дополнительных ключевых точек осуществляется с помощью кнопки «+» в правой части блока «Ключевые точки»:

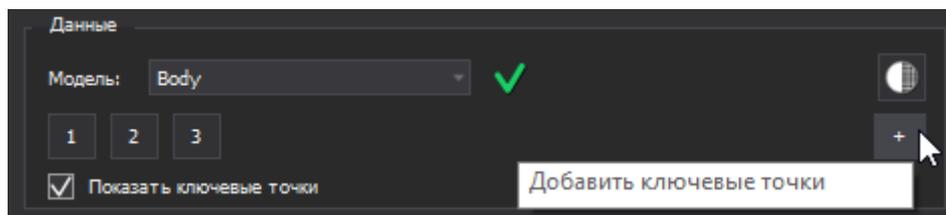


Рисунок 26 – Добавление ключевых точек

⚠ В плагине «Навигация» около каждой кнопки и иконки отображаются подсказки в виде всплывающих сообщений.

Алгоритм установки дополнительных ключевых точек аналогичен алгоритму установки первых трех ключевых точек:

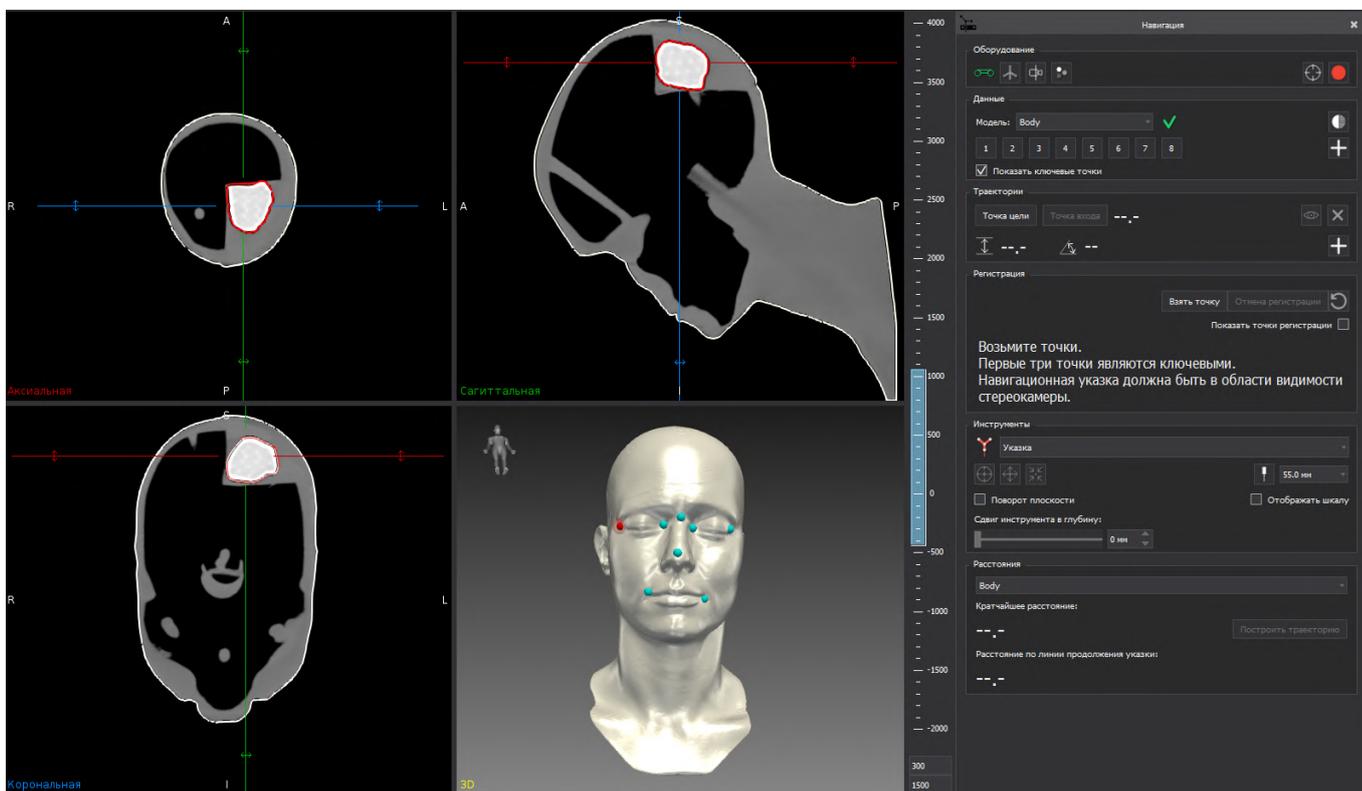


Рисунок 27 – Установка множества ключевых точек на модели

При неточной установке ключевой точки на модели возможно изменить ее положение. В блоке «Ключевые точки» необходимо выбрать нужную точку, на 3D-модели точка станет активной - красной. Удаление ключевой точки производится по кнопке клавиатуры Delete.

Для выхода из режима установки дополнительных ключевых точек необходимо нажать знак «+». После этого выполняется переход на первую установленную точку, необходимую к взятию. Количество ключевых точек зависит от операции и особенностей 3D-модели.

5.2.2 Планирование траектории

Программное обеспечение системы «Автоплан» позволяет произвести детальное планирование траектории хирургического вмешательства с помощью блока «Траектории».



Рисунок 28 – блок «Траектория»

В блоке «Траектории» необходимо указать точку цели и точку входа. Точка цели, например, точка в новообразовании, может располагаться в центре или на краю новообразования.

Порядок установки точек траектории не имеет значение. Для установки точки необходимо нажать на кнопку «Точка цели» на 3D-модели или срезе (аксиальном, сагиттальном, корональном) установить точку по двойному клику левой кнопки мыши. На экране и на срезах, точка отображается красным. После установки «Точки цели» переход на установку «Точки входа» выполняется автоматически:

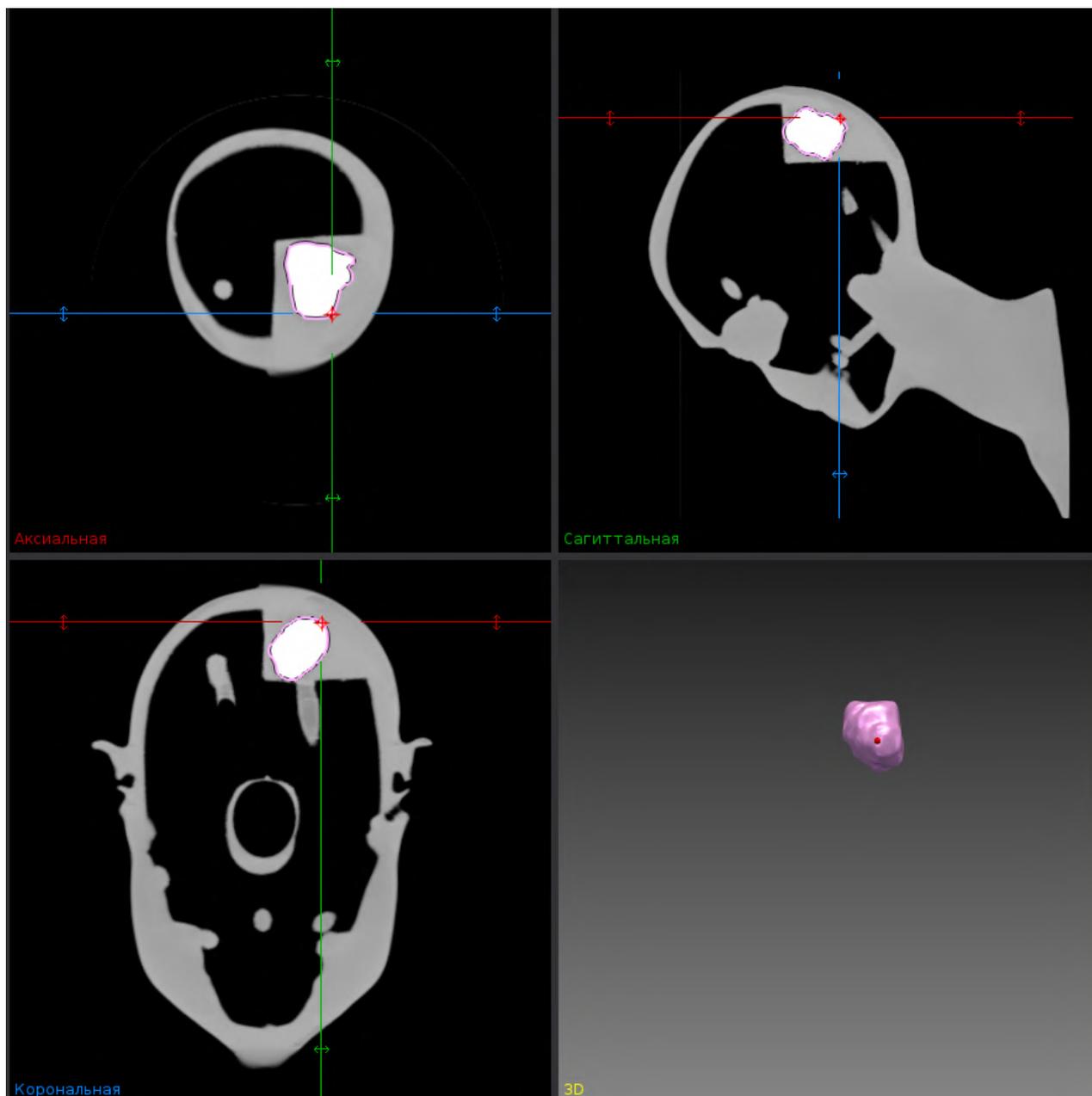


Рисунок 29 – Установка точки траектории в новообразовании

Изменение положения установленной точки выполняется по двойному клику левой кнопки мыши при нажатой кнопке «Точка цели».

Точка входа устанавливается аналогично. Сразу после установки точки входа выполняется построение траектории и расчет длины траектории:

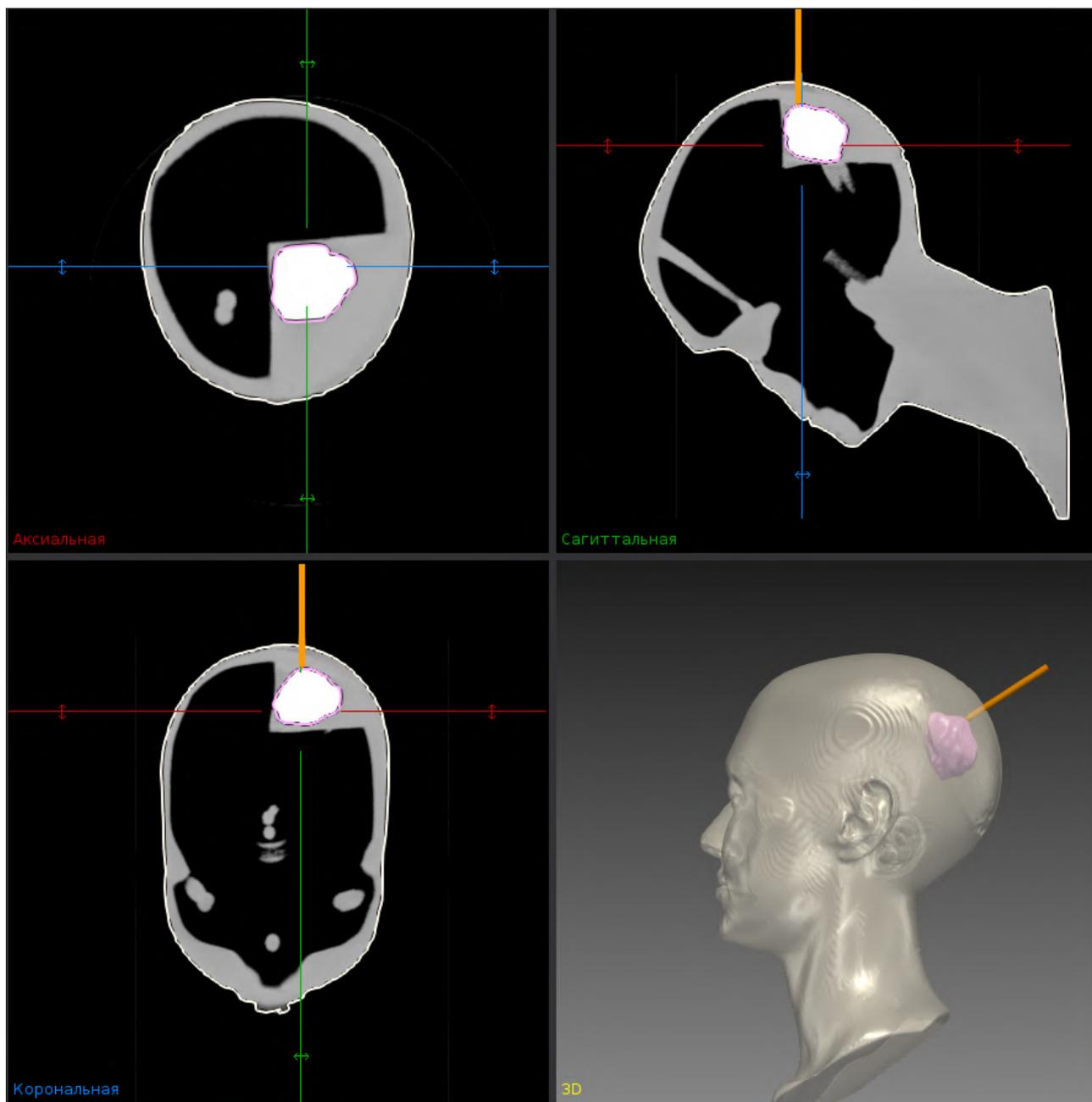


Рисунок 30 – Отображение траектории на 3D-модели и срезах

Построенная по установленным точкам траектория представляет собой оранжевую линию и выходит за пределы построенной модели. В блоке «Траектории» отображается информация о длине траектории (расстояние между установленными точками) в мм:

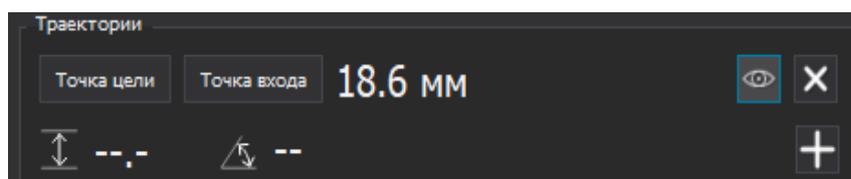


Рисунок 31 – Длина траектории

Изменение положения точек траектории возможно на срезах и на 3D-модели. Траектория и значение длины изменяются автоматически. После получения нужной траектории необходимо отжать кнопку «Точка цели» или «Точка входа». При редактировании точек траектории, траектория меняет свой цвет с оранжевого на синий.

При работе с траекторией возможно регулировать ее видимость с помощью кнопки «Отобразить/скрыть траекторию» в правой части блока «Траектории».

Символы  и  обозначают соответственно «дистанция» и «угол» в соответствии с положением навигационной указки относительно спланированной активной траектории. Значения для данных полей появляются после проведения процедуры регистрации.

5.2.3 Планирование нескольких траекторий

Установка нескольких траекторий выполняется с помощью однократного нажатия кнопки «+» в правой части блока «Траектории».

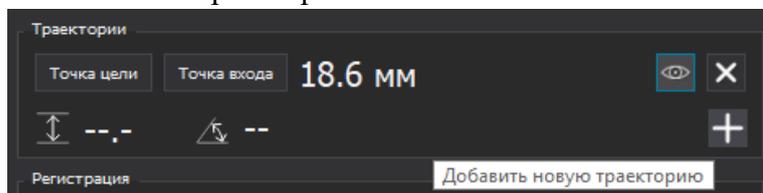


Рисунок 32 – Установка нескольких траекторий

Установка точек траектории выполняется аналогично установке первой траектории.

Траектория с которой ведется работа — выполняется работа с точкой входа/точкой цели - является активной (индикации траектории в мультивиджете синяя), строка активной траектории имеет дополнительную индикацию.

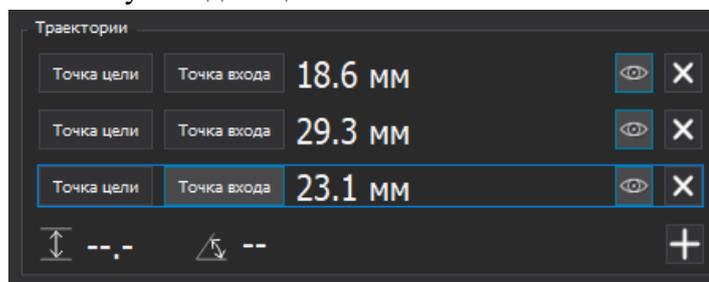


Рисунок 33 – Индикация активной траектории

Дистанция и угол определяются в соответствии с положением навигационной указки относительно ближайшей к кончику навигационной указки траектории. Значения появляются после проведения процедуры регистрации.

В плагине «Навигация» также возможно исчисление кратчайшей траектории от выбранной модели до подготовленной к навигации модели.

В блоке «Расстояние» необходимо выбрать модель, после чего становится доступна кнопка «Построить траекторию». При нажатии на кнопку «Построить траекторию» выполняется расчет кратчайшей траектории, в блоке «Траектории» появляется траектория, доступная к работе.

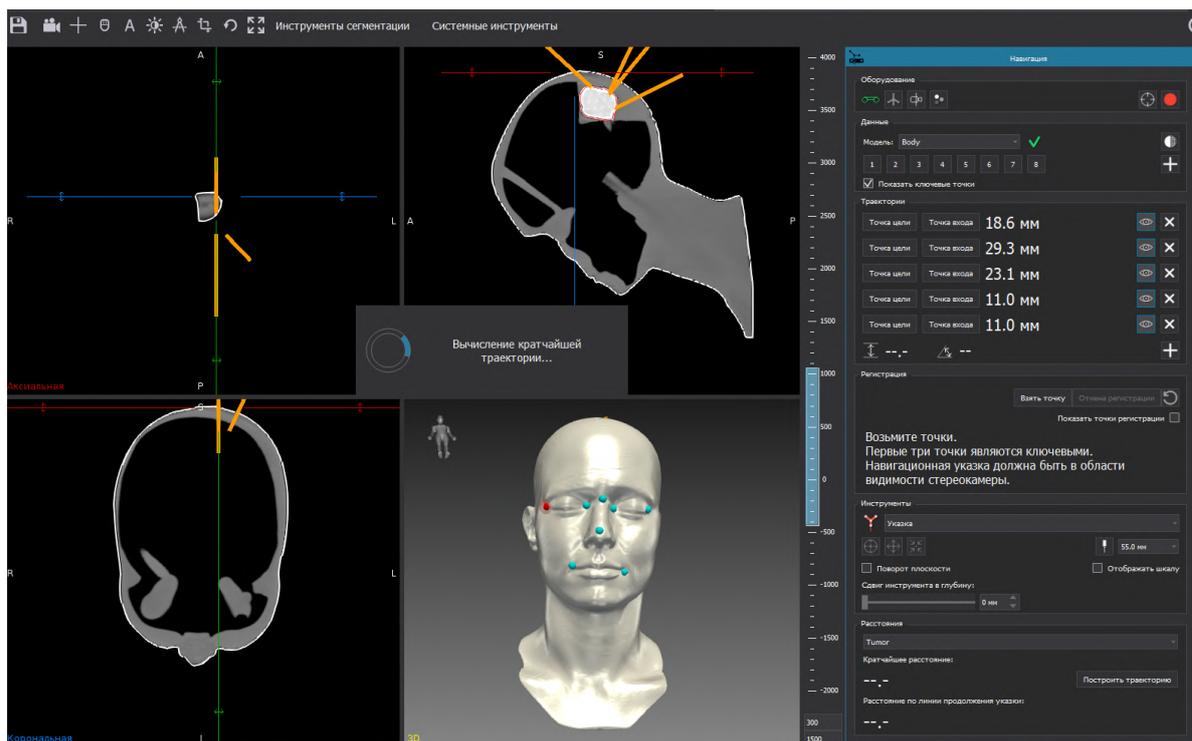


Рисунок 34 – Индикация активной траектории

⚠ *Возможно построение любого количества одинаковых траекторий, выполняемых при нажатии на кнопку «Построить траекторию». Редактирование точек траектории выполняется по аналогии с ручным вариантом установки точек траекторий.*

5.3. Пример подготовки данных для навигации

5.3.1 Пример подготовки данных для навигации при проведении нейрохирургической операции на головном мозге

В соответствии с указанной в разделе 5.1 последовательностью действий для навигации в первую очередь требуется выполнить сегментацию. Сегментацию необходимо начинать с выбора серии для работы и открытия ее в режиме «Редактор» (рисунок 35).

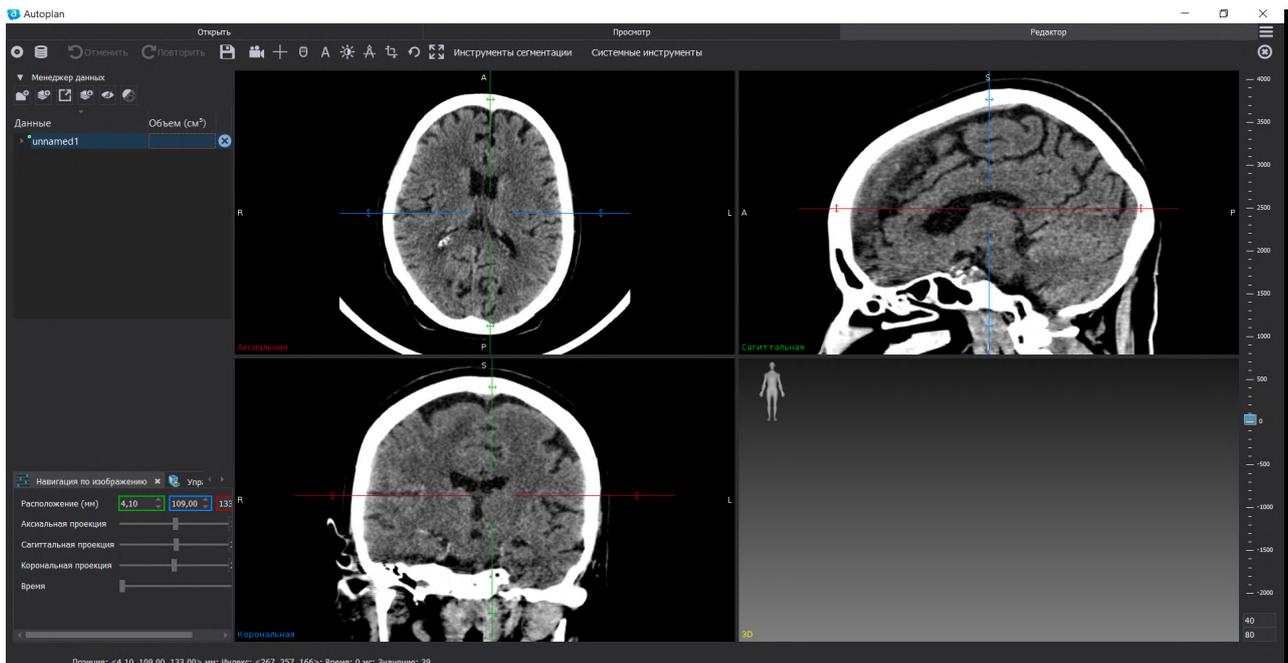


Рисунок 35 – Открытие серии в режиме «Редактор»

Для навигации при нейрохирургических операциях требуется сегментация и построение 3D-модели поверхности тела и новообразования. Сегментация поверхности тела выполняется с помощью инструмента «Порог» или «UL Порог» (*Инструменты сегментации – Сегментация – 3D инструменты*), работа с данными инструментами представлена подробнее в разделе 7.4.3.

В плагине «Сегментация» необходимо создать новую сегментацию, например «Body». После создания сегментации к работе становятся доступны 2D и 3D инструменты плагина «Сегментация» (*Инструменты сегментации – Сегментация*).

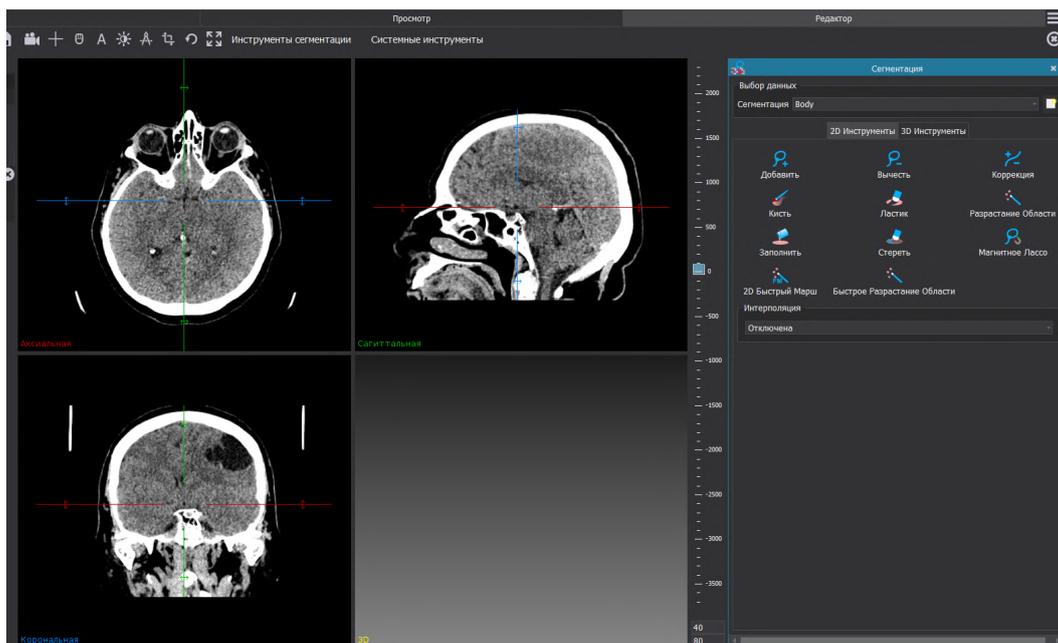


Рисунок 36 – Работа с плагином «Сегментация»

При нажатии на инструмент «UL Порог» происходит выделение данных в соответствии с заданными значениями порогов. Работа со значениями порогов возможна с помощью изменения положения бегунка или прямым вводом значений с клавиатуры.

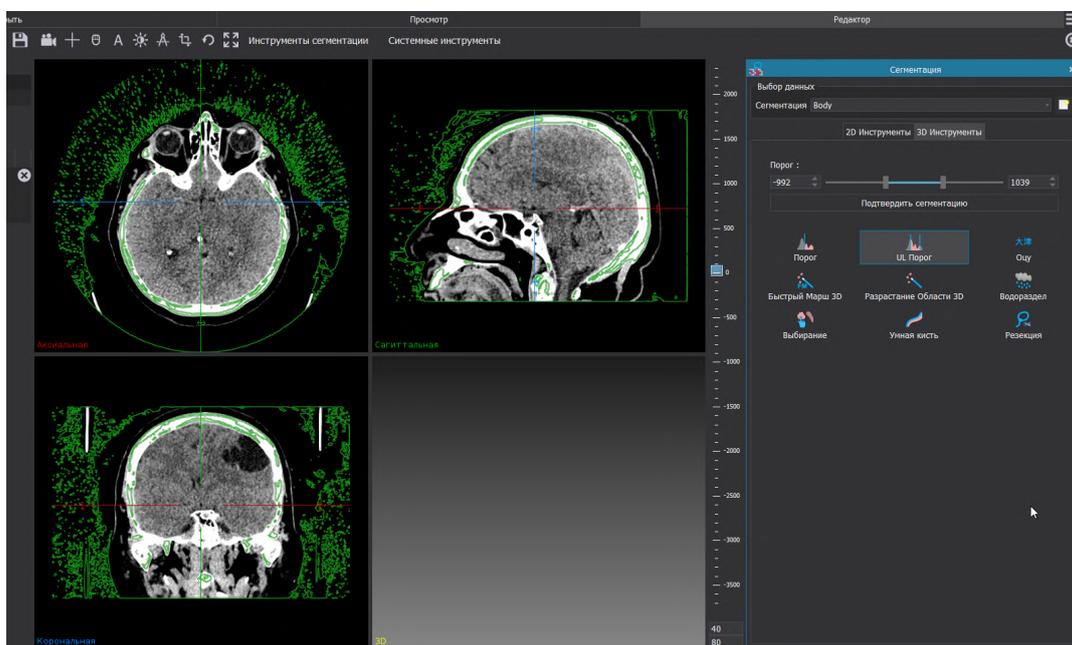


Рисунок 37 – Работа с 3D Инструментом «UL Порог»

Ориентировочные пороговые границы для сегментации поверхности тела: нижний – 300, верхний – максимальное доступное значение. Для подтверждения сегментации необходимо нажать на кнопку «Подтвердить сегментацию».

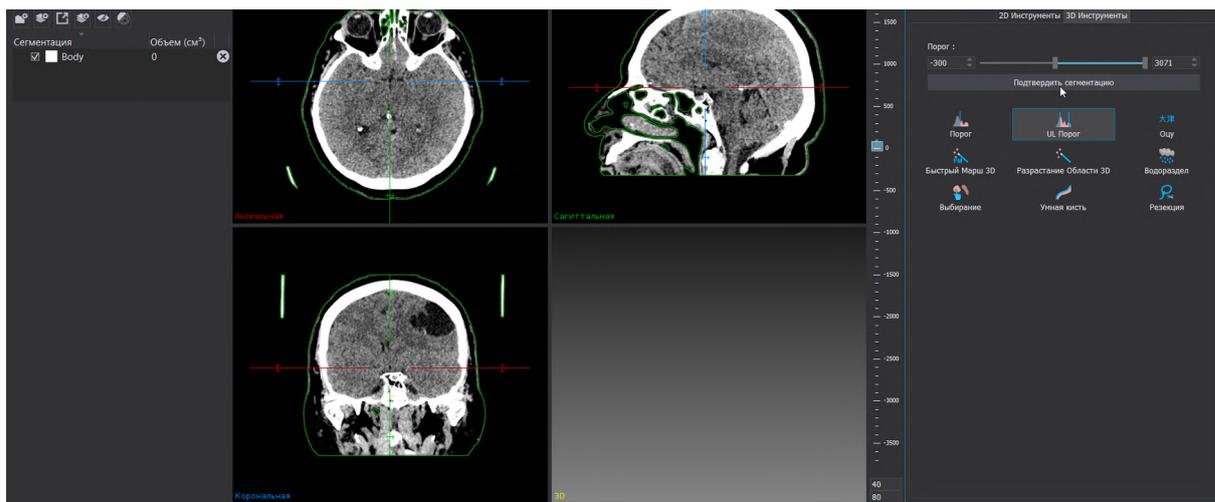


Рисунок 38 – Подтверждение сегментации

Для построения 3D-модели поверхности тела необходимо в левой части экрана в блоке «Свойства» нажать кнопку «Построить сглаженную модель». Процесс построения 3D-модели отображается прогресс баром в нижней части экрана.

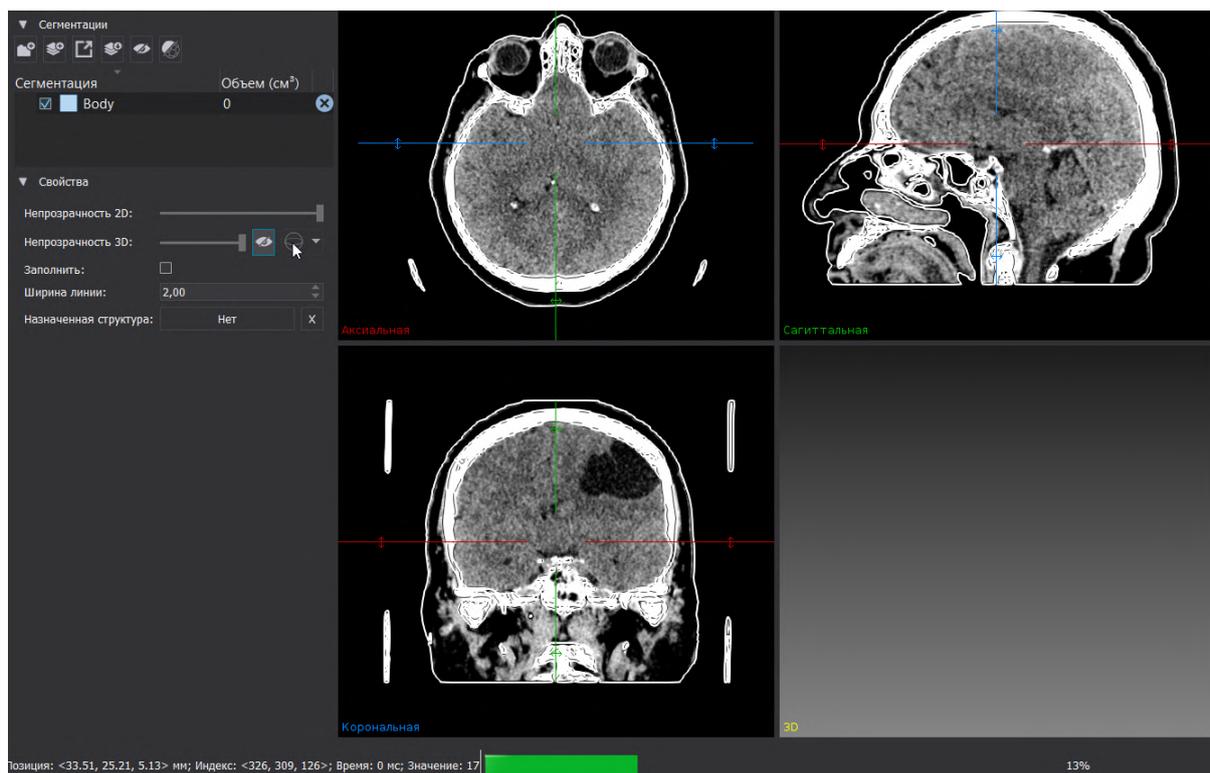


Рисунок 39 – Процесс построения 3D-модели

Изменение цвета сегментации и 3D-модели возможно на любом этапе работы с данными с помощью двойного клика правой кнопкой мыши на цветной квадрат рядом с названием модели в блоке «Сегментация».

В данном случае при пороговой сегментации произошло выделение части кушетки:

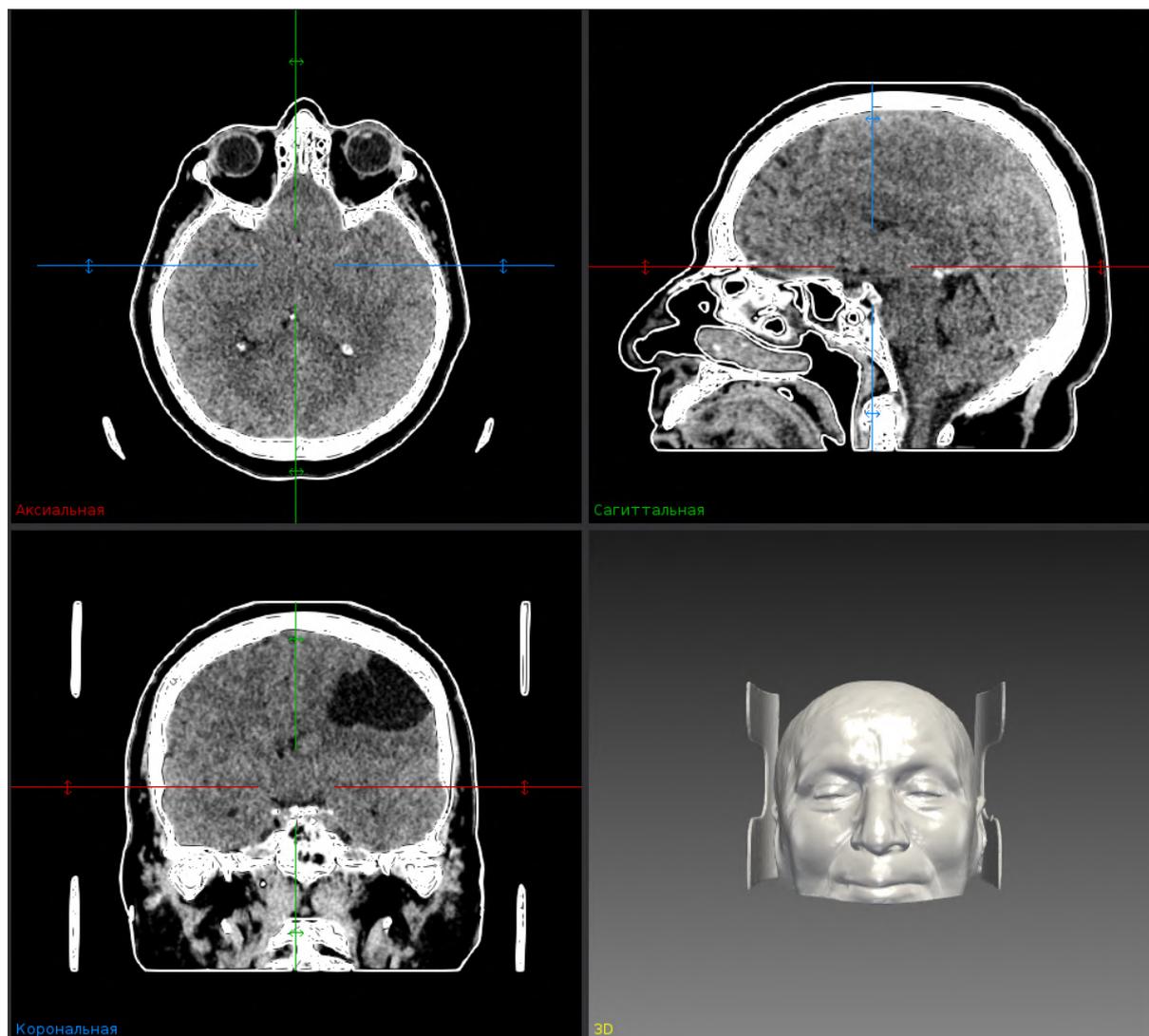


Рисунок 40 – 3D-модель и сегментация

Удаление лишних элементов можно выполнить с помощью 3D инструмента «Резекция». На 3D – модели необходимо выделить область резекции и выбрать нужный параметр работы инструмента «Резекция», например «Вырезать внутри». Перестроение 3D-модели выполняется автоматически:

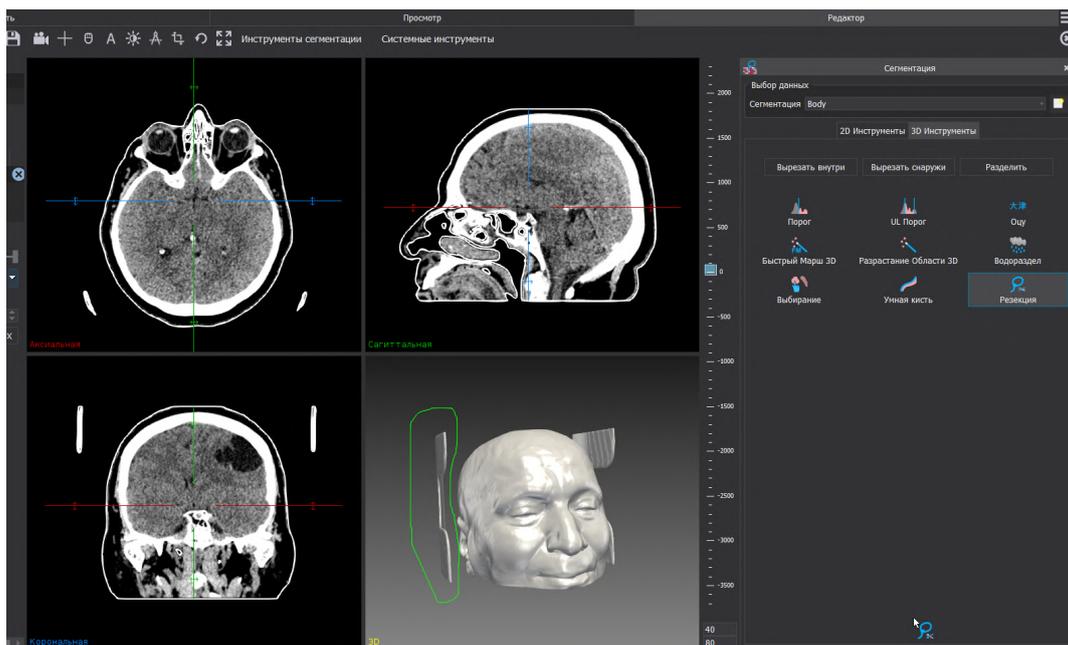


Рисунок 41 – Работа с 3D Инструментом «Резекция»

Для сегментации и построения 3D-модели новообразования требуется создать новую сегментацию, например «Tumor». Для сегментации новообразования возможна работа с 2D инструментами, например, «Добавить» и «Быстрое разрастание области». Необходимо оконтурить новообразование на срезах – аксиальном, корональном, сагиттальном. Если новообразование сложной формы желательно оконтурить его на нескольких срезах для учета неспецифичности формы.

После того как оконтуривания границ новообразования с помощью 2D инструмента «Интерполяция» необходимо построить предварительную модель. При выборе параметра «Трехмерная» в блоке «Интерполяция» выполняется предварительная сегментация и построение 3D-модели новообразования. Корректировать полученную сегментацию возможно с помощью 2D инструментов «Вычисть», «Добавить», «Коррекция».

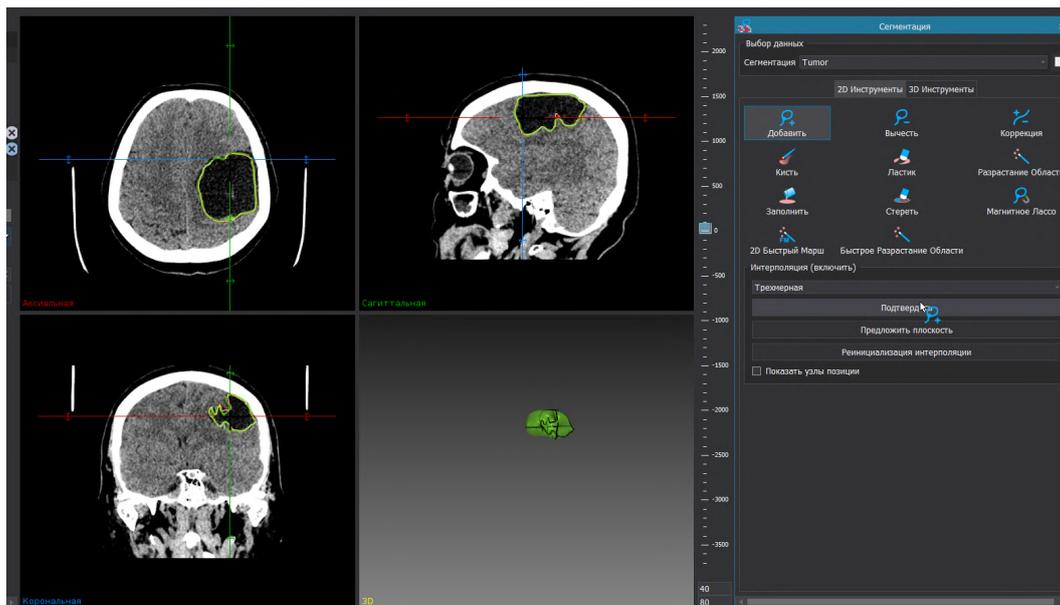


Рисунок 42 – Работа с 2D Инструментом «Интерполяция»

Подтверждение сегментации выполняется по нажатию кнопки «Подтвердить», затем необходимо перестроить модель «Тумог» в блоке «Сегментация».

В результате выполненных действий получены сегментации и построены 3D-модели поверхности тела и новообразования. В блоке «Данные» (*Системные инструменты – Навигация*) необходимо подготовить модель для регистрации «Body» (подготовка выполняется автоматически) и установить ключевые точки. Дальнейший порядок работы с навигацией представлен в разделе 5.5.

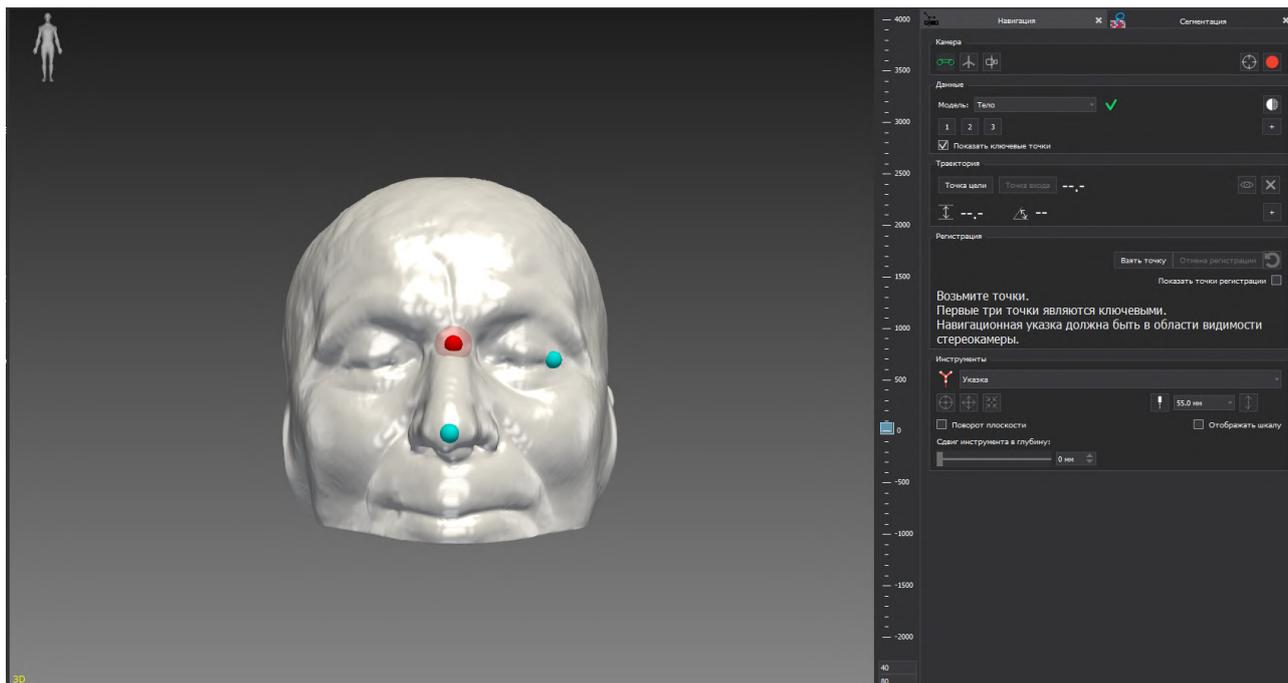


Рисунок 43 – Подготовка данных для навигации

После того как данные для навигации подготовлены необходимо сохранить проект «Сохранить данные в файл проекта» в верхней командной строке.

5.3.2 Пример подготовки данных для навигации при проведении нейрохирургической операции на головном мозге при наличии данных КТ и МРТ

В соответствии с указанной в разделе 5.1 последовательностью действий для навигации в первую очередь требуется выполнить сегментацию. Первоначально выполняется построение поверхности тела. Как правило, по снимкам серии КТ строим трехмерную модель. Сегментацию необходимо начинать с выбора серии для работы на вкладке «Просмотр» и открытия ее в режиме «Редактор» (рисунок 44).

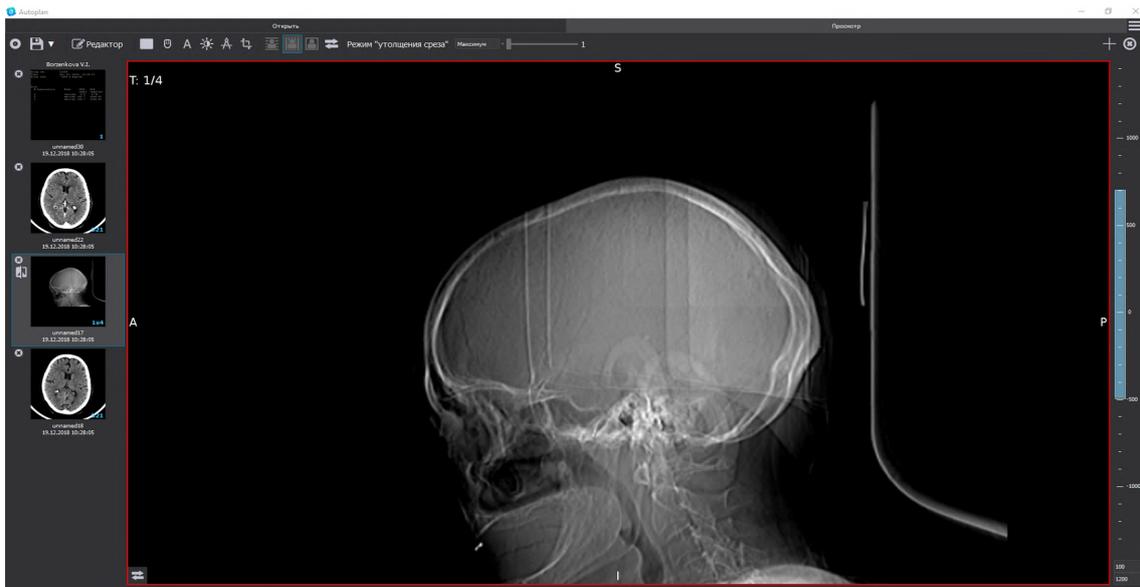


Рисунок 44 – Выбор серии на вкладке «Просмотр»

Для навигации при нейрохирургических операциях требуется сегментация и построение 3D-модели поверхности тела и новообразования.

Сегментация поверхности тела может выполняться с помощью плагина «Автоматическая сегментация» (Инструменты сегментации – Автоматическая сегментация). Необходимо выбрать сегментируемый орган «Тело» и нажать на кнопку «Сегментация».

Окончательный результат — построенное «Тело» в менеджере сегментаций — слева от окон мультивиджета на панели.

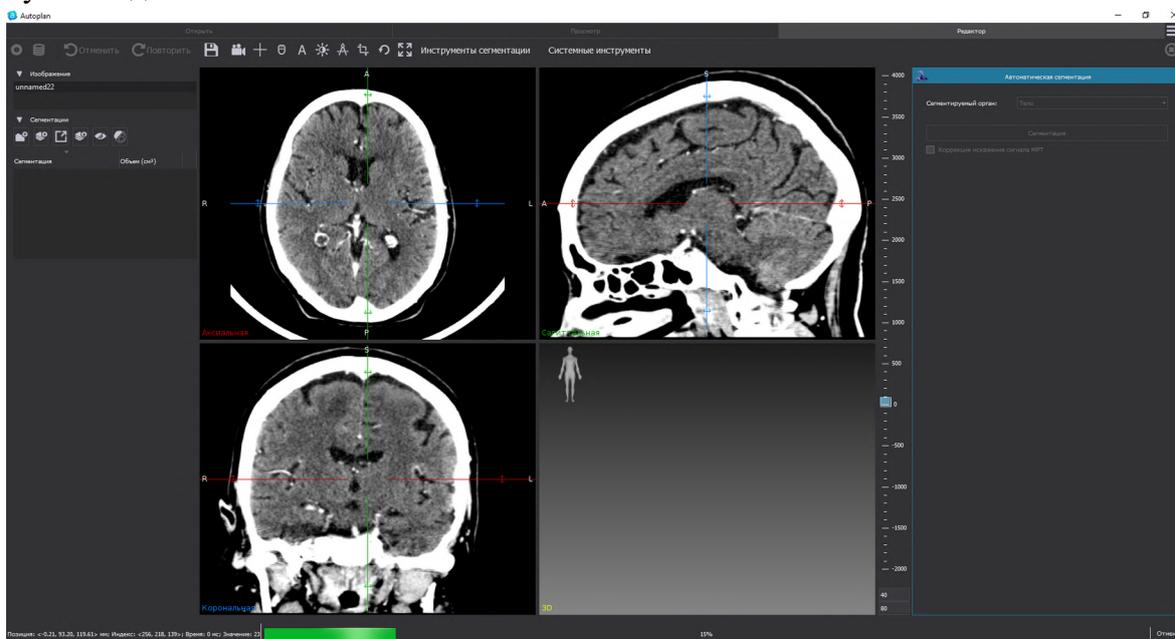


Рисунок 45 – Работа в плагине «Автоматическая сегментация»

Так же есть возможность построить поверхность тела с помощью Инструмента «UL порог» (подобно действиям, описанным в пункте 5.3.1). В результате полученная

сегментация будет отображаться слева на панели, а также известен её объем при построении трехмерной модели с помощью кнопки «*Построить сглаженную модель*» в меню *Свойства* в менеджере сегментаций.

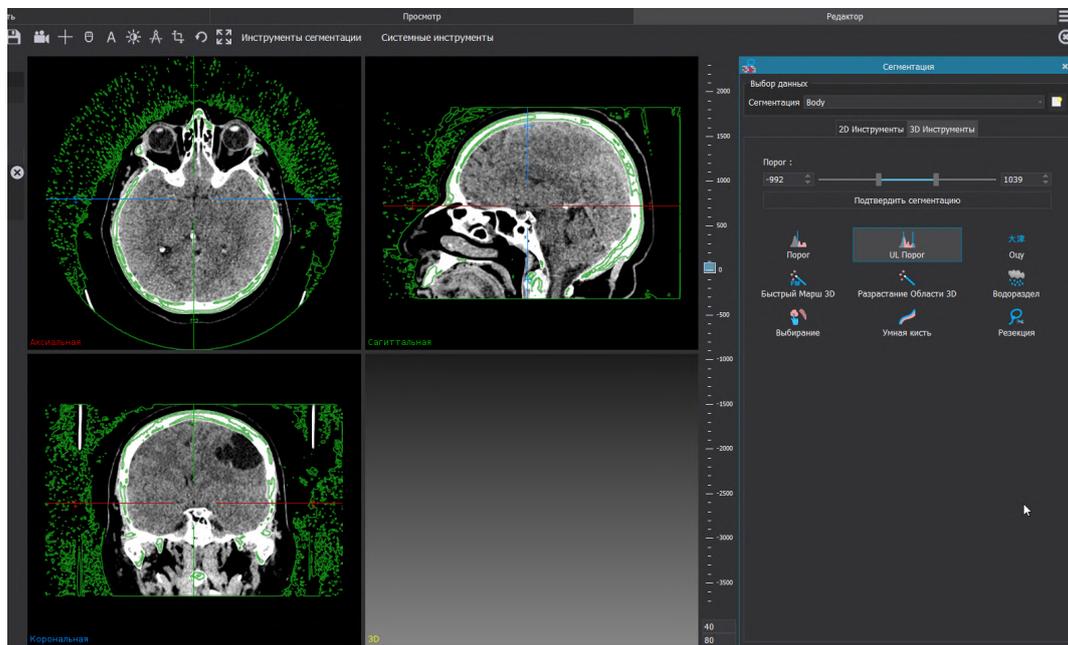


Рисунок 46 – Работа с 3D Инструментом «UL Порог»

Далее, необходимо подготовить модель для регистрации «Тело» в плагине «Навигация» (*Системные инструменты – Навигация*) в блоке «Данные» (подготовка выполняется автоматически при запуске плагина) и установить ключевые точки.

После того как данные для навигации подготовлены возможно проведение регистрации, подробный порядок проведения регистрации представлен в п. 5.5

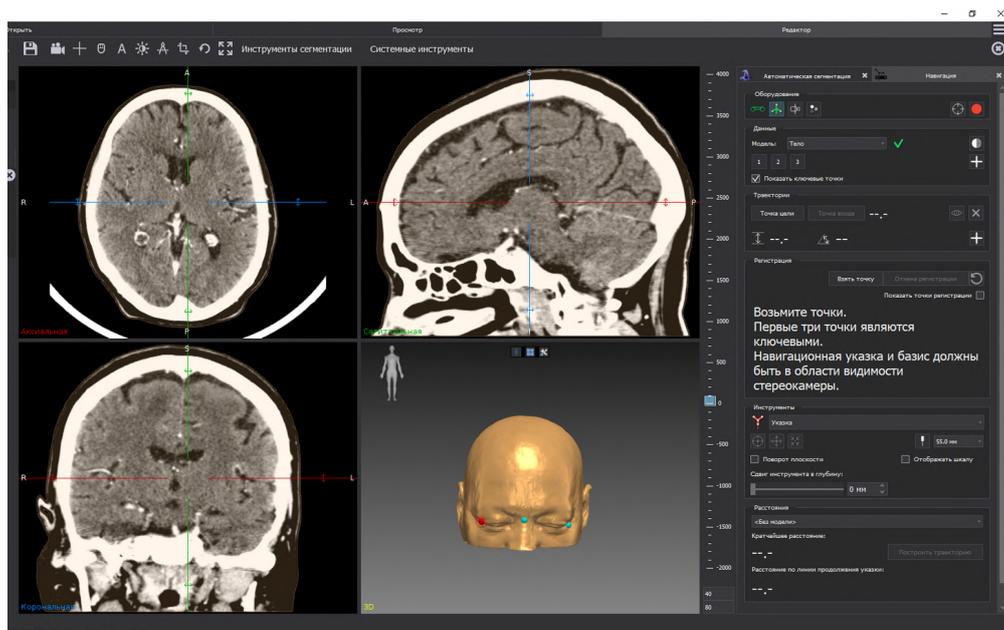


Рисунок 47 – Подготовка данных для навигации

После проведения регистрации возможен случай, когда необходимо добавить данные МРТ этого пациента.

Для этого необходимо перейти на вкладку «Просмотр» и с активированной настройкой «Режим добавления» выбрать данные МРТ пациента.

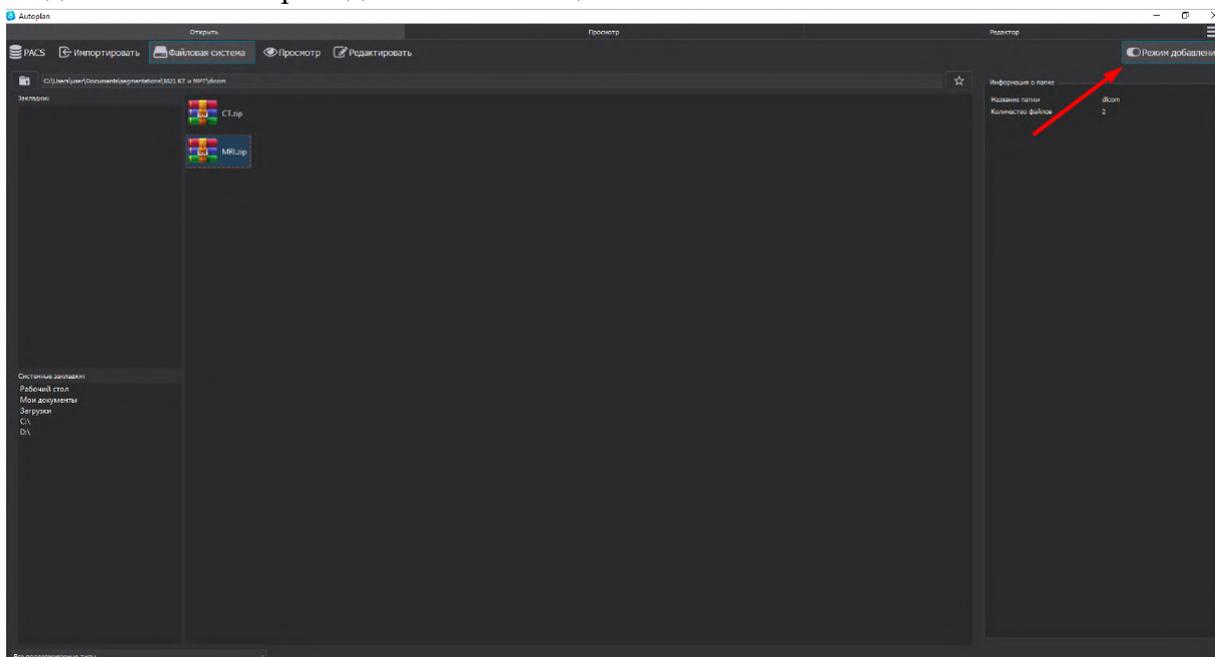


Рисунок 48 – Добавление данных МРТ

После загрузки данных МРТ возможна работа с данными на вкладке «Просмотр»: удаление ненужных для работы серий МРТ возможно с помощью выделения ЛКМ и нажатием на кнопку DEL с клавиатуры.

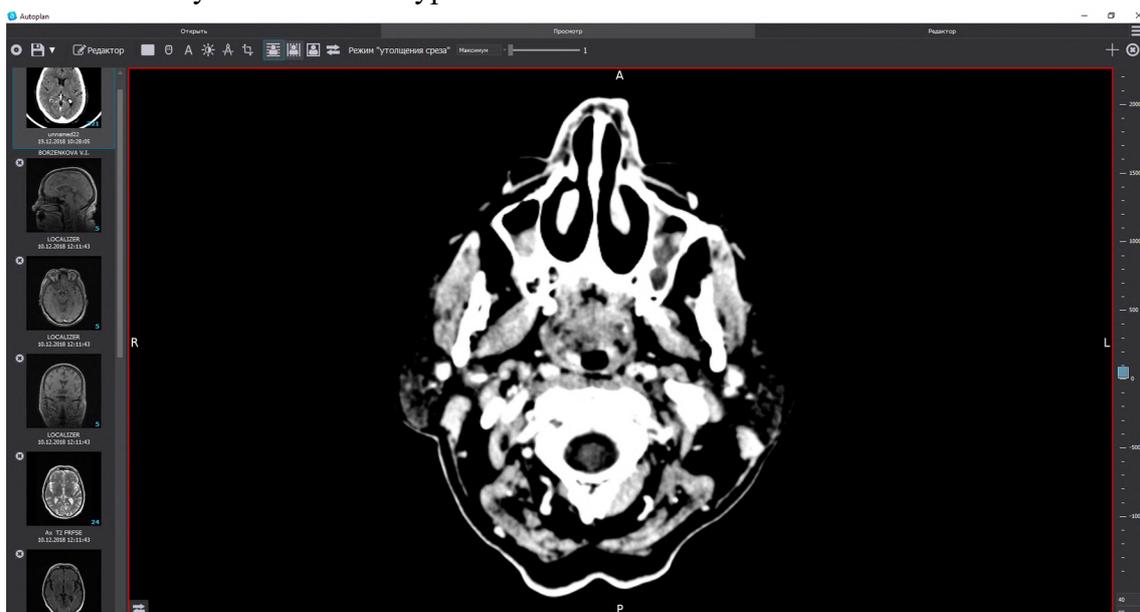


Рисунок 49 – Работа с данными на вкладке «Просмотр»

После добавления данных МРТ необходимо открыть плагин «Совмещение данных» (Системные инструменты - Совмещение данных), в блоке «Данные» в качестве неподвижного изображения необходимо выбрать данные КТ, в качестве движущегося изображения данные МРТ.

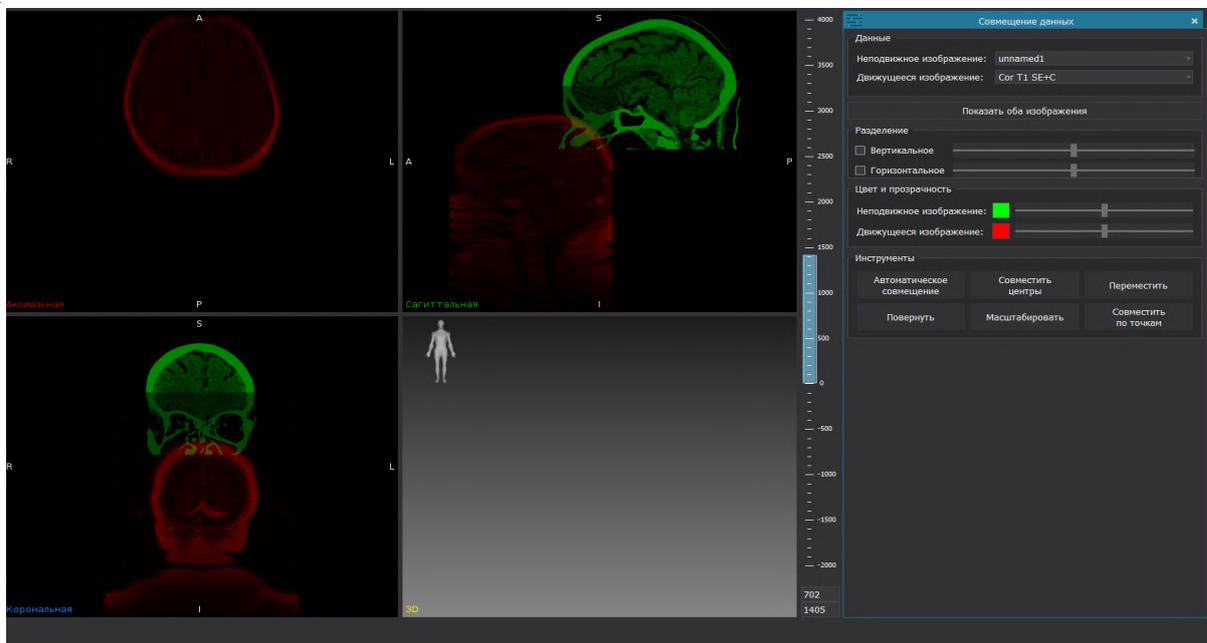


Рисунок 50 – Работа с данными на плагине «Совмещение данных»

Совмещение данных возможно автоматическим и ручным способом. Автоматическое совмещение данных производится при нажатии на кнопку «Автоматическое совмещение».

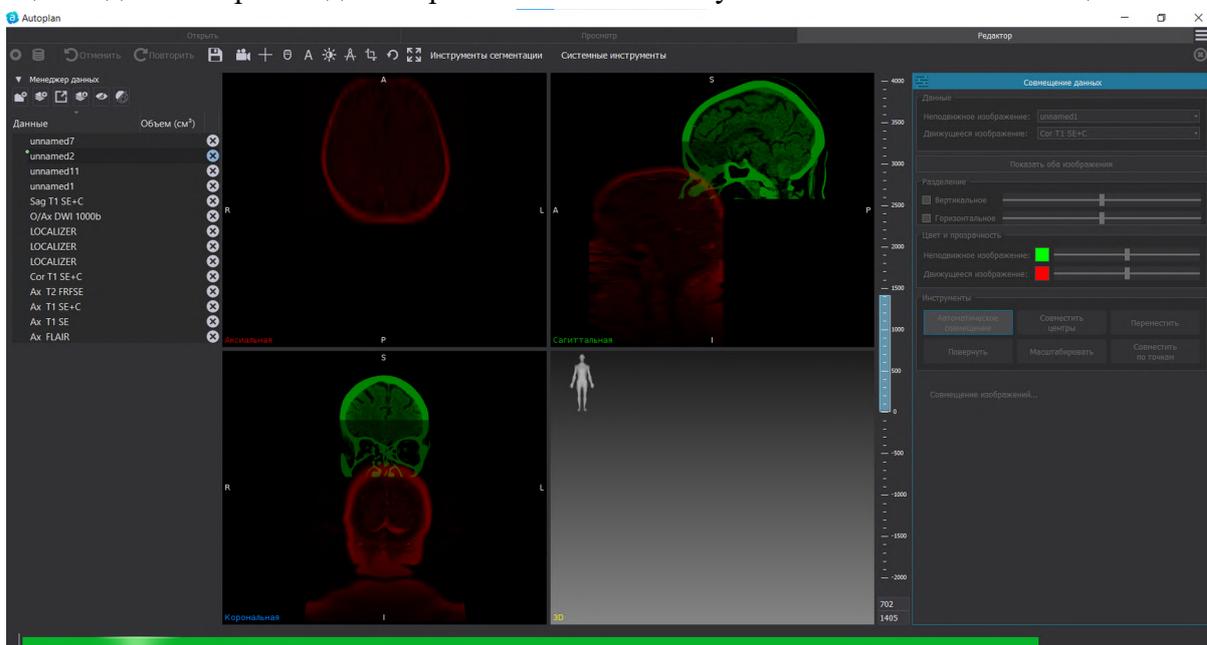


Рисунок 51 – Автоматическое совмещение данных

При автоматическом совмещении выполняется построение служебных моделей для выбранных к совмещению данных. В блоке «Данные» появляются подчиненные серии данные, название данных представляет собой «название серии_registration», например

«unnamed1_registration». Цвет служебных сегментаций и 3D-моделей соответствуют выбранному цвету в плагине «Совмещение данных».

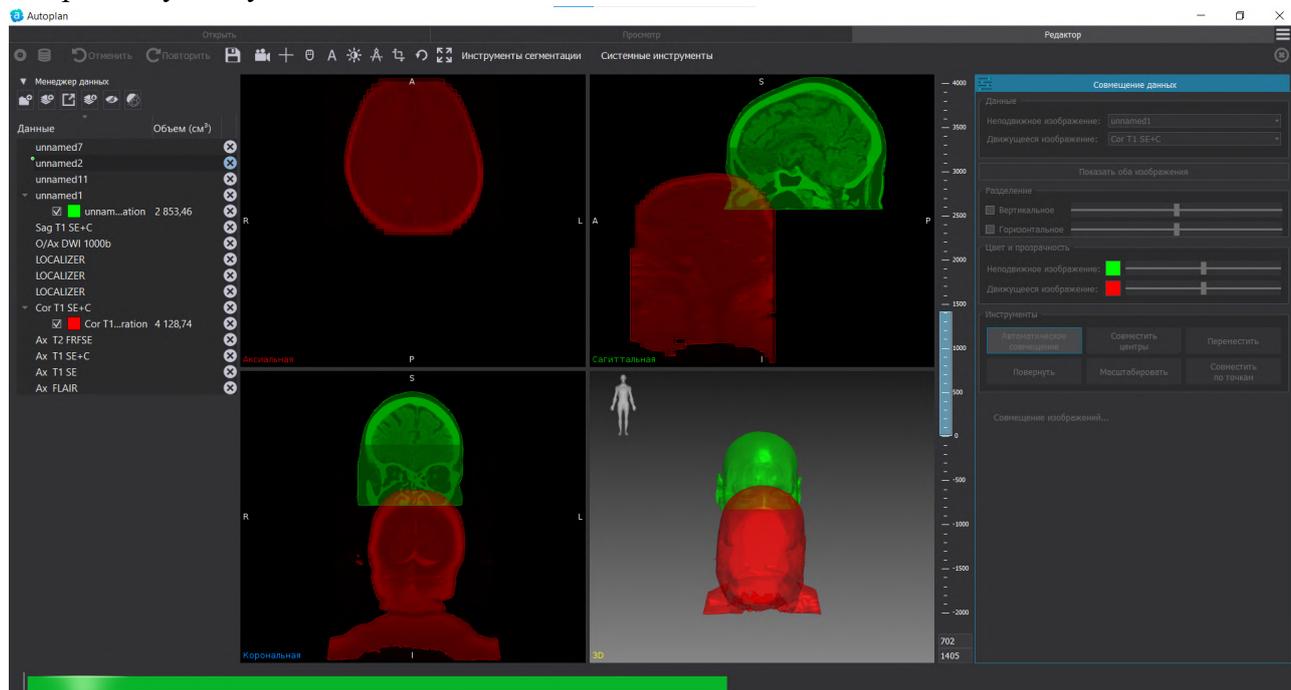


Рисунок 52 – Автоматическое совмещение данных

В результате выполнения автоматического совмещения производится отображение совмещенных данных как в 3D-окне, так и по срезам.

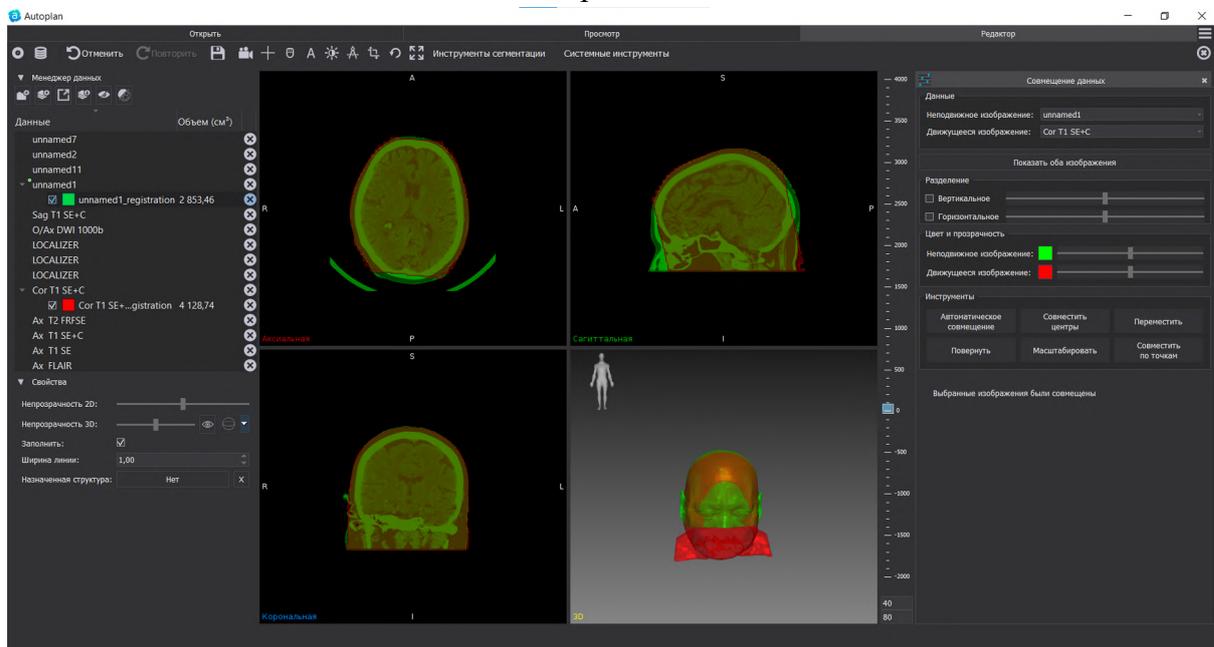


Рисунок 53 – Автоматическое совмещение данных

⚠ Автоматическое совмещение данных невозможно для данных с количеством срезов менее 10, для диффузионных данных, а также для данных УЗИ.

Для ручного совмещения данных возможна работа с инструментами плагина: «Совместить центры», «Переместить», «Повернуть», «Масштабировать», «Совместить по точкам».

Для быстрого совмещения центров данных необходимо нажать на кнопку «Совместить центры».

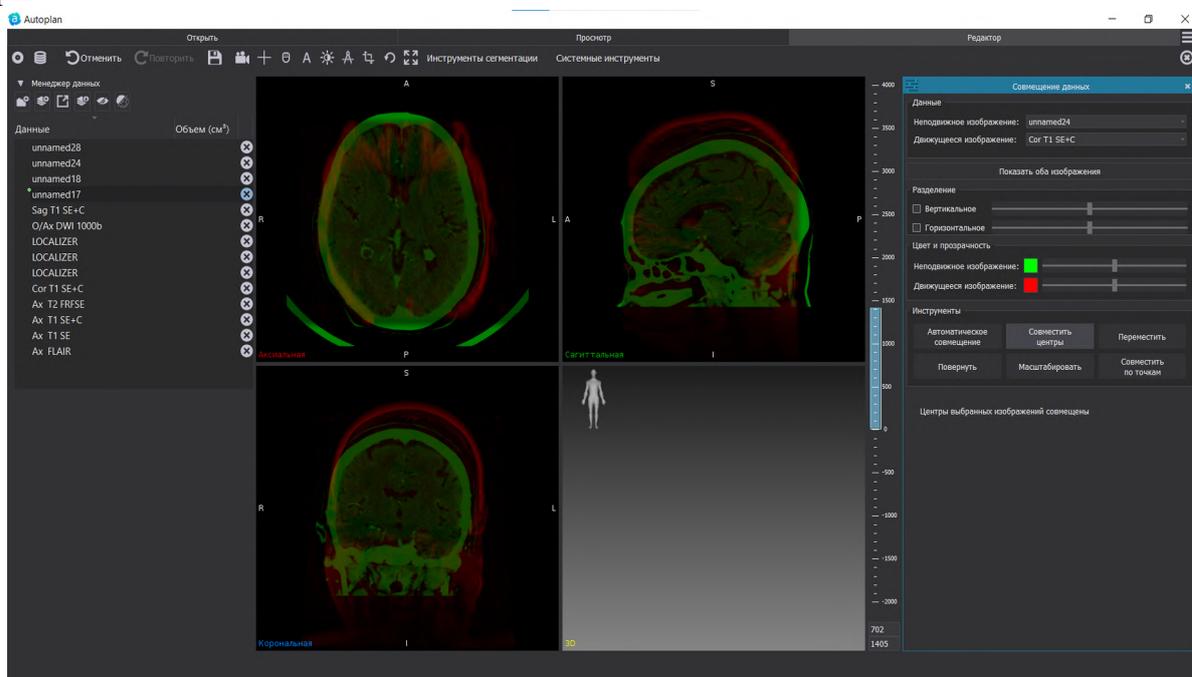


Рисунок 54 – Работа с инструментами в плагине «Совмещение данных»

Дальнейшая работа по совмещению данных КТ и МРТ возможно с помощью инструментов плагина «Переместить», «Повернуть», «Масштабировать», которые позволяют скорректировать положение движимых данных относительно неподвижных. Подробная работа с инструментами плагина «Совмещение данных» представлена в п.7.5.2.

Как только совмещение данных выполнено, можно приступать к построению новообразований на добавленных и совмещенных с КТ снимках МРТ.

Для сегментации и построения 3D-модели новообразования требуется создать новую сегментацию. Для этого в менеджере серий (вкладка «Просмотр») выбираем ту, где наиболее четко различимо новообразование. И создаем новую сегментацию: либо через кнопку «Создать новую сегментацию» в блоке «Менеджер данных», либо в Плагине «Сегментация» вызвать по той же кнопке.

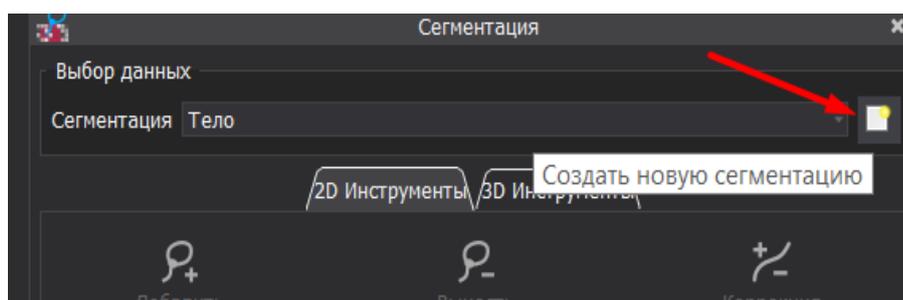


Рисунок 55 – Создание новой сегментации в плагине «Сегментация»

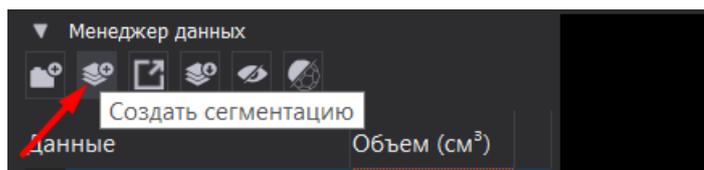


Рисунок 56 – Создание новой сегментации в «Менеджере данных»

Для сегментации новообразования возможна работа с 2D инструментами, например, «Добавить» и «Быстрое разрастание области». Необходимо оконтурить новообразование на срезах – аксиальном, корональном, сагиттальном. Если новообразование сложной формы желательно оконтурить его на нескольких срезах для учета неспецифичности формы.

После того как оконтуривания границ новообразования с помощью 2D инструмента «Интерполяция» необходимо построить предварительную модель. При выборе параметра «Трехмерная» в блоке «Интерполяция» выполняется предварительная сегментация и построение 3D-модели новообразования. Корректировать полученную сегментацию возможно с помощью 2D инструментов «Вычисть», «Добавить», «Коррекция».

Таким образом, построены сегментации поверхности тела — по снимкам КТ, а также трехмерная модель новообразования — по снимкам МРТ. Выполнено совмещение этих снимков вместе с построениями. Оценить их взаимное расположение можно в окне 3D-модели (рисунок 57)

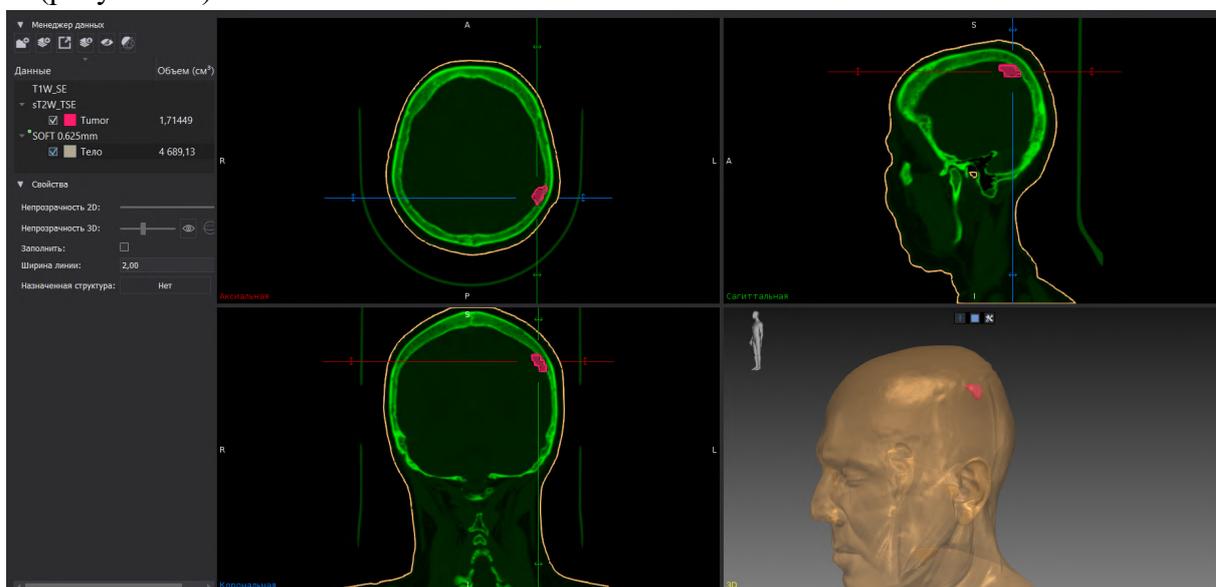


Рисунок 57 – Отображение трехмерной модели на основе совмещенных КТ и МРТ снимков

Далее можно переходить непосредственно к Навигации (Системные инструменты — Навигация). Подробная последовательность работы представлена в разделе 5.5

5.3.3 Пример подготовки данных для навигации при проведении нейрохирургической операции на позвоночнике

В соответствии с указанной в разделе 5.1 последовательностью действий для навигации в первую очередь требуется выполнить сегментацию. Сегментацию необходимо начинать с выбора серии для работы и открытия ее в режиме «Редактор» (рисунок 58).

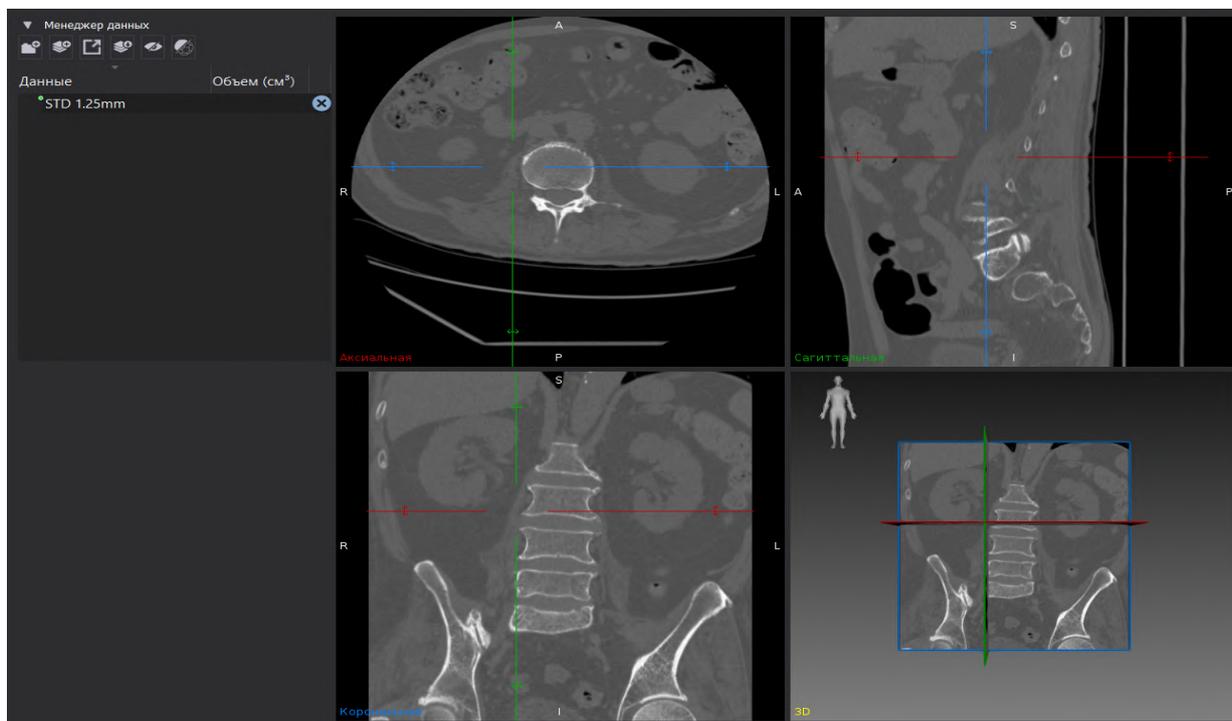


Рисунок 58 – Открытие серии в режиме «Редактор»

Для удобства работы с костной структурой возможно воспользоваться настройкой окна просмотра — выбрать параметр «Кости».

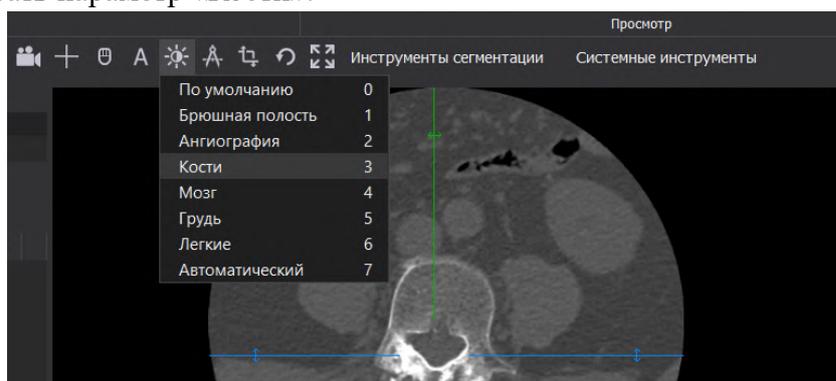


Рисунок 59 – Настройка окна просмотра

Для навигации при проведении операций на позвоночнике требуется сегментация и построение 3D-модели позвоночника и позвоночного канала. Сегментация позвоночника выполняется с помощью инструмента «Порог» или «UL Порог» (*Инструменты сегментации*

– *Сегментация – 3D инструменты*), работа с данными инструментами рассмотрена подробнее в разделе 7.4.3.

В плагине «Сегментация» необходимо создать новую сегментацию, например «Bones». После создания сегментации к работе становятся доступны 2D и 3D инструменты плагина «Сегментация» (*Инструменты сегментации – Сегментация*).

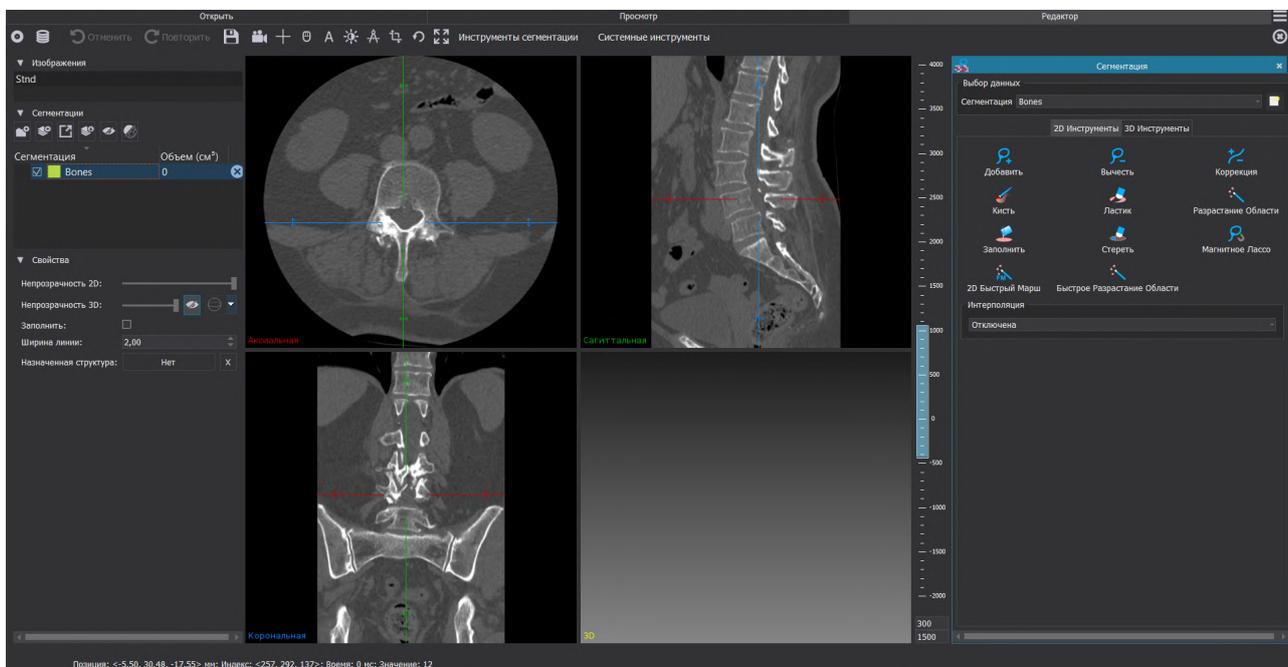


Рисунок 60 – Работа с плагином «Сегментация»

При нажатии на инструмент «Порог» происходит выделение данных в соответствии с заданным значением порога. Работа со значением порога возможна с помощью изменения положения бегунка или прямым вводом значений с клавиатуры.

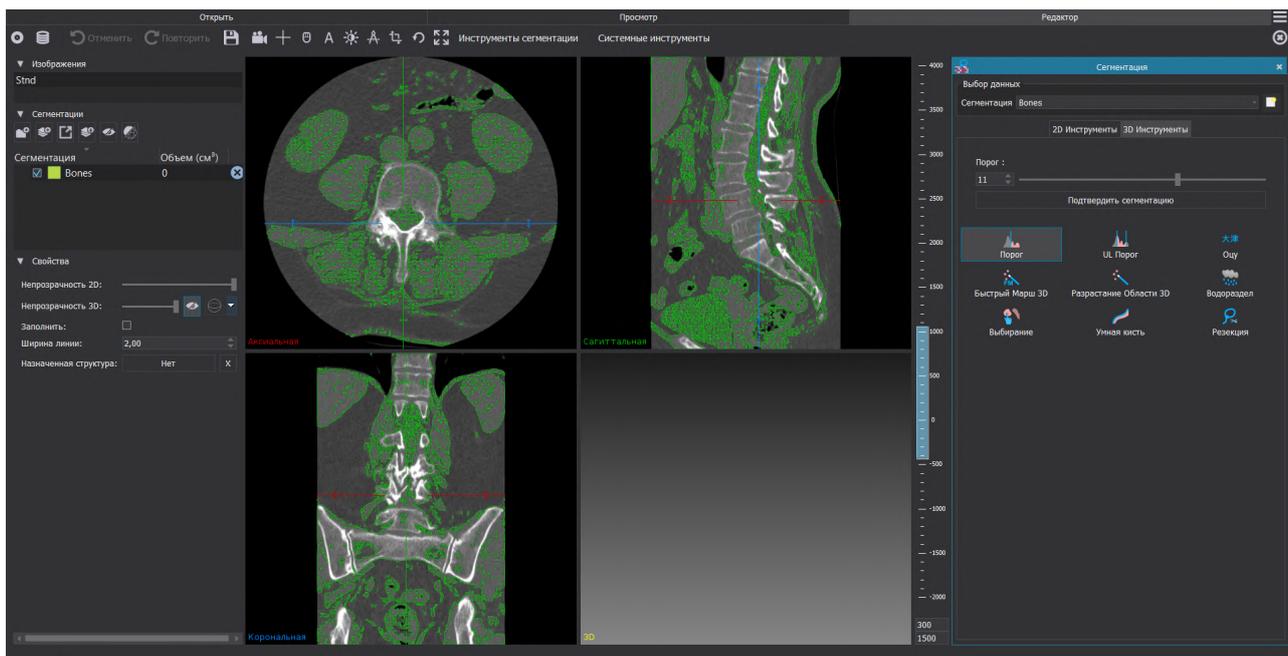


Рисунок 61 – Работа с 3D Инструментом «Порог»

Для подтверждения сегментации необходимо нажать на кнопку «Подтвердить сегментацию» и подтвердить перезапись созданной ранее сегментации «Bones».

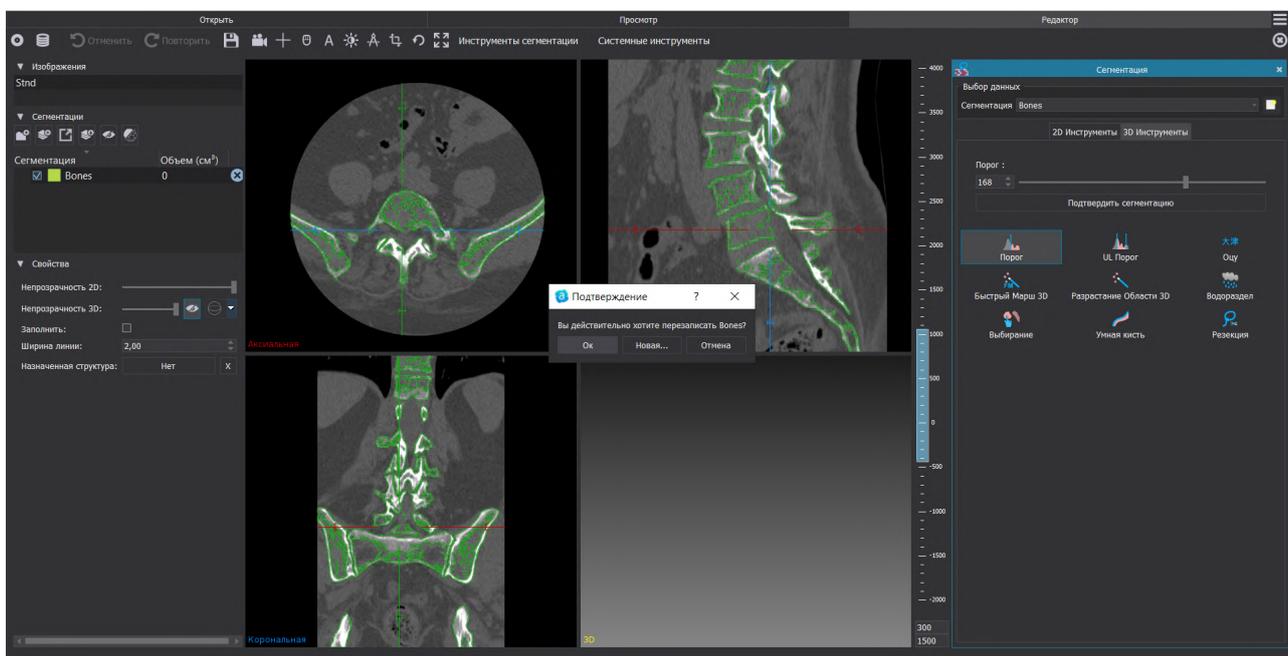


Рисунок 62 – Подтверждение сегментации

Для построения 3D-модели необходимо в правой части экрана в блоке «Свойства» нажать кнопку «Построить сглаженную модель». Процесс построения 3D-модели отображается прогресс баром в нижней части экрана.

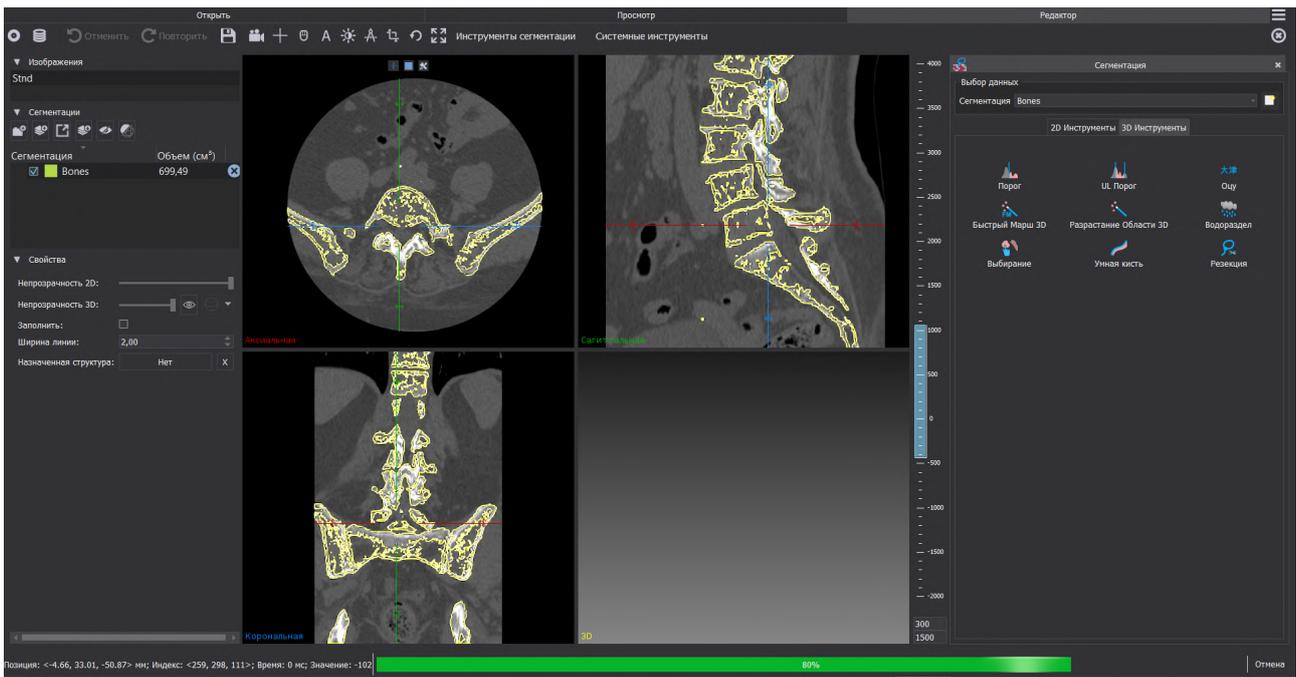


Рисунок 63 – Процесс построения 3D-модели

Изменение цвета сегментации и цвета 3D-модели возможно на любом этапе работы с данными с помощью двойного клика левой кнопкой мыши на цветной квадрат рядом с названием модели в блоке «Сегментация».

Для сегментации и построения 3D-модели позвоночного канала возможна работа с плагином «Инкрементальная сегментация» (*Инструменты сегментации — Инкрементальная сегментация*). После открытия плагина необходимо создать новую сегментацию, например «Spinal canal».

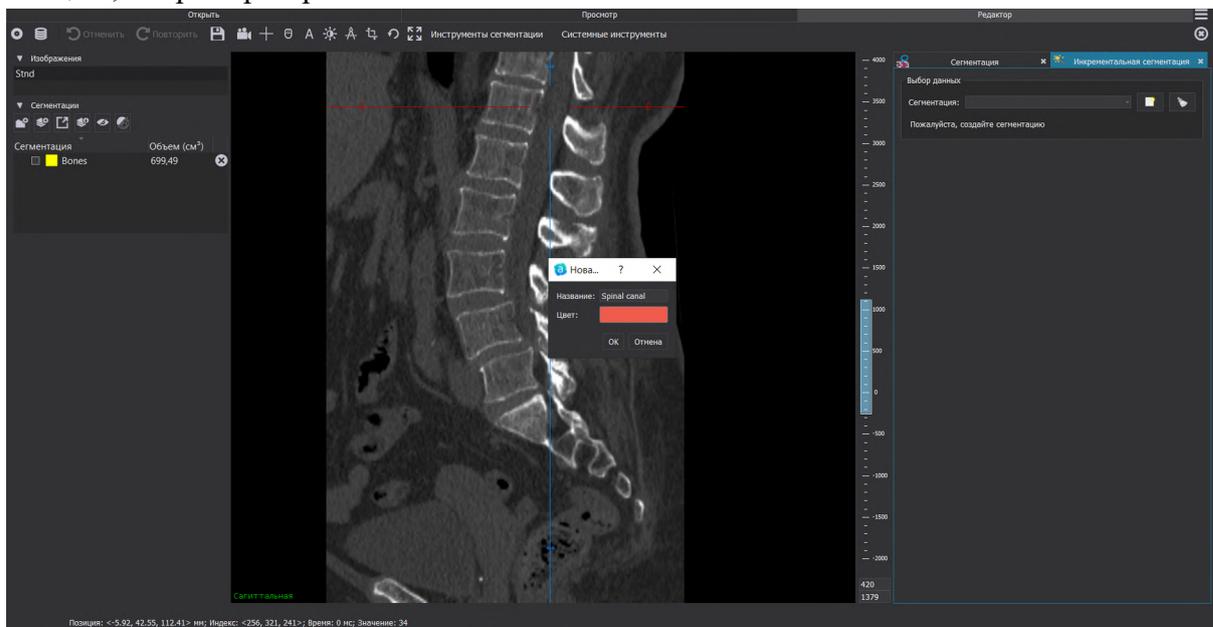


Рисунок 64 – Работа с плагином «Инкрементальная сегментация»

Для удобства работы возможно скрыть модель «Bones» в блоке «Сегментация» убрав соответствующий чекбокс. Позвоночный канал удобнее всего выделять на сагиттальной проекции, настроить окно просмотра можно с помощью кнопок мультивиджета. Подробное описание работы с мультивиджетом представлено в п.7.3.7

В плагине «Инкрементальная сегментация» необходимо выбрать режим работы, для добавления «+» и указать параметры ширина и закругленность для выбранного режима работы. Необходимо нажать левую кнопку мыши и вести вверх для получения корректного выделения на срезе, на остальных срезах оконтуривание анатомической структуры выполняется автоматически. Подробное описание работы с плагином «Инкрементальная сегментация» представлена в п.7.4.2

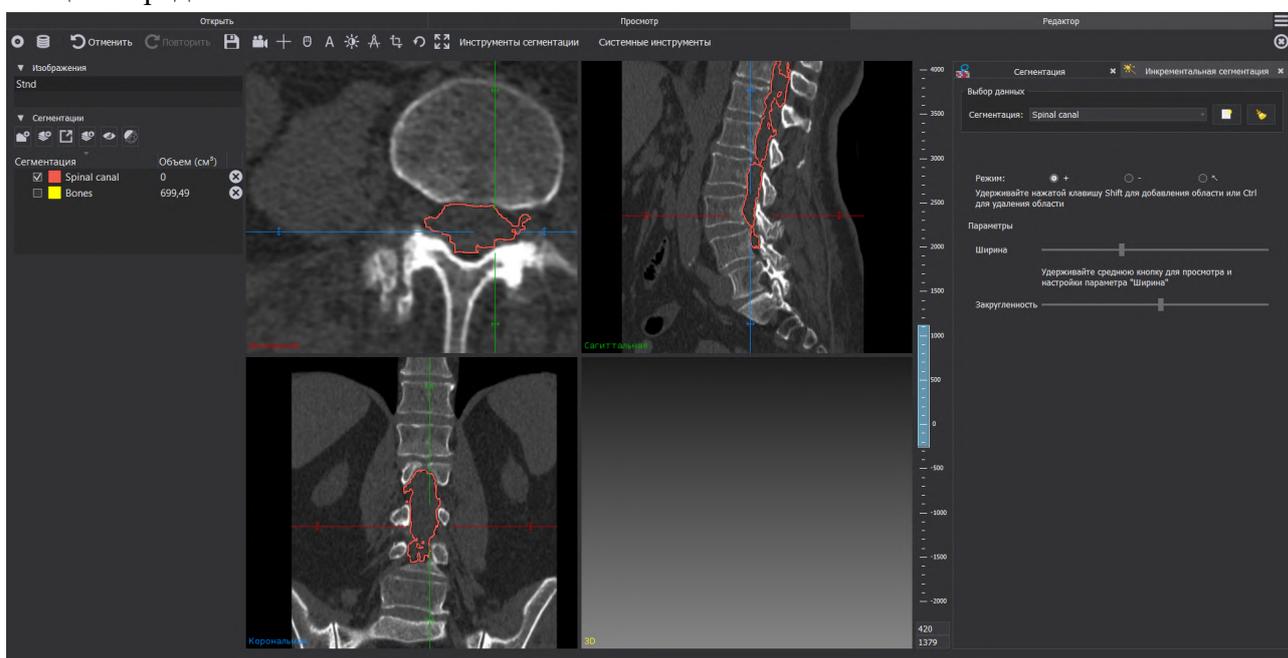


Рисунок 65 – Работа с плагином «Инкрементальная сегментация»

После того как сегментация выполнена необходимо перестроить модель «Spinal Canal» с помощью кнопки «Создать сжатую сглаженную модель» в блоке «Свойства».

В результате выполненных действий выполнены сегментации и построены 3D-модели позвоночника и позвоночного канала. При запуске плагина «Навигация» подготовка модели для навигации производится автоматически. К подготовке берется самая «тяжелая» модель. При необходимости подготовки другой модели для навигации необходимо выполнить ее подготовку в блоке «Данные» (Системные инструменты - Навигация — блок «Данные»). В блоке «Данные» (Системные инструменты – Навигация) необходимо выполнить установку ключевых точек для подготовленной к навигации модели. Диаметр ключевых точек можно изменить в настройках (Настройки - Навигация - Визуальные настройки - Диаметр ключевых точек).

Дальнейший порядок работы с навигацией представлен в разделе 5.5.

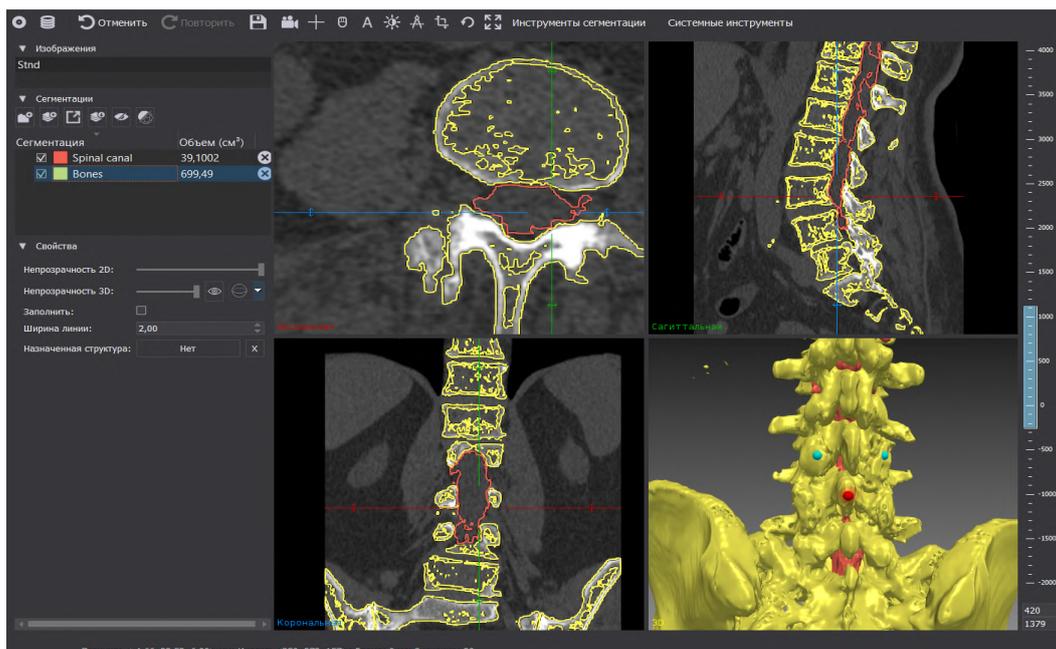


Рисунок 66 – Подготовка данных для навигации

После того как данные для навигации подготовлены необходимо сохранить проект с помощью кнопки «Сохранить данные в файл проекта» в верхней командной строке.

! *Рекомендуется выполнять сохранение проекта перед началом работы с навигацией для возможности возобновления работы при возникновении особых ситуаций (отключение электричества, случайное отключение системы от питания и т. д.).*

5.4. Проведение калибровки инструмента

При работе с навигацией для проведения нейрохирургических операций на позвоночнике необходимо провести калибровку инструмента хирурга.

На инструмент необходимо установить универсальное крепление с инструментальной системой сфер в нижней части рабочего инструмента хирурга, ближе к кончику инструмента. Подробный порядок установки представлен в п.2.2.5

Отслеживание инструментальных систем сфер производится при внесении их в область видимости стереокамеры.

! Проведение калибровки инструмента может производиться на любом этапе работы с навигацией. Производитель рекомендует проведение калибровки инструментов до проведения регистрации.

Инструмент с установленной системой сфер необходимо установить кончиком инструмента в острую или скругленную лунку на площадке проверки точности. Выбор лунки производится в зависимости от кончика инструмента. Порядок сборки и установки площадки проверки точности представлен в п.2.2.6

После установки инструмента с инструментальной системой сфер в лунку на площадке проверки точности необходимо вызвать меню калибровки с помощью длительного или двойного нажатия на синюю кнопку педали, либо с помощью нажатия на кнопку «Калибровка инструмента» в плагине в блоке «Инструменты».

- ⚠ При калибровке инструмента в нижней и в верхней позиции необходимо устанавливать инструмент одну и ту же лунку на площадке.



Рисунок 67 – Выбор режима калибровки с педали

Калибровка инструмента выполняется поэтапно, в соответствии с подсказками.

- ⚠ При проведении калибровки инструментальная система сфер должна быть в области видимости стереокамеры. В верхнем левом углу меню калибровки отображается индикация видимости инструментальной системы сфер.

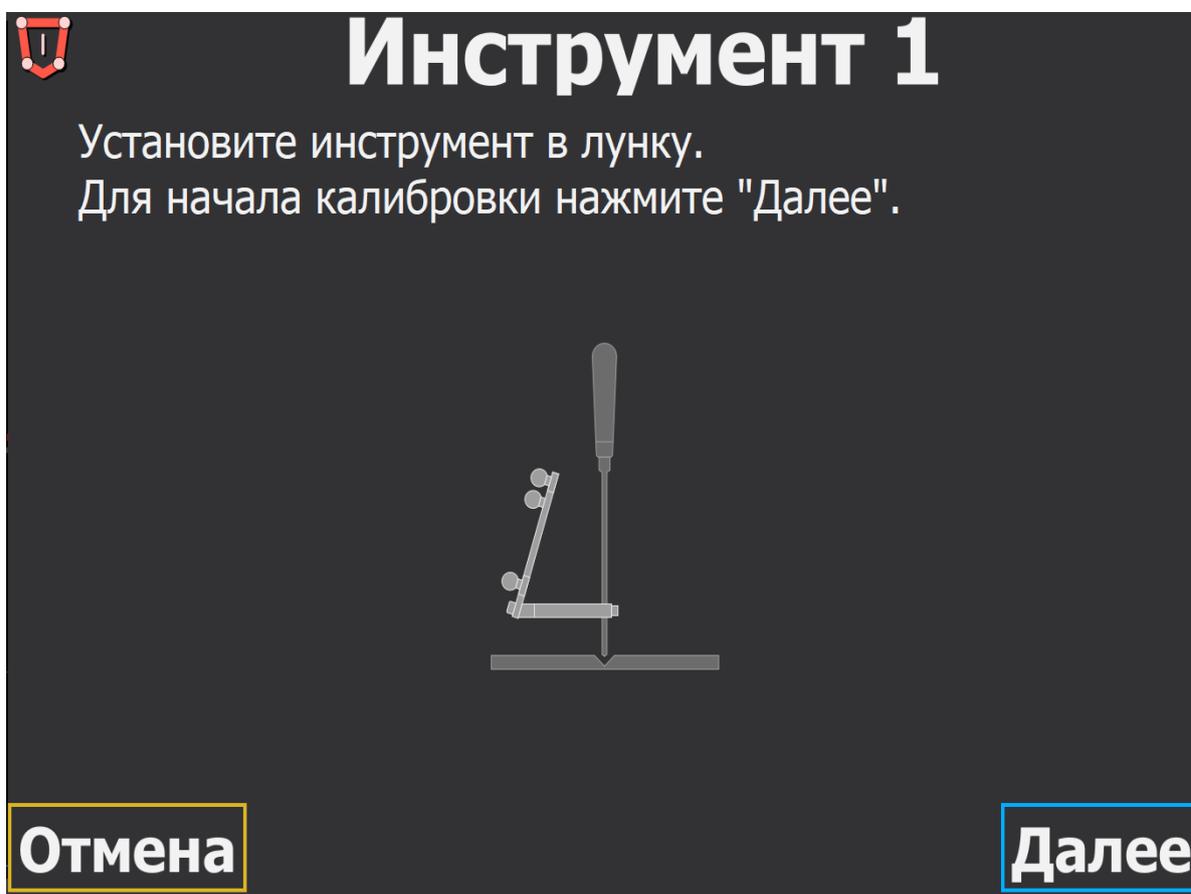


Рисунок 68 – Калибровка инструмента

На первом шаге необходимо установить инструмент в лунку и запустить процедуру калибровки по нажатию на синюю кнопку педали или с помощью однократного нажатия на кнопку «Далее» левой кнопки мыши. При нажатии кнопки «Отмена» выполняется выход из меню калибровки, выход из меню также осуществляется при однократном нажатии на желтую кнопку педали.

⚠ Кнопки «Отмена» и «Далее» на экране имеют рамку желтого и синего цвета, что соответствует желтой и синей кнопкам педали соответственно.

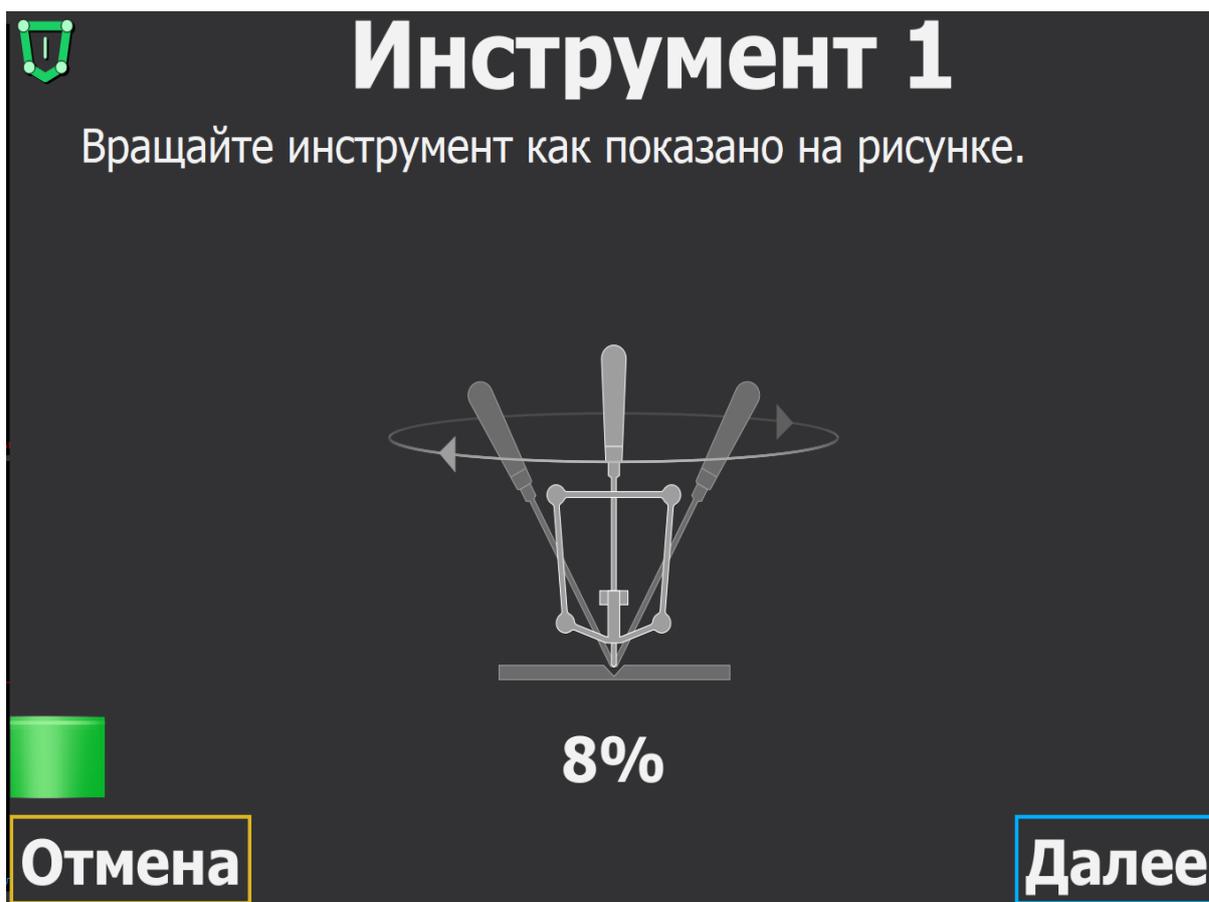


Рисунок 69 – Калибровка инструмента

Для калибровки инструмента необходимо вращать инструмент с учетом необходимости неподвижности положения кончика инструмента и видимости инструментальной системы сфер стереокамерой системы. Необходимо выполнять плавные неспешные движения инструментом по окружности в соответствии с предложенной схемой.

- ⚠ При проведении калибровки инструментальная система сфер должна быть в области видимости стереокамеры. В верхнем левом углу меню калибровки отображается индикация видимости инструментальной системы сфер. При отсутствии видимости сфер калибровка инструмента приостанавливается до момента появления системы сфер в области видимости стереокамеры.

При достижении 100% на шкале будет выполнен автоматический переход к следующему шагу калибровки — проверке калибровки в нижней позиции по площадке проверки точности.

- ⚠ Переход на следующий шаг калибровки может выполняться при любом процентном выполнении калибровки, однако, при таком подходе, вероятно получение недостаточной точности калибровки инструмента.

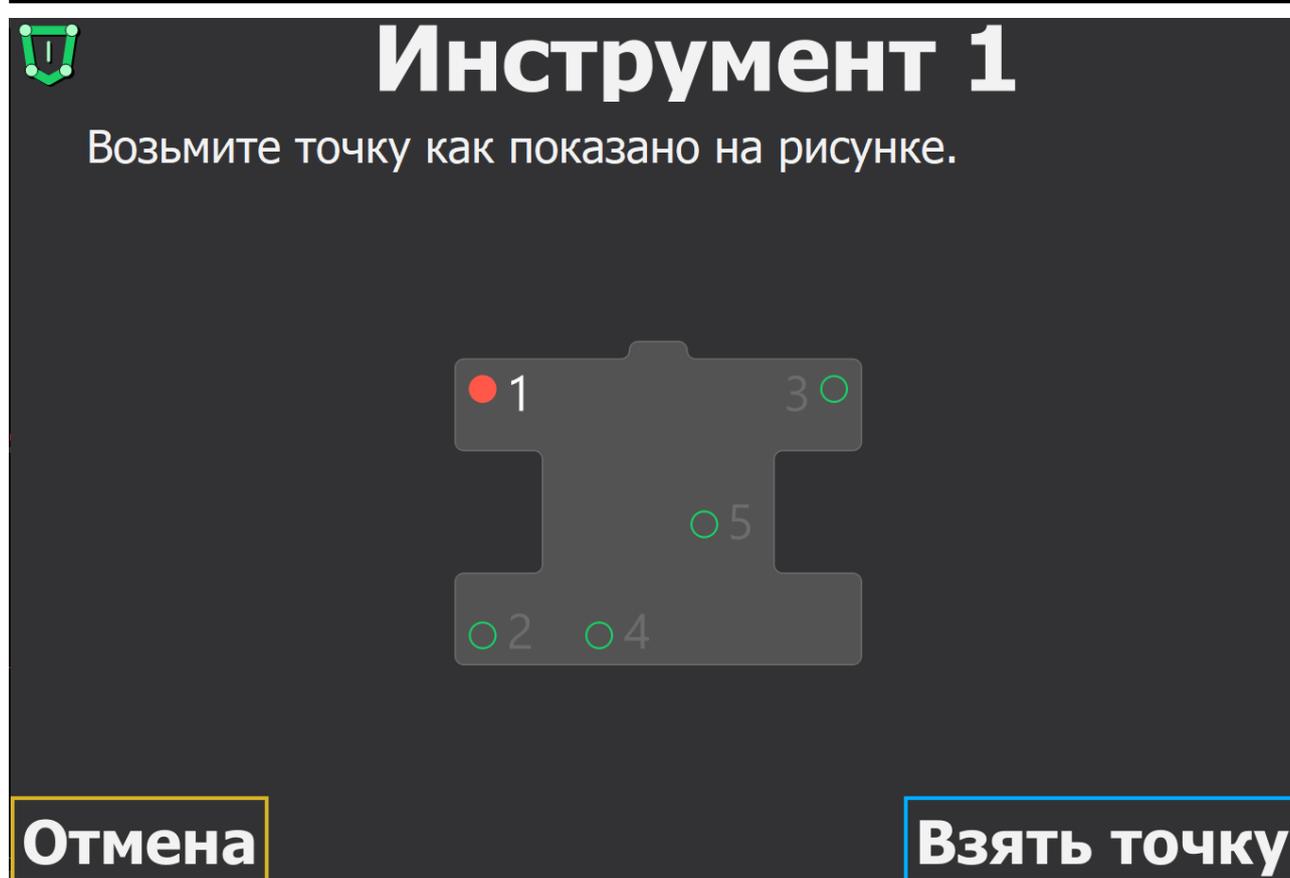


Рисунок 70 – Проверка калибровки инструмента в нижней позиции

Необходимо перемещать кончик инструмента в соответствующие точки на площадке проверки точности в соответствии с подсказками. Подтверждение взятия точки выполняется по синей кнопке педали или нажатию на кнопку «Взять точку». При необходимости возврата к предыдущей точке необходимо нажать желтую кнопку педали или кнопку «Назад».

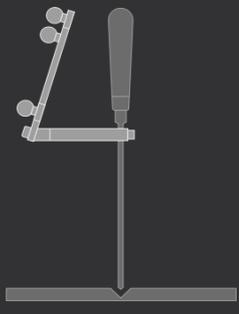
 Возможно выполнить отмену всех взятых точек на площадке и выполнить взятие точек на площадке вновь.

После взятия 5-й точки на площадке проверки точности будет выполнен автоматический переход к следующему шагу калибровки.



Инструмент 1

Калибровка завершена в нижней позиции.
Переместите систему сфер максимально близко к ручке инструмента, установите инструмент в лунку.
Для продолжения калибровки нажмите "Далее".



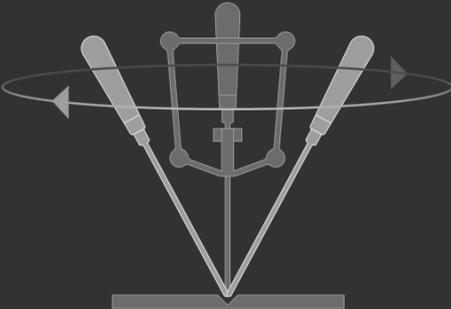
Отмена**Далее**

Рисунок 71 – Калибровка инструмента

Для продолжения процедуры калибровки необходимо переместить инструментальную систему сфер максимально близко к ручке инструмента и установить инструмент в лунку, в которой выполнялась калибровка в нижней позиции. Для продолжения необходимо нажать синюю кнопку педали или кнопку «Далее».

 **Инструмент 1**

Вращайте инструмент как показано на рисунке.



88%

Отмена **Далее**

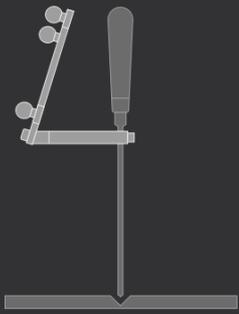
Рисунок 72 – Калибровка инструмента

Последующие шаги калибровки инструмента в верхней позиции аналогичны калибровке инструмента в нижней позиции.

При проведении калибровки возможно получение сообщения о необходимости повторной калибровки, что может быть вызвано отсутствием видимости инструмента или отсутствием точек для калибровки. Также при некорректном взятии точек на площадке проверки точности возможно получение следующего сообщения:

 **Инструмент 1**

Калибровка инструмента в верхней точке не удалась. Установите кончик инструмента в лунку на площадке и повторите калибровку.



Отмена **Далее**

Рисунок 73 – Калибровка инструмента

При получении такой ошибки необходимо провести калибровку инструмента в верхней позиции и проверку калибровки по площадке заново, в соответствии с подсказками в программе.

При успешно выполненной калибровке инструмента появляется следующее сообщение:

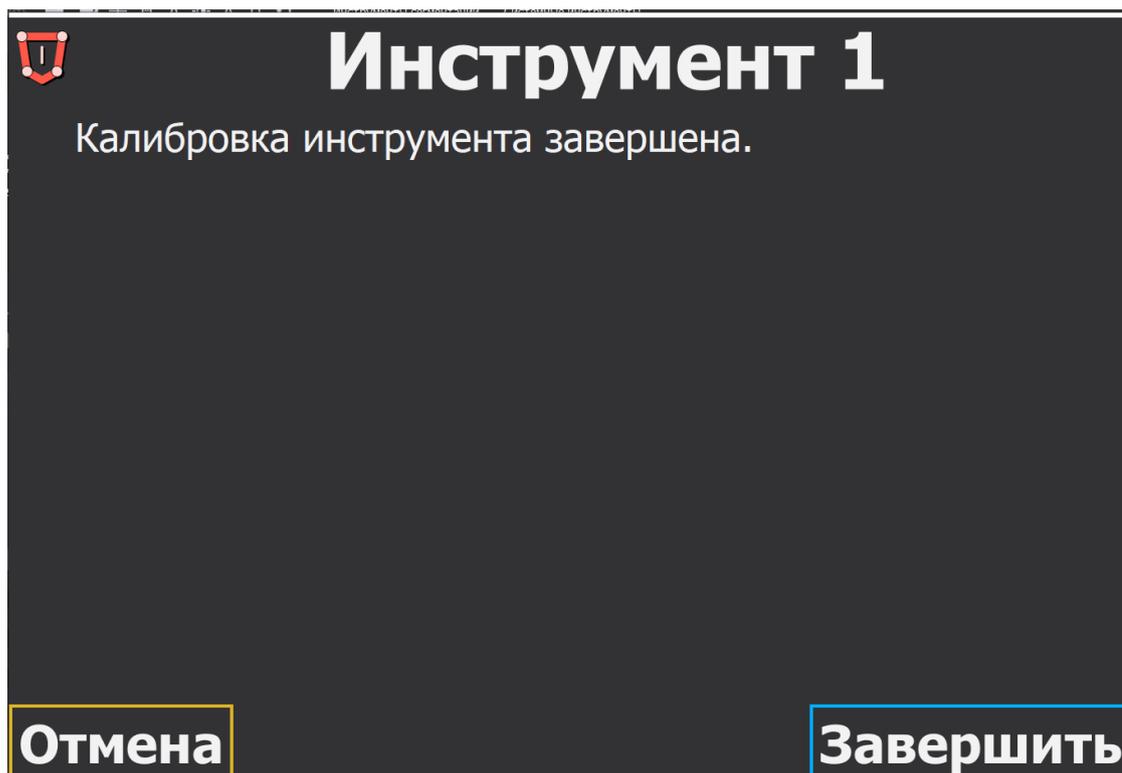


Рисунок 74 – Калибровка инструмента

Выход из режима калибровки выполняется по кнопке «Завершить» или с помощью синей кнопки педали. При нажатии на кнопку «Отмена» выполненная калибровка сбрасывается, инструмент является неоткалиброванным. При нажатии на кнопку «Завершить» в плагине «Навигация» в блоке «Инструменты» отображается индикация успешно проведенной калибровки инструмента (зеленая цифра соответствующей инструментальной системы сфер 1 или 2).

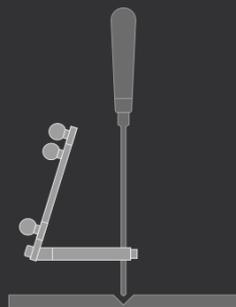
При проведении калибровки возможно получение следующей ошибки:



Инструмент 1

Верхняя и нижняя точки находятся слишком близко. Установите инструмент в лунку на площадке как показано на рисунке.

Для начала калибровки нажмите "Далее".



Отмена

Далее

Рисунок 75 – Калибровка инструмента

Получение данной ошибки возможно при недостаточном перемещении инструментальной системы сфер по инструменту, а также при попытке проведения калибровки инструмента без изменения положения инструментальной системы сфер.



Минимальное расстояние между нижней и верхней позицией калибровки 2 см. При расстоянии меньше 2 см между нижней и верхней позицией калибровка инструмента невозможна.

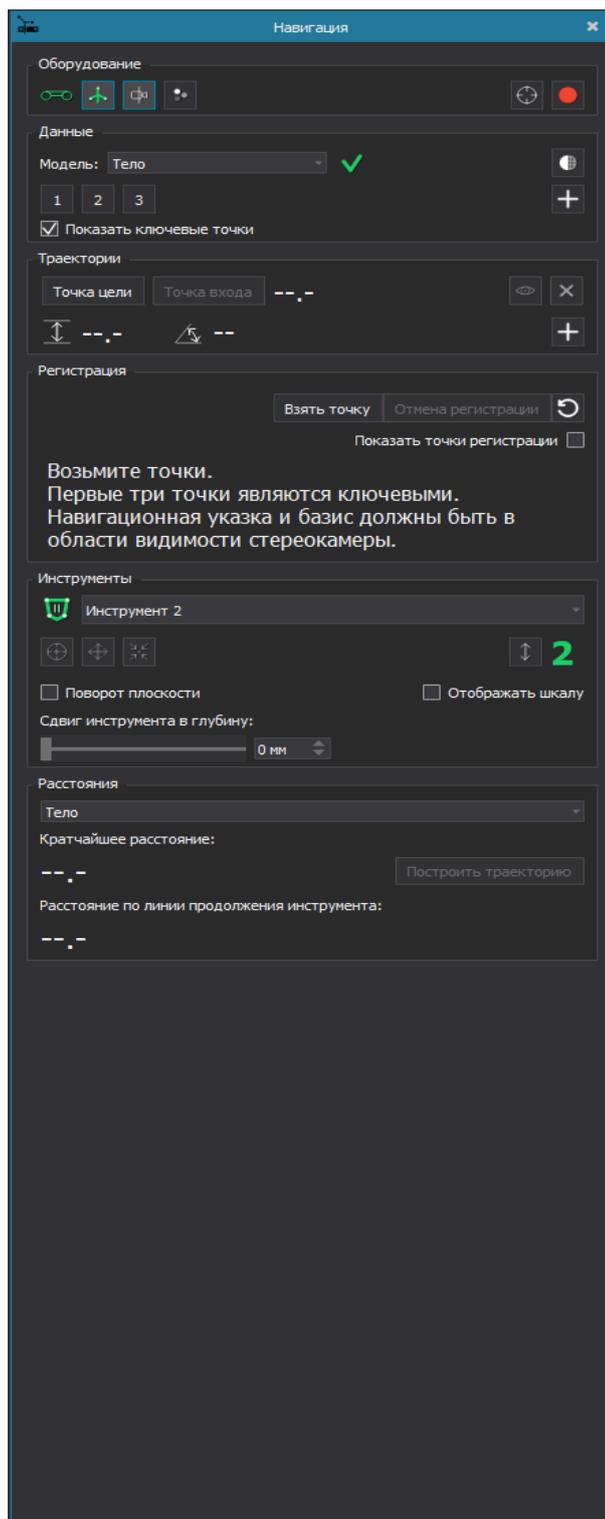


Рисунок 76 – Индикация успешной калибровки инструмента

После проведения калибровки инструмент будет отображаться на 3D-модели и на срезах аналогично навигационной указке.

 Инструмент отображается на срезах и 3D-модели только после проведения регистрации.

Принцип работы с откалиброванным инструментом аналогичен работе с навигационной указкой.

После проведения калибровки для инструмента становится доступна работа с режимами навигации. Меню режимов для инструментов аналогично меню режимов для навигационной указки.

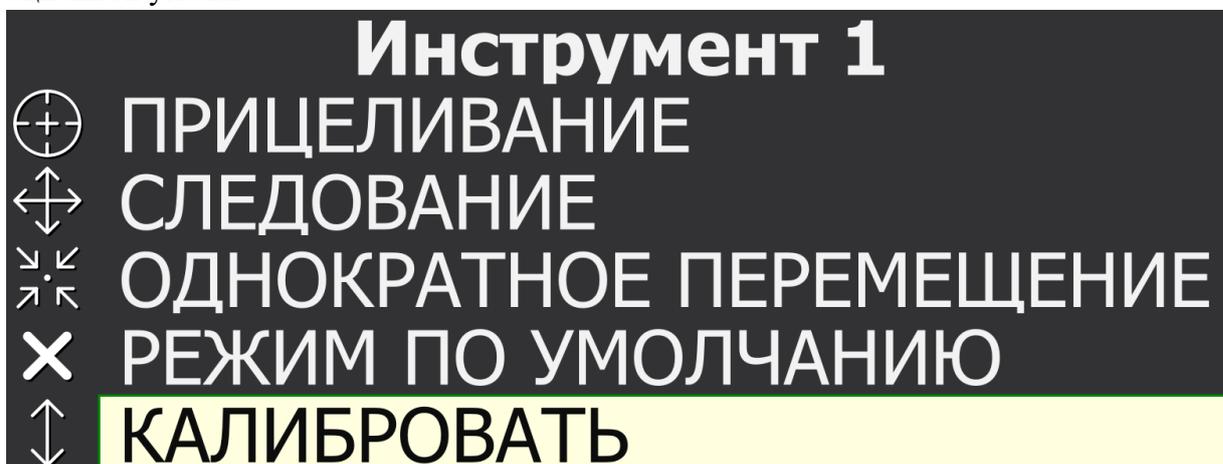


Рисунок 77 – Меню режимов для инструмента

5.5. Регистрация

Для удобства работы с программой при проведении регистрации подсказки отображаются при каждом действии в блоке «Регистрация». Кнопка «Взять точку» становится доступной к нажатию только если произведена подготовка модели для регистрации и установлены ключевые точки.

Перед проведением регистрации необходимо убедиться в корректности значения длины наконечника в программе и установленного наконечника. Значение длины наконечника для навигационной указки задается в плагине «Навигация» в блоке «Инструменты» с помощью выпадающего списка. Доступные значения длин 55 мм, 85 мм, 115 мм.

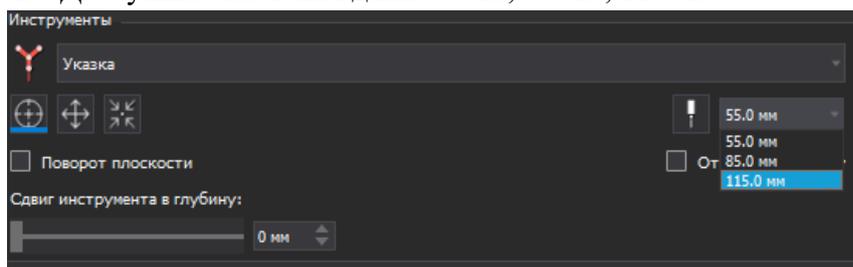


Рисунок 78 – Задание длины наконечника для навигационной указки

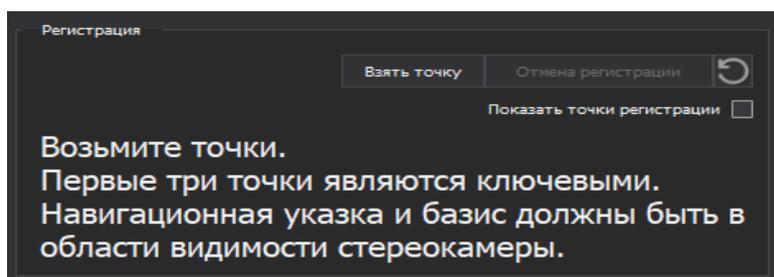


Рисунок 79 – Подсказки при регистрации

Для взятия точек необходимо на пациенте установить указку в точку, местоположение которой определено на 3D-модели. Ключевая точка, необходимая к взятию имеет красную индикацию.

! Ключевая точка не будет взята базис включен, но не виден в окнах камеры. При проведении операции без базиса необходимо убедиться что базис не активирован.

Взятие ключевой точки выполняется по нажатию на кнопку «Взять точку» в блоке «Регистрация» или с помощью однократного нажатия желтой кнопки педали.

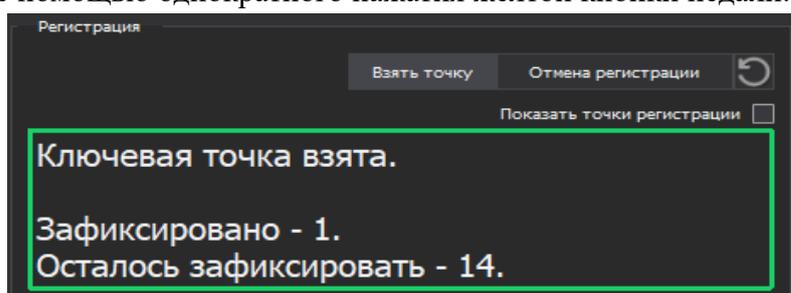


Рисунок 80 – Подсказка при регистрации

Если в момент взятия точки указка находилась в нестабильном положении (постоянно изменяла свое положение), либо одна из сфер была вне зоны видимости стереокамеры, возможно получение следующего сообщения:

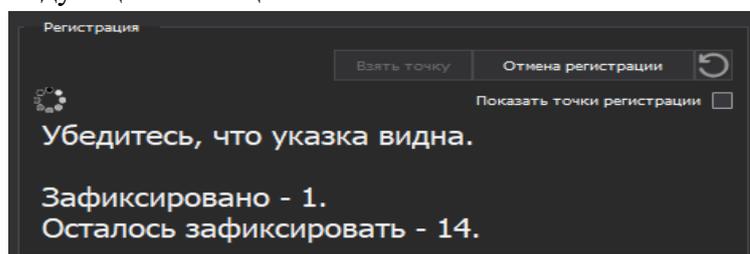


Рисунок 81 – Подсказки при регистрации

Если ключевая точка не была взята в блок «Регистрация» выводится следующее сообщение:

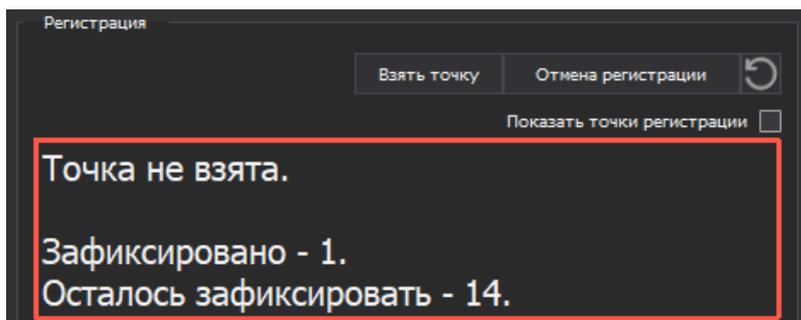


Рисунок 82 – Подсказки при регистрации

После взятия первых трех ключевых точек выполняется предварительная регистрация. В блоке подсказок отображается информация о проведении предварительной регистрации:

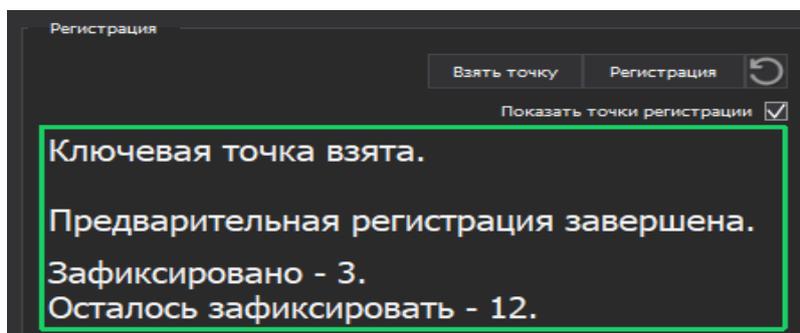


Рисунок 83 – Подсказка при регистрации

На 3D-модели появляется модель указки желтого цвета. На срезах отображается проекция указки и ее продолжение – желтая линия.

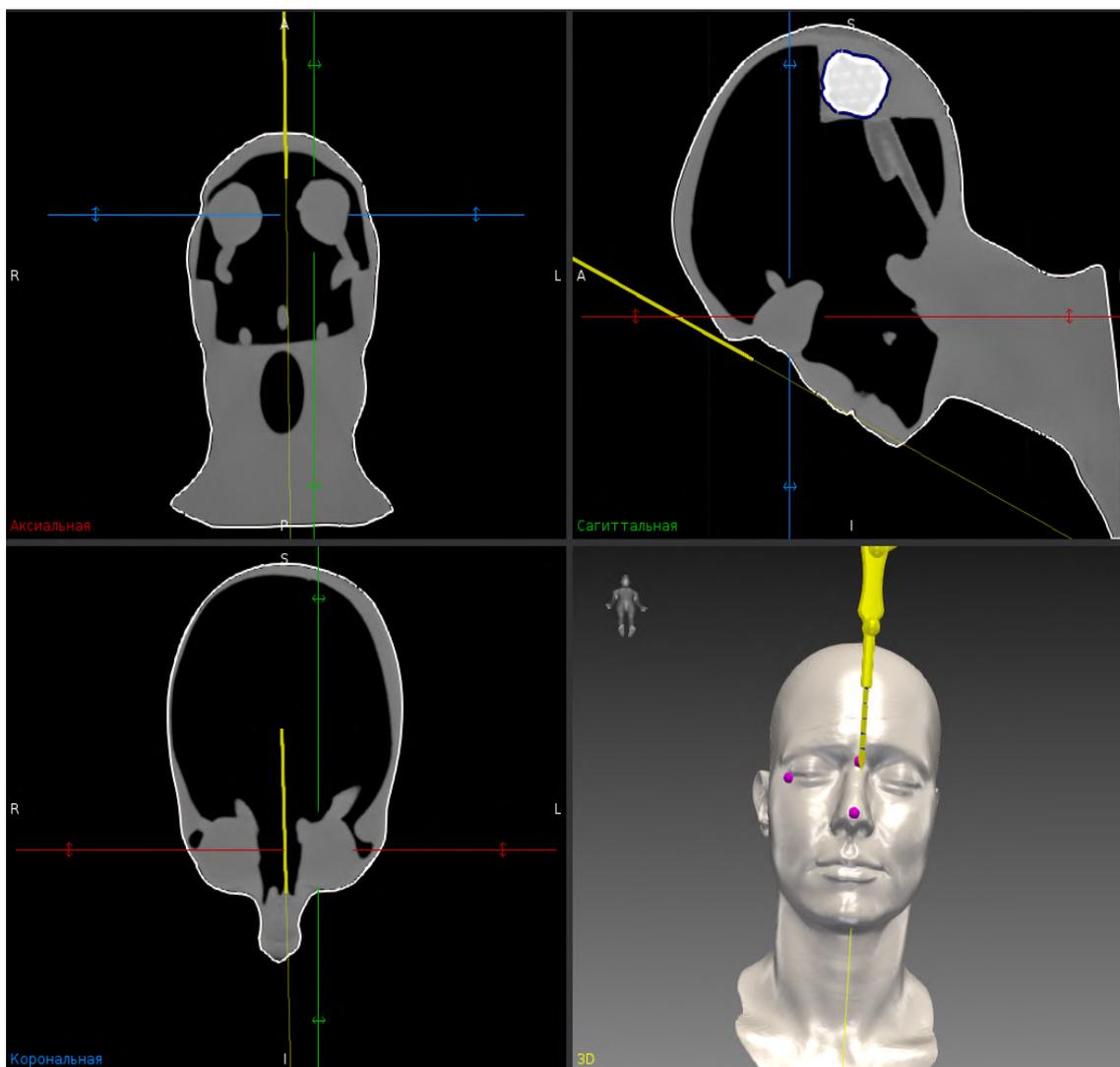


Рисунок 84 – Предварительная регистрация

После взятия ключевых точек на 3D-модели взятые точки имеют цветовую индикацию фуксия. Количество взятых точек отображается в блоке подсказок. После взятия первых трех ключевых точек чекбокс «Показать ключевые точки» является активным, чекбокс «Показать точки регистрации» неактивен. После взятия третьей ключевой точки чекбокс «Показать точки регистрации» становится активным, чекбокс «Показать ключевые точки» неактивен.

Работа с чекбоксами «Показать ключевые точки» и «Показать точки регистрации» возможна на любом этапе работы с навигацией.

После проведения предварительной регистрации возможно завершение регистрации по нажатию на кнопку «Регистрация» в плагине «Навигация» или по нажатию на центральную (зеленую) кнопку педали.

Существует несколько методов регистрации:

1. Регистрация по трем ключевым точкам;
2. Регистрация по трем ключевым точкам и множеству дополнительных точек (взятых, в том числе, линиями);

3. Регистрация по множеству ключевых точек и дополнительным точкам (взятых, в том числе, линиями).

5.5.1 Регистрация по трем ключевым точкам

После взятия трех ключевых точек выполняется процедура предварительной регистрации. Точность проведенной регистрации по трем точкам может быть недостаточна для некоторых операций. Однако в некоторых случаях, взятие дополнительных точек регистрации невозможно.

⚠ При регистрации по трем точкам необходимо учитывать возможное смещение точек регистрации при работе с навигацией.

При взятии ключевых точек выполняется проверка на смещение позиций точек в сравнении с указанными ключевыми точками на модели. Настройка «Максимальное смещение ключевых точек, мм» позволяет обеспечить проверку смещения взятых ключевых точек (*Настройки — Навигация — Расширенные настройки*), обеспечивая тем самым максимальную точность регистрации.

Числовое значение данной настройки по умолчанию 25 мм. Изменение настройки необходимо выполнять до проведения регистрации.

При проведении регистрации по трем точкам возможно получение следующего сообщения:

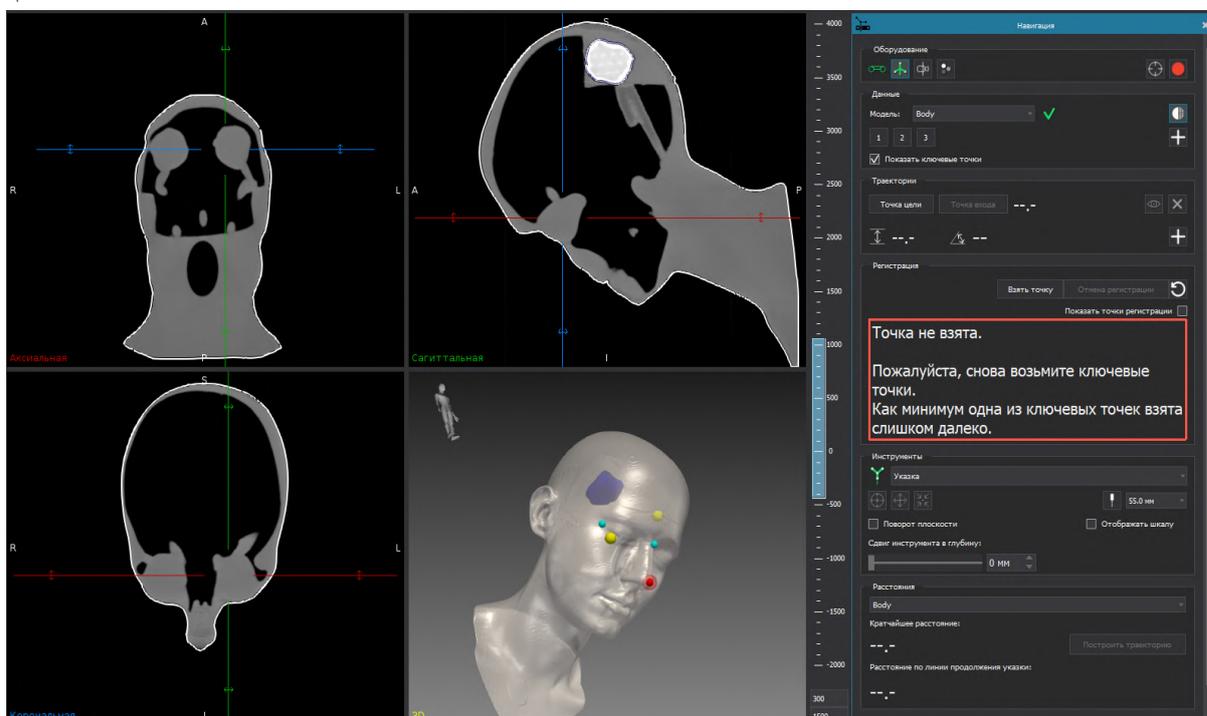


Рисунок 85 – Предварительная регистрация

Желтые точки на трехмерной модели — информационные точки, показывающие позицию взятых точек относительно установленных ключевых точек. При таких точках

переход на следующий шаг регистрации не производится, необходимо провести регистрацию заново с первой ключевой точки. Желтые точки пропадут при взятии первой ключевой точки.

5.5.2 Регистрация по трем ключевым точкам и множеству дополнительных точек

После взятия трех ключевых точек возможно взятие дополнительных точек для регистрации отдельными точками и линиями.

Взятие дополнительных точек выполняется по однократному нажатию на кнопку «Взять точку» или однократному нажатию правой (желтой) кнопки педали.

Для взятия дополнительных точек линиями требуется установить на область регистрации указку и зажать правую кнопку педали или кнопку «Взять точку». Линию требуется вести без отрыва указки от поверхности регистрации. После окончания линии вначале необходимо отжать правую кнопку педали или кнопку «Взять точку» и только после этого убрать указку с поверхности регистрации.

⚠ При проведении регистрации на позвоночнике максимально корректно брать дополнительные точки отдельными точками, а не линиями, в виду особенности позвоночной структуры.

Если при взятии дополнительных точек указка пропадала из области видимости камеры, дополнительные точки не фиксируются до момента появления указки в области видимости стереокамеры:

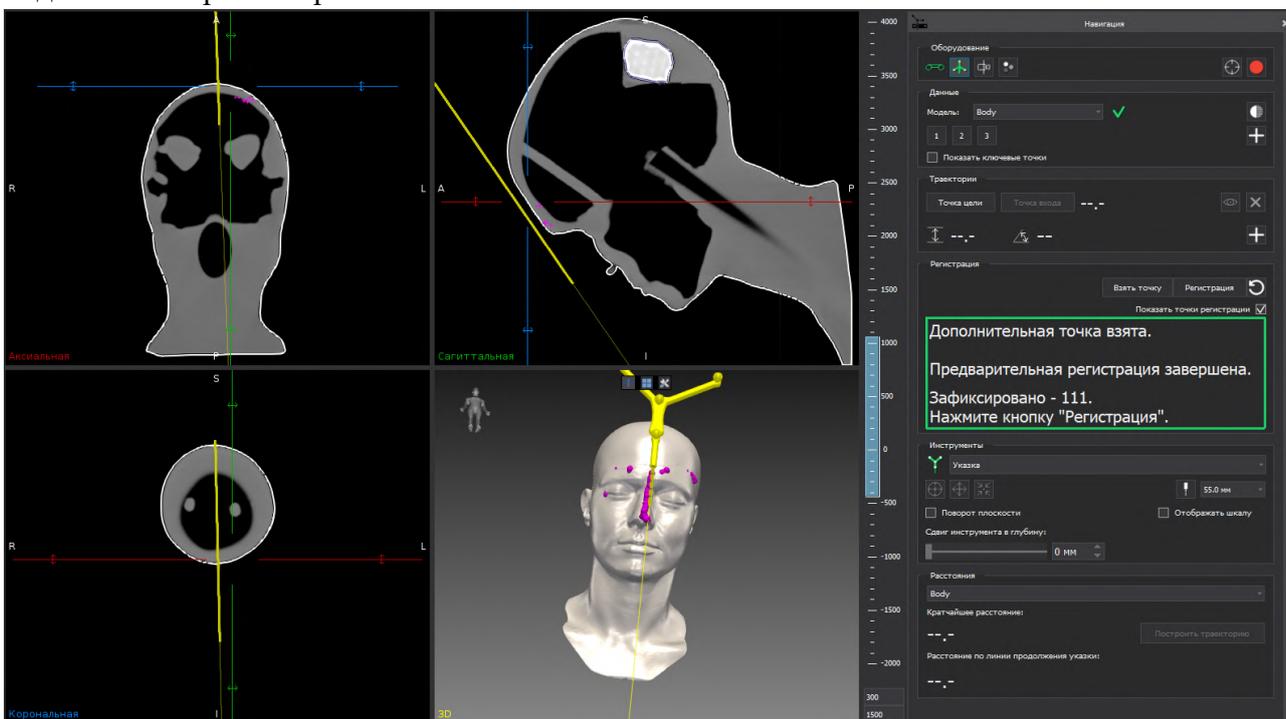


Рисунок 86 – Проведение регистрации

При успешном взятии дополнительных точек слева отображается зеленая галочка, блок подсказок обведен зеленой рамкой, в строке «Зафиксировано» изменяется количество точек:

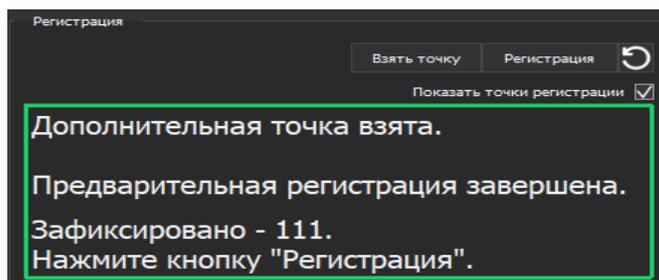


Рисунок 87 – Подсказка при регистрации

5.5.3 Регистрация по множеству ключевых точек и дополнительным точкам

При подготовке модели к навигации существует возможность установки неограниченного количества ключевых точек. После взятия первых трех ключевых точек выполняется предварительная регистрация. Если на модели установлено 10 ключевых точек то после взятия первых трех точек становится доступной к взятию 4 и т. д. Цветовая индикация точки на модели, необходимой к взятию — красная. В блоке подсказок сообщения соответствуют количеству взятых точек:

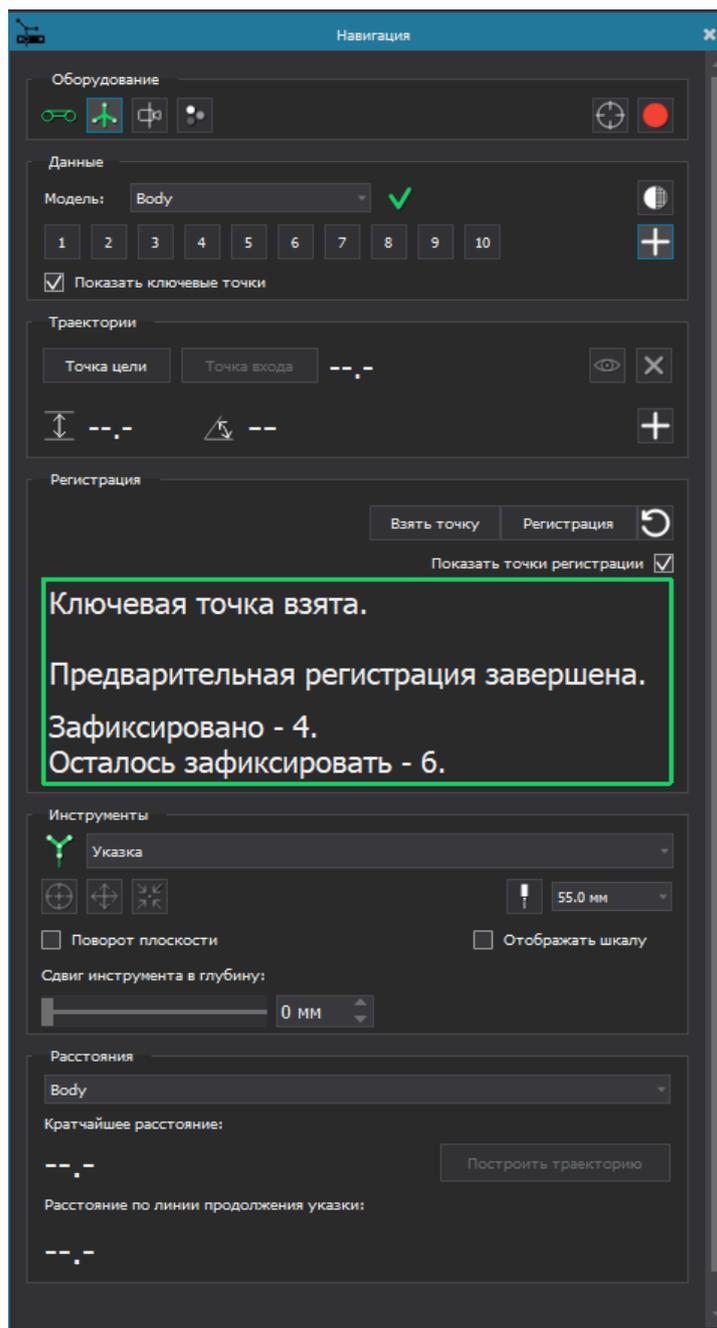


Рисунок 88 – Регистрация по множеству ключевых точек

При регистрации по множеству ключевых точек необходимо зафиксировать все установленные на 3D-модели ключевые точки. После взятия ключевых возможно взятие дополнительных точек.

Если ключевая точка взята слишком далеко переход к следующей не выполняется и требуется повторное взятие точки. Ограничение на смещение ключевых точек задается в настройках (*Настройки - Навигация — Расширенные настройки — чекбокс «Ограничивать смещение ключевых точек»*). Подтверждение регистрации возможно после предварительной регистрации и при отсутствии взятия всех ключевых точек.

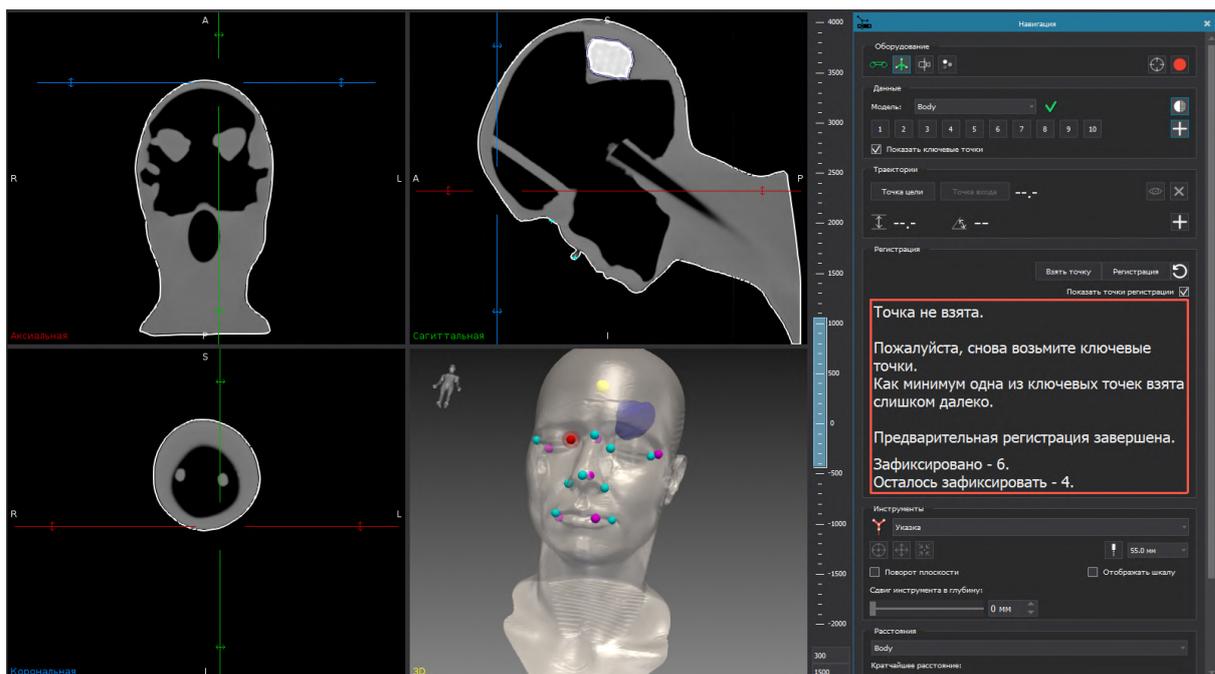


Рисунок 89 – Регистрация по множеству ключевых точек

Ключевая точка, взятая слишком далеко, имеет индикацию желтого цвета, при этом выводится сообщение об отсутствии взятии ключевой точки. Необходимо повторно взять ключевую точку, ориентируясь на ее положение на 3D-модели.

5.5.4 Проверка регистрации

После проведения регистрации необходимо удостовериться в точности проведенной регистрации. Необходимо установить указку в ключевые точки и убедиться в визуальном совпадении положения указки.

Работа с видимостью точек регистрации и ключевых точек выполняется с помощью чекбоксов «Показать ключевые точки» и «Показать точки регистрации». Ключевые точки синие, точки регистрации имеют цвет «фуксия».

В блоке «Регистрация» отображается информация о среднеквадратичном отклонении (RMS), показывающая насколько в среднем отличается положение точек регистрации реального объекта от ключевых точек, установленных на 3D-модели.

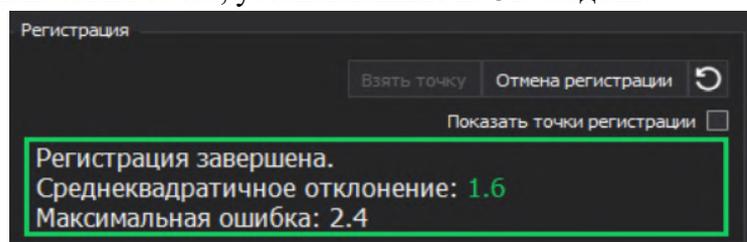


Рисунок 90 – Данные по проведенной регистрации

После проведения регистрации в блоке «Расстояние» указывается модель по которой была проведена регистрация, например «Body». Отображаемое расстояние позволяет оценить качество проведенной регистрации. Расстояние должно быть близким к нулю при

касании кончиком навигационной указки поверхности регистрации. Чем ближе расстояние к нулю, тем выше качество выполненной регистрации.

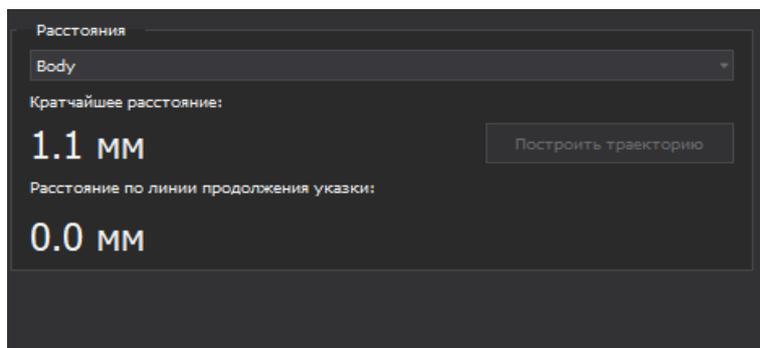


Рисунок 91 – Данные в блоке «Расстояние»

Кратчайшее расстояние – расстояние от кончика указки/инструмента до ближайшей точки. Расстояние по линии продолжения указки – расстояние от кончика указки по линии ее продолжения.

При активации чекбокса «Показать точки регистрации» на 3D-модели отображаются точки регистрации. Часть точек может иметь индикацию серого цвета:

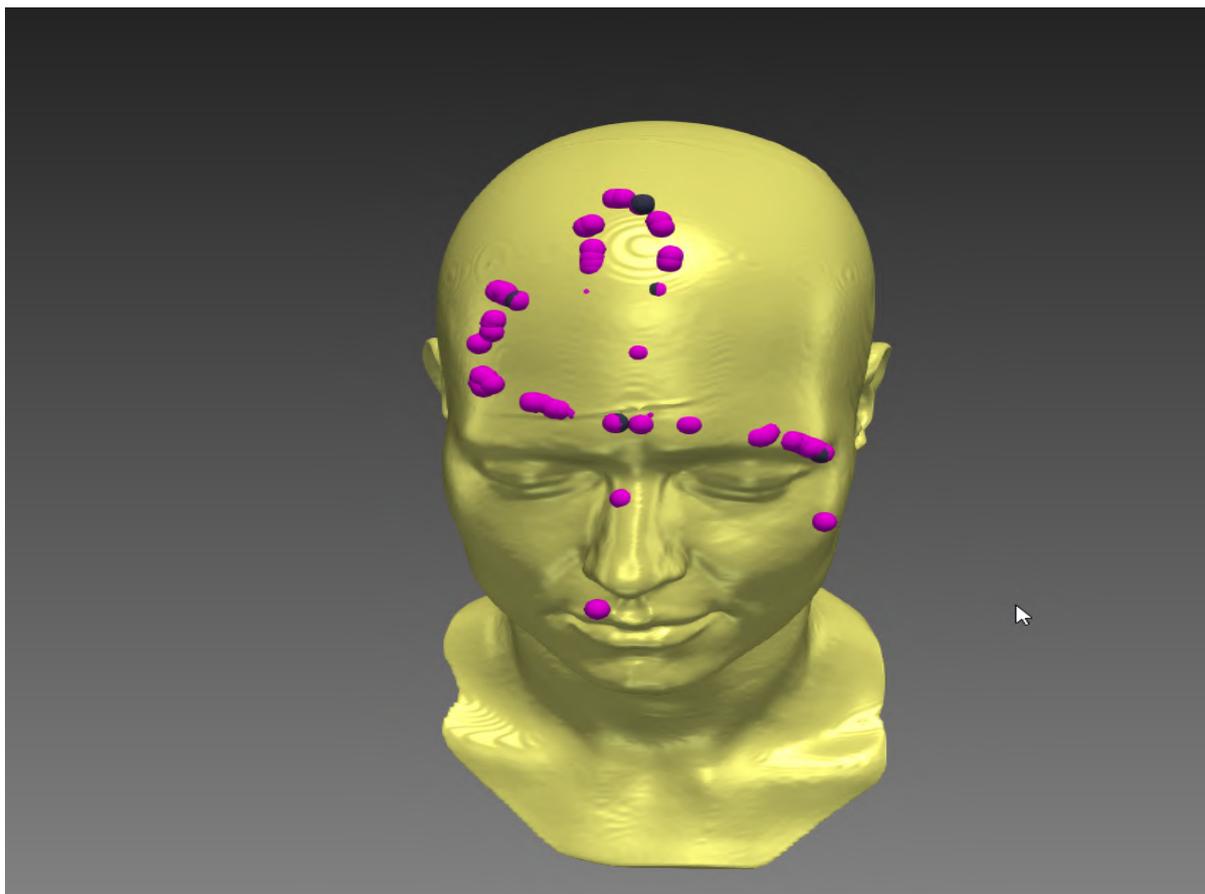


Рисунок 92 –Точки регистрации на модели

Точки с индикацией темно-серого цвета при проведении регистрации были отброшены. Отбрасывание точек существенно выше или ниже области регистрации увеличивает точность.

 Наличие отброшенных точек не является признаком неудачной регистрации.

5.5.5 Особенности работы с указкой при проведении регистрации

При проведении регистрации необходимо максимально точно устанавливать ключевые точки на пациенте в соответствии с их местоположением на 3D-модели.

При установке точек указка должна касаться кожи пациента, но не продавливать её. Не рекомендуется взятие точек регистрации на мягких тканях, т. к. они легко продавливаются и смещаются.

При взятии точек регистрации на позвоночнике необходимо устанавливать указку максимально нацеленно, иначе точность регистрации может быть недостаточной.

Точки для регистрации фиксируются исходя из положения кончика наконечника указки, а не боковой части наконечника. При взятии точек указку необходимо держать максимально перпендикулярно поверхности регистрации. Расположение указки под другим углом может существенно снижать точность регистрации.

При проведении регистрации позвоночника необходимо учитывать особенности строения тела пациента. Для регистрации позвоночника работа с наконечниками в 85 мм или 115 мм будет наиболее удобной. Перед проведением регистрации необходимо выставить длину наконечника в блоке «Инструменты», подробное описание представлено в п.5.5.

5.5.6 Отмена регистрации

При неудовлетворительно проведенной регистрации возможно проведение повторной регистрации. Отмена регистрации выполняется с помощью центральной (зеленой) кнопки педали или по нажатию на кнопку «Отмена регистрации» в блоке «Регистрация»:

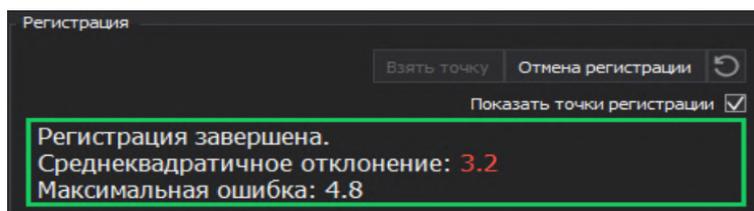


Рисунок 93 – Подсказка при регистрации

Отмена регистрации с помощью педали производится длительным нажатием на зеленую (центральную) кнопку педали, при этом появляется окно отмены регистрации.

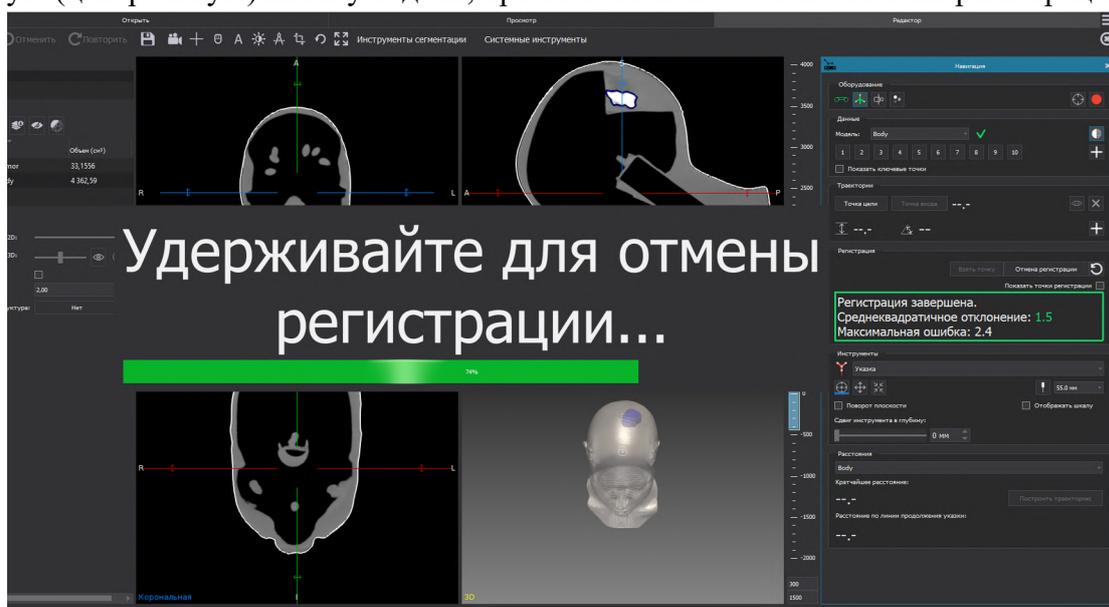


Рисунок 94 – Отмена регистрации с педали

Если повторная регистрация по каким-то причинам является хуже предыдущей – существует возможность возврата к предыдущей регистрации по кнопке «Вернуться к предыдущей регистрации» или с помощью нажатия на среднюю кнопку педали. Подробнее режимы работы педали представлены в п.5.7.

Возврат к предыдущей регистрации возможен только если было выполнено 2 и более регистрации, при этом возврат возможен только к предыдущей регистрации. При возврате к предыдущей регистрации точки регистрации восстанавливаются. Отображение точек возможно с помощью чекбокса «Показать точки регистрации».

5.6. Настройка прозрачности модели

Во время установки ключевых точек на поверхности тела модель поверхности требуется непрозрачной, т. к. необходимо видеть анатомические ориентиры и проводить регистрацию.

После проведения регистрации, при поиске патологических очагов с помощью навигационной указки удобнее отображение модели регистрации полупрозрачной, для четкой видимости патологических очагов и других областей интереса.

Для быстрого переключения между непрозрачным и полупрозрачным отображением модели регистрации в плагине «Навигация» предусмотрена кнопка переключения значения прозрачности 3D-модели, по которой выполнена регистрация. Кнопка «Прозрачность модели» одним нажатием позволяет сделать непрозрачную модель полупрозрачной (50 %), и наоборот. Более тонкая настройка степени прозрачности модели поверхности тела, а также настройка значения прозрачности других моделей проекта, выполняется с помощью параметра «Непрозрачность 3D» блока «Свойства», описанного в разделе 7.3.6.

5.7. Режимы работы при навигации

После проведения регистрации доступна работа с режимами навигации. Работа с режимами выполняется в плагине «Навигация» и/или с помощью левой кнопки педали.

Стандартным отображением указки является отображение указки на 3D-модели и проекциях, при этом на проекциях указка отображается зеленой линией, тонкой зеленой линией отображается линия продолжения указки на проекциях:

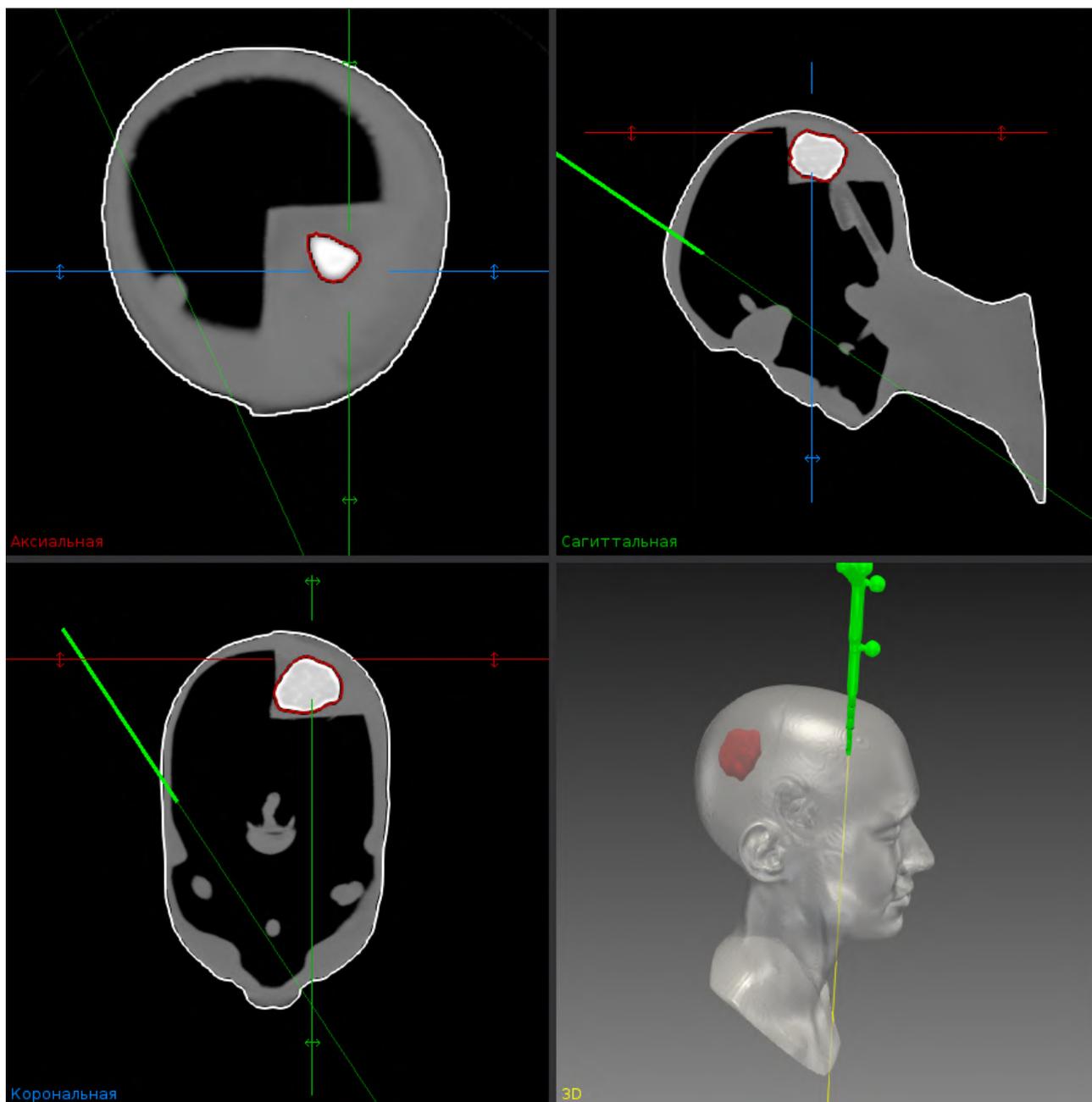


Рисунок 95 – Стандартное отображение указки

При отсутствии видимости указки, указка становится красной, затем исчезает как на 3D-модели так и проекциях (аксиальной, корональной, сагиттальной).

Активация режимов навигации выполняется с помощью кнопок в плагине «Навигация» или с помощью выбора режима с меню режимов с помощью синей кнопки педали.

При активации режима «Прицеливание» изменяется формат отображения данных: на 3D-модели отображается место касания наконечника указки/инструмента в виде черной точки, на срезах отображается проекция указки/инструмента:

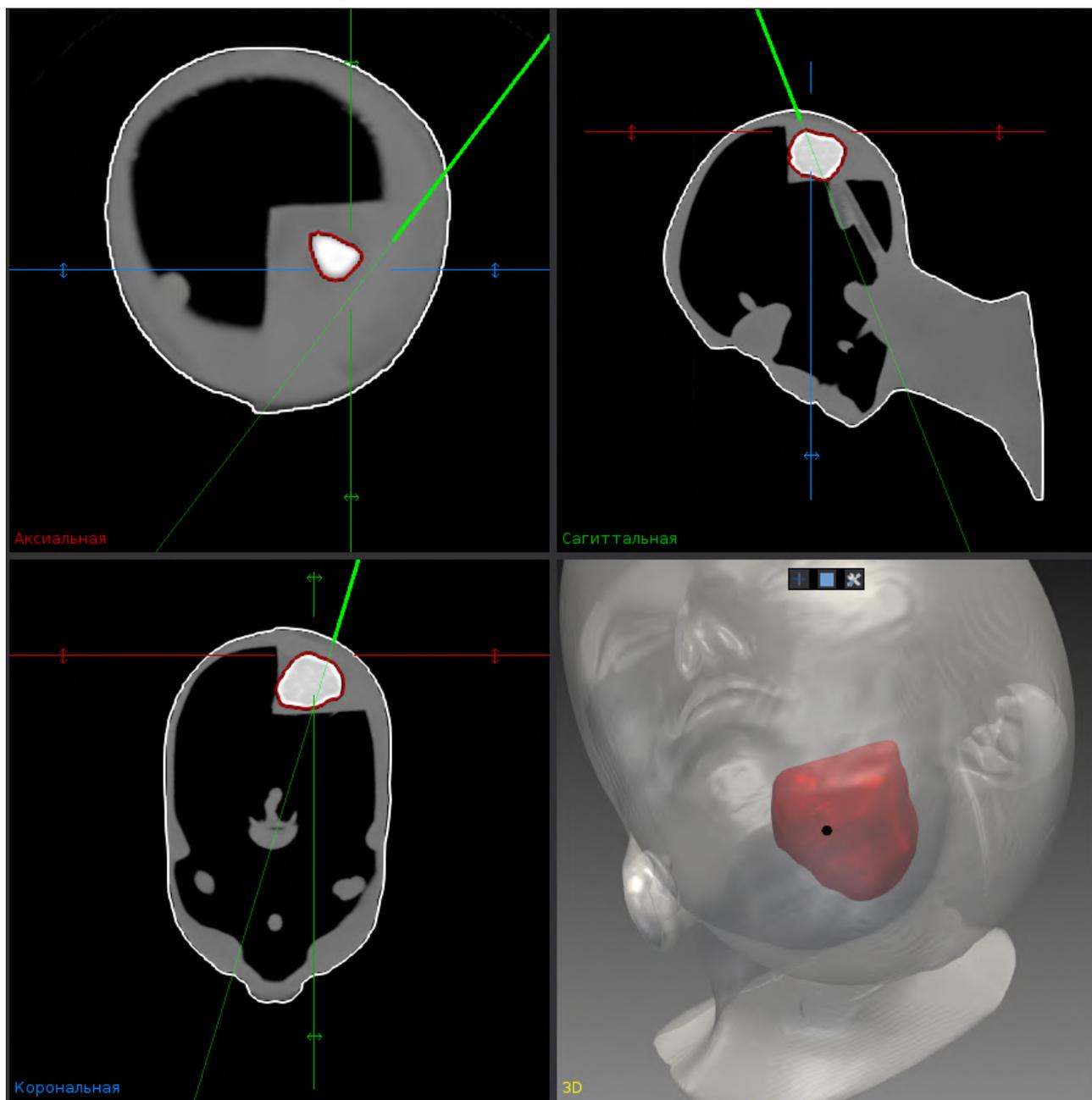


Рисунок 96 – Формат отображения данных в режиме «Прицеливание»

Режим «Следование» позволяет изменить положение указки/инструмента на плоскостях в соответствии с реальным положением кончика указки/инструмента:

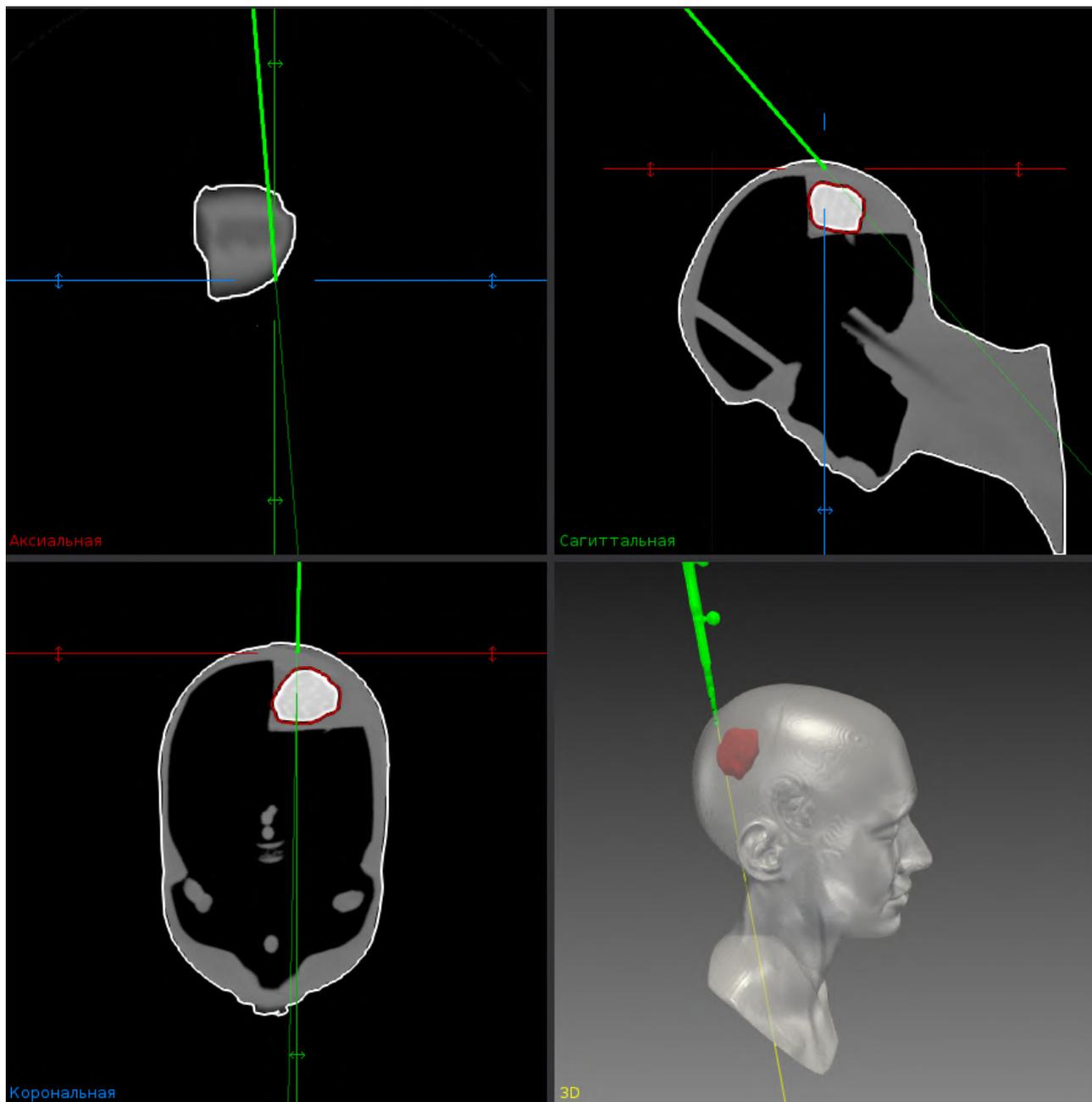


Рисунок 97 – Формат отображения данных в режиме «Следовать за кончиком указки»

Режимы работы «Следование» и «Прицеливание» могут работать одновременно и активироваться независимо один от другого.

При работе в режиме «Следование» и «Однократное перемещение» возможно изменение положения плоскостей для соответствия плоскостям инструмента, для этого необходимо активировать чекбокс «Поворот плоскости»:



Рисунок 98 – Изменение положения плоскостей

Изменение положения бегунка параметра «Сдвиг среза в глубину» позволяет «увидеть» вглубь данных без необходимости физического углубления указки. Первоначальное положение бегунка – крайнее левое, при сдвиге его вправо происходит углубление указки только по срезам. Значение сдвига задается с помощью поля для ввода данных. Ввод значения сдвига возможен напрямую с клавиатуры и с помощью стрелок.

Положение кончика указки определяется по желтой утолщенной линии на срезах и по синей точке на 3D-модели.

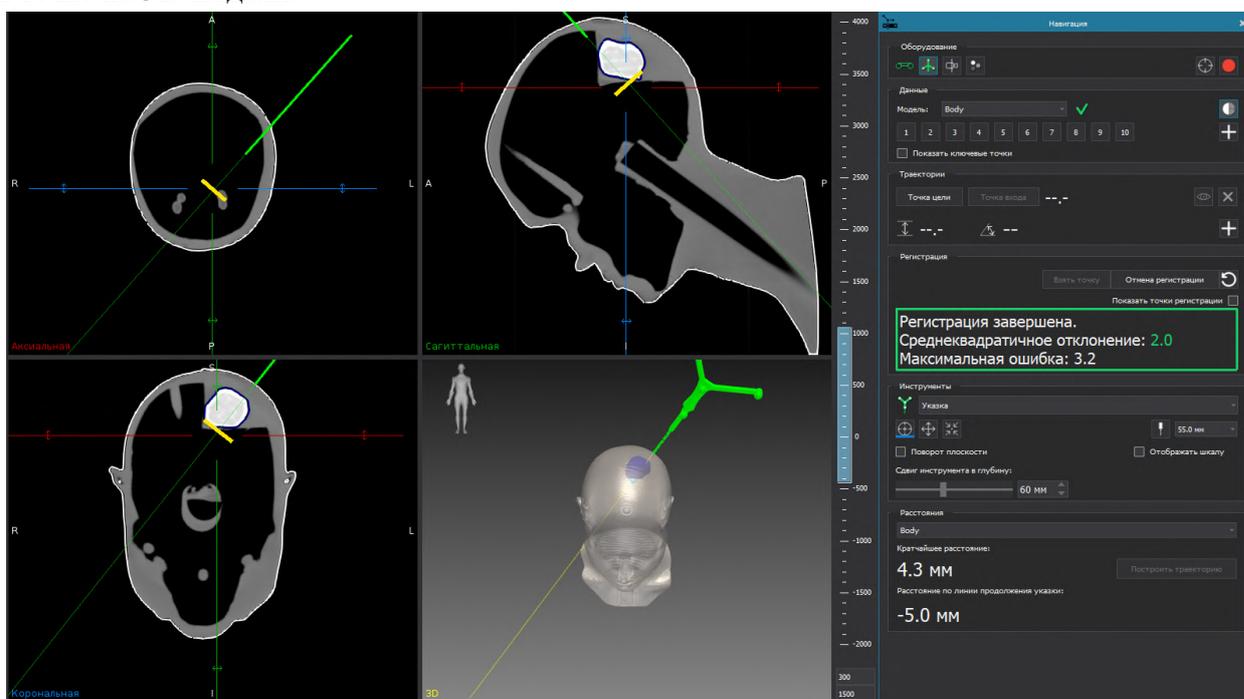


Рисунок 99 – Отображение положения кончика указки при работе со сдвигом среза в глубину

Отображение положения кончика является единым по срезам вне зависимости от выбранного варианта отображения перекрестья. Выбор варианта отображения перекрестья выполняется по кнопке «Режимы перекрестья» в верхней командной строке.

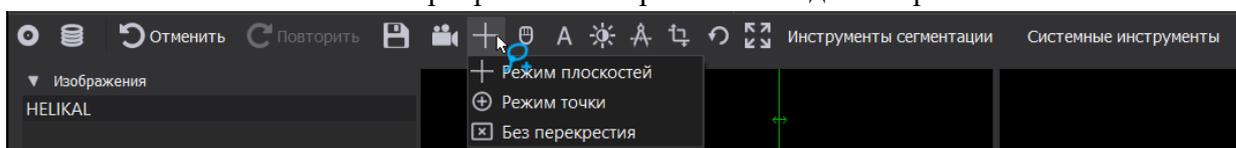


Рисунок 100 – Выбор варианта отображения перекрестья

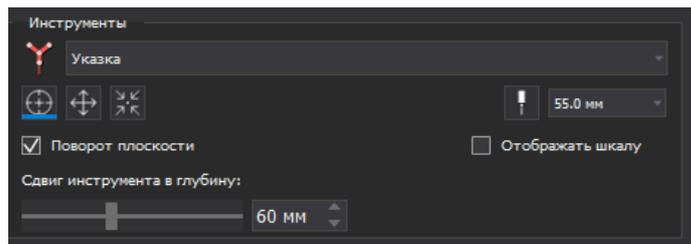


Рисунок 101 – Сдвиг среза в глубину

При активации чек-бокса «Отображать шкалу» на срезах отображается шкала с делениями в 5 мм.

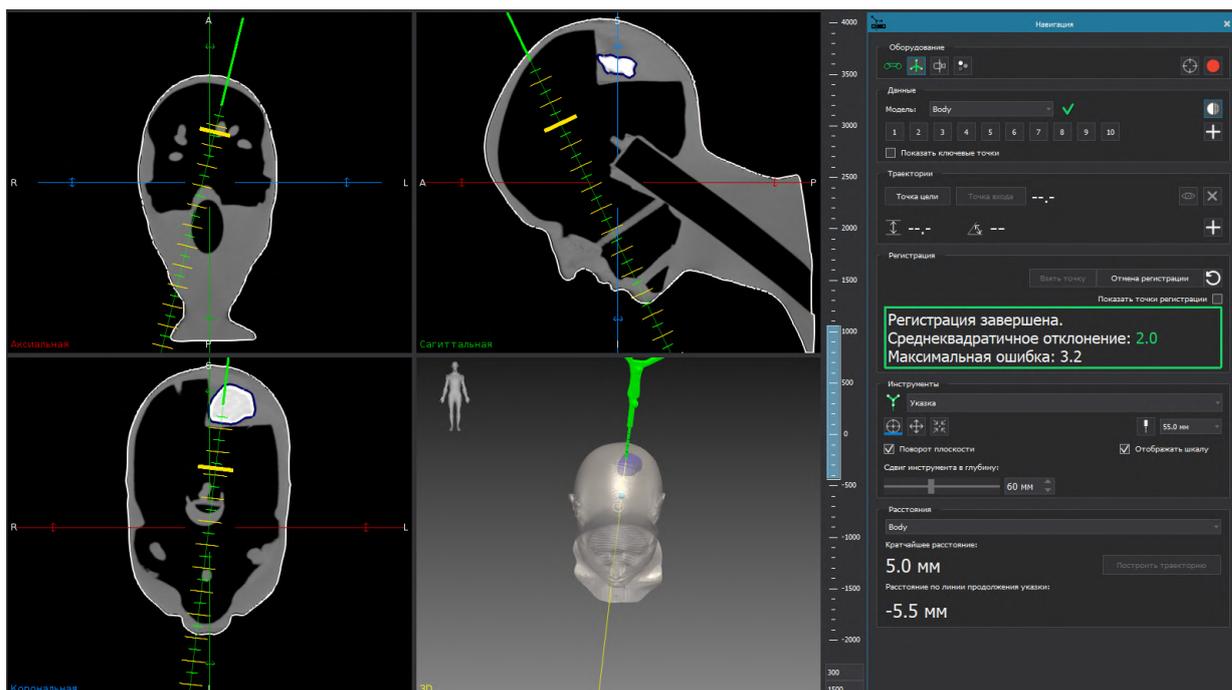


Рисунок 102 – Отображение данных при активированной настройке «Отображать шкалу»

Возможно изменение значения показателя «Сдвиг среза в глубину» на любом этапе работы:

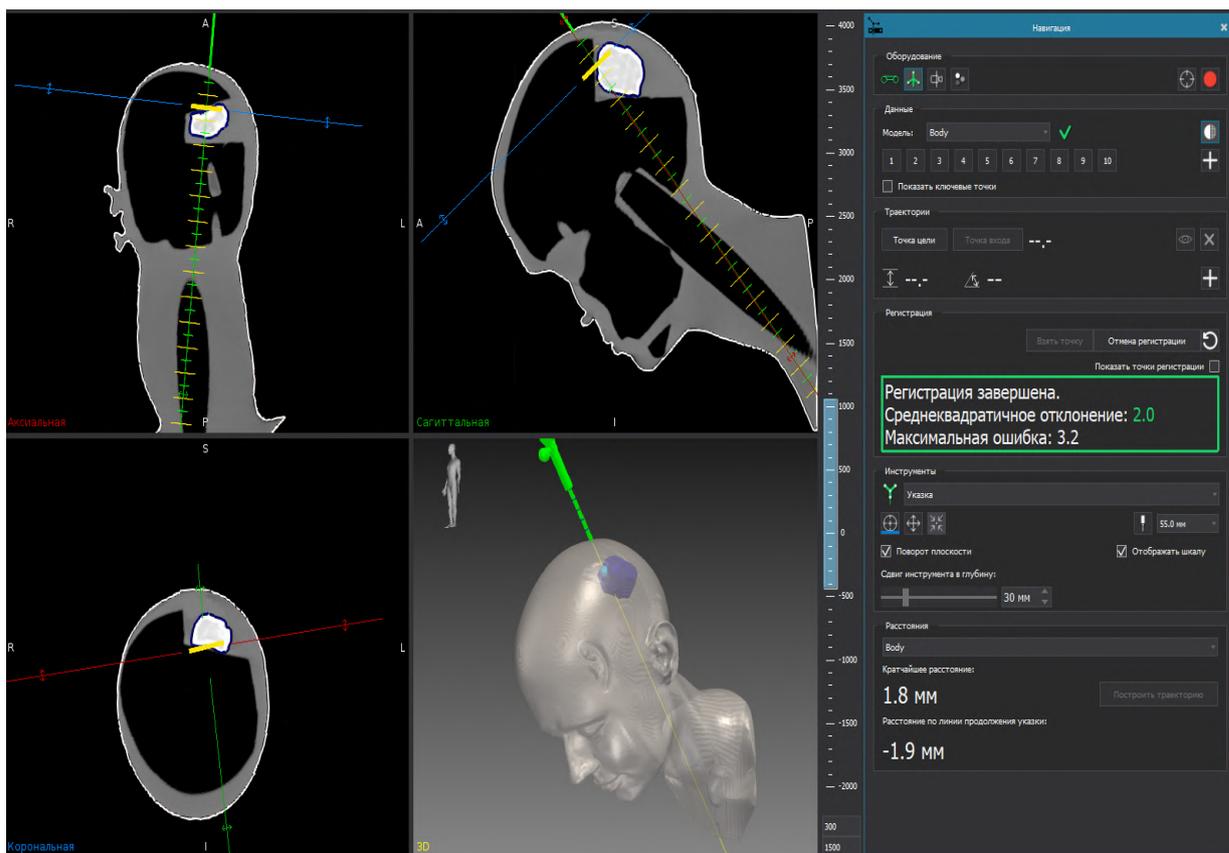


Рисунок 103 – Отображение данных при работе со сдвигом среза в глубину

При деактивации чекбокса «Повернуть плоскости» плоскости остаются в последнем положении. Возврат к исходному положению плоскостей выполняется по кнопке «Вернуть плоскости в первоначальное положение» в верхней командной строке. При выборе с педали режима «Режим по умолчанию» положение плоскостей и 3D-модели возвращается в исходное, первоначальное положение:



Рисунок 104 – Возврат плоскостей в первоначальное положение

Для однократного перемещения положения кончика указки/инструмента в плоскостях в соответствии с реальным положением кончика указки/инструмента используется режим «Однократное перемещение».

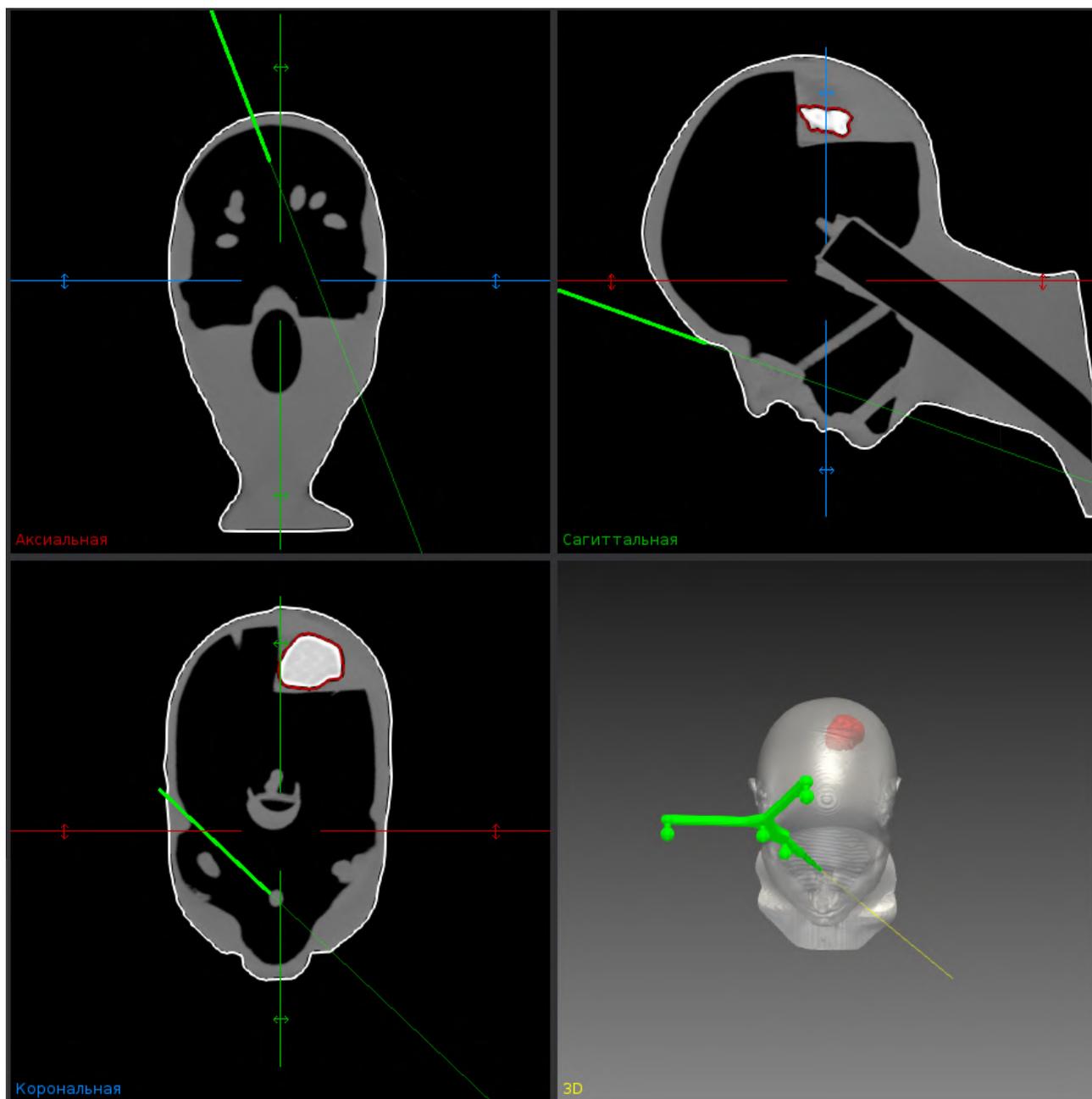


Рисунок 105 – Однократное перемещение кончика указки

Работа с режимами навигации возможна с помощью педали синего цвета. Информация о назначении каждой кнопки педали представлена в настройках программы (*Настройки – Горячие клавиши – Педаль*).

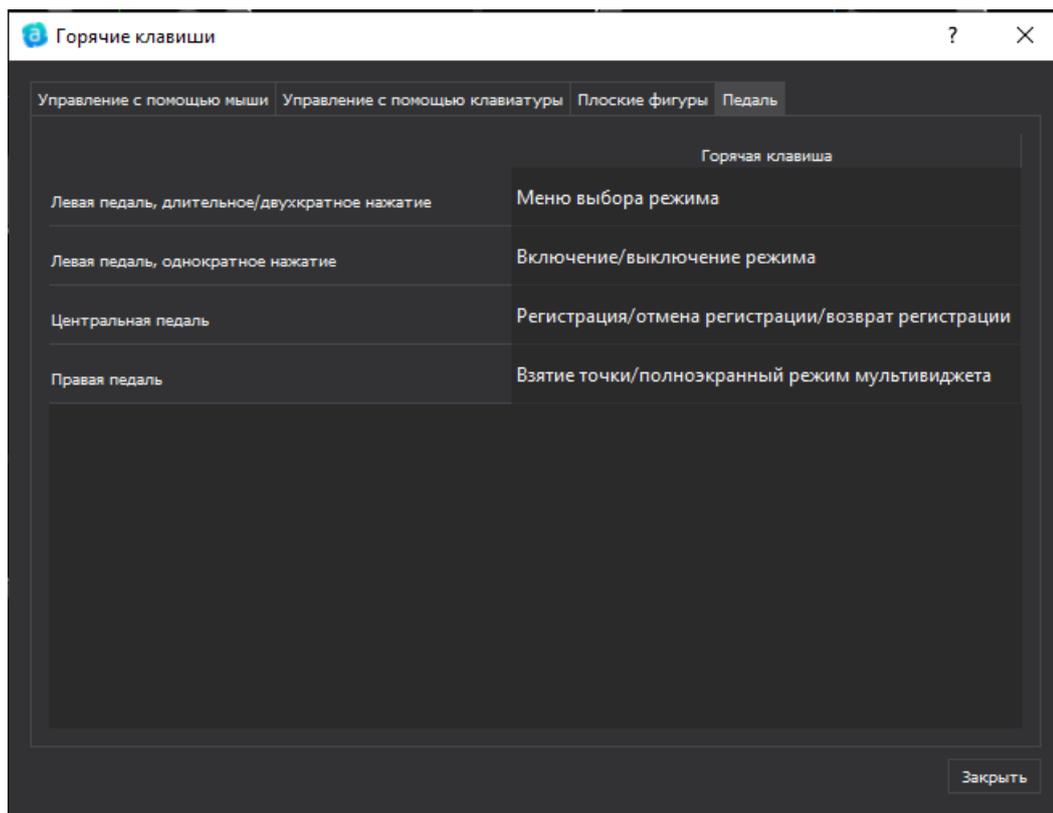


Рисунок 106 – Значение кнопок педали

Левая кнопка педали отвечает за вызов меню выбора режима навигации. Вызов меню производится по длительному нажатию левой кнопки педали в течении 3-х секунд, либо по двойному нажатию:

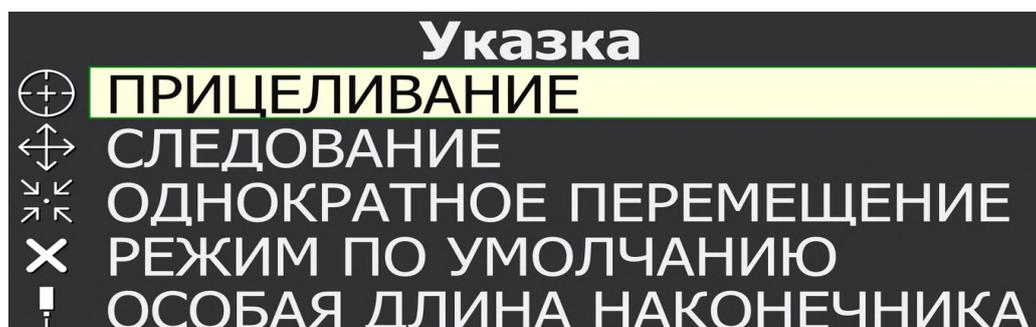


Рисунок 107 – Меню выбора режима навигации

Переключение между режимами в меню производится по однократному нажатию левой кнопки педали. При отсутствии нажатия на левую кнопку педали в течении 5 секунд меню выбора режимов закрывается. Индикация выбранного режима работы дублируется в плагине «Навигация», активный режим педали подсвечивается синей линией внизу кнопки.

5.8. Работа с канюлированной указкой

При работе с канюлированной указкой необходимо задание длины наконечника. Особая длина наконечника задается в блоке «Инструменты». Длина наконечника задается от 0 до 300 мм с помощью ввода значения с клавиатуры или с помощью стрелок вверх/вниз.

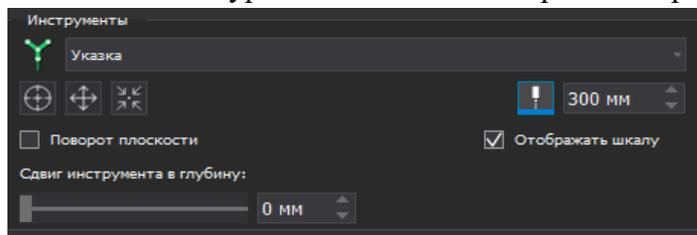


Рисунок 108 – Задание особой длины наконечника

Переключение на работу с особой длиной наконечника — для канюлированной указки — выполняется в меню с помощью левой кнопки педали или с помощью кнопки «Особая длина наконечника» в блоке «Инструменты». При отключении режима «Особая длина наконечника» используется длина наконечника указки, заданная ранее.

 Проведение регистрации указкой с особой длиной наконечника невозможна.

5.9. Работа с инструментами

После проведения регистрации доступна работа с режимами навигации для откалиброванных инструментов. Работа с режимами выполняется в плагине «Навигация» и/или с помощью левой (синей) кнопки педали.

Активный инструмент отображается в блоке «Инструменты». При внесении в поле видимости стереокамеры инструмента с инструментальной системой сфер 1 в блоке «Инструменты» будет отображаться «Инструмент 1» и иконка видимости данного инструмента.

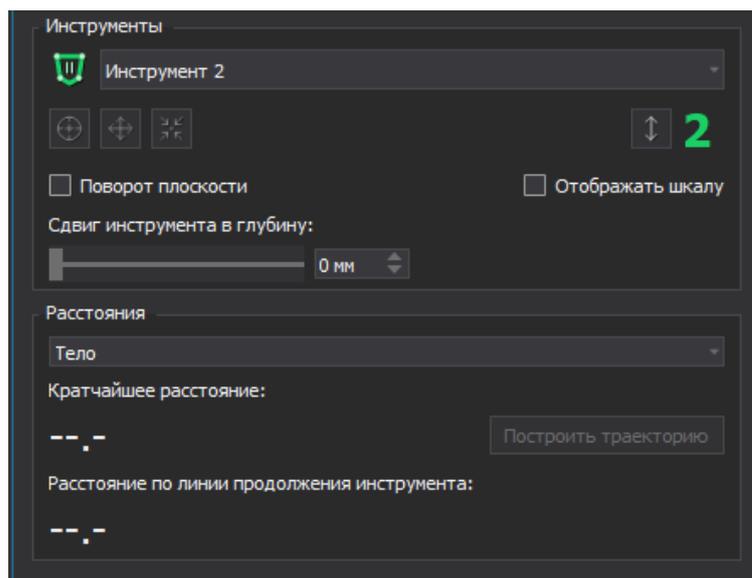


Рисунок 109 – Отображение активного инструмента

Стандартным отображением инструмента является отображение инструмента на 3D-модели в виде шила с соответствующей цифрой на 3D-модели и на проекциях, при этом на проекциях инструмент отображается зеленой линией, тонкой зеленой линией отображается линия продолжения инструмента на проекциях:

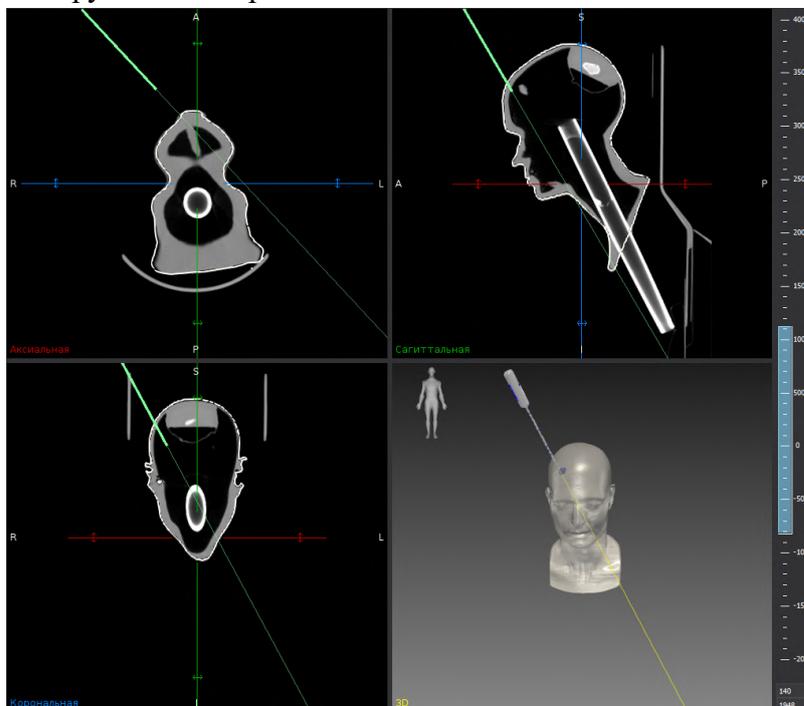


Рисунок 110 – Отображение инструмента на 3D-модели и плоскостях

Работа с режимами навигации для инструмента аналогична работе с режимами навигации для указки. При вызове меню для инструмента наверху отображается инструмент для которого производится выбор режима. Подробное описание режимов навигации представлено в п.5.7

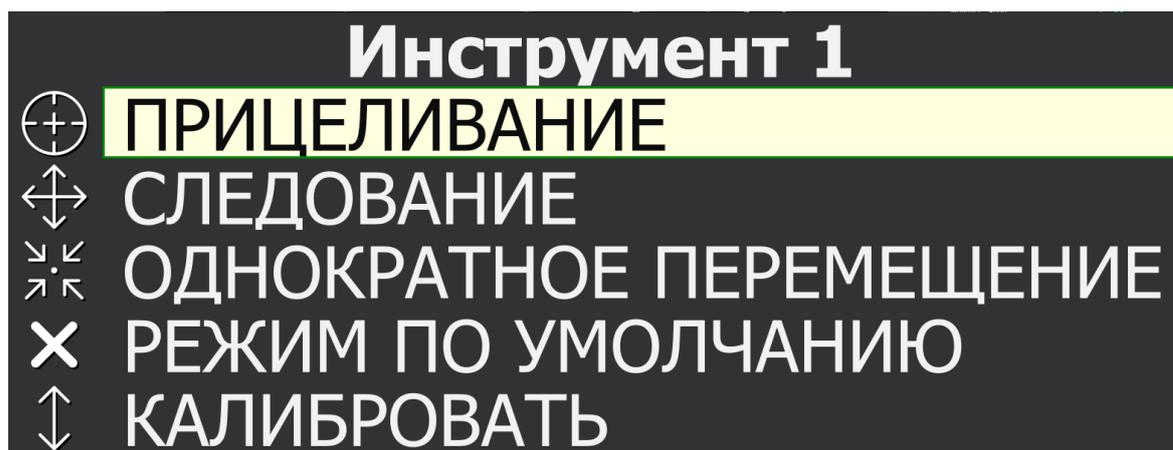


Рисунок 111 – Меню режимов для инструмента

Возможна одновременная работа с 2 инструментами, при этом режимы навигации и отображение данных в блоке «Расстояния» будут производиться для активного инструмента - первого внесенного в область видимости стереокамеры.

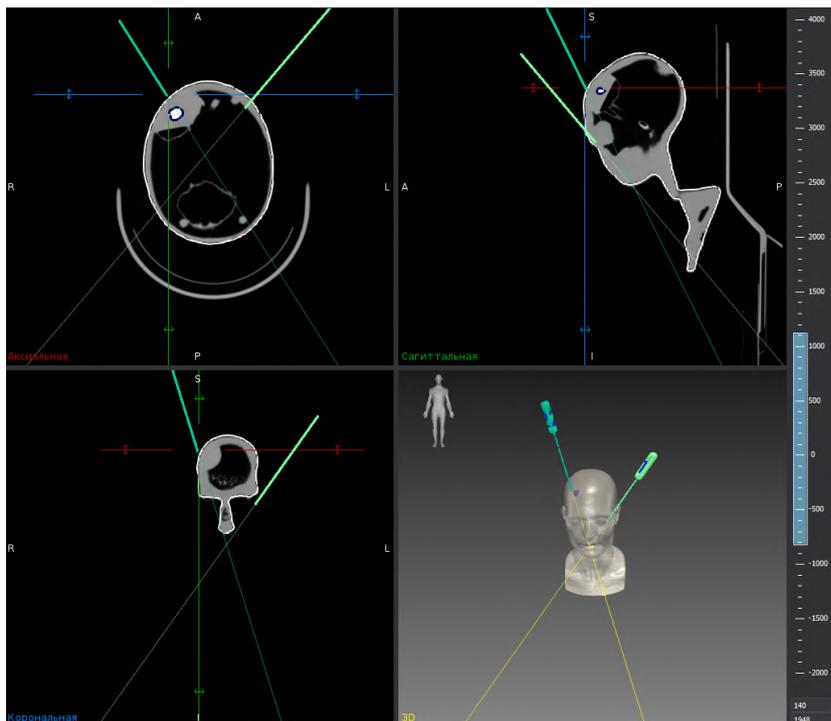


Рисунок 112 – Работа с несколькими инструментами

При внесении инструмента в поле видимости стереокамеры после навигационной указки режимы навигации и отображение данных в блоке «Расстояния», а также вызов меню выбора режимов будут производиться для инструмента.

⚠ При работе с несколькими инструментами расстояния определяются относительно активного инструмента.

5.10. Измерение расстояний при навигации

В блоке «Расстояние» отображается информация о кратчайшем расстоянии и расстоянии по линии продолжения указки/инструмента в соответствии с заданными параметрами:

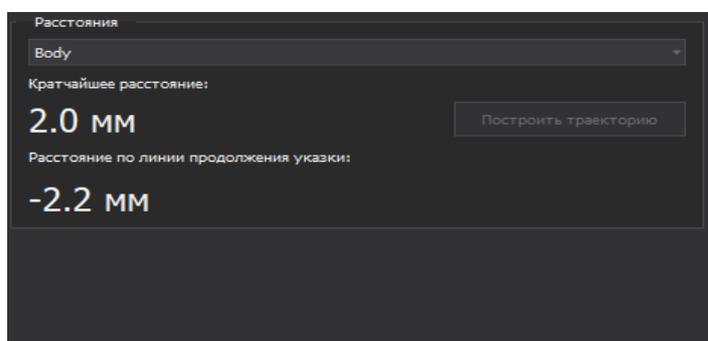


Рисунок 113 – Блок данных «Расстояние»

Первоначально в блоке «Расстояние» указывается модель для которой была выполнена регистрация. При необходимости и наличии других моделей возможно изменение данного параметра с помощью выпадающего списка.

5.11. Полноэкранный режим

При работе с навигацией возможно изменение отображения данных на экране монитора и переход в полноэкранный режим мультивиджета.

Переход в полноэкранный режим мультивиджета возможен с помощью кнопки в верхней командной строке:

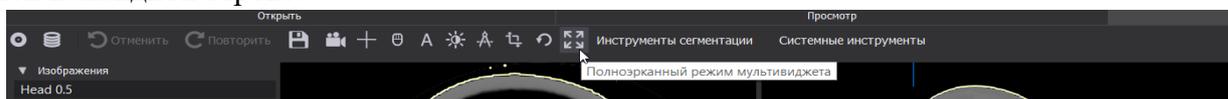


Рисунок 114 – Полноэкранный режим мультивиджета

При нажатии на данную кнопку экран мультивиджета отображается на весь монитор, при этом в верхнем левом углу отображается информация о видимости базисной системы сфер, работы камеры и значение расстояния до выбранной модели. В правой части отображается информация об активном инструменте, режиме работы навигации, значения дистанции и угла до активной траектории (при наличии установленной траектории):

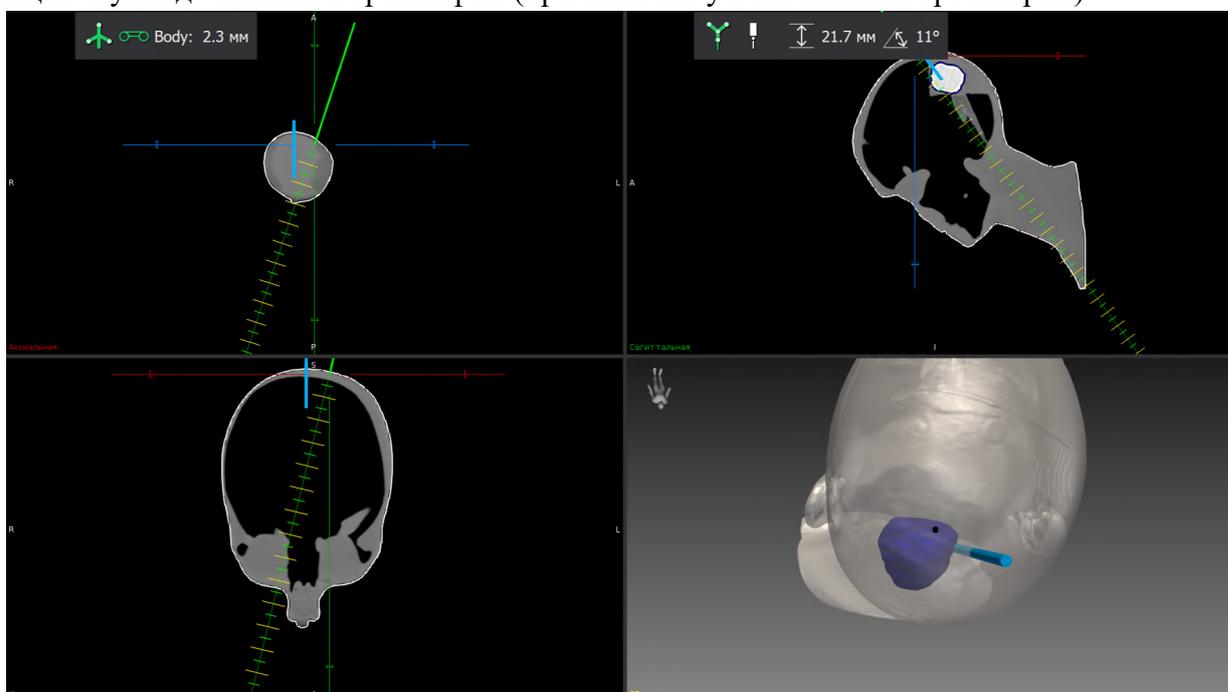


Рисунок 115 – Полноэкранный режим мультивиджета

Выход из полноэкранного режима выполняется по кнопке Esc. Возможно переключение в полноэкранный режим с помощью педали (при выполненной регистрации) при нажатии на правую (желтую) кнопку. Повторное нажатие на правую кнопку педали обеспечивает выход из полноэкранного режима мультивиджета.

 Производитель рекомендует работу в полноэкранный режиме мультивиджета при наличии регистрации.

6. Настройка навигации

Работу с системой навигации «Автоплан» необходимо начинать с настройки и проверки работоспособности системы. Для работы с настройками необходимо в верхнем правом углу нажать кнопку «Открыть настройки Автоплана». В появившемся списке выбрать пункт «Настройки...» (рисунок 116).

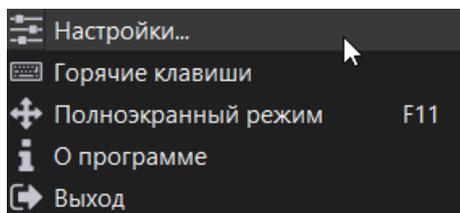


Рисунок 116 – Настройки системы «Автоплан»

Настройки, необходимые для навигации отражены в пункте меню «Навигация»:

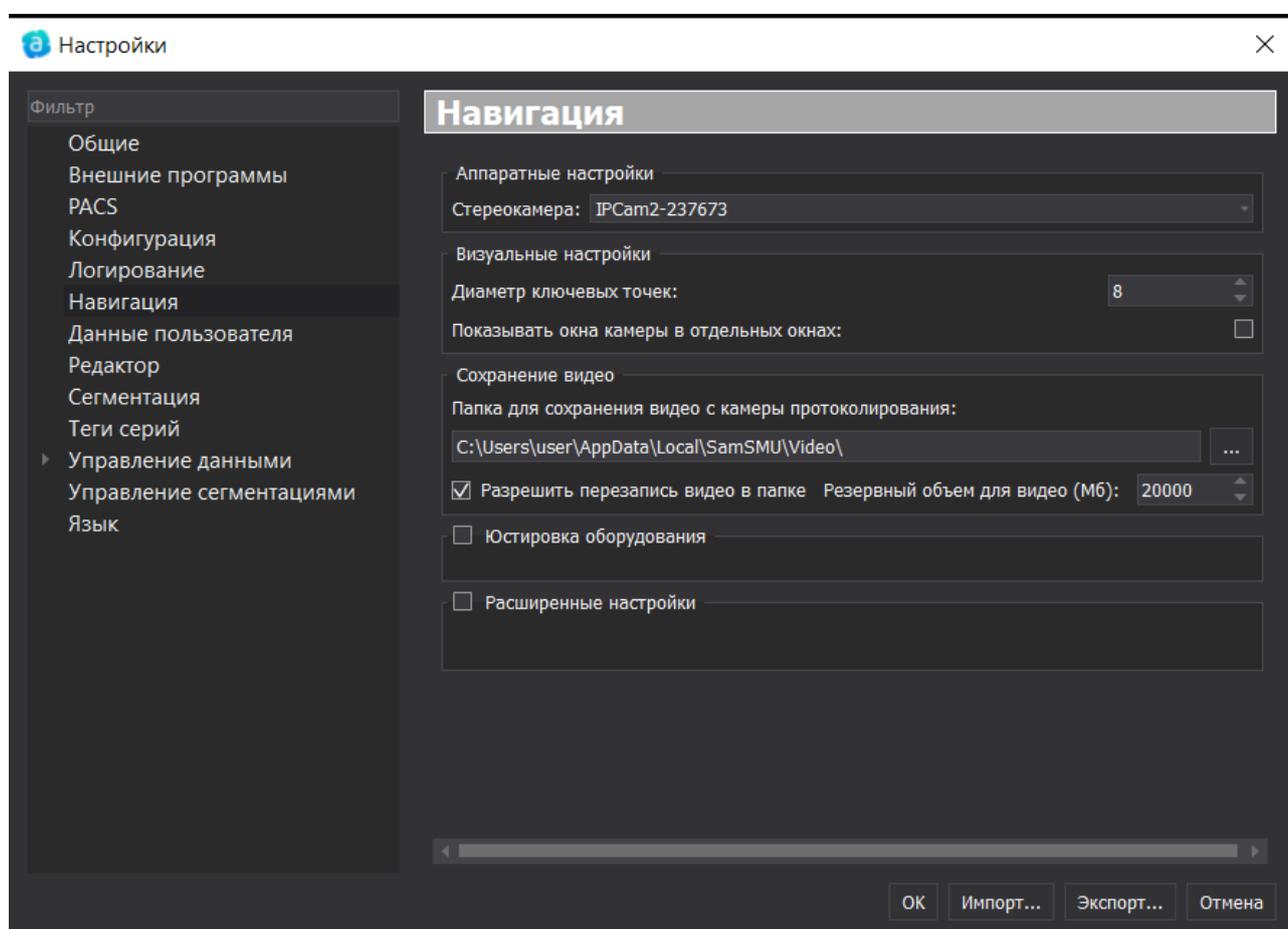


Рисунок 117 – Настройки навигации

Все настройки сгруппированы. Выделяются следующие группы настроек: «Аппаратные настройки», «Визуальные настройки», «Сохранение видео», «Юстировка оборудования», «Расширенные настройки».

6.1. Аппаратные настройки

В блоке «Аппаратные настройки» представлены настройки, касающиеся инструментария и аппаратной части:

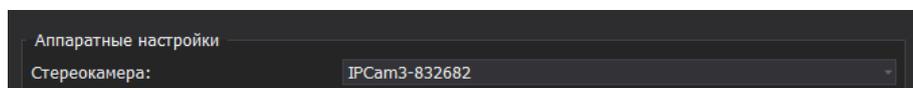


Рисунок 118 – Аппаратные настройки

Значения настройки устанавливаются производителем по умолчанию.

6.2. Визуальные настройки

В блоке «Визуальные настройки» представлены настройки, отвечающие за отображение окон камер и ключевых точек при навигации. Изначальные значения параметров задаются производителем. Изменение визуальных параметров производится по указателям в конце поля или с помощью чекбоксов.

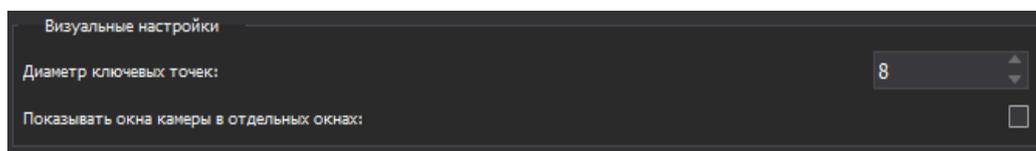


Рисунок 119 – Визуальные настройки

6.3. Сохранение видео

В блоке настроек «Сохранение видео» отображаются параметры для записи видео с камеры протоколирования – центральной камеры.

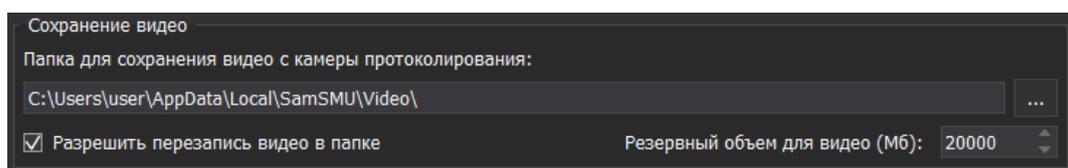


Рисунок 120 – Сохранение видео

 При активации чекбокса «Разрешить перезапись видео в папке» ранее сделанные записи при превышении резервного объема для видео будут удалены.

По умолчанию задан путь для сохранения видео с камеры протоколирования, изменение пути выполняется при нажатии на кнопку «...» в конце строки. Видео с камеры протоколирования записывается в формате mp4, название файла имеет формат: Autoplan_дата_время».

6.4. Юстировка оборудования

Блок «Юстировка оборудования» предназначен для юстировки стереокамеры и камеры протоколирования. Параметры юстировочной доски установлены производителем.

Юстировка – совокупность операций по приведению оптического прибора в рабочее состояние, обеспечивающее точность, правильность и надежность работы. При юстировке осуществляется проверка и наладка камер, достигается их корректное взаиморасположение и взаимодействие.

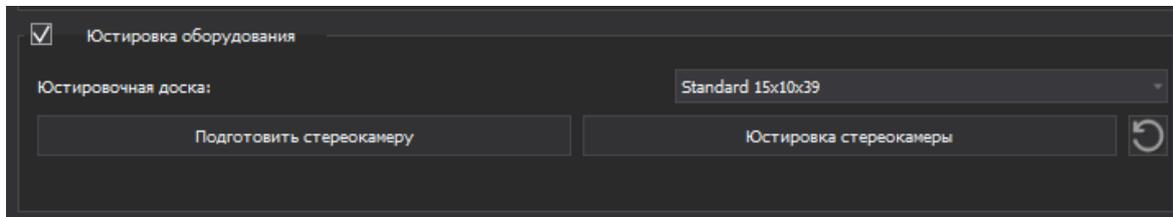


Рисунок 121 – Юстировка оборудования

6.4.1 Юстировка стереокамеры

Для юстировки стереокамеры необходимо вначале выполнить подготовку стереокамеры, по кнопке «Подготовить стереокамеру»:

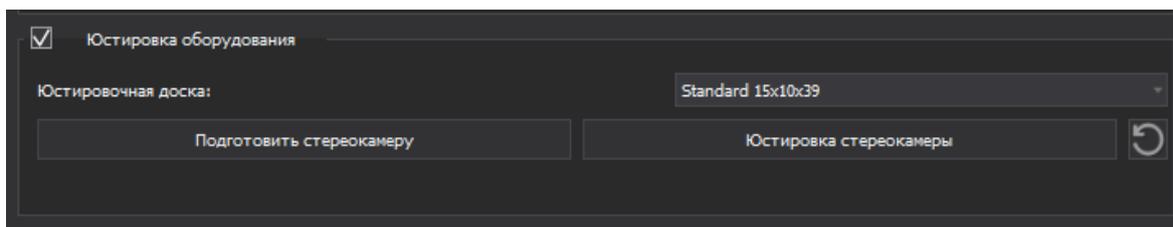


Рисунок 122 – Юстировка стереокамеры

Информация с камер выводится в отдельных окнах.

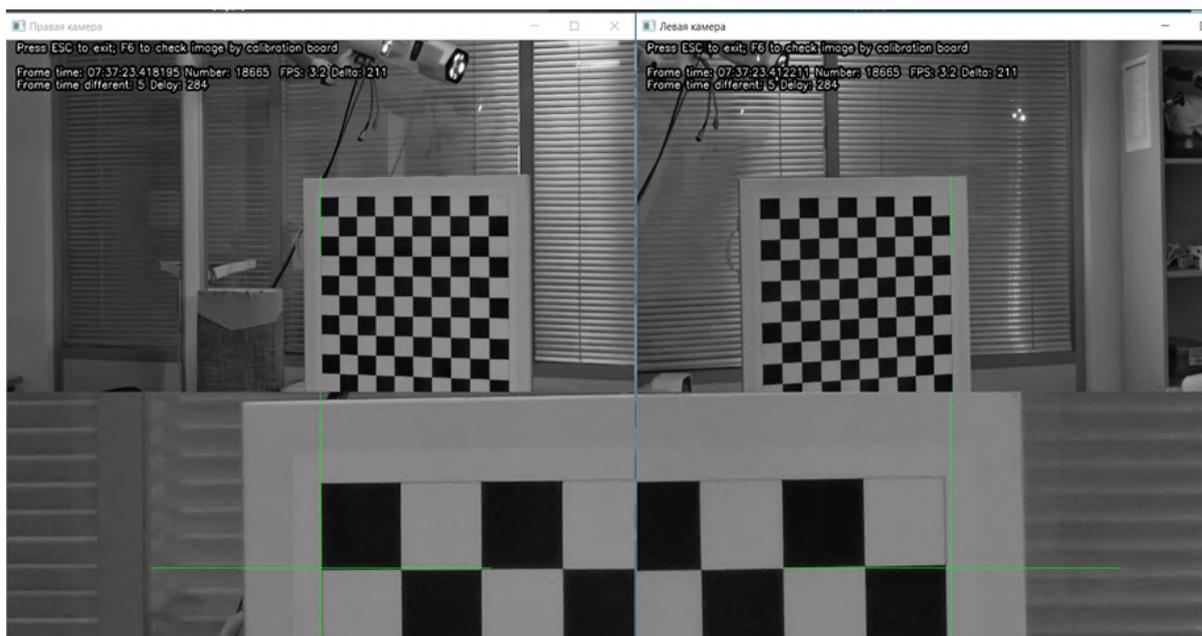


Рисунок 123 – Отображение данных с камер при подготовке к юстировке

Выход осуществляется по кнопке Esc на клавиатуре.

После того как выполнена подготовка стереокамеры возможно проведение юстировки по кнопке «Юстировка стереокамеры»

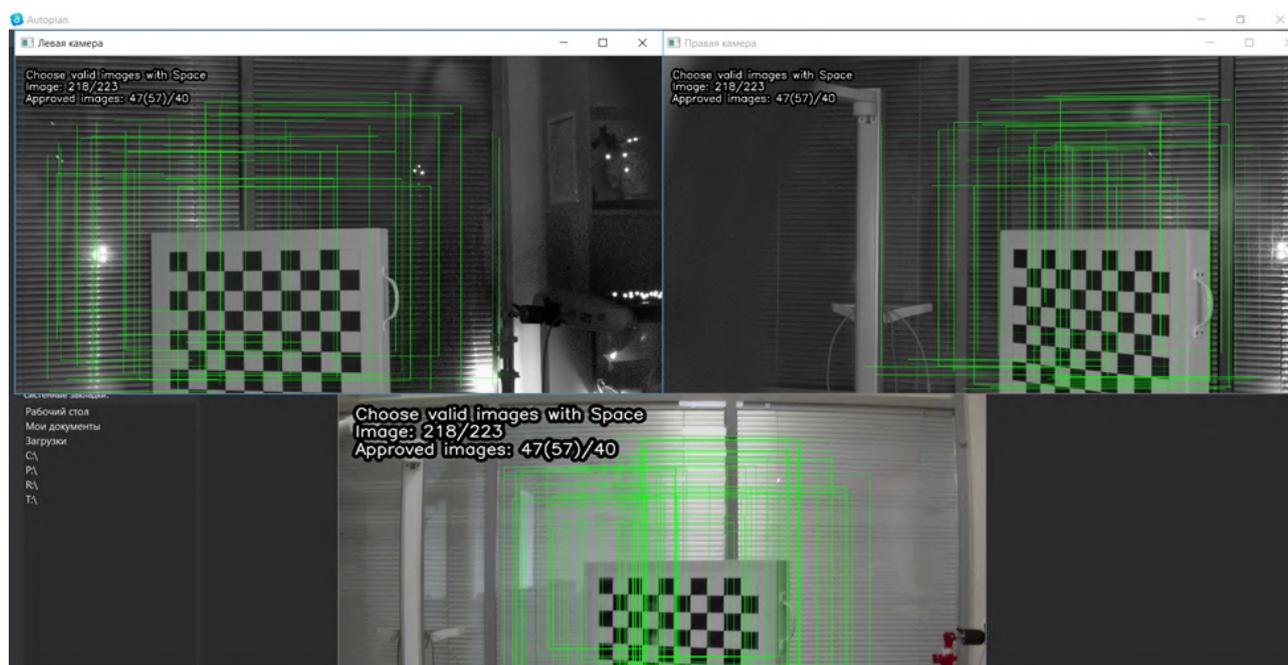


Рисунок 124 – Отображение данных с камер при юстировке

Для юстировки стереокамеры необходимо в поле видимости камеры внести юстировочную доску и перемещать ее по всей рабочей области стереокамеры по схеме:

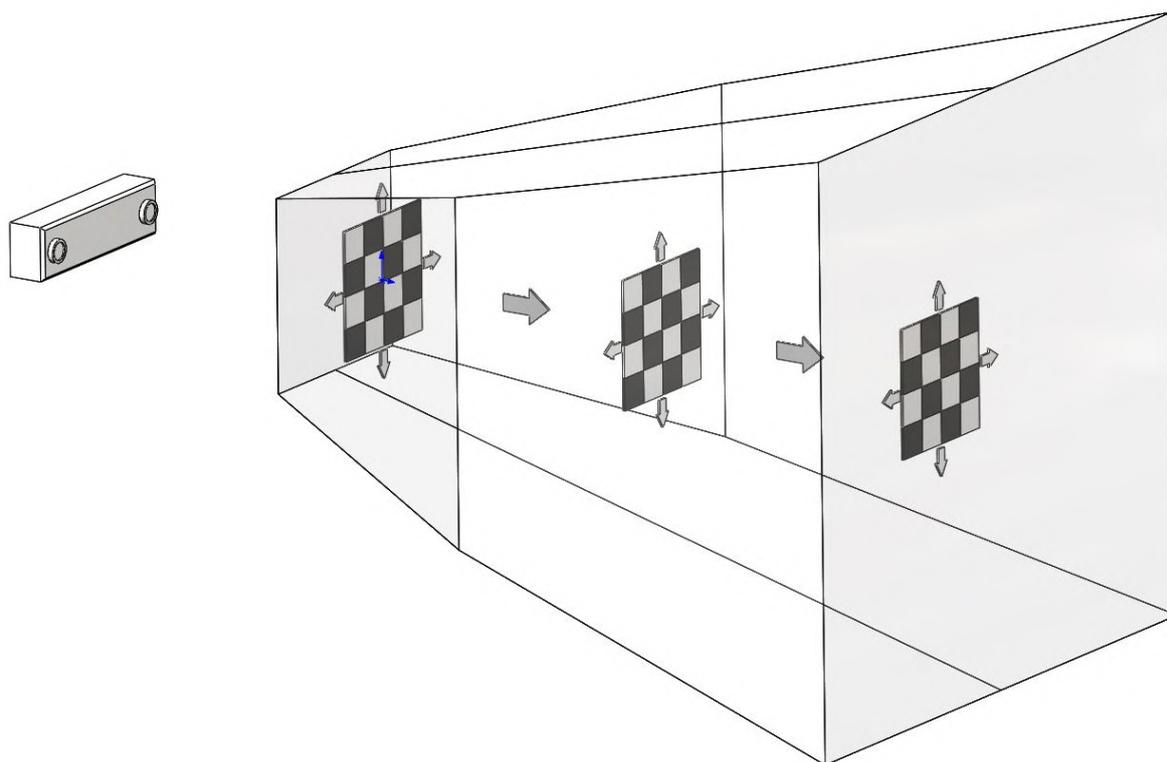


Рисунок 125 – Схема перемещения юстировочной доски

После нажатия кнопки Esc на клавиатуре выполняется отбор кадров для проведения юстировки. Минимальное количество успешных кадров (Approved images) 40. После отбора кадров для юстировки запускается процесс юстировки стереокамеры. Длительность юстировки зависит от количества кадров. Выход из режима юстировки стереокамеры производится по кнопке Esc на клавиатуре. Возможна отмена произведенной юстировки по кнопке «Отменить юстировку стереокамеры»:

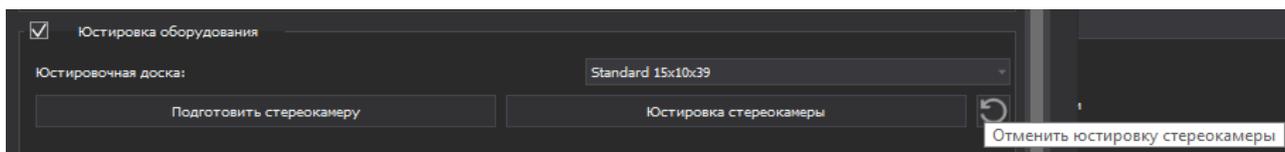


Рисунок 126 – Отмена юстировки стереокамеры

6.5. Расширенные настройки

Значения параметров в блоке «Расширенные настройки» задаются производителем, при активации чекбоксов «Информация о позиции систем сфер» на окна с камер дополнительно выводится отладочная информация.

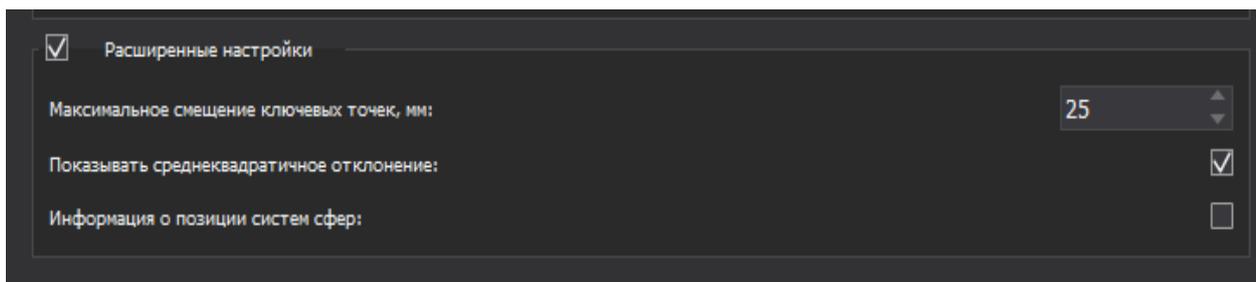


Рисунок 127 – Расширенные настройки

Ограничение смещения ключевых точек выполняется в соответствии со значением в параметре «Максимальное смещение ключевых точек, мм». По умолчанию значение равно 25 мм. Диапазон возможных значений от 1 до 99.

7. Использование программного обеспечения

7.1. Загрузка данных

Загрузка данных в систему «Автоплан» выполняется на стартовом экране (рисунок 128). Система поддерживает загрузку данных из двух источников – файловой системы и сетевого хранилища медицинских изображений организации (PACS-сервера).

Загрузка из файловой системы используется, если исследование пациента было получено на лазерном диске (CD или DVD), на накопителе USB Flash Drive или было скачано по сети на локальный жесткий диск.

Загрузка из PACS-сервера используется, если система «Автоплан» подключена к сети медицинского учреждения и в этой сети используется сервер с хранилищем медицинских изображений, полученных от диагностического оборудования, в том числе томографов.

Для выбора способа загрузки необходимо переключиться на соответствующую вкладку стартового экрана– «Файловая система» или «PACS» (рисунок 128).

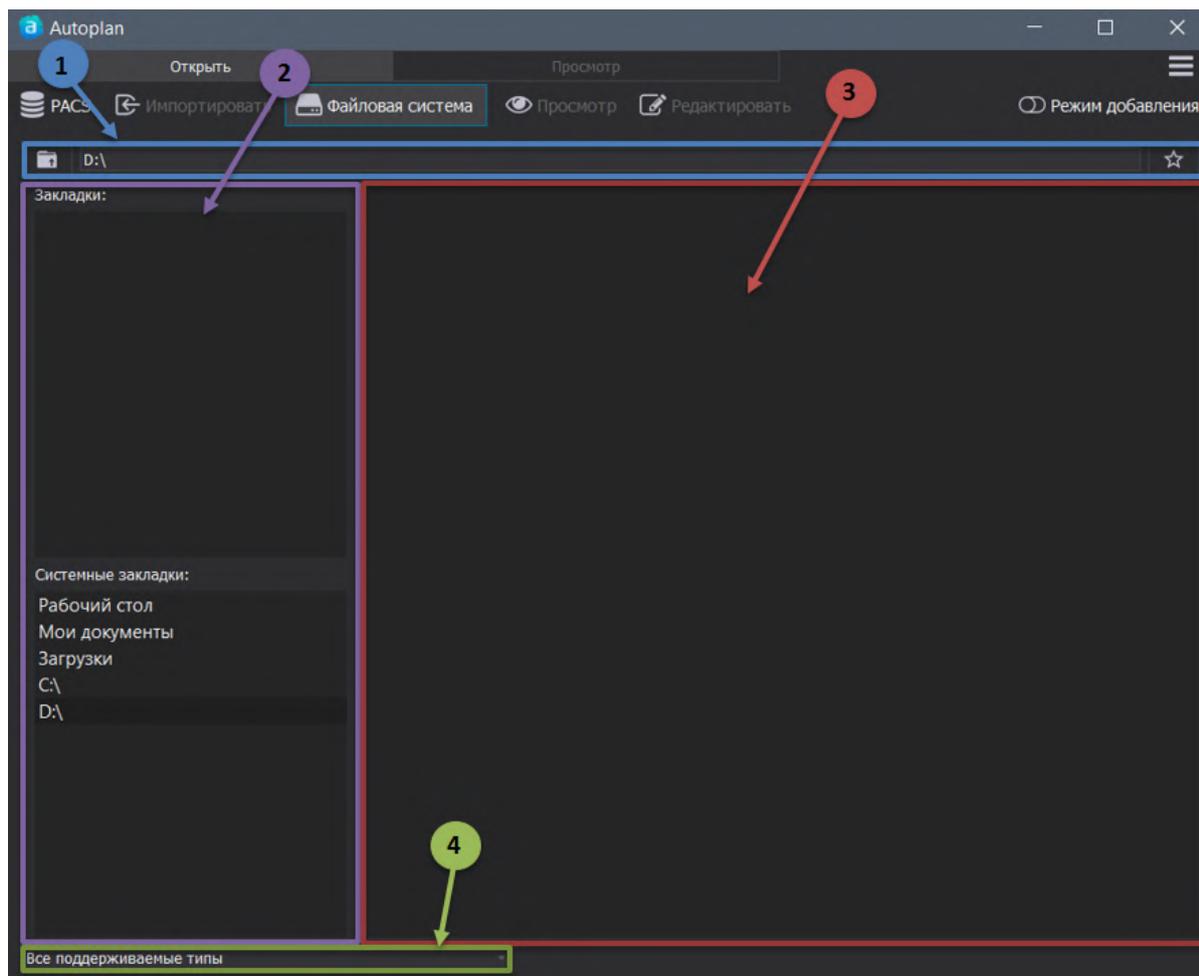


Рисунок 128 – Стартовый экран

7.1.1 Файловая система

Активная вкладка стартового экрана подсвечена (например, «Файловая система» на рисунке 128). Интерфейс загрузки данных из файловой системы состоит из нескольких частей.

1. Адресная строка (1) в файловой системе состоит из:
 -  – переход на один уровень вверх относительно текущей папки;
 - поле отображающее путь (местоположение) к текущей папке или поле для ввода пути к необходимой папке;
 -  – добавление и удаление текущей папки из списка Закладок.
2. Панель избранного (2) состоит из двух областей:
 - Закладки – список закладок, добавленных пользователем;
 - Системные закладки – список стандартных закладок (Рабочий стол, Мои документы, Загрузки и подключенные к системе диски).
3. В правой части окна (3) отображаются символы папок и дисков. Выбранная папка открывается по двойному щелчку левой кнопки мыши. В окне отобразится содержимое папки, в поле адресной строки указывается полный путь к папке. Если в

папке содержатся файлы DICOM, то они при двойном нажатии левой кнопки мыши по символу папки открываются в режиме «Просмотр».

4. Раскрывающийся список (4), содержит в себе типы файлов, поддерживаемых в программе «Автоплан»:

- Все поддерживаемые типы;
- Папки (DICOM);
- Архивы (zip);
- Плоские фигуры Автоплана (*.pfa);
- Проекты Автоплана (*.autoplan *.mitk);
- Contour File (*.cnt);
- ContourModelSet File (*.cnt_set);
- Диффузионные Изображения (*.dwi *.hdwi *.nrrd *.fsl *.fslgz *.nii *.nii.gz);
- Геометрии (*.mitkgeometry);
- Изображения (*. *PIC *.bmp *.gdc *.dcm *.dc3 *.ima *.img *.gipl *.gipl.gz *.hdf *.h4 *.hdf4 *.h5 *.hdf5 *.he4 *.he5 *.hd5 *.jpg *.jpeg *.mha *.mhd *.mrc *.rec *.nii *.nii.gz *.hdr *.hdr.gz *.img *.img.gz *.nia *.nrrd *.nhdr *.png *.raw *.spr *.tif *.tiff *.lsm *.vtk *.pic *.pic.gz *.pic *.vti *.vtk *.pvti);
- Наборы Навигационной Информации (*.csv *.xml);
- Плоские фигуры (*.pf);
- Наборы точек (*.mps);
- Q-Ball Изображения (*.qbi *.hqpi);
- Поверхности (*.obj *.ply *.stl *.pvt *.vtp *.vtk);
- Тензорные изображения (*.dti *.hdti);
- Неструктурированные Сетки VTK (*.pvtu *.vtk *.vtu);
- Неструктурированные Сетки VTK (*.vtk *.vtu).

При выборе папки, содержащей DICOM файлы, справа в файловой системе появляется панель с информацией о названии папки и количестве файлов в папке.

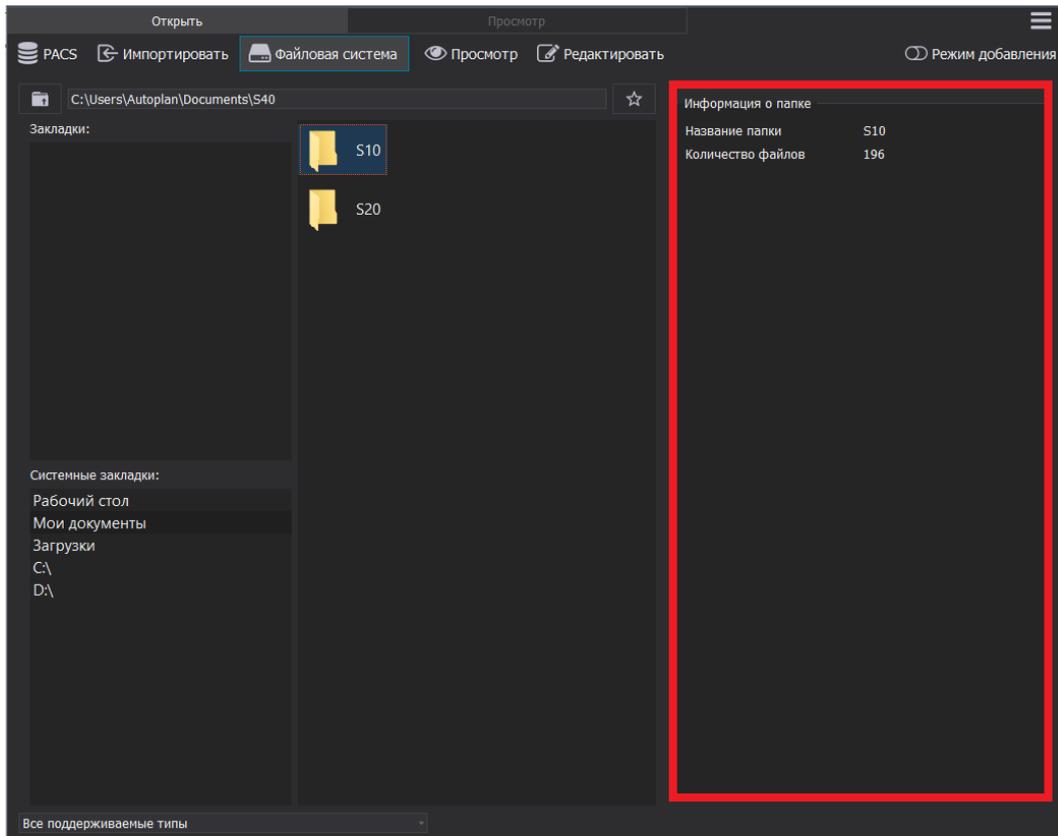


Рисунок 129 – Информация о папке

В верхнем блоке существует возможность добавления данных к ранее открытым с помощью активации параметра «Режим добавления» в верхней части командной строки.

7.1.2 PACS

Настроить PACS можно в настройках Автоплан (*Настройки-PACS*).

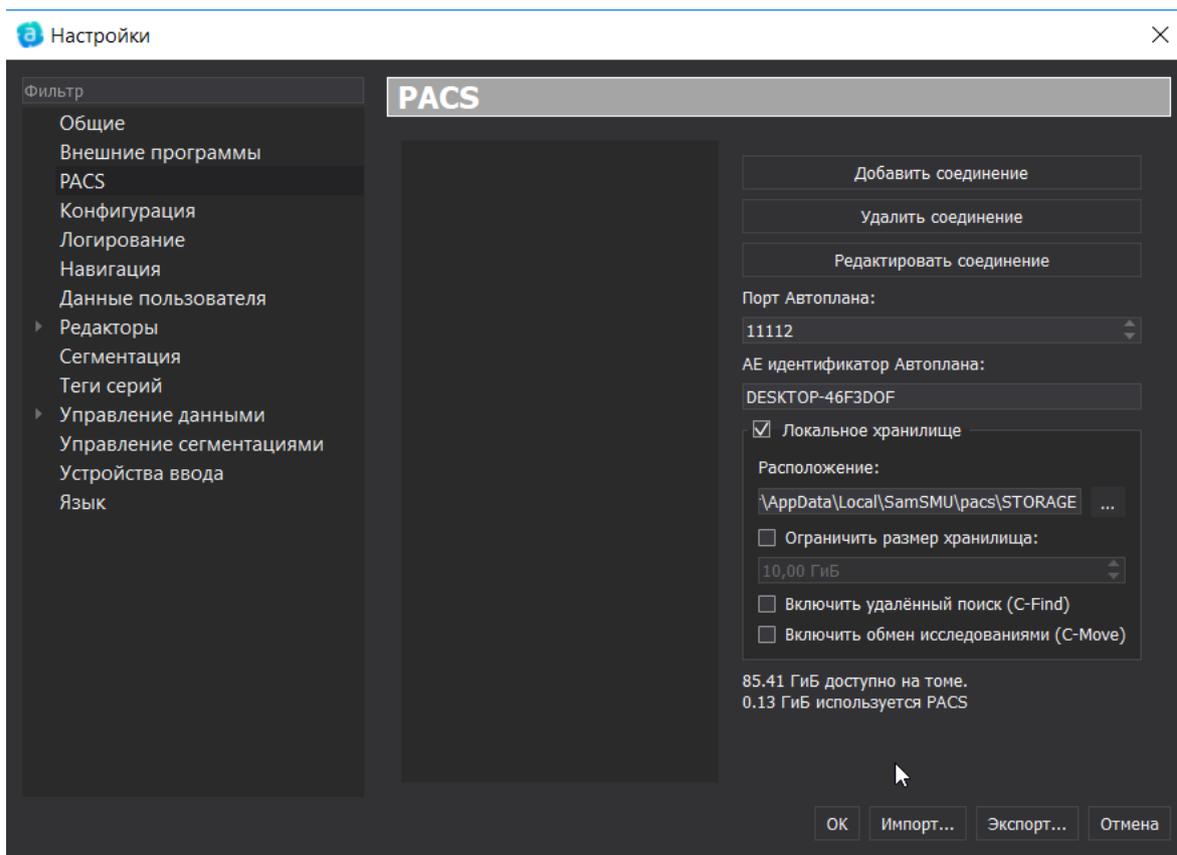


Рисунок 130 – Настройка PACS

Значением параметра «АЕ идентификатор Автоплана» по умолчанию является имя компьютера. Если по умолчанию данный параметр не заполнен, то необходимо уточнить значение параметра с помощью вызова окна «Просмотр основных сведений о вашем компьютере» по щелчку левой кнопкой мышки на «Мой компьютер» - «Свойства». В окне «Просмотр основных сведений о вашем компьютере» найти значение параметра «Имя компьютера».

Значение параметра «Порт Автоплана» - номер, который присваивается для указания программы на компьютере и задается по умолчанию.

Указание «Локального хранилища» является необходимым, при отсутствии значения «Локального хранилища» загрузка исследований производится постоянно. Активация чек-бокса «Ограничить размер хранилища» позволяет задать значение ограничения на размер хранилища, удаление исследований производится в соответствии с обращениями: в первую очередь производится удаление исследования, к которому было самое ранее обращение.

Для настройки нового соединения необходимо нажать кнопку «Добавить соединение», при этом появится окно «Настройки сервера», в котором необходимо указать параметры сервера PACS.

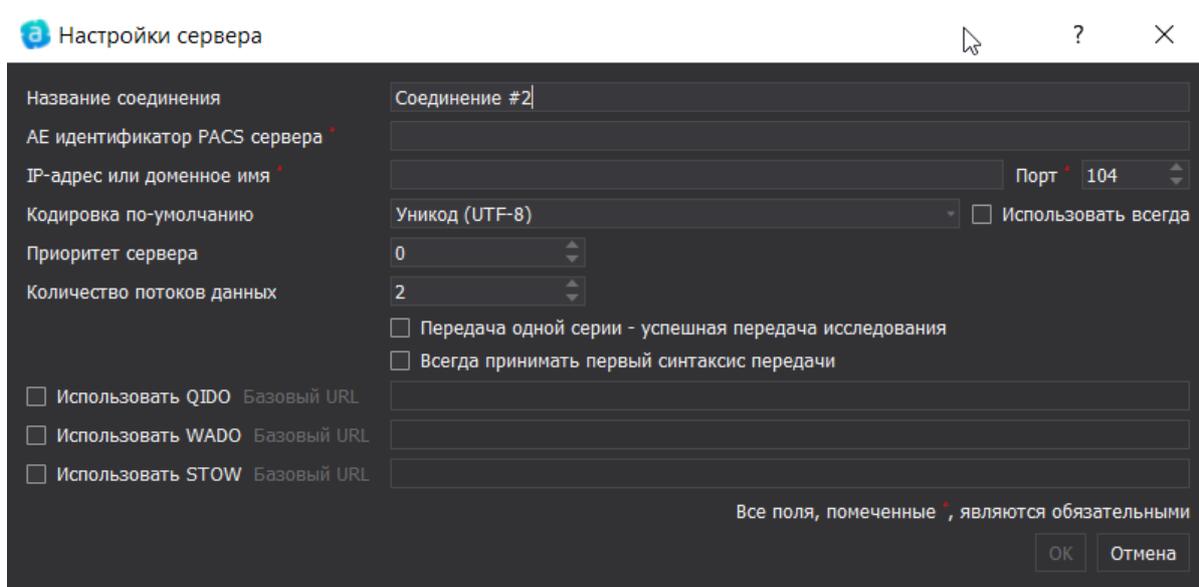


Рисунок 131 – Настройки соединения

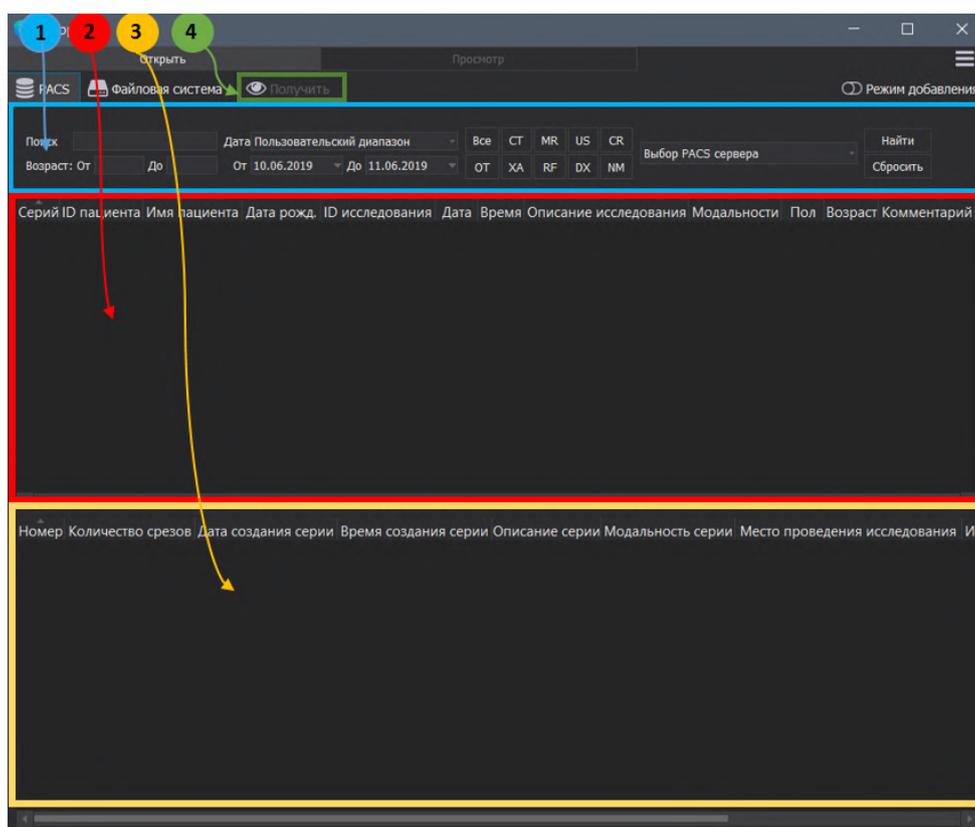


Рисунок 132 – PACS

На панели поиска (1) представлены параметры:

- Имя пациента
- Возраст пациента
- Модальность:
 - Любая модальность;

- КР;
- КТ;
- МРТ;
- Ангиография;
- УЗИ;
- RF;
- DX;
- NM;
- ОТ.
- Дата исследования:
 - Любая дата;
 - Сегодня;
 - Вчера;
 - Прошлая неделя;
 - настраиваемый интервал.

После выбора параметров необходимо нажать кнопку «Найти». После этого происходит обновление списка исследований обновляется в соответствии с запросом.

В верхней таблице (2) отображается список пациентов, данные которых загружены в PACS. Указываются параметры (столбцами):

- ID пациента
- Имя пациента
- Дата рождения
- Дата исследования
- Время исследования
- Описание исследования
- Пол пациента
- Возраст пациента
- Комментарий

Каждый из столбцов сортируется в порядке возрастания и убывания. Для сортировки необходимо нажать на заголовок столбца.

При выборе строки (пациента) в нижней таблице (3) появляется список исследований, со следующими параметрами (столбцами):

- Количество срезов
- Дата создания серии
- Время создания серии
- Описание серии
- Модальность серии
- Место проведения исследования

Для просмотра всех серий выбранного исследования в режиме «Просмотр» (4) необходимо нажать кнопку «Получить».

7.2. Просмотр DICOM

Для начала работы в режиме «Просмотр» с выбранной папкой, содержащей DICOM файлы, в Файловой системе необходимо нажать на вкладку «Просмотр»:

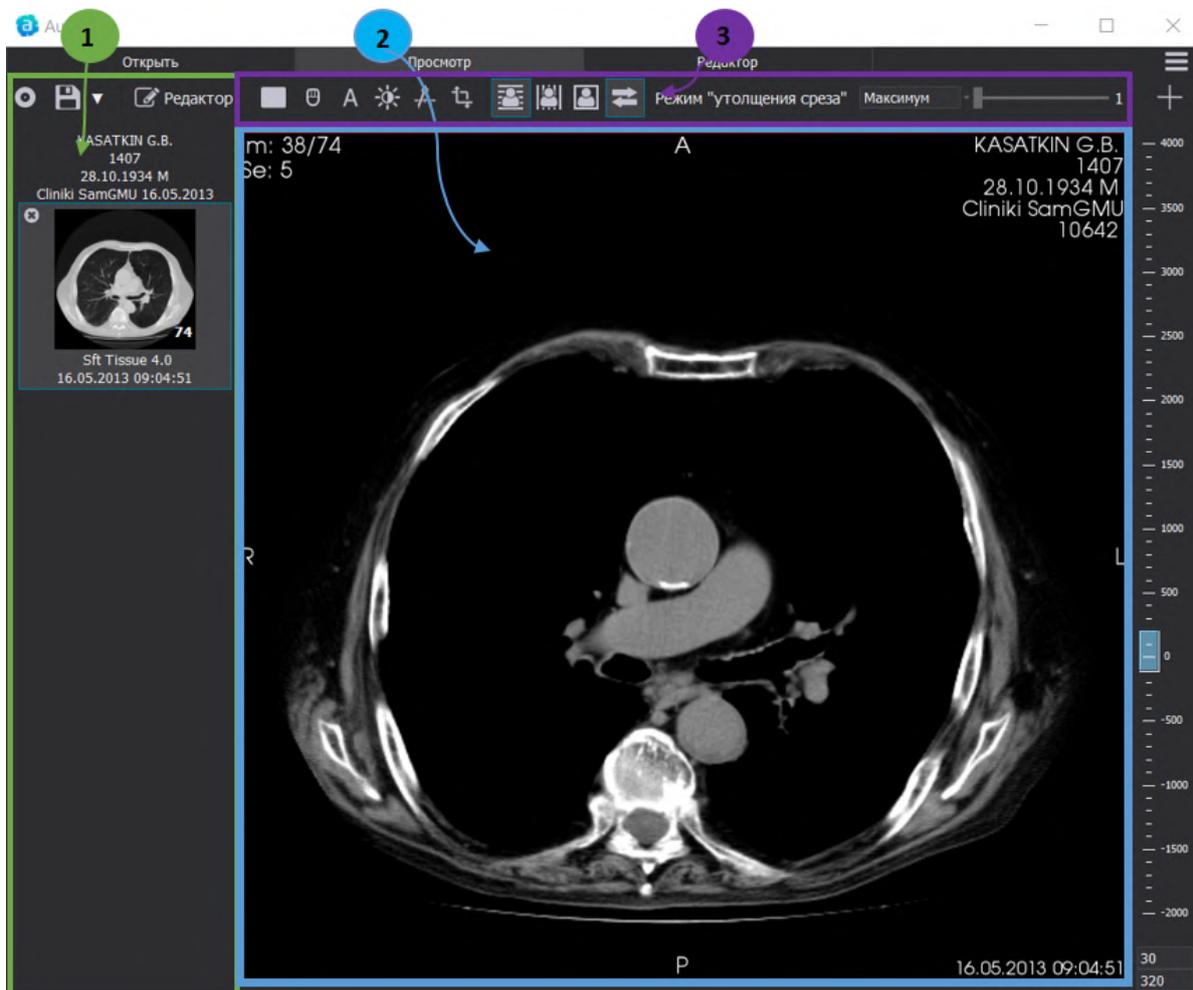


Рисунок 133 – Режим «Просмотр»

В режиме «Просмотр» осуществляется работа с DICOM файлами. Блоки данных в режиме «Просмотр»:

1. Менеджер серий (1) – отображает список открытых серий;
2. Дисплей (2) – отображение DICOM данных;
3. Панель инструментов (3).

7.2.1 Менеджер серий

Менеджер серий отображает список открытых серий с предпросмотром в виде миниатюр. Во время загрузки серии отображается прогресс ее загрузки:

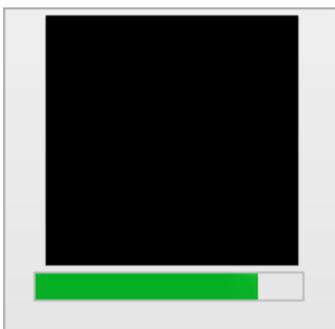


Рисунок 134 – Процесс загрузки серии

Загрузка всех выбранных серий происходит в неблокирующем режиме. Загрузку оставшихся серий можно отменить, нажав внизу блока кнопку «Отменить загрузку». Кнопка исчезнет, как только все выбранные серии будут загружены для просмотра.

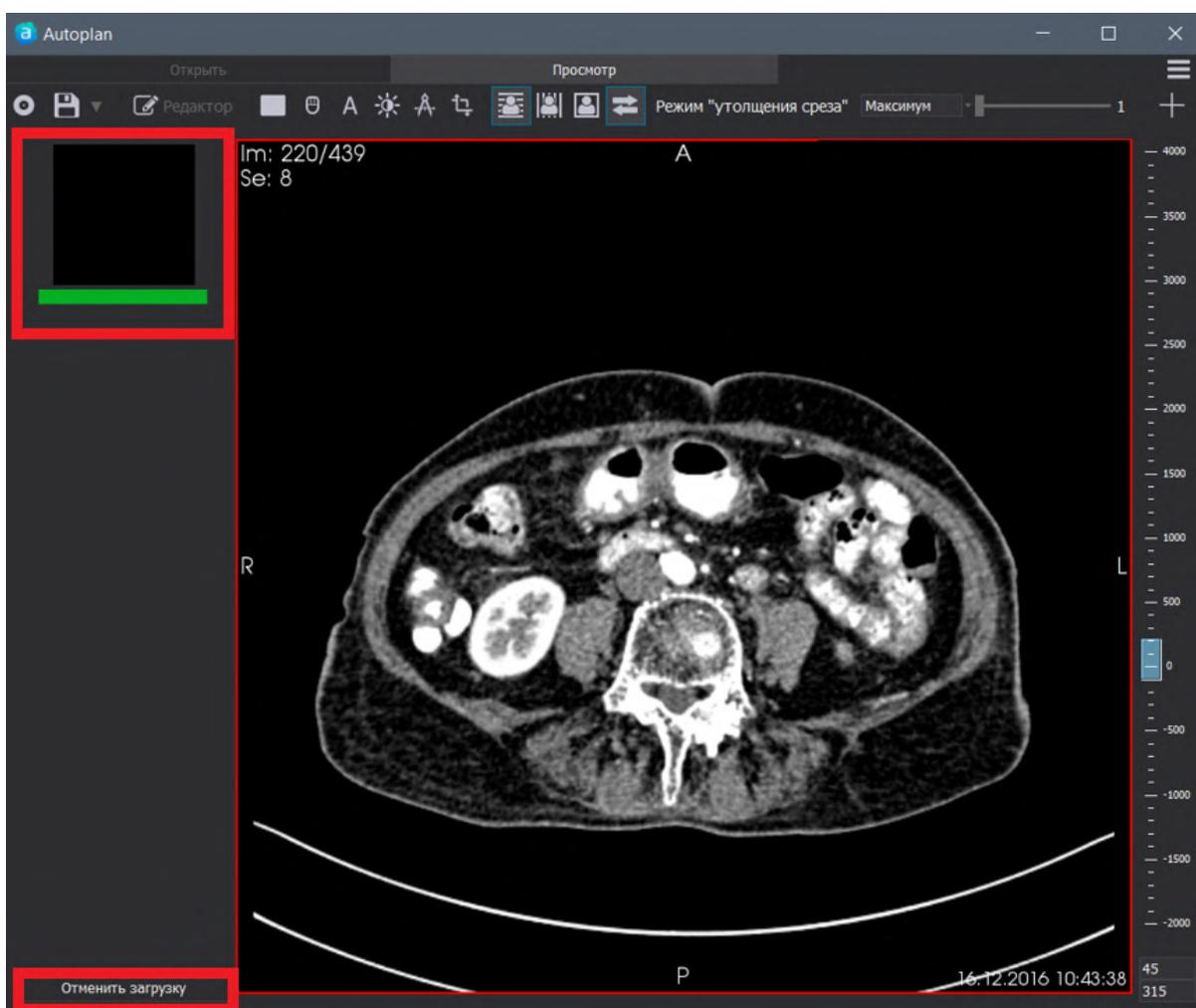


Рисунок 135 – Отмена загрузки серий

У каждой группы серий есть заголовок. В заголовке, в зависимости от наличия, представлена информация:

- имя пациента;

- ID пациента;
- дата рождения пациента;
- пол пациента;
- место проведения исследования;
- дата проведения исследования.

В Менеджере серий возможно отметить серию тегами: нативное исследование, артериальная фаза, венозная фаза, отсроченная фаза. По клику правой клавишей мыши на серию появляется контекстное меню:

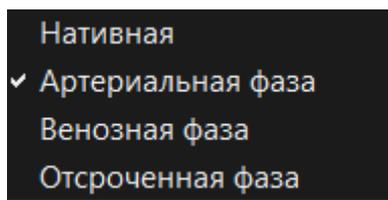


Рисунок 136 – Контекстное меню

Выбрав нужный пункт у миниатюры с левой стороны появится кружок, соответствующий тегу. Перед названием серии появится метка в квадратных скобках. Цвета для тегов заданы по умолчанию:

- Нативная – белого цвета, префикс перед названием серии [n] (от англ. Native);
- Артериальная фаза – красного цвета, префикс серии [a] (от англ. Arterial);
- Венозная фаза – синего цвета, префикс серии [v] (от англ. Venous);
- Отсроченная фаза – серого цвета, префикс серии [d] (от англ. Delayed).

Изменение цветов тегов возможно в настройках (*Настройки-Теги серий*).

Для некоторых исследований (например, ангиография, УЗИ) у миниатюры серий с левой стороны можно увидеть символ, который означает, что для данной серии доступен проигрыватель

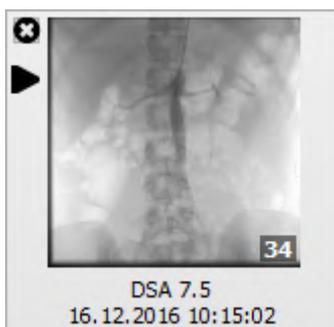


Рисунок 137 – Предварительный просмотр серии с проигрывателем

Проигрыватель отображается в нижнем левом углу дисплея:



Рисунок 138 – Проигрыватель

Обозначение кнопок:



– прокрутка срезов в начало;



– прокрутка срезов на один шаг назад;



– запуск плеера;



– прокрутка срезов на один шаг вперед;



– прокрутка срезов в конец;

FPS:10

– отображение скорости отображения срезов;



– увеличение скорости проигрывания;



– уменьшение скорости проигрывания.

Для исследований, имеющих размерность 4D у миниатюры серии с левой стороны можно увидеть кнопку , которая предназначена для разделения серии 4D на несколько 3D серий, их количество обычно отображено в месте количества срезов:

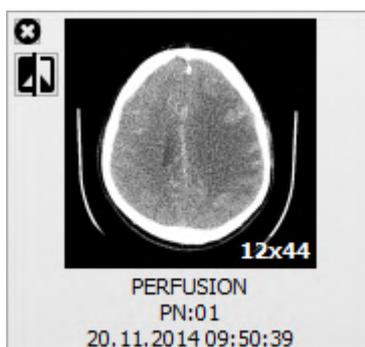


Рисунок 139 – Разделение серии на несколько серий

7.2.2 Запись на диск

Кнопка «Экспорт CD/DVD» предназначена для записи на диск, при нажатии на нее появляется окно «Запись на CD/DVD»:

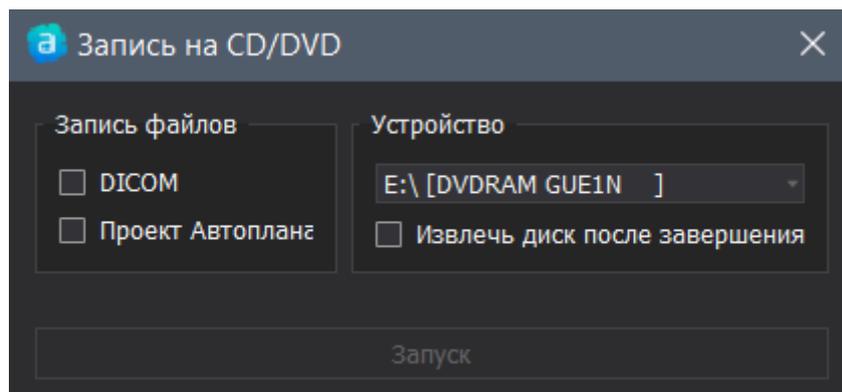


Рисунок 140 – Окно «Запись на CD/DVD»

Для записи на диск серий, загруженных в режиме «Просмотр», необходимо установить чекбокс «DICOM».

Для записи проекта со всеми открытыми сериями, сегментациями и моделями необходимо установить чекбокс «Проект Автоплана». Сохранение данных выполняется в формате MITK.

В диалоговом окне можно выбрать диск, на который будет записана информация.

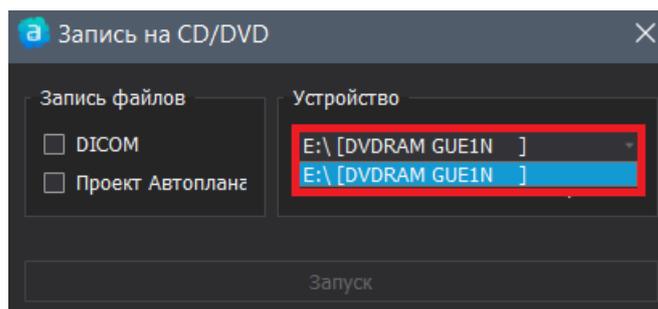


Рисунок 141 – Выбор диска для записи в окне «Запись на CD/DVD»

При активации чекбокса «Извлечь диск после завершения» после завершения записи данных произойдет извлечение диска.

Кнопка «Запуск» становится активной если существует диск для записи и установлен чекбокс хотя бы на одном из пунктов в разделе «Запись файлов». Когда чекбоксы будут установлены под кнопкой «Запуск» появится сообщение «При записи на диск, все данные на диске будут стерты».

7.2.3 Аннотации

DICOM файлы содержат значительный объем информации. Наиболее важные данные накладываются поверх изображения, сгруппированные по углам. В зависимости от модальности изображения, некоторые поля могут отсутствовать. Верхний левый угол:

T: Количество временных срезов (для 4D серий, например, перфузии);

V: Количество векторных компонент (для векторных изображений, например, диффузии);

Se: Номер серии.

Верхний правый угол:

- ФИО пациента;
- ID пациента;
- День рождения пациента и пол;
- Место проведения исследования;
- ID исследования;
- Описание исследования;
- Описание серии;
- Обследованная часть тела;
- Имя серии по протоколу.

Нижний правый угол:

- FS: Напряженность поля (только для МРТ) (от англ. Field Strength);
- TR: Время повторения (только для МРТ) (от англ. Time Repetition);
- TE: Время эхо (только для МРТ) (от англ. Echo Time);
- WL: и WW: Уровень и ширина окна (яркость и контрастность) (от англ. Window Level, Window Width);
- T: и L: Толщина и Место текущего среза (от англ. Thickness, Location);
- Излучение рентгеновской трубки в mA;
- Пиковое выходное напряжение рентгеновского аппарата в kV;
- Дата и время исследования.

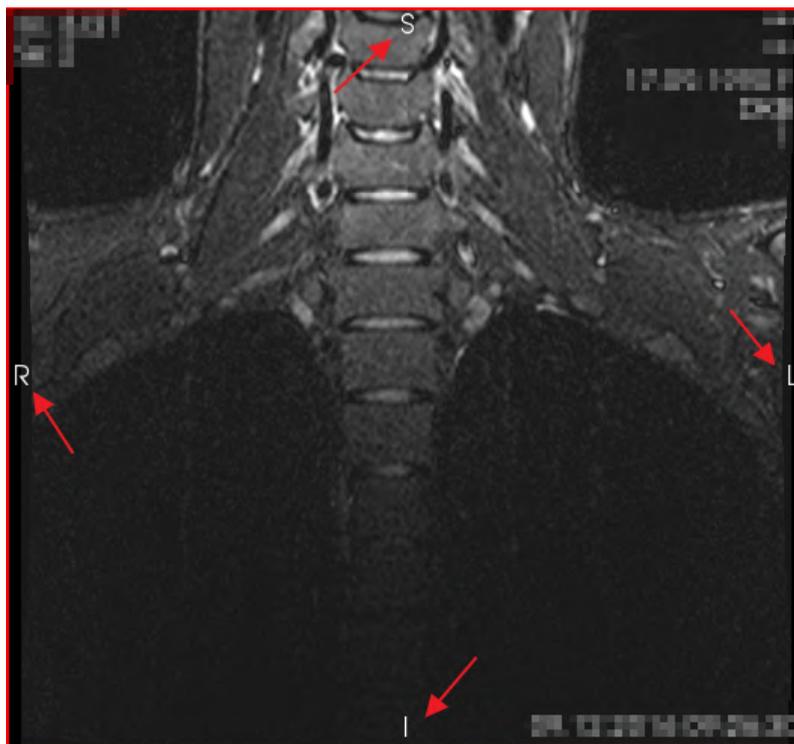


Рисунок 142 – Данные об ориентации пациента в пространстве

Некоторые DICOM изображения содержат информацию об ориентации пациента в пространстве. Информация представлена в виде букв или сочетания букв и отображается в центре каждого края панели:

1. А – спереди (от англ. Anterior);
2. Р – сзади (от англ. Posterior);
3. L – лево (от англ. Left);
4. R – право (от англ. Right);
5. S – верх (от англ. Superior);
6. I – низ (от англ. Inferior).

Отображение аннотаций на экране можно настроить с помощью кнопки «Аннотации»

A

на панели инструментов. При клике на кнопку появится следующее меню:

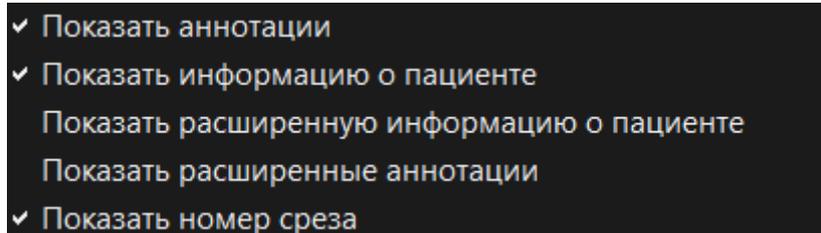


Рисунок 143 – Работа с аннотациями

Значение параметров:

- Показать аннотации – показывает и скрывает все аннотации;

- Показать информацию о пациенте – показывает и скрывает ФИО и ID пациента исследования (если данная информация скрыта, то на месте ФИО и ID пациента будут показаны звездочки ***);
- Показать расширенную информацию о пациенте – показывает и скрывает описание исследования, описание серии, обследованная часть тела, имя серии по протоколу;
- Показать расширенные аннотации – показывает и скрывает аннотации. находящиеся в нижнем правом углу, кроме даты и времени исследования;
- Показать номер среза – показывает и скрывает аннотации в верхнем левом углу.

7.2.4 Экспорт

Для экспорта серии(ий) в разные форматы на панели инструментов есть кнопка «Экспорт». При клике на нее появляется меню:

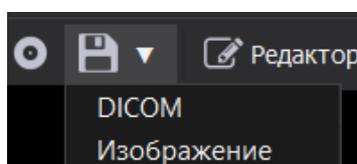


Рисунок 144 – Экспорт серии(ий)

Изображений – для экспорта серий в формат JPEG или PNG
DICOM – для экспорта в формат DICOM

7.2.5 Экспорт изображений

При выборе пункта «Изображение» в меню экспорта появляется следующее диалоговое окно:

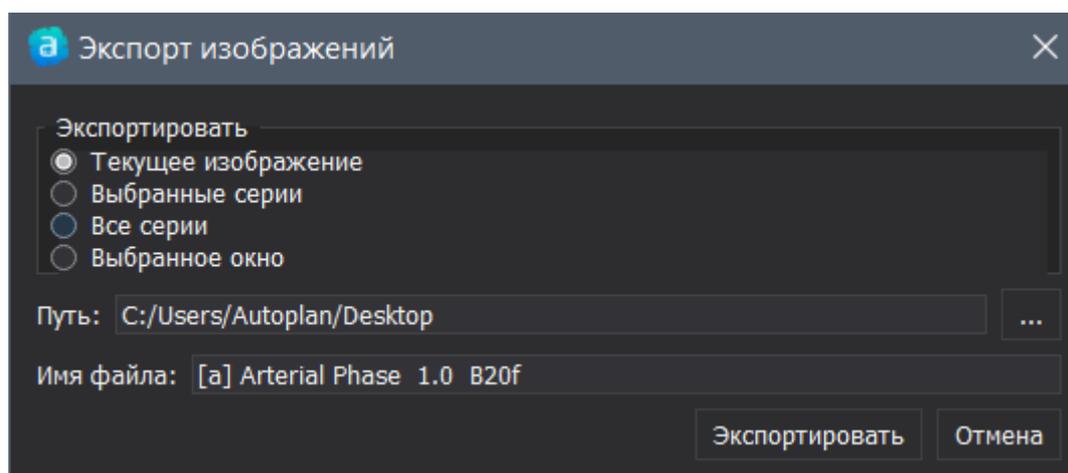


Рисунок 145 – Экспорт изображений

Параметры:

- Текущее изображение – экспорт изображения, которое видно пользователю в данный момент в окне дисплея, включая аннотации;
- Выбранные серии – экспорт серии, выбранной в Менеджере серий. В результате экспорта получится количество изображений равное количеству срезов в серии;

- Все серии – экспорт серий, загруженных в режим «Просмотр»;
- Выбранное окно – экспорт всех серии в выбранном окне;
- Путь – путь к папке для сохранения файлов;
- Имя файла – указание имени файла;

Для быстрого поиска папки для сохранения данных необходимо нажать кнопку «...», которая откроет папку проводника системы. Для отмены действий нажмите на кнопку «Отмена».

Для запуска процесса экспорта файлов необходимо нажать на кнопку «Экспортировать». В начале экспорта на экране появится информация о прогрессе, по окончании информация о прогрессе исчезнет с экрана.

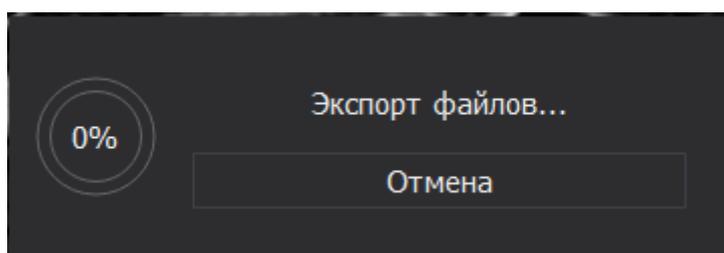


Рисунок 146 – Экспорт файлов

7.2.6 Экспорт DICOM

При выборе пункта «DICOM» в меню экспорта появляется следующее диалоговое окно:

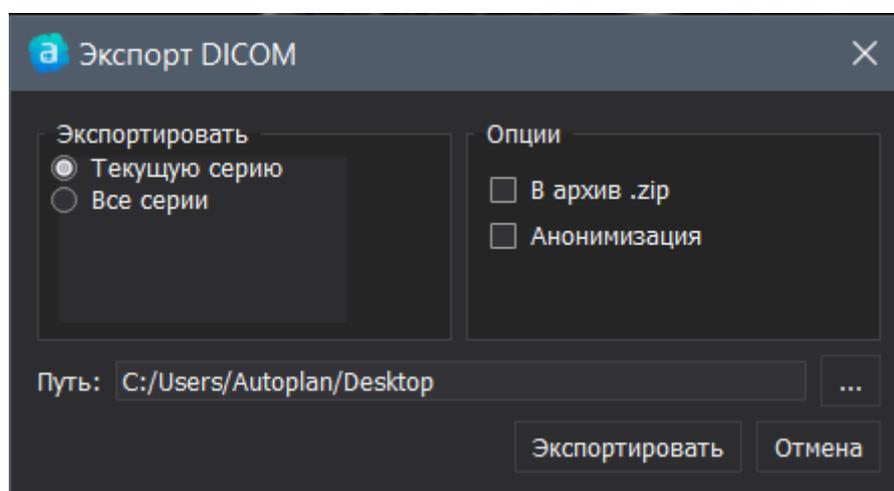


Рисунок 147 – Экспорт DICOM

Параметры экспорта:

- Текущую серию – экспорт серии, выбранной в Менеджере серий;
- Все серии – экспорт всех серий, загруженных для просмотра.

Для экспорта данных в архив формата ZIP необходимо установить чекбокс «В архив .zip». Для анонимизации экспортируемых данных необходимо установить чекбокс «Анонимизация». После экспорта анонимизированными станут поля согласно стандарту анонимизации: ФИО, дата исследования, номер исследования, название медицинского центра.

Путь – поле для указания пути к папке в системе, куда будет выполнено сохранение файлов. Быстрый поиск папки выполняется по кнопке «...». Отмена действий выполняется по кнопке «Отмена». Для запуска процесса экспорта файлов необходимо нажать на кнопку «Экспортировать». В начале экспорта на экране появится информация о прогрессе.

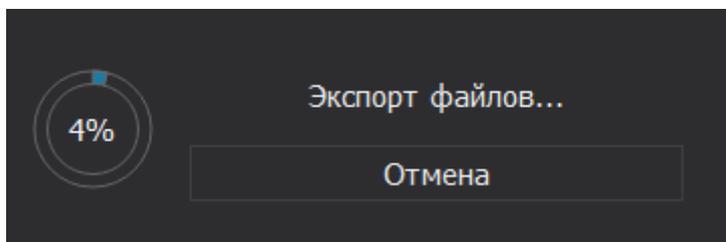


Рисунок 148 – Экспорт файлов

7.2.7 Закрытие данных

Для закрытия просмотра всех данных на панели инструментов необходимо нажать кнопку «Закрыть все». Будут закрыты все данные и выполнен переход на вкладку «Открыть».

Можно закрыть все серии кроме текущей выбранной в Менеджере серий по кнопке «Закрыть все, кроме выбранной серии». Эта кнопка находится в меню Закрытия, рядом с кнопкой «Закрыть все» необходимо нажать на , появится меню, в котором отображены варианты закрытия данных.

7.2.8 Настройки окна просмотра

Настроить окно просмотра можно, используя цифры на клавиатуре от 0 до 6 или на панели инструментов нажать на кнопку .

По умолчанию	0
Брюшная полость	1
Ангиография	2
Кости	3
Мозг	4
Грудь	5
Легкие	6
Автоматический	7

Рисунок 149 – Настройки окна просмотра

Для настройки окна просмотра необходимо выбрать нужный из списка параметр. Список возможных значений уровня и ширины окна (яркости и контрастности) представлен в таблице 2.

Таблица 2. Значения уровня и ширины окна для разных параметров

Настройка окна просмотра	Цифра на клавиатуре	WL	WW
Брюшная полость	1	60	400
Ангиография	2	300	600
Кости	3	300	1500
Мозг	4	40	80
Грудь	5	40	400
Легкие	6	-400	1500
Автоматический	7	138	2322

В окнах можно менять уровень освещенности с помощью линейки в правой части дисплея. При движении вверх изображение затемняется пока не станет совсем черным. При движении вниз изображение становится светлым до тех пор пока не станет совсем белым.

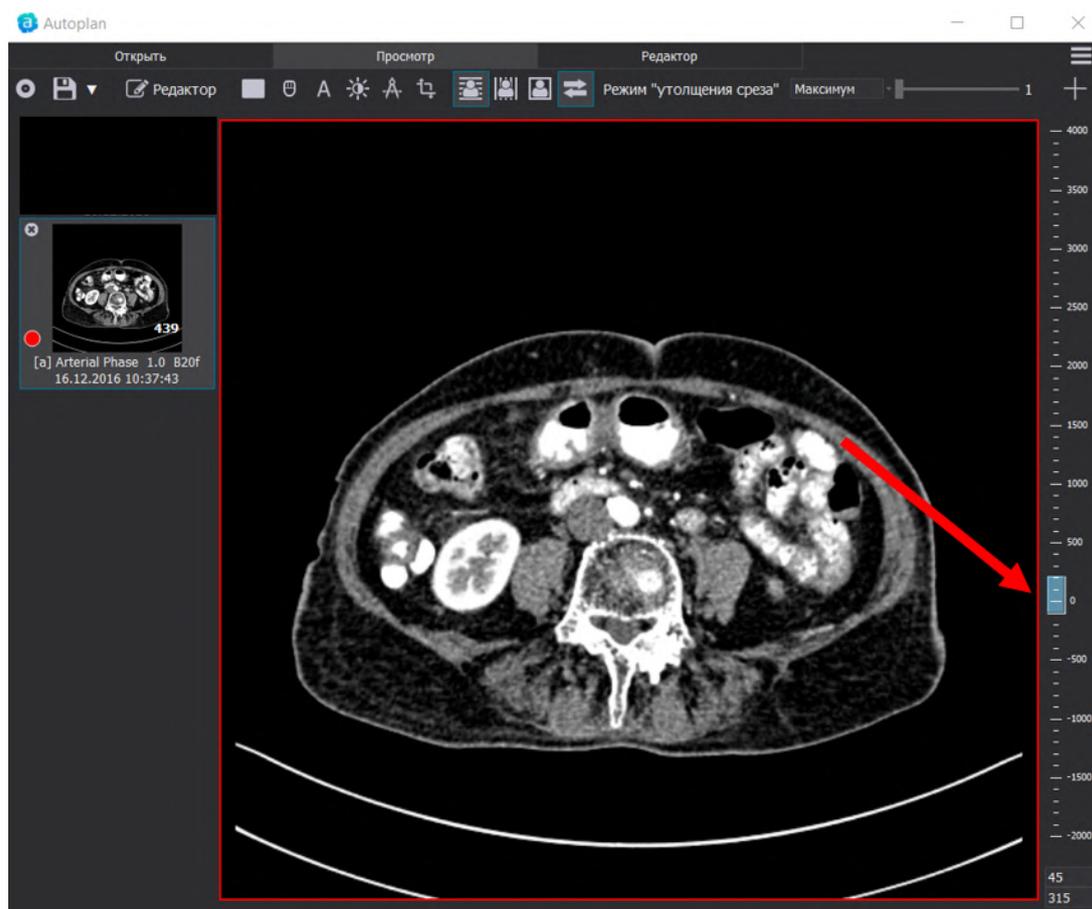


Рисунок 150 – Настройка освещенности с помощью линейки

7.2.9 Изменение режима работы мыши

Для удобства работы при нажатии на кнопку  открывается выпадающий список с подсказками при работе с изображением при помощи мыши:

1. Управление перекрестием – необходимо зажать левую клавишу мыши и перенести перекрестие в необходимую область;
2. Настройка окна просмотра – при зажатии левой клавиши мыши и прокрутки вверх и вниз можно изменять окно просмотра. При движении вверх – изображение затемняется до тех пор, пока не станет совсем черным. При движении вниз – происходит осветление изображения до тех пор, пока изображение не станет совсем белым;
3. Прокрутка изображения – для прокрутки срезов и времени изображения следует воспользоваться колесиком мыши;
4. Перемещение изображения – для перемещения изображения, следует зажать колёсико мыши и перенести изображение в необходимую область;
5. Повернуть камеру – для изменения расположения изображения, следует зажать левую клавишу мыши и повернуть изображение в необходимую сторону;

6. Для увеличения и уменьшения изображения необходимо зажать правую кнопку мыши и выполнять движения мышью вправо и влево или вверх и вниз;
7. По двойному нажатию на правую кнопку мыши на 3D-модели перекрестье перемещается на срезах в выбранную точку.

7.3. Редактор

При нажатии на кнопку «Редактор» выполняется переход в режим редактора сегментаций:



Рисунок 151 – Стартовое окно режима «Редактор»

В данном режиме отображаются блоки:

- Панель инструментов (1);
- Менеджер сегментаций (2);
- Мультивиджет – отображает серию, сегментацию(ии) и полигональную(ые) модель(и), выбранные в Менеджере сегментаций (3).

7.3.1 Панель инструментов

В панели инструментов отображаются следующие кнопки:



– запись на диск;



- загрузка MITK на PACS сервер;



- настройки отображения аннотаций на экране;



- сохранение проекта в формате *.mitk;



- загрузка проекта mitk на сервер PACS;



- закрыть данные без сохранения. После нажатия появляется окно с возможностью отменить закрытие. При подтверждении выполняется переход на вкладку «Открыть»;



Отменить

- отмена последнего действия;



Повторить

- возобновление последнего отмененного действия;



- сохранение вида на Мультивиджете и возврата к нему. При клике на эту кнопку появляется меню:



Сохранить изображение

- сохраняется текущий вид Мультивиджета. После

нажатия на эту кнопку в меню кнопки появляются пункты с названиями Просмотр, Просмотр1, Просмотр2 и т.д.;



Удалить все изображения

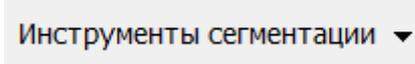
- удаление сохраненных состояний Мультивиджета;



- настройка окна просмотра;

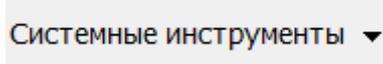


- инструменты для измерения на изображении;



Инструменты сегментации ▾

и



Системные инструменты ▾

- список доступных

инструментов для работы.

7.3.2 Менеджер сегментаций

Менеджер сегментаций состоит из списка серий DICOM и списка сегментаций.

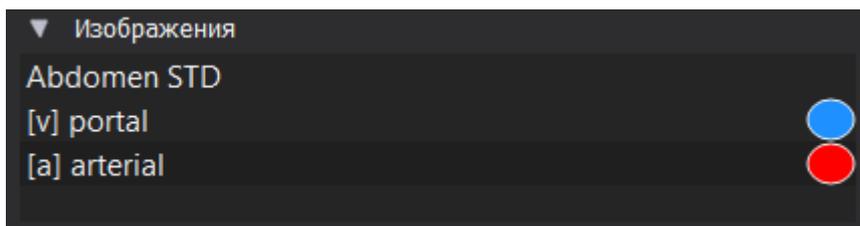


Рисунок 152 – Менеджер сегментаций, блок «Изображения»

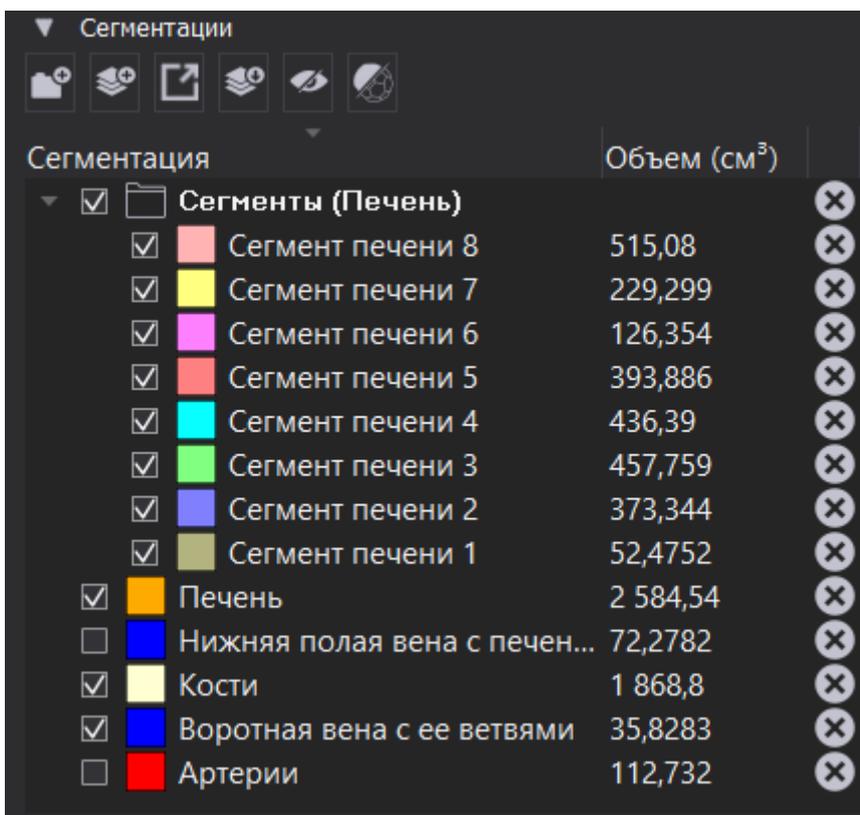


Рисунок 153 – Менеджер сегментаций, блок «Сегментация»

Если в списке сегментаций выбрана сегментация в списке, то отображается блок «Свойства» данной сегментации:

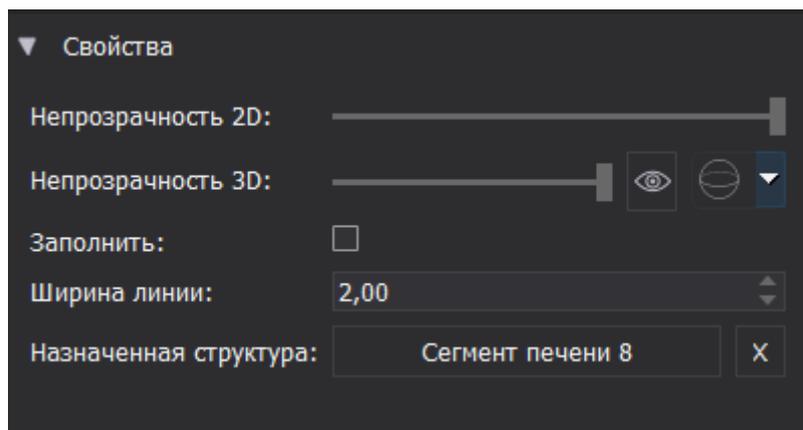


Рисунок 154 – Менеджер сегментаций, блок «Свойства»

7.3.3 Список серий

В списке серий присутствуют все серии DICOM, загруженные в режиме «Просмотр». Для протегированных серий рядом с именем отображается тег, соответствующий фазе серии.



Рисунок 155 – Протегированные серии

7.3.4 Список сегментаций

В списке серий присутствуют все созданные сегментации в проекте. При выборе сегментации из списка автоматически становится выбранной серия из списка Изображения, по которой была создана сегментация.

Создать сегментацию можно, нажав на кнопку , при этом появится диалоговое окно «Создание новой сегментации»:

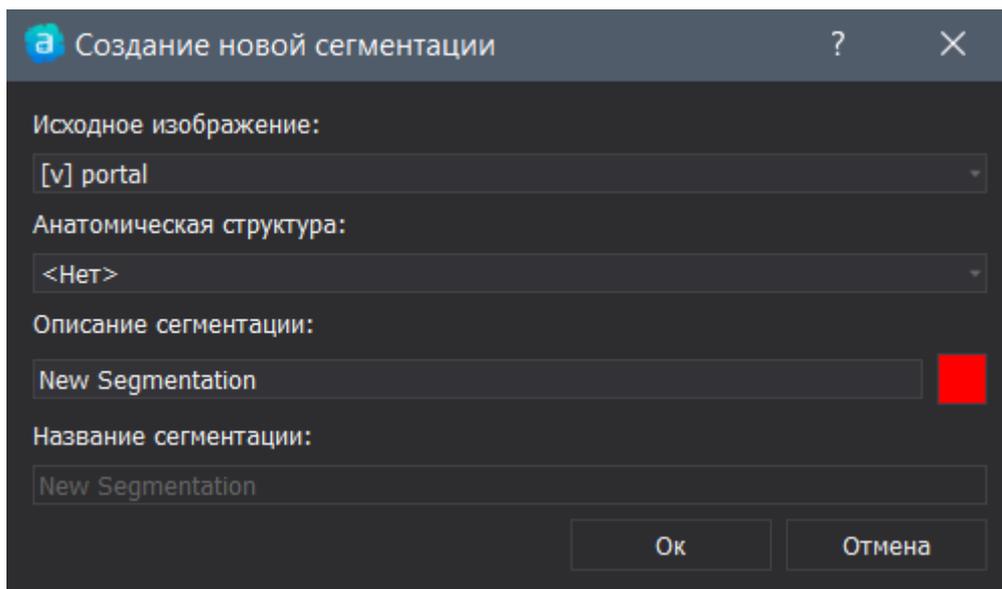


Рисунок 156 – Создание новой сегментации

При создании новой сегментации возможен выбор исходного изображения – серии, на которой будет создана сегментация, задание анатомической структуры, указание имени сегментации. Анатомическая структура задается в соответствии с выпадающим списком в конце поля. Сохранение параметров выполняется по кнопке «ОК». Для отмены создания сегментации необходимо нажать кнопку «Отмена».

Создать группу или папку для нескольких сегментаций можно по кнопке , при этом появится окно «Создать новую группу»:

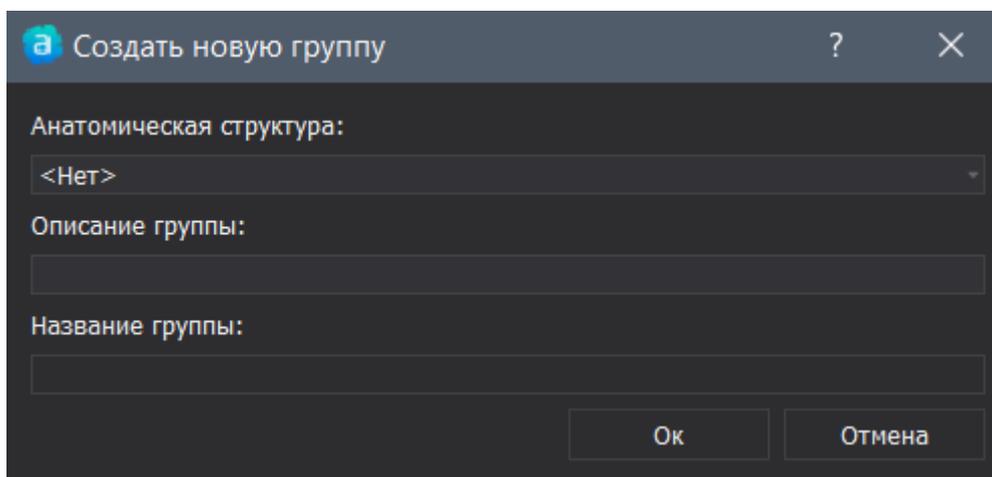


Рисунок 157 – Создание новой группы

В данном окне возможно задание анатомической структуры для сегментаций, которые будут содержаться в этой папке с помощью списка в конце поля, изменить имя в поле «Описание группы». Для сохранения параметров нужно нажать на кнопку «ОК», для отмены – кнопку «Отмена».

Для экспорта пакета моделей в формате SCN, необходимо нажать на кнопку , появится окно «Настройки экспорта»:

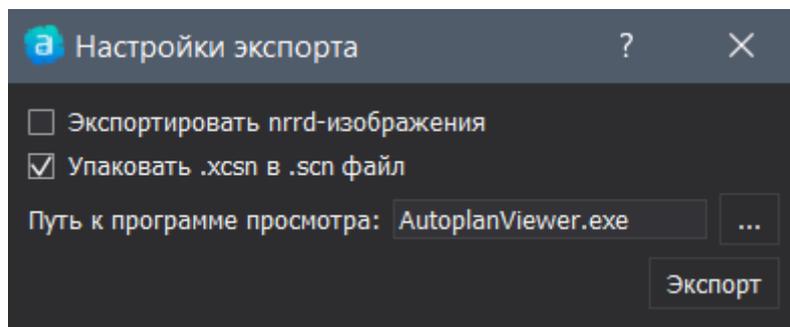


Рисунок 158 – Настройки экспорта

Чекбокс «Экспортировать nrrd-изображение» выгружает исходные изображения, чтобы Autoplan Viewer смог показать не только полигональную модель, но и её срез. Используя данную опцию в Autoplan Viewer можно включить режим, когда внутри сегментации видны воксели изображения. Чекбокс «Упаковать .xscn в .scn файл» отвечает за возможность пересылать файл (.xscn) и папку со вспомогательными файлами одним файлом с расширением .scn.

В поле «Путь к программе просмотра» указывается путь к программе просмотра моделей, полученных после экспорта. Для экспорта необходимо нажать на кнопку «Экспорт». Для отмены всех действий необходимо нажать на красный крестик в углу диалогового окна «Настройки экспорта».

Для добавления сегментации формате nrrd необходимо нажать на кнопку  и выбрать файл в файловой системе компьютера.

Спрятать и показать видимость сегментаций вместе с моделями возможно по кнопке . Чтобы спрятать и показать видимость моделей необходимо нажать на кнопку .

В списке сегментаций можно отображается объем сегментации, если построена полигональная модель. Чтобы удалить сегментацию из списка нужно нажать на крестик рядом с сегментацией, необходимой для удаления. Удаление сегментации также возможно через контекстное меню, по клику правой кнопкой мыши по сегментации, которую необходимо удалить и выбрать «Удалить».

С помощью контекстного меню можно переименовать сегментацию, экспортировать модель (в любой из форматов: vtp, vtk, stl, ply), экспортировать сегментацию (в любой из форматов: nrrd, nhdr, nii, nii.gz, hdr, hdr.gz, img, img.gz, nia, vti, vtk, mha, mhd). Сегментации в списке можно сортировать в порядке возрастания и убывания по алфавиту. Для сортировки по алфавиту необходимо нажать левой кнопкой мыши на слово Сегментация в таблице. Сортировка по объему выполняется по нажатию левой кнопкой мыши на слово «Объем (см3)».

7.3.5 Экспорт модели в формате STL

Экспорт модели в формате STL выполняется по клику левой кнопки мыши на сегментацию:

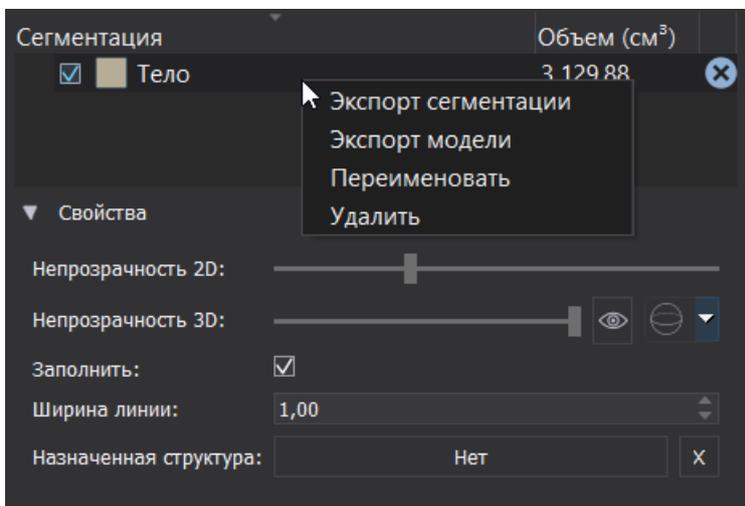


Рисунок 159 – Экспорт модели в формате STL

При выборе пункта меню «Экспорт модели» производится вызов окна «Save Surface», в котором необходимо указать путь для сохранения файла и формат:

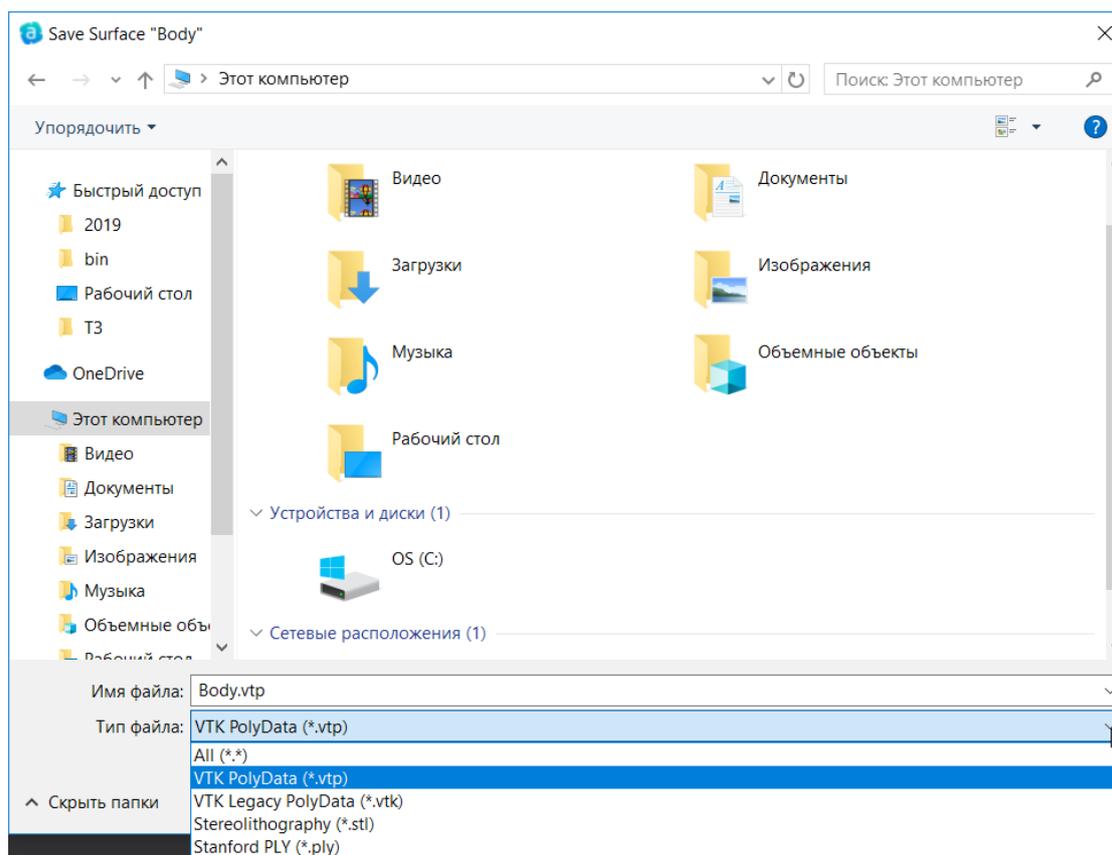


Рисунок 160 – Сохранение модели в формате STL

7.3.6 Свойства

Если выбрана хотя бы одна сегментация, то под списком «Сегментации» появляется список «Свойства» для выбранной сегментации:

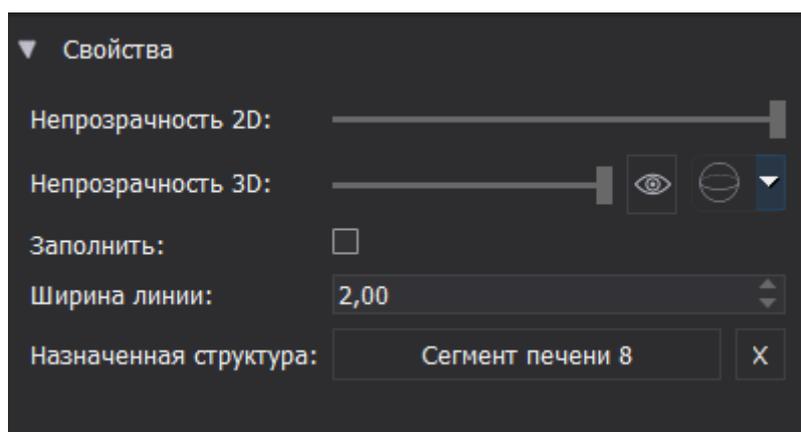


Рисунок 161 – Список «Свойства»

Непрозрачность 2D – изменяет прозрачность видимости сегментации от 0 до 100 процентов, для изменения прозрачности необходимо изменять положения ползунка: влево – уменьшение прозрачности, вправо – увеличение прозрачности.

Непрозрачность 3D – изменяет прозрачность видимости модели от 0 до 100 процентов, для изменения прозрачности необходимо изменять положение ползунка: влево – уменьшение прозрачности, вправо – увеличение прозрачности. Также в панели свойств доступны действия по переключению видимости полигональной модели (значок «глаз») и создания полигональной модели (значок «шар»), в соответствии с одним из предложенных вариантов:

- Создать несглаженную модель;
- Создать сглаженную модель (выбрана по умолчанию);
- Создать сжатую сглаженную модель;
- Создать сглаженную модель (МПК).
- Создать эластичную модель.

При активации чекбокса «Заполнить» производится заполнение сегментации, при деактивации данного чекбокса отображается только контур сегментации.

Ширина линии – толщина контура сегментации принимает значения от 0,50 до 10,00 др.

Назначенная структура – отображение информации о назначенной структуре с возможностью удаления и изменения назначенной ранее структуры.

7.3.7 Мультивиджет

Мультивиджет состоит из четырех окон:

- Аксиальная проекция – отображается выбранная серия в аксиальной проекции;
- Сагиттальная проекция – отображается выбранная серия в сагиттальной проекции;
- Корональная проекция – отображается выбранная серия в корональной проекции;
- 3D – отображается серия в виде перекрестия плоскостей, а также полигональные модели.

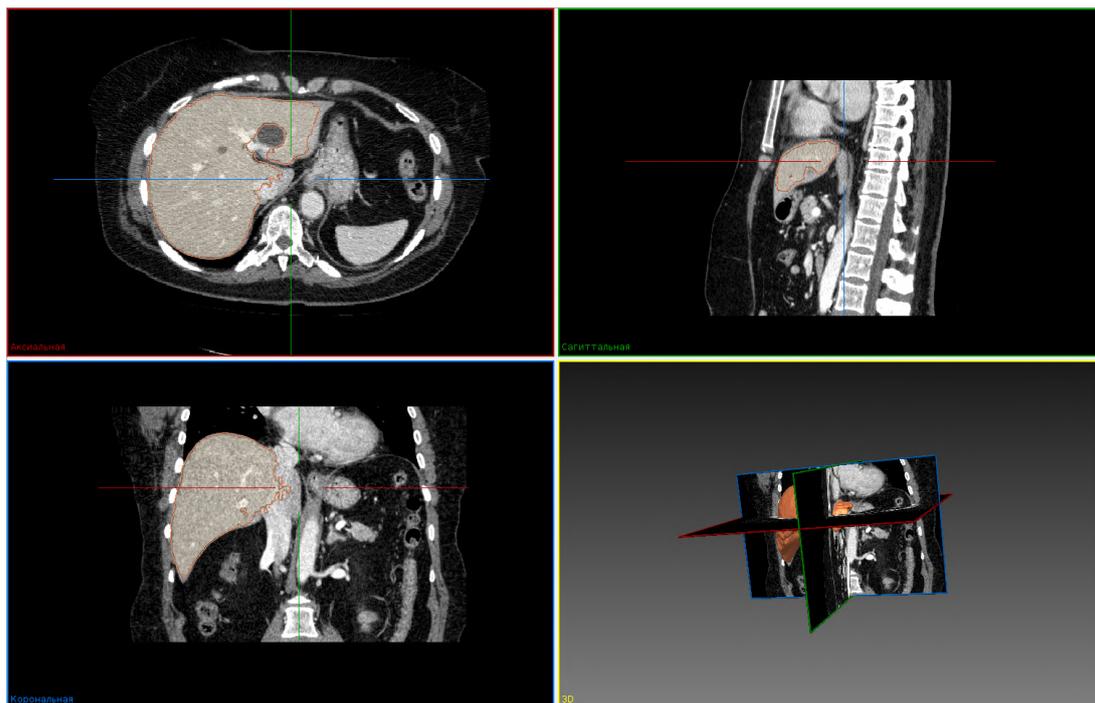


Рисунок 162 – Мультивиджет

Наведя курсор мыши на какое-либо из четырех окон, появляются кнопки .

При нажатии на кнопку  в окне одной из трех проекций появляется меню с возможностью изменения стандартного расположения окон:

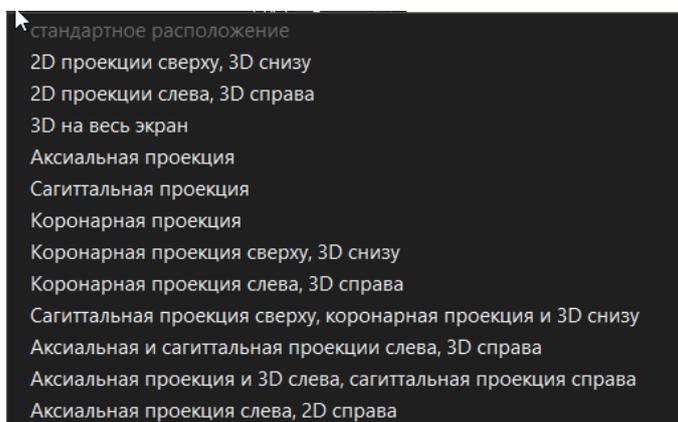


Рисунок 163 – Расположение окон в мультивиджете

При нажатии на кнопку  появляется меню:

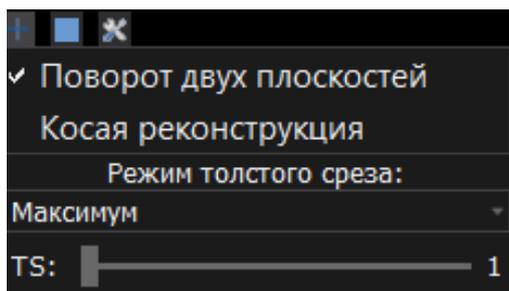


Рисунок 164 – Настройки отображения данных в мультивиджете

Поворот двух плоскостей – возможность вращать обе плоскости в окне проекции. При установке данного чекбокса с помощью подведения курсора мыши к любой плоскости проекции вдоль плоскости около курсора мыши появляется символ . Зажимая левую кнопку мыши, можно двигать сразу обе плоскости по или против часовой стрелки в нужном направлении.

Косая реконструкция – чекбокс, включающий режим косоугольной реконструкции. Без данной настройки пользователь видит три плоскости и не может их двигать. Данный чекбокс позволяет двигать плоскости для просмотра снимка под разными углами.

TS – Режим «утолщения» среза. При движении ползунка направо – увеличивается толщина среза и становятся более четко видимыми различные внутренние органы. По умолчанию виден 1 срез, соответственно, чтобы увидеть, например, кости на нескольких срезах, необходимо подвигать ползунок толщины среза.

Для отображения одного окна и возврата к предыдущему расположению окон мультивиджета необходимо нажать на кнопку .

7.4. Инструменты сегментации

В списке «Инструменты сегментации» отображаются инструменты:

- Автоматическая сегментация;
- Инкрементальная сегментация;
- Сегментация;
- Инструменты сегментации;
- Сегментация сосудов.

При выборе необходимого инструмента по однократному нажатию левой кнопки в левом блоке программы «Автоплан» появляется соответствующий плагин. Работа каждого плагина является независимой от другого, переключение между плагинами осуществляется сверху панели:

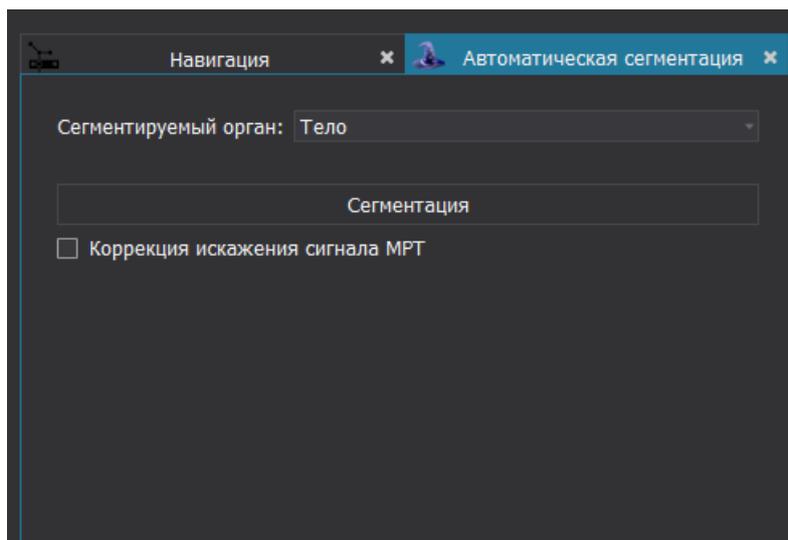


Рисунок 165 – Переключение между плагинами

7.4.1 Автоматическая сегментация

Плагин «Автоматическая сегментация» предназначен для автоматической сегментации необходимой анатомической структуры. Сегментация, полученная таким способом не всегда является точной в виду особенностей КТ и МРТ, а также индивидуальных особенностей пациента.

В блоке изображения в левой части экрана необходимо выбрать серию, для которой будет выполнена сегментация. Для выполнения автоматической сегментации необходимо выбрать орган для сегментации в выпадающем списке «Сегментируемый орган», в соответствии с предложенными значениями:

- тело;
- кости;
- печень;
- легкие и трахея;
- легкие (Unet);
- кости (AGTK).

 Плагин «Автоматическая сегментация» работает только для изображений с количеством срезов более 10.

После выбора сегментируемого органа необходимо нажать кнопку «Сегментация», при нажатии на которую будет выполняться автоматическое построение 3D-модели.

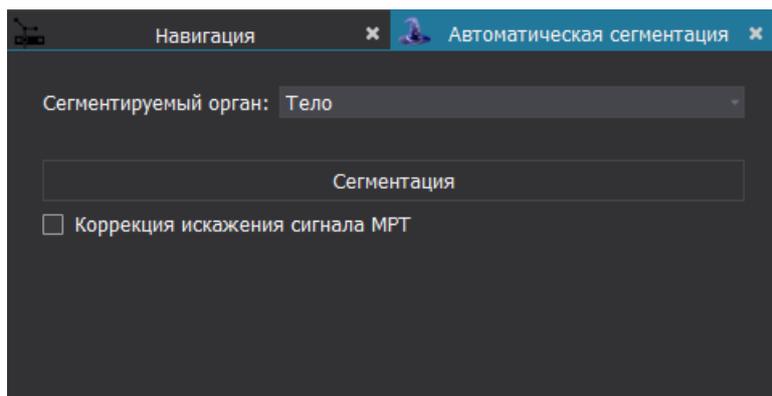


Рисунок 166 – Плагин «Автоматическая сегментация»

Необходимо учитывать различие в данных КТ и МРТ и, соответственно, различие сегментации тела на КТ и МРТ изображениях. На данный момент для МРТ изображений существует инструмент коррекции искажения сигнала МРТ – чекбокс «Коррекция искажения сигнала МРТ». При этом автоматическое определение типа изображения происходит при считывании DICOM-тэга после нажатия на кнопку Сегментация. По этой причине чекбокс виден всегда, но работает только на изображениях модальности МРТ.

После построения 3D-модели в блоке «Сегментация» появится сегментация выбранного органа.

7.4.2 Инкрементальная сегментация

Плагин предназначен для сегментации с помощью постепенного наращивания региона из данной точки, исходя из плотности и контуров окружающих тканей. Данный вид сегментации является наиболее быстрым и удобным из всех полуавтоматических инструментов за счет растекания сегментации сразу по трем координатам и огибания сильно контрастных тканей.

В плагине необходимо выбрать сегментацию в выпадающем списке «Сегментация» или «Создать новую сегментацию» с помощью кнопки создания новой сегментации для выбранного изображения пациента .

При создании новой сегментации появляется окно «Новая сегментация», в котором необходимо указать название для сегментации в поле «Название», а также выбрать цвет сегментации по двойному щелчку на цветное поле:

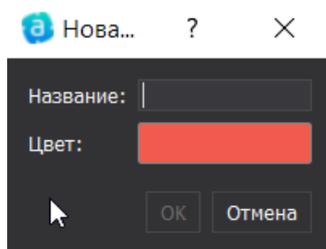


Рисунок 167 – Создание сегментации

Для подтверждения создания сегментации нажать кнопку «ОК» или «Отмена» для отмены создания сегментации.

Удалить выбранную сегментацию в выпадающем списке можно по кнопке :

В плагине три режима работы:

«+» – режим наращивания сегментации. Чтобы начать рисовать сегментацию достаточно в одном из окон проекции мультивиджета зажать левую кнопку мыши и, не отпуская, двигать мышь вверх для увеличения «пятна» сегментации и вниз для уменьшения «пятна» сегментации. Чтобы зафиксировать созданную сегментацию необходимо отпустить зажатую левую кнопку мыши.

«-» – режим удаления сегментации. Чтобы удалить уже нарисованную сегментацию достаточно в одном из окон проекции мультивиджета зажать левую кнопку мыши в нужном месте и, не отпуская, двигать мышь вверх для увеличения «пятна», которое будет удалять уже нарисованную сегментацию, и вниз для уменьшения «пятна». Чтобы зафиксировать состояние необходимо отпустить зажатую левую кнопку мыши.

«↖» – режим перемещения мыши. Это режим, в котором можно взаимодействовать с изображением, не рисуя сегментацию.

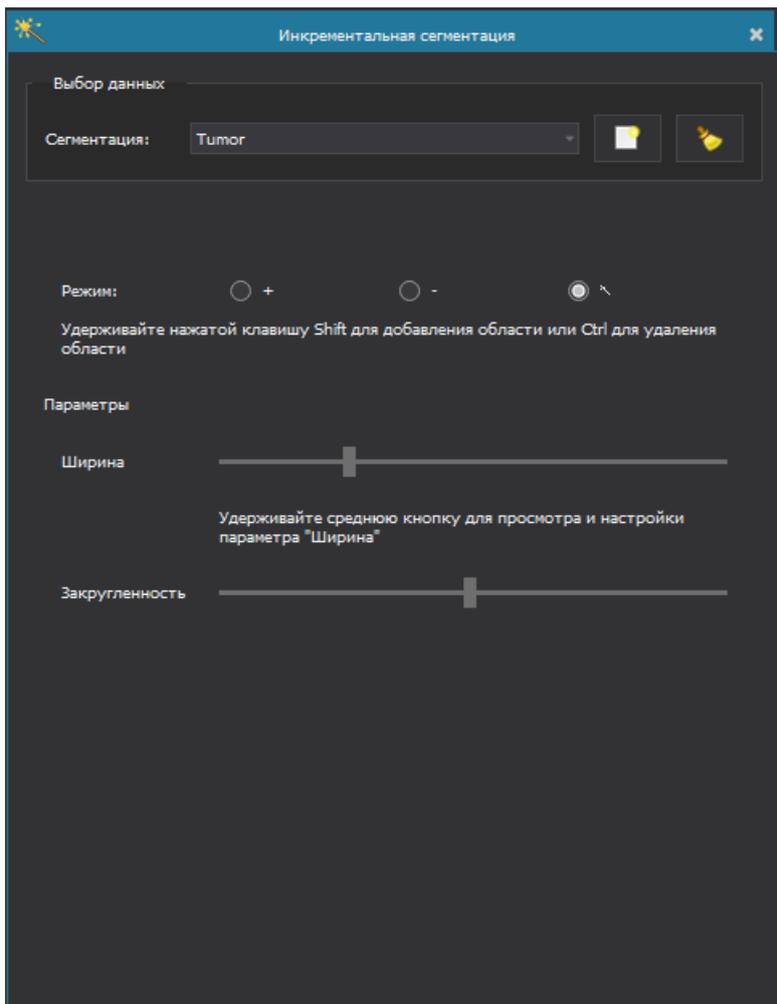


Рисунок 168 – Плагин «Икрементальная сегментация»

При построении сегментации возможна настройка параметров «Ширина» и «Закругленность» - уменьшение и увеличение в соответствии с положением бегунка на шкале.

При построении сегментации может происходить незначительная задержка, вызванная большим числом срезов исследования:

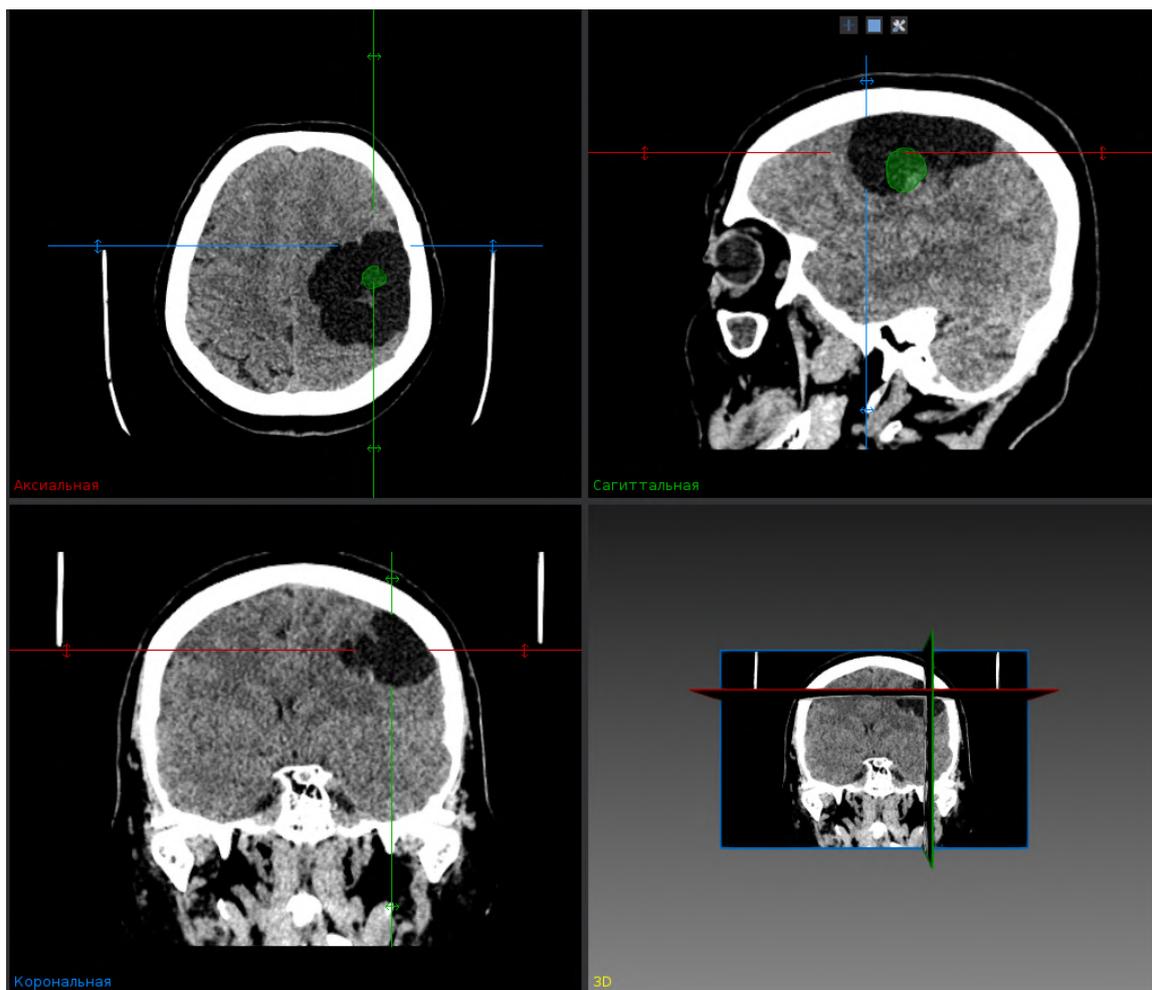


Рисунок 169 – Работа с плагином «Инкрементальная сегментация»

В результате будет создана сегментация (без 3D-модели), которая появится в блоке «Сегментация». Для создания 3D-модели необходимо активировать ее построение с помощью кнопки «Создать сжатую сглаженную модель»  в списке «Свойства».

7.4.3 Сегментация

В плагине «Сегментация» представлены инструменты, позволяющие создавать сегментации анатомических и патологических структур в ручном и полуавтоматическом режимах, с использованием различных инструментов сегментации. Данный плагин состоит из 2D инструментов и 3D инструментов, которые могут использоваться для операций.

Все инструменты работают по единому принципу: необходимо щелкнуть левой клавишей мыши в любом месте среза и при зажатой левой кнопке мыши перемещать мыш. По завершению действия редактирования отпустить кнопку мыши. Для отмены действий необходимо нажать кнопку отмены на панели инструментов.

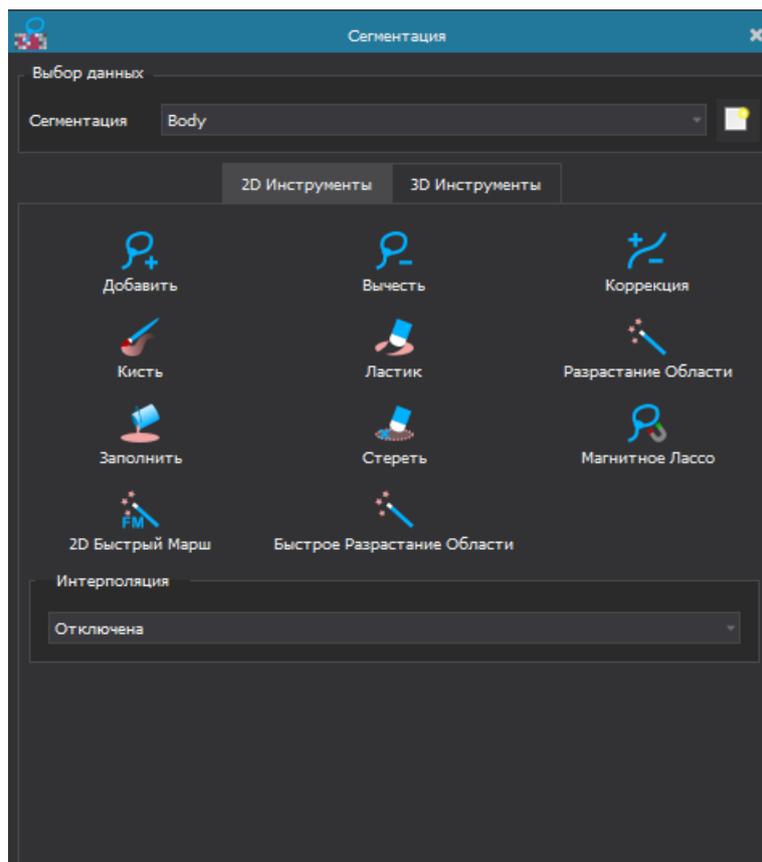


Рисунок 170 – 2D Инструменты в плагине «Сегментация»

2D инструменты:

1. Добавить и Вычесть – предназначены для обрисовки и удаления нарисованного контура.
2. Кисть и Ластик – предназначены для добавления и удаления отдельных вокселей.
3. Коррекция – позволяет скорректировать существующую линию. Если пользователь рисует линию, которая начинается и заканчивается вне сегмента, и он не пересекает другую сегментацию, то результирующий контур заполняется. Если пользователь рисует линию, которая начинается и заканчивается вне сегментации, то часть ее обрезается. Если линия полностью нарисована внутри сегментации, отмеченная область добавляется к сегментации.
4. Разрастание Области – выбирает все пиксели вокруг курсора мыши, которые имеют такое же значение плотности, что и пиксель под курсором мыши. Это позволяет быстро создавать сегменты структур, которые имеют хороший контраст с окружающей тканью, например, легкие.
5. Заполнить – заполняет все отверстия в сегментации.
6. Стереть – удаляет связанную часть пикселей, которые образуют сегментацию.
7. Магнитное Лассо – действует как магнитное лассо с привязкой контуров к краям объектов.
8. 2D Быстрый Марш – позволяет увидеть быстрый результат сегментации с помощью только установки несколько точек на нескольких срезах.

9. Быстрое Разрастание Области – выбирает все пиксели вокруг курсора мыши, которые имеют такое же значение плотности, что и пиксель под курсором мыши. Это позволяет быстро создавать сегменты структур, которые имеют хороший контраст с окружающей тканью, например, легкие.

Создание сегментаций зачастую требует времени, т. к. представляющие интерес структуры могут охватывать диапазон из 50 или более срезов, поэтому есть функции:

- Трехмерная интерполяция – при рисовании контуров сегментации, со второго контура и далее – поверхность сегментированной области будет интерполирована на основе данных контура;
- 2D Интерполяция – создает сегментации всегда, когда есть срез, который имеет соседние срезы с сегментацией.

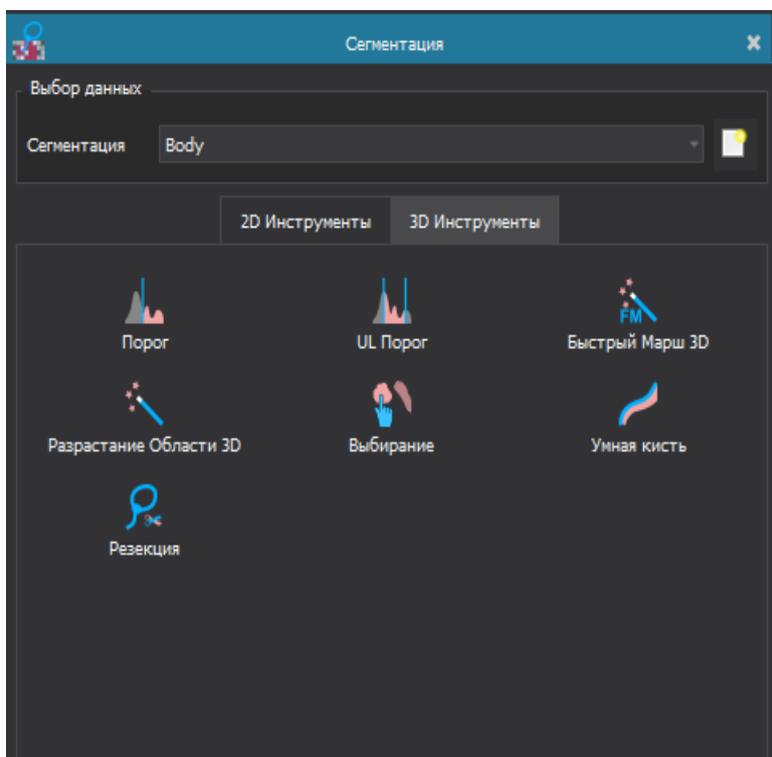


Рисунок 171 – 3D Инструменты в плагине «Сегментация»

3D инструменты:

1. Порог – выделяет все пиксели со значениями, равными или превышающими выбранный порог.

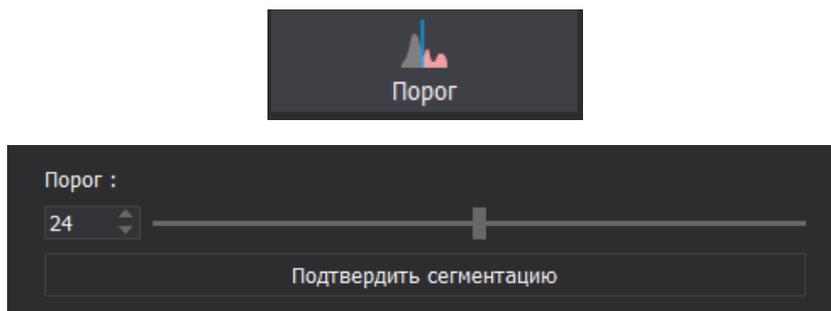


Рисунок 172 – 3D Инструмент «Порог»

2. UL Порог – работает аналогично простому инструменту »Порог«, но позволяет определить верхний и нижний пороговые значения. Все пиксели со значениями внутри этого порогового интервала будут отмечены.

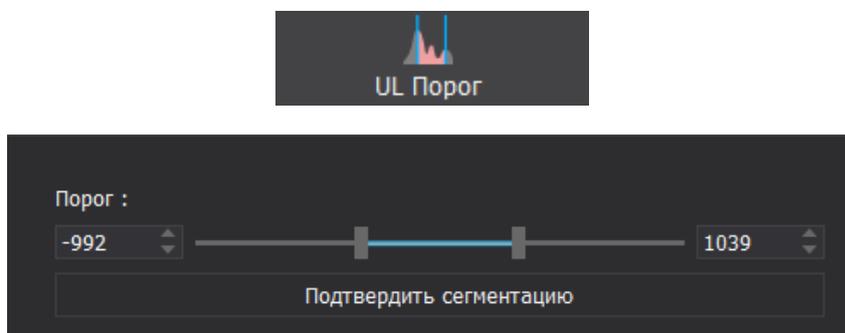


Рисунок 173 – 3D Инструмент «UL Порог»

3. Быстрый марш 3D – работают аналогично 2D-алгоритму Быстрое Разрастание Области.

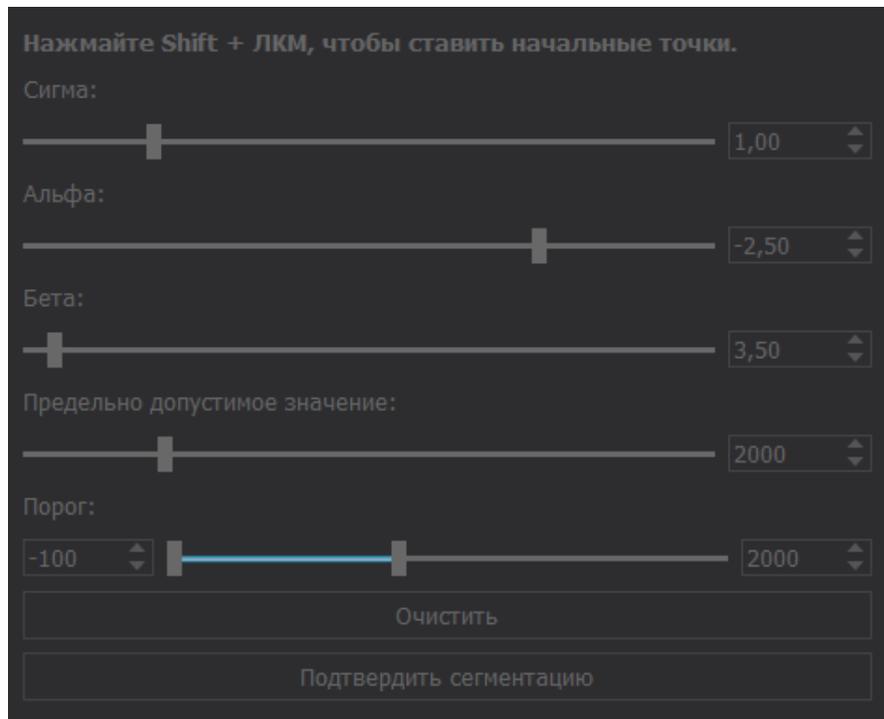
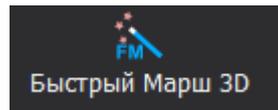


Рисунок 174 – 3D Инструмент «Быстрый марш 3D»

4. Разрастание области 3D – работает аналогично 2D-алгоритму Разрастание области.

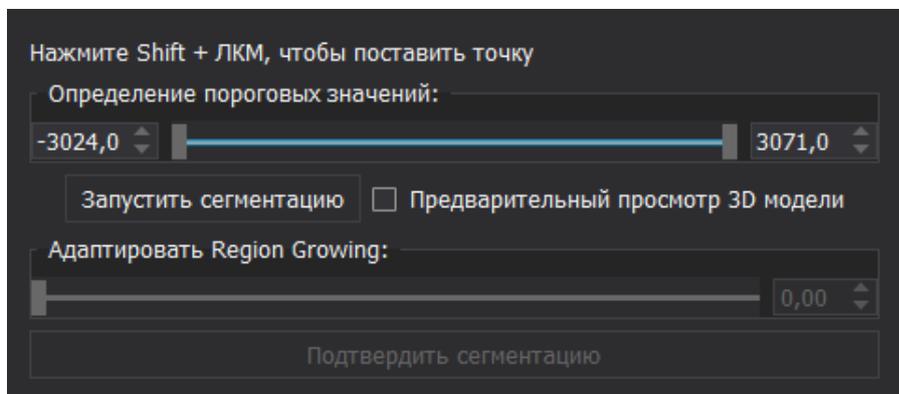
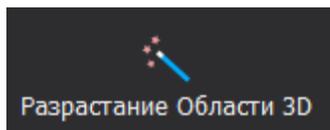


Рисунок 175 – 3D Инструмент «Разрастание области 3D»

5. Выбирание – позволяет выбирать регионы интереса в выбранной сегментации.

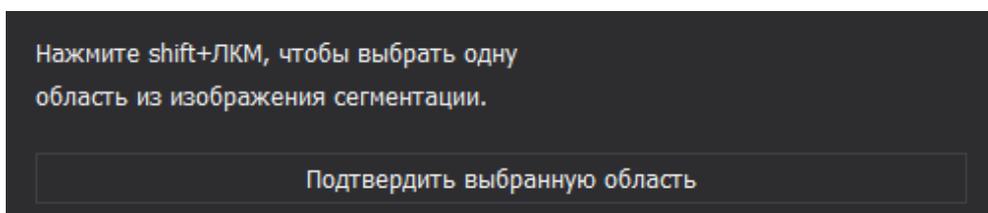
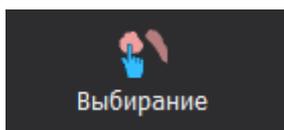


Рисунок 176 – 3D Инструмент «Выбирание»

6. Умная кисть – позволяет выделить небольшие участки, затрагивает несколько срезов.

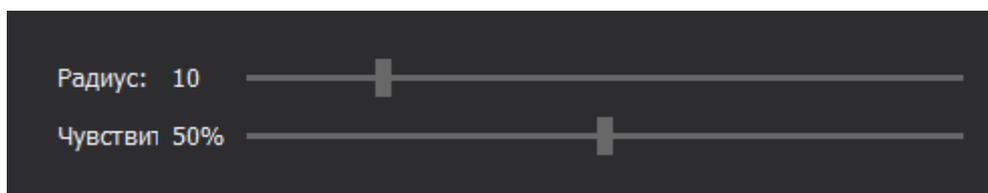
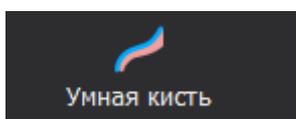


Рисунок 177 – 3D Инструмент «Умная кисть»

7. Резекция – позволяет удалить быстро небольшие участки выбранного органа.

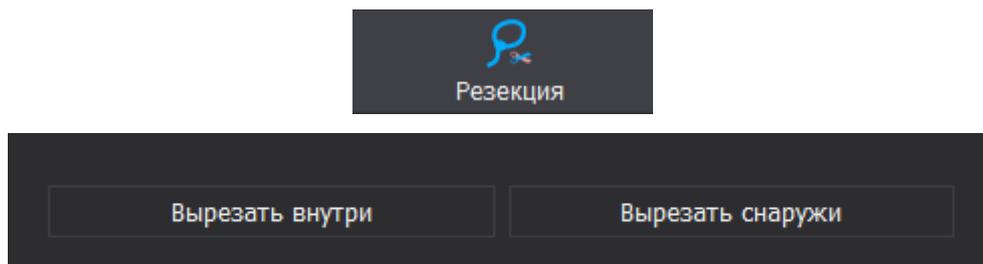


Рисунок 178 – 3D Инструмент «Резекция»

7.4.4 Инструменты сегментации

Плагин «Инструменты сегментации» позволяет обрабатывать существующие в проекте сегментации. Выбор данных происходит с помощью выпадающего списка.

Булевы операции позволяют выполнять следующие действия:

- Объединение – объединяет две существующие сегментации;
- Пересечение – сохраняет только перекрывающиеся области двух существующих сегментов;
- Разность – вычитает одну сегментацию из другой. Выбранные сегменты должны иметь одинаковую геометрию (размер, интервал).

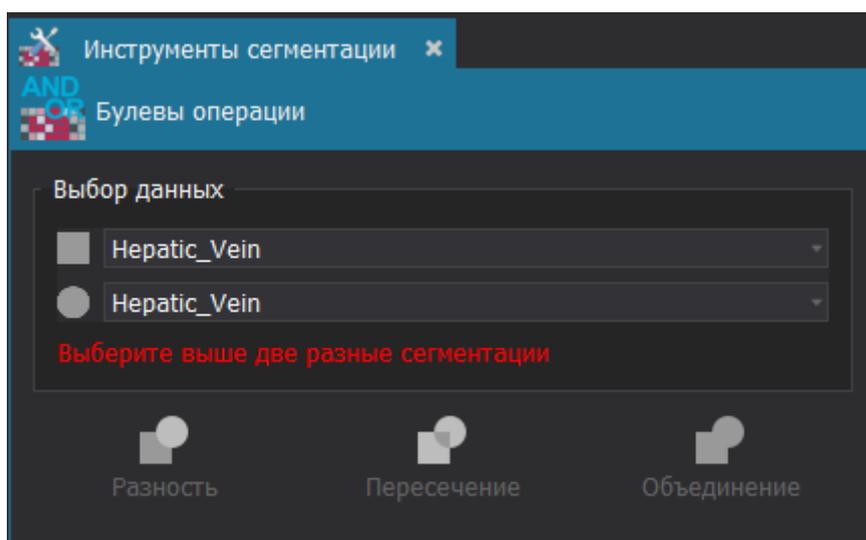


Рисунок 179 – Плагин «Инструменты сегментации»

Изображение с маской позволяет создавать изображение, содержащее только пиксели, которые относятся с соответствующей маске.

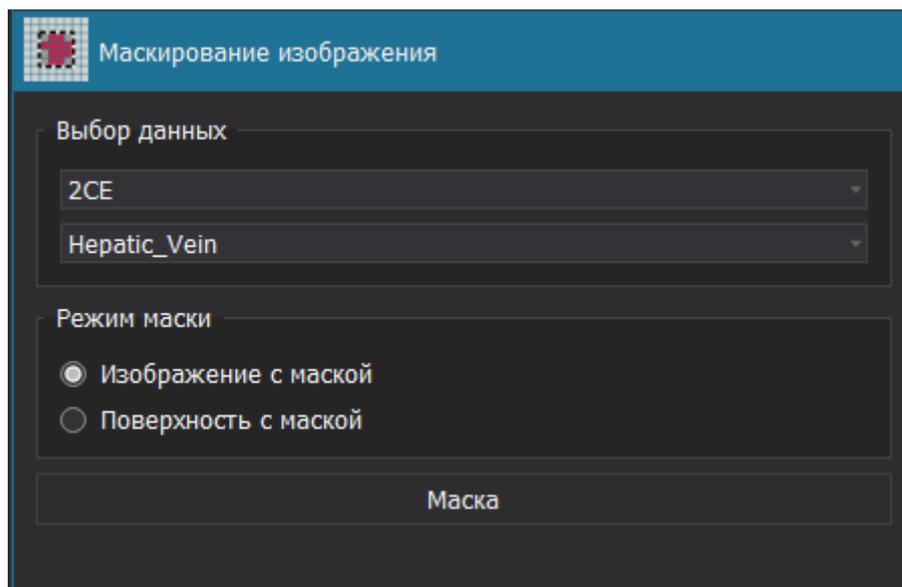


Рисунок 180 – Маскирование изображения

Морфологические операции позволяют редактировать сегментации с помощью функций:

- Расширение – каждый помеченный пиксель внутри сегментации будет расширяться на основе выбранного структурирующего элемента;
- Сужение – каждый помеченный пиксель внутри сегментации будет сужаться на основе выбранного элемента структурирования;
- Открытие – расширение, сопровождаемая сужением, используемая для сглаживания краев или удаления мелких предметов;
- Закрытие – сужение с последующем расширением, используемой для заполнения небольших отверстий;
- Заполнение отверстий – Заполнение больших отверстий в сегментации;
- Удаление фрагментов – Удаление несвязанных фрагментов, чей процент меньше, выбранного пользователем фрагмента;
- Взвешенное медианное сглаживание – Сглаживание всего изображения.

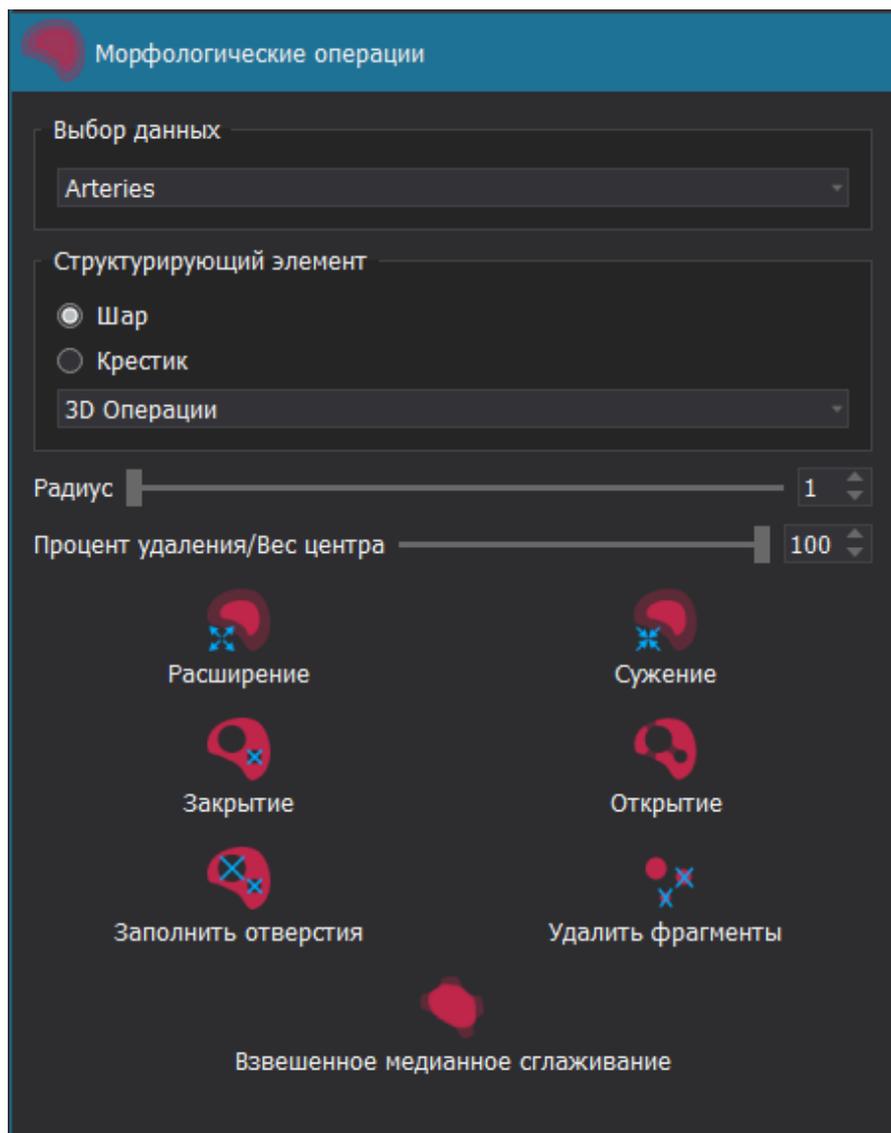


Рисунок 181 – Морфологические операции

Инструмент сегментации «Поверхность в изображение» позволяет преобразовать модель в сегментацию и обратно. Для данного инструмента нужно, чтобы изображение было в градациях серого цвета. Созданное бинарное изображение будет иметь те же свойства, что и эталонное.

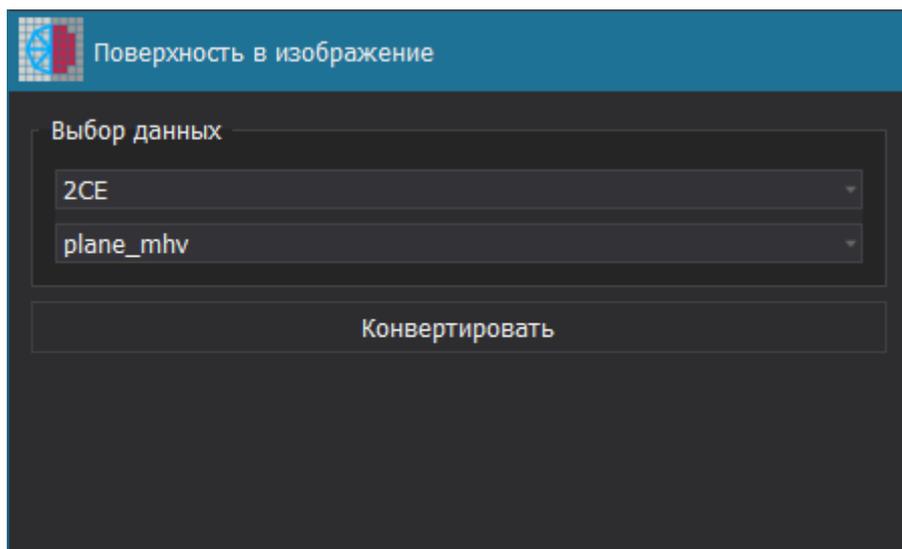


Рисунок 182 – Поверхность в изображение

7.4.5 Сегментация сосудов

Плагин «Сегментация сосудов» предназначен для сегментации сосудов. Для работы с плагином необходимо выбрать Сегментацию сосудов или создать новую с помощью кнопки

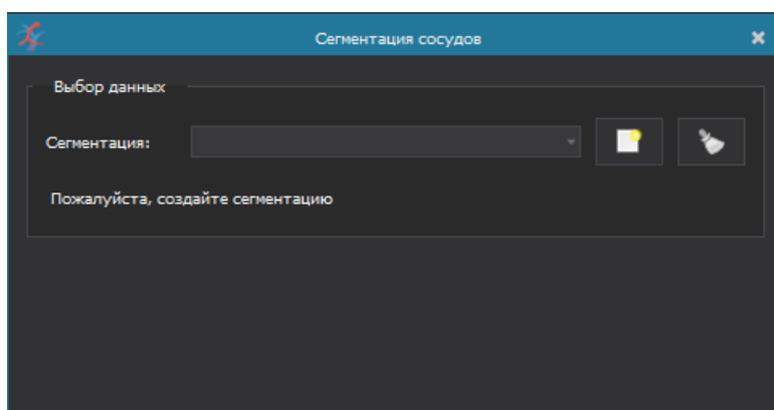


Рисунок 183 – Плагин «Сегментация сосудов»

При создании новой сегментации в плагине «Сегментация сосудов» для выбранного текущего изображения пациента появится диалоговое окно «Новая сегментация»:

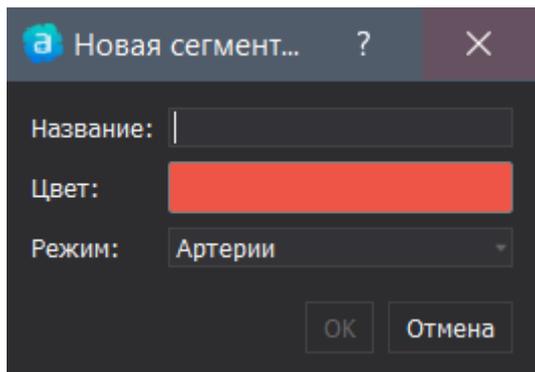


Рисунок 184 – Создание новой сегментации

В данном окне необходимо ввести имя сегментации, выбрать ее цвет и выбрать режим. В построения сосудов доступны три режима:

- Артерии – для создания сегментации артерий;
- Вены – для создания сегментации вен;
- Вены с низким контрастом – для создания сегментации вен с пониженным контрастом.

Для подтверждения создания сегментации необходимо нажать на кнопку «ОК», для отмены – кнопку «Отмена».

После нажатия на кнопку «ОК» в плагине будут доступны дополнительные параметры для построения сегментации сосудов.

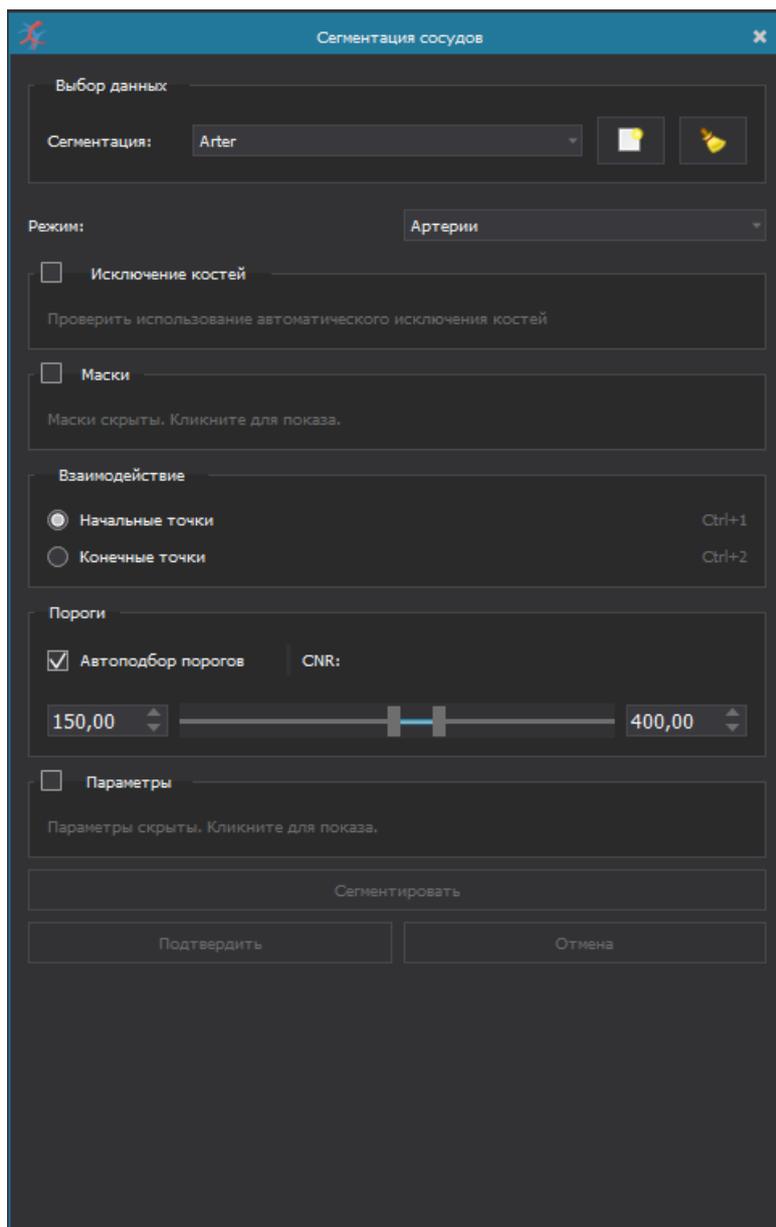


Рисунок 185 – Работа в плагине «Сегментация сосудов»

Чекбокс «Исключение костей» позволяет исключить сегментацию костей при выделении сосудов. Данный чекбокс требуется из-за схожести по яркости контрастированных сосудов и костей.

При построении сосудов возможна работа с масками. Маски – это бинарные сегментации, которые будут учитываться при сегментации сосудов. Для это необходимо установить чекбокс «Маски». Появится выпадающий список с доступными изображениями и подсказка: «Маски еще не добавлены. Вы можете добавить одну или несколько масок из списка доступных бинарных изображений:

«Пожалуйста, выберите изображение из всплывающего меню и нажмите кнопку добавления.»

Чтобы добавить маску в список необходимо выбрать нужную сегментацию из списка и нажать на кнопку . После добавления масок появится список добавленных сегментаций. Маску из списка можно убрать, для этого необходимо выбрать ненужную маску в списке и нажать на кнопку . Или просто убрать чекбокс напротив ненужной маски.

Каждую из масок можно сделать как позитивной, так и негативной. Позитивная маска – это маска, которая будет учитываться при построении сегментации сосудов таким образом, что при построении не будут учитываться сосуды, которые выходят за рамки маски (например, построение вен только в печени). Негативная маска – это маска, которая будет учитываться при построении сегментации сосудов таким образом, что при построении не будут учитываться сосуды, которые входят в выбранную(ые) маску(и) (например, не учитывать сегментацию костей при построении артерий из-за схожести яркости на изображении).

Когда все маски будут выбраны необходимо нажать на кнопку «Создать маску», чтобы при построении сосудов учитывалась маска или несколько масок. Если построенная маска становится неактуальной (ненужной), то ее можно удалить, нажав на кнопку Удалить маску. Видимостью маски на изображении можно управлять с помощью чекбокса «Показать маску».

Перед тем как запустить процесс сегментации сосудов необходимо расставить точки на изображении. В плагине представлено два вида набора точек. Переключаться между ними можно выбирая соответствующий вид в самом плагине. Точки в плагине «Сегментация сосудов» расставляются при зажатой кнопке «Shift» и клику левой кнопки мыши.

Начальные точки – это точки, которые должны быть расставлены внутри сосудов. Конечные точки – это точки, которые должны быть внутри сосудов и ограничивать дерево сосудов (за пределами данных точек сегментация создана не будет). Точек на изображении желательно ставить несколько на разных срезах и проекциях, чтобы улучшить качество сегментации. Чтобы убрать все точки и начать заново их расставлять необходимо нажать на кнопку «Отмена» в нижней части плагина.

После расстановки точек необходимо нажать кнопку «Сегментировать», которая запустит процесс сегментации сосудов. В результате чего будет создана сегментация и полигональная модель построенных сосудов зеленого цвета, что говорит о том, что данную сегментацию можно «Подтвердить» (тогда сегментация примет выбранный цвет при создании сегментации) или «Отменить», если результат неудовлетворительный и требует новой расстановки точек.

Перед запуском процесса сегментации или для изменения результата сегментации (до подтверждения) можно настроить подбор порогов. По умолчанию чекбокс «Автоподбор порогов» активен. Для работы с настраиваемыми порогами необходимо изменять положение ползунков параметра CNR (соотношение сигнал-шум на основе начальных и конечных точек).

Также в плагине можно воспользоваться еще некоторыми настройками. Чтобы сделать доступными настройку дополнительных параметров необходимо установить чекбокс «Параметры».

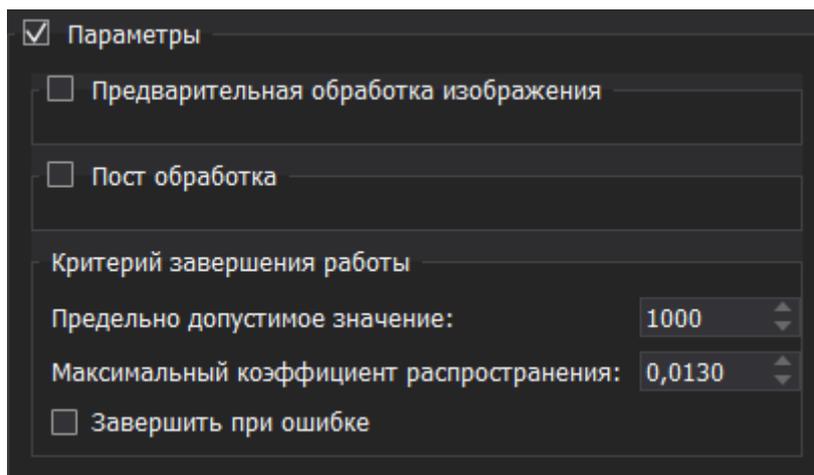


Рисунок 186 – Параметры

Предварительная обработка изображения – перед тем как сегментация сосудов будет создана запустится процесс предварительной обработки изображений. В него входят «Гауссово сглаживание» (с настройкой параметра Сигма) и «Улучшение сосудов» (с настройкой Итераций). Также можно включить или выключить Показ предварительно обработанного изображения, для этого необходимо установить или снять соответствующий чекбокс.

Пост-обработка сегментации – обработка сегментации после завершения построения сосудов. В пост-обработки присутствует два варианта: «Итеративное заполнение областей» (с настройкой количества Итераций) и также можно использовать «Взятие N больших частей» (указав Количество частей).

В параметрах можно настроить Критерии завершения работы: «Предельно допустимое значение», «Максимальный коэффициент распространения» и «Завершение по ошибке».

7.5. Системные инструменты

В списке «Системные инструменты» отображаются следующие плагины:

- Управление данными;
- Навигация;
- Совмещение данных.

7.5.1 Управление данными

В плагине «Управление данными» отображаются все существующие данные в открытом проекте: сегментации, 3D-модели, служебные модели. Данный плагин является необходимым компонентом для работы с программой. Данные в плагине представлены многоуровневой структурой.

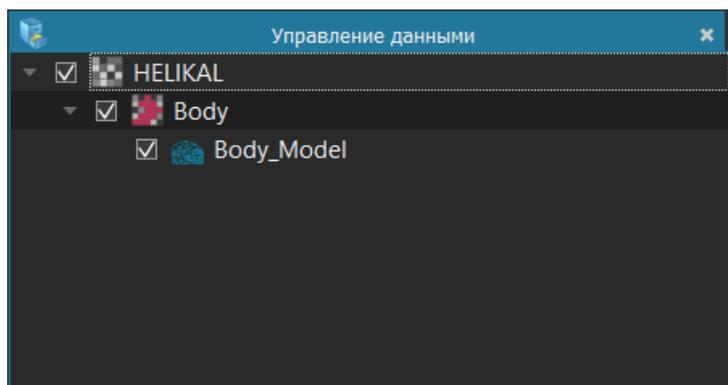


Рисунок 187 – Структура данных

С помощью чекбоксов, расположенных рядом со строкой возможно настроить видимость имеющихся данных. При однократном нажатии на правую кнопку мыши открывается всплывающее меню с командами и параметрами:

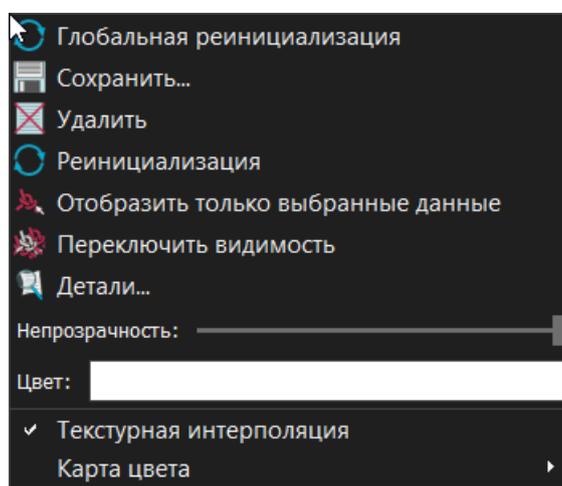


Рисунок 188 – Список параметров

Часть команд и параметров в списке продублированы в программе в закрепленном меню слева, например, команды «Сохранить», «Удалить», «Цвет», «Непрозрачность».

Команда «Глобальная реинициализация» позволяет отобразить в окне просмотра одновременно все видимые данные – те, напротив которых установлен чекбокс видимости.

Команда «Реинициализация» позволяет отобразить в окне просмотра крупным планом только тот элемент данных, на который было выполнено нажатие правой кнопки мыши при вызове всплывающего меню.

7.5.2 Совмещение данных

Плагин «Совмещение данных» предназначен для совмещения данных, в том числе данных разной модальности, например, данных КТ и данных МРТ исследований одного пациента.

Для работы с плагином «Совмещение данных» необходимо загрузить несколько данных. После загрузки одних данных необходимо перейти на вкладку «Открыть» и выбрать вторые данные, необходимые для загрузки.

Для добавления данных к ранее открытым данным необходимо активировать настройку «Режим добавления» в верхней части программы.

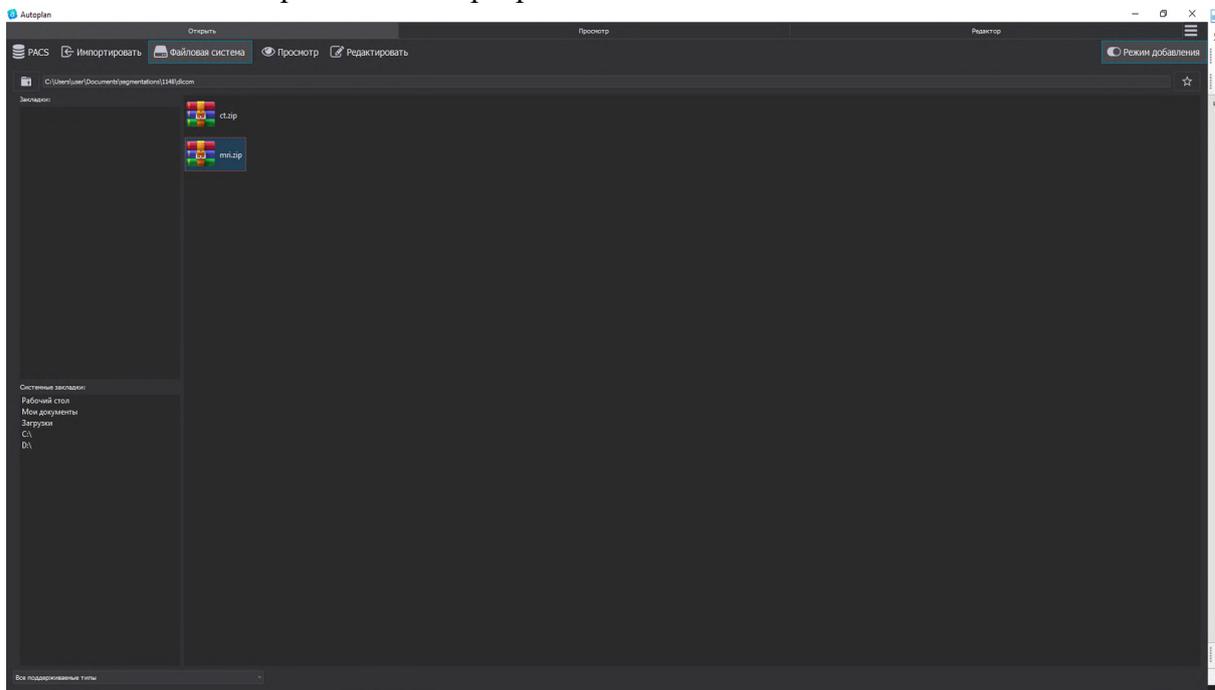


Рисунок 189 – Добавление данных для совмещения

После выбора дополнительных данных будет выполнен автоматический переход на вкладку «Просмотр», подробнее работа на вкладке «Просмотр» представлена в 7.2. Для удобства дальнейшей работы можно закрыть ненужные для работы серии.

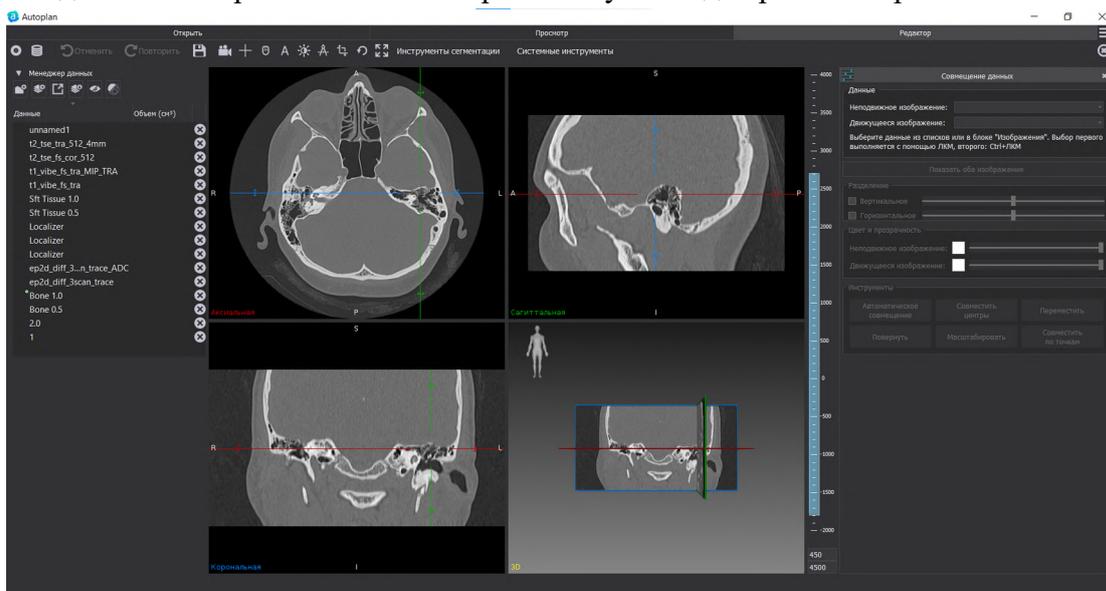


Рисунок 190 – Плагин «Совмещение данных»

Для работы с плагином «Совмещение данных» необходимо выбрать данные для дальнейшей работы с помощью выпадающего списка в конце строк «Неподвижное изображение» и «Движущееся изображение».

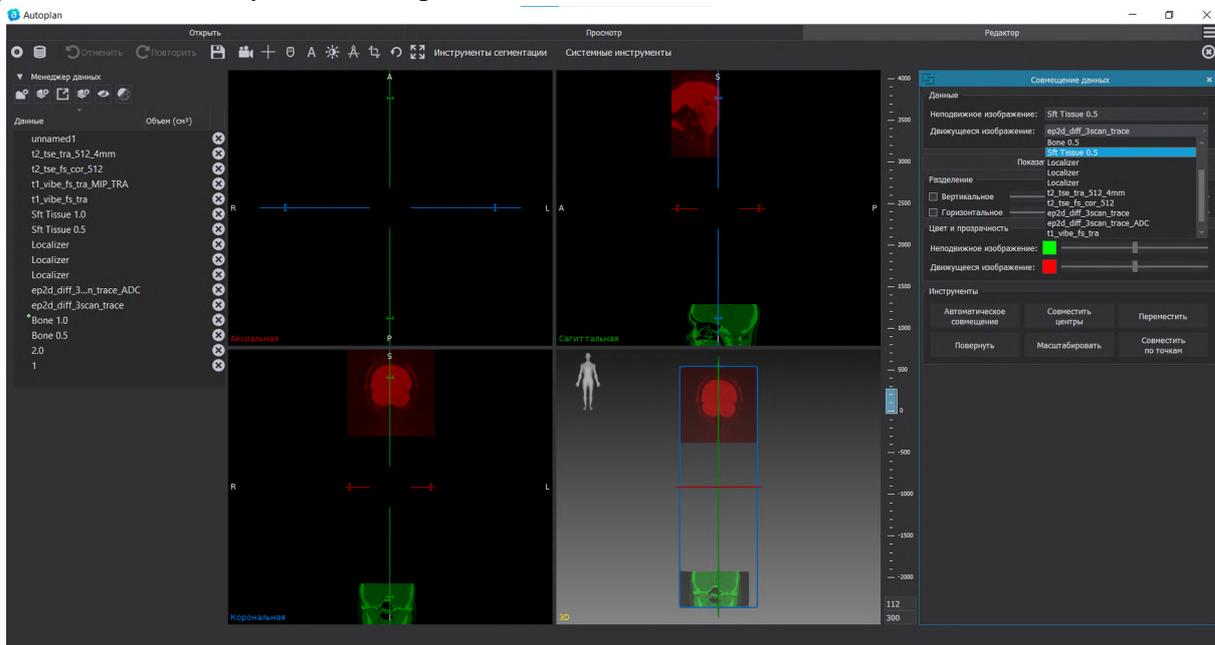


Рисунок 191 – Выбор данных в плагине «Совмещение данных»

Выбор данных также может осуществляться в блоке «Данные» слева на панели «Менеджера серий». Первое изображение выбирается с помощью левой кнопки мышки, добавление второго выполняется с помощью сочетания Ctrl и левой кнопки мыши.

Изменение в выбранных данных возможно производить с помощью выпадающих списков, либо повторным выбором данных в блоке «Изображения».

⚠ При совмещении данных КТ и МРТ производитель рекомендует данные КТ делать неподвижным изображением, данные МРТ движущимся.

После выбора данных в окне мультивиджета производится совместное отображение выбранных данных и становятся доступными для работы инструменты плагина «Совмещение данных».

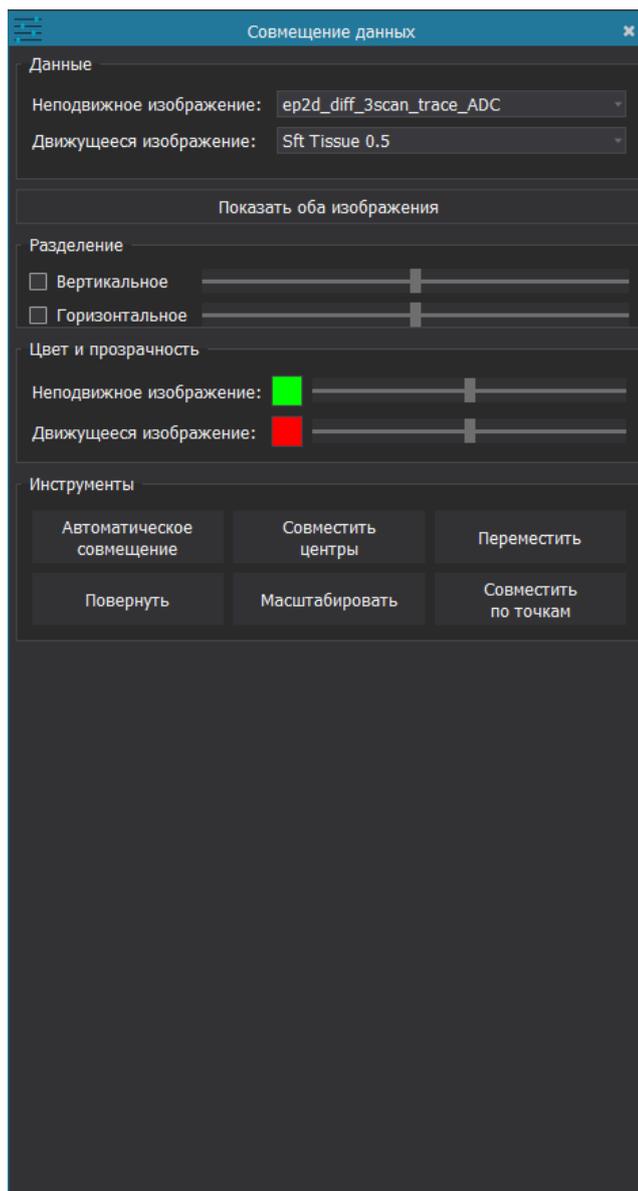


Рисунок 192 – Работа с данными в плагине «Совмещение данных»

При нажатии на кнопку «Показать оба изображения» производится совместное отображение выбранных данных.

При активации чекбокса «Горизонтальное», «Вертикальное» в блоке «Разделение» в окнах мультивиджета появляется линия, в зависимости от выбранного чекбокса горизонтальная или вертикальная соответственно, разделяющая окна просмотра данных пополам, с возможностью изменения положения линии деления с помощью шкал.

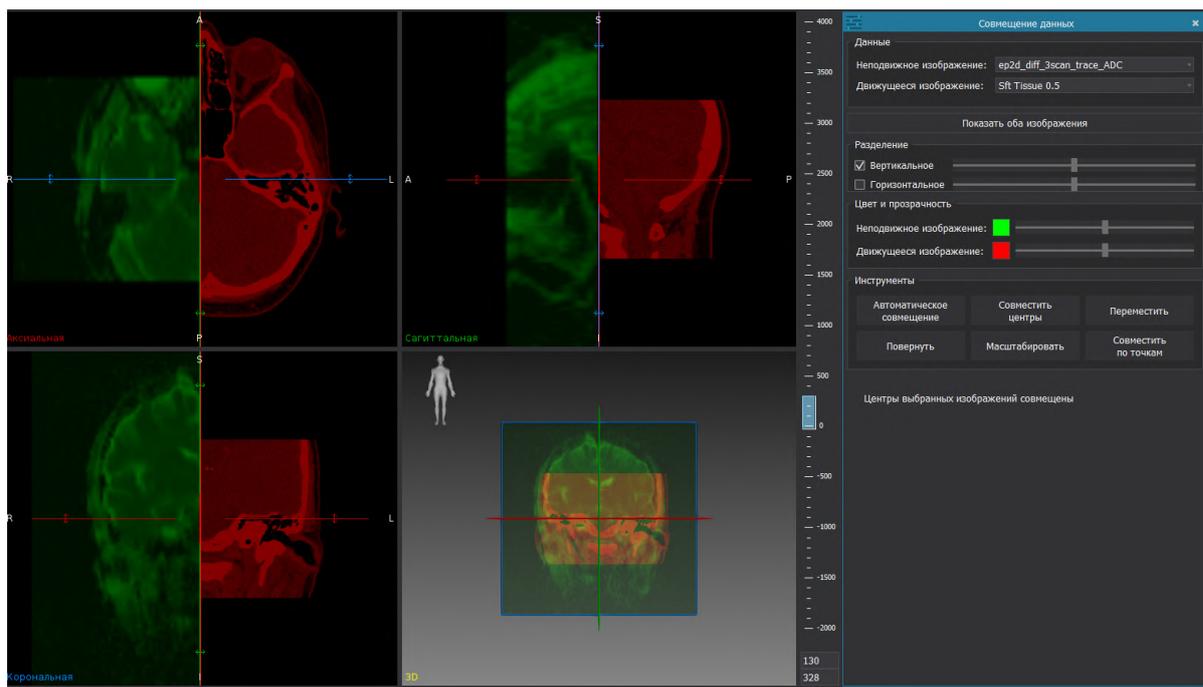


Рисунок 193 – Работа с блоком «Разделение»

В блоке «Цвет и прозрачность» возможно изменение заданного цвета и прозрачности для данных. По умолчанию цвет неподвижного изображения зеленый, для подвижного — красный. Изменение цвета выполняется с помощью двойного клика левой кнопкой мышки по цветовому квадрату.

В блоке «Инструменты» в плагине «Совмещение данных» представлены следующие инструменты:

- Автоматическое совмещение;
- Совместить центры;
- Переместить;
- Повернуть;
- Масштабировать;
- Совместить по точкам.

Автоматическое совмещение данных производится при нажатии на кнопку «Автоматическое совмещение».

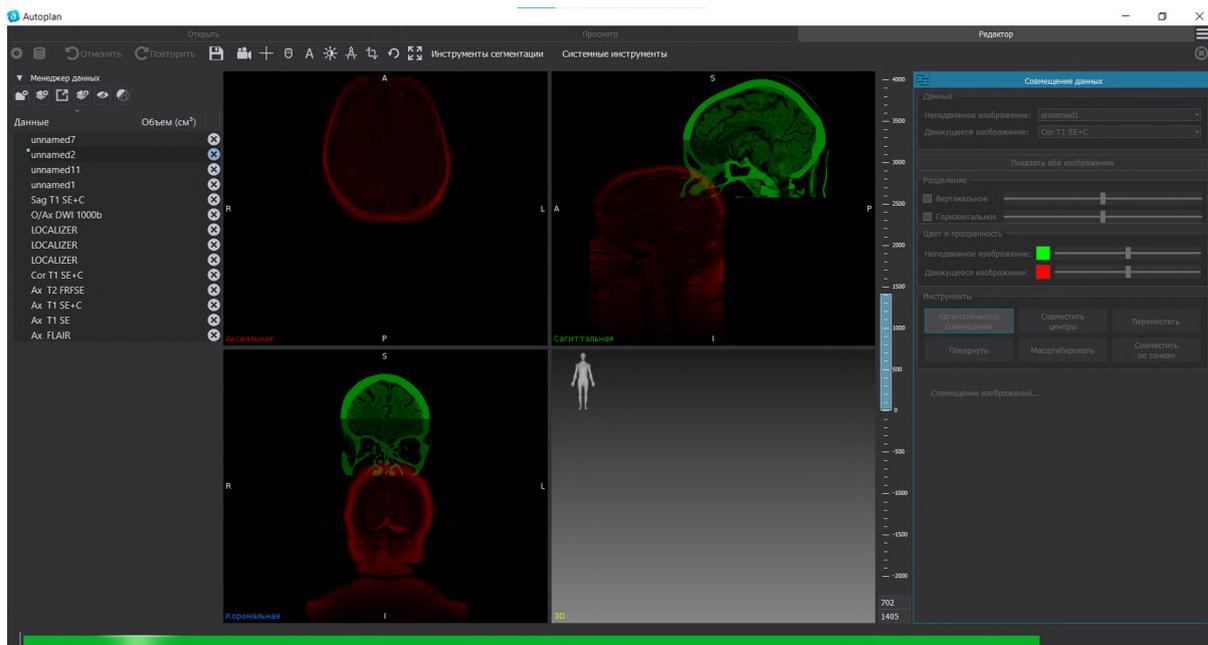


Рисунок 194 – Автоматическое совмещение данных

При автоматическом совмещении выполняется построение служебных моделей для выбранных к совмещению данных. В блоке «Данные» появляются подчиненные серии данные, название данных представляет собой «название серии_registration», например «unnamed1_registration». Цвет служебных сегментаций и 3D-моделей соответствуют выбранному цвету в плагине «Совмещение данных».

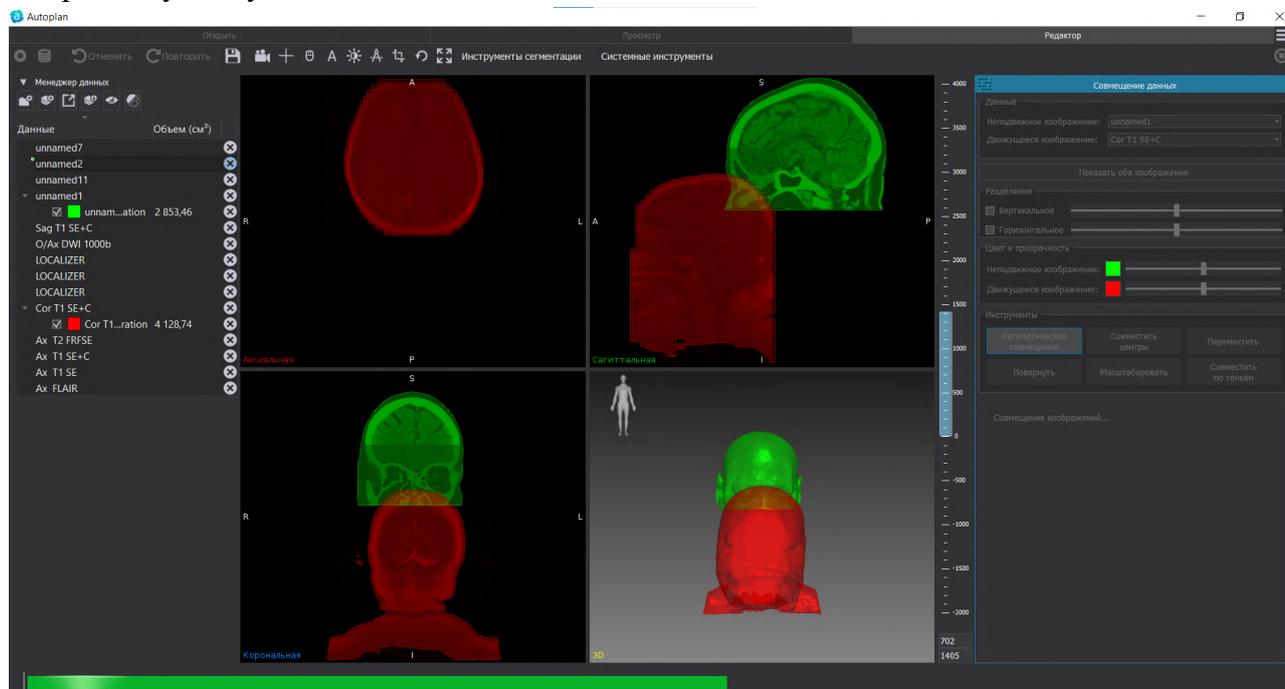


Рисунок 195 – Автоматическое совмещение данных

В результате выполнения автоматического совмещения производится отображение совмещенных данных как в 3D-окне, так и по срезам.

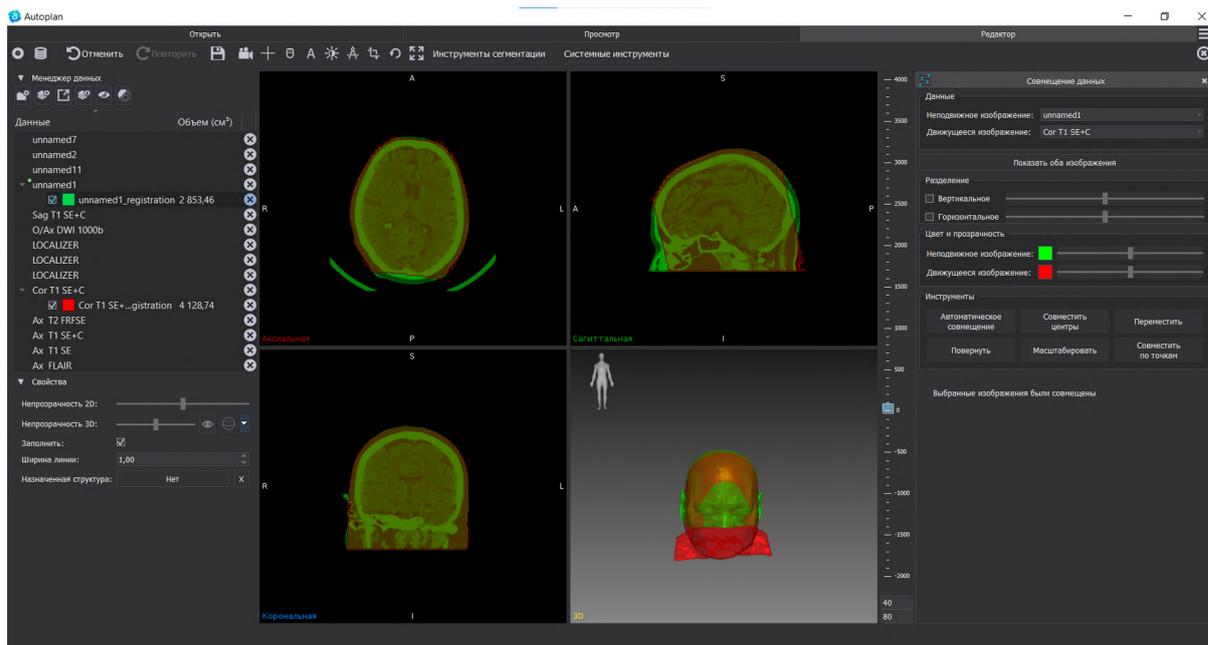


Рисунок 196 – Автоматическое совмещение данных

⚠ Автоматическое совмещение данных невозможно для данных с количеством срезов менее 10, для диффузионных данных, а также для данных УЗИ.

«Совместить центры» – быстрое совмещение центров изображений, начальный этап совмещения. При нажатии на кнопку появляется сообщение «Центры выбранных изображений совмещены».

При нажатии на кнопку «Переместить» становится доступно изменение положения движимого изображения относительно неподвижного вверх, вниз, влево, вправо, вперед, назад. Шаг по умолчанию равен минимальному размеру вокселя из выбранных данных. При активации чекбокса «Настроить шаг перемещения (мм)» в поле возможно изменение значения шага перемещения с помощью кнопок в конце поля либо прямым вводом значения с клавиатуры или зажав левую клавишу мыши на подвижном изображении и передвигая ее на любой из проекций (аксиальной, корональной, сагиттальной).

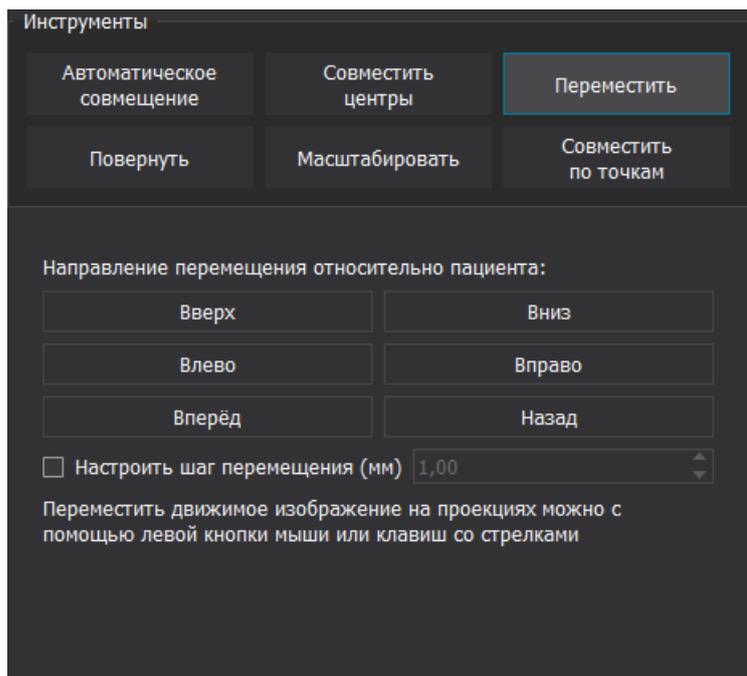


Рисунок 197 – Работа с инструментами плагина «Совмещение данных»

Инструмент «Повернуть» позволяет повернуть движимое изображение на проекциях с помощью кнопок: наклон вперед, наклон назад, поворот влево, поворот вправо, наклон влево, наклон вправо. При этом имеется возможность задания центра вращения: относительно центра изображения или относительно положения перекрестья. Шаг вращения задается с помощью кнопок в конце поля или прямым вводом значения с клавиатуры.

Возможно повернуть движимое изображение относительно неподвижного в окнах мультивиджета, поворот выполняется при зажатии левой кнопки мыши на любом из срезов (аксиальном, корональном, сагиттальном) относительно выбранной точки вращения.

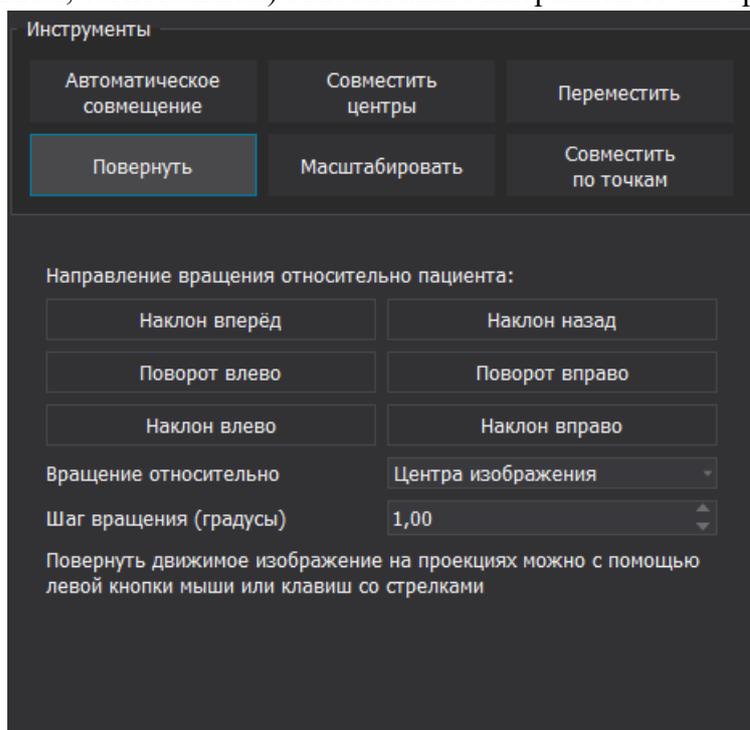


Рисунок 198 – Работа с инструментами плагина «Совмещение данных»

Инструмент «Масштабировать» позволяет масштабировать движимое изображение В случае, если исследования выполнены в разном масштабе и их нужно привести к одному размеру. Изменяется масштаб на проекциях с помощью клавиш со стрелками: вверх, вниз, влево, вправо или с помощью изменения значений полей «в направлении вверх и вниз», «в направлении влево и вправо», «в направлении вперед и назад». Шаг масштабирования задается в процентах и по умолчанию равен 1. Возможно изменение данного значения с помощью кнопок в конце поля или прямым вводом с клавиатуры.

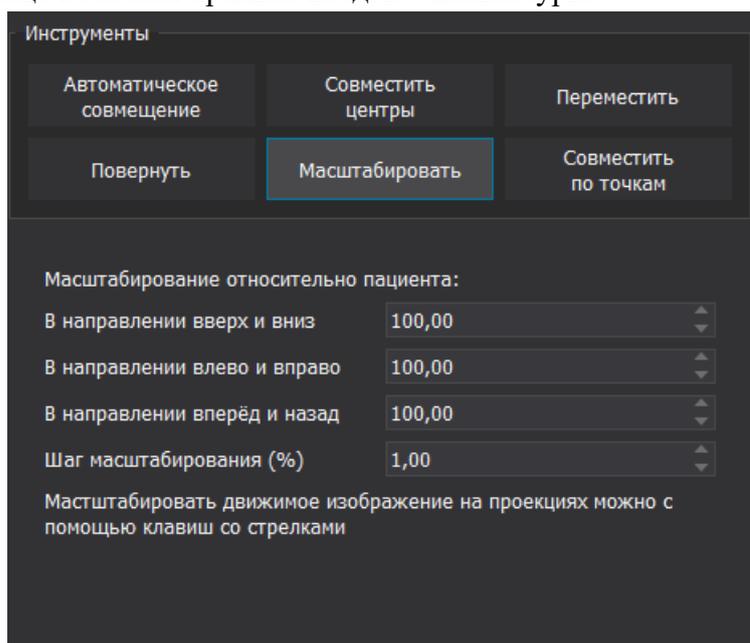


Рисунок 199 – Работа с инструментами плагина «Совмещение данных»

Инструмент «Совместить по точкам» позволяет совместить данные по установленным точкам на неподвижном изображении и на движущемся.

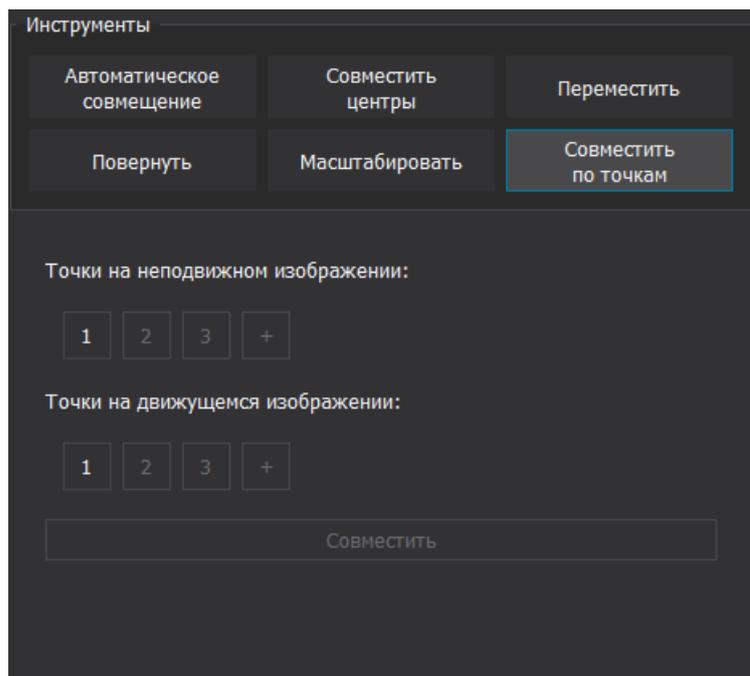


Рисунок 200 – Работа с инструментами плагина «Совмещение данных»

Необходимо установить точки на неподвижном изображении и на движущемся. Для установки точки необходимо нажать на «1», после установки первой точки становится доступной установка второй точки и т. д. При установке точек на неподвижном изображении в окнах мультивиджета отображается только выбранное для работы изображение. Установка точек выполняется по двойному клику левой кнопки мышки в требуемую область. Для выхода из режима добавления точек совмещения необходимо отжать кнопку «+».

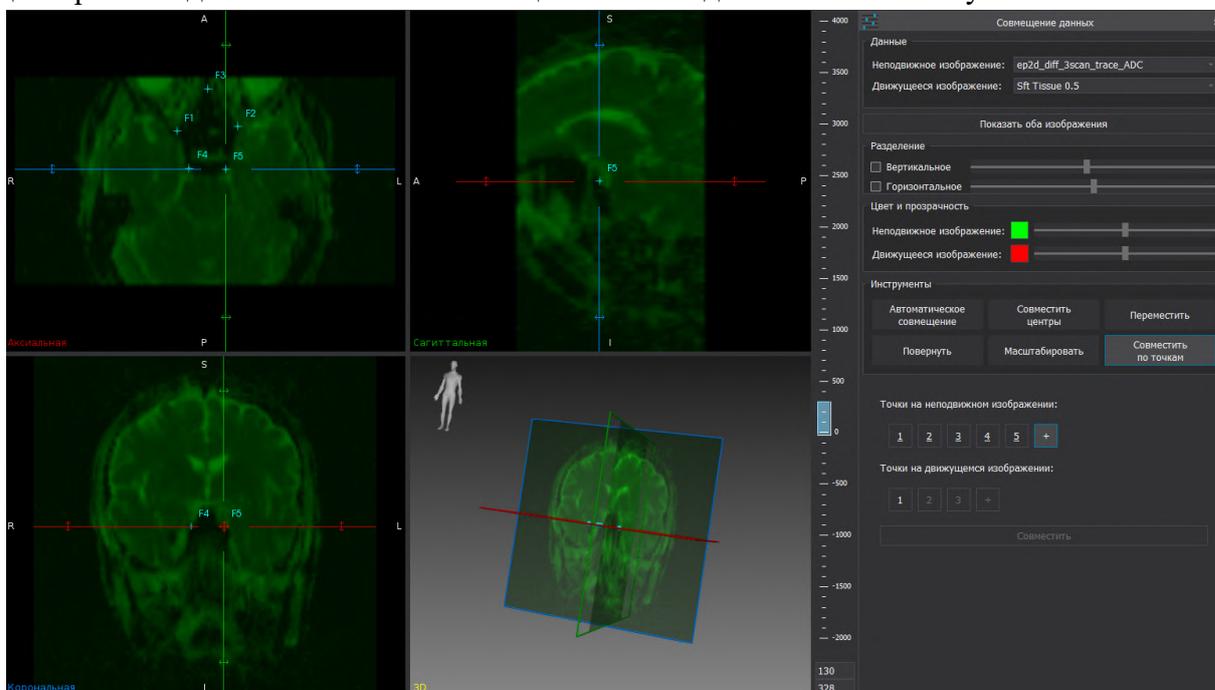


Рисунок 201 – Работа с инструментом «Совместить по точкам»

Возможно установить неограниченное количество точек для совмещения. После установки точек на одном изображении необходимо установить точки на движущемся изображении. Порядок точек является ключевым при проведении совмещения. Кнопка «Совместить» будет доступной только после установки единого числа точек для неподвижного и для движимого изображения.

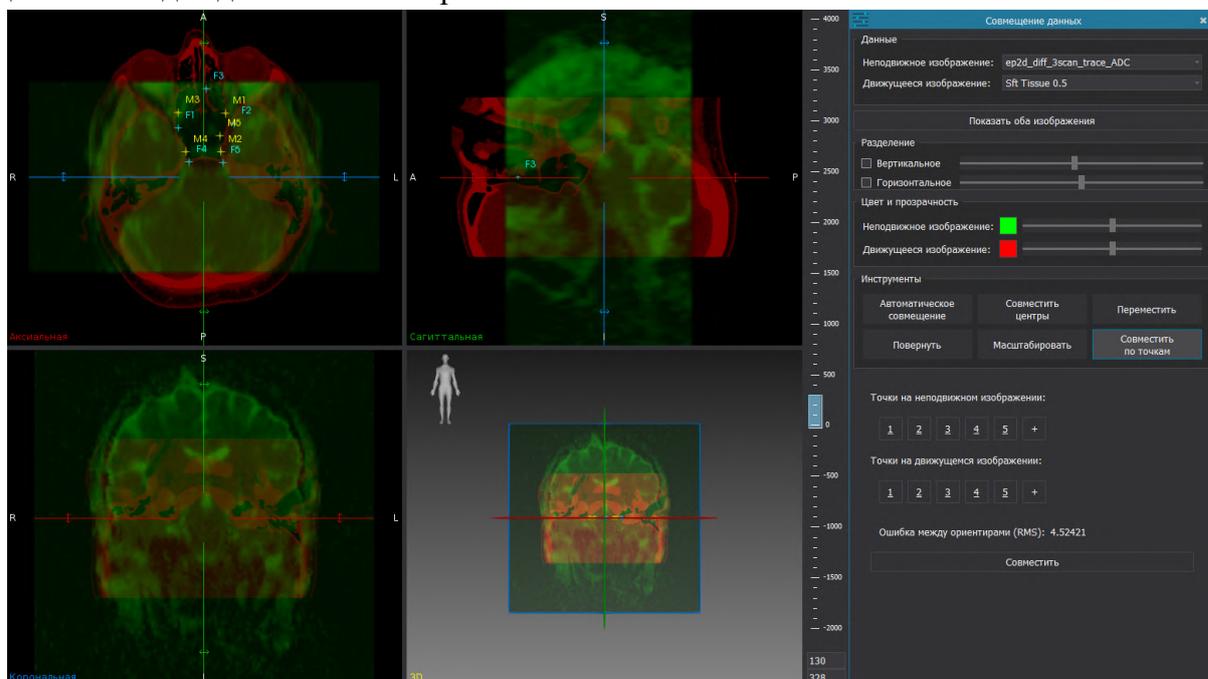


Рисунок 202 – Работа с инструментом «Совместить по точкам»

После установки точек для совмещения возможно изменить положения любой из установленных точек с помощью активации соответствующей кнопки.

После установки точек для совмещения выполняется расчет ошибки между ориентирами (RMS). Перерасчет выполняется после нажатия на кнопку «Совместить».

Чем меньше значение RMS тем точнее выполнено совмещение данных.

При повторном нажатии на кнопку «Совместить по точкам» выполняется выход из режима совмещения.

После выполнения совмещения данных необходимо закрыть плагин «Совмещение данных» и выполнить сегментацию необходимых структур с помощью инструментов сегментации, подробное описание представлено в 7.4.

8. Монтаж и техническое обслуживание

8.1. Требования по упаковке, сборке и монтажу

Для обеспечения сохранности АПК «Автоплан» поставляется в специальном коробе — транспортировочном боксе. На лицевой стороне представлена информация с заводским номером стойки, логотипом «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТЕХНОПАРК

<https://technopark-pro.ru>  , имеет маркировку «Беречь от влаги», «Хрупкое», «Вертикальное положение».

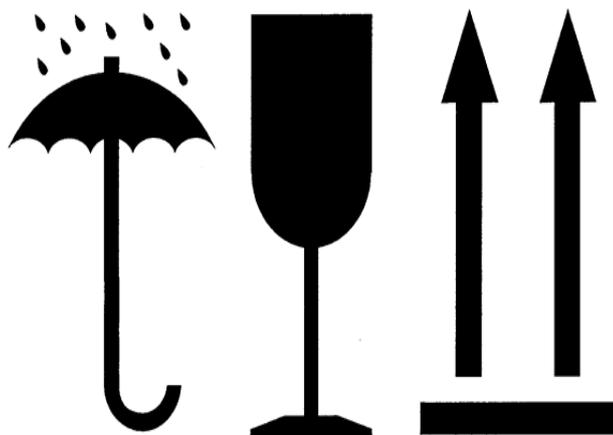


Рисунок 203 – Маркировка транспортировочного бокса АПК «Автоплан»

При размещении необходимо учесть габаритные размеры оборудования с учетом упаковки:

- монитор: 860*260*610 мм (Д*Ш*В);
- стереокамера: 990*320*280 (Д*Ш*В);
- стойка : 2000*730*730 (Д*Ш*В).

Стойка, монитор, стереокамера и инструментарий в чемодане размещаются внутри транспортировочного бокса.

Требования к помещению, в котором может располагаться оборудование указано в п. 3.

После транспортировки оборудование должно быть выдержано в транспортной таре в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150-69 не менее 12 часов, для последующего обеспечения его исправной работы.

 **Монтаж и настройка оборудования проводится силами производителя.**

При помощи специализированного оборудования сотрудник фирмы - производителя осуществляет распаковку транспортировочного бокса, монтаж и ввод в эксплуатацию согласно регламенту.

Упаковка (в закрытом виде) передается ответственным лицам принимающей стороны. Транспортировочный бокс необходимо хранить на складах, либо в помещениях на весь срок эксплуатации оборудования.

8.2. Требования по эксплуатационной транспортировке

Транспортировка комплекса после ввода в эксплуатацию является одним из этапов эксплуатации, включающим в себя подготовку и перевозку или перемещение в заданных условиях с использованием транспортных или буксировочных средств, а также подготовку к операциям при условии обеспечения сохранения технического состояния и комплектности.

АПК «Автоплан» является мобильным комплексом, имеет специальное транспортировочное положение, при котором необходимо производить его перемещение.



Рисунок 204 – Транспортировочное положение АПК «Автоплан»

С помощью регулируемых кронштейнов, на которых закреплена стереокамера (рисунок 2, глава 2.1.1) её совместно с монитором необходимо расположить в одну плоскость с компьютерным блоком и стойкой комплекса, как представлено на рисунке 204. В таком положении все составляющие комплекса находятся в пределах одних габаритов, что максимально облегчает транспортировку комплекса.

На стойке комплекса также имеется маркировка с указанием транспортного положения, а также запрещающим знаком «Не кататься».

 Система «Автоплан» подлежит бережному обращению. Категорически запрещается кататься на стойке и подвергать иным весовым нагрузкам.

8.3. Сервисное обслуживание

Сервисное обслуживание комплекса проводится силами персонала фирмы - производителя системы и/или авторизованных сервисных служб. Техническое обслуживание осуществляется в плановом порядке на месте эксплуатации АПК «Автоплан». Персонал пользователя к выполнению технического обслуживания не допускается.

В процессе эксплуатационного обслуживания АПК «Автоплан» производится удаление накопившиеся пыли и грязи, обработка всех элементов комплекса в соответствии с Инструкцией по обработке оборудования. Эксплуатационное обслуживание производится только при отключенном состоянии комплекса и не менее, чем за 20 минут до использования.

9. Утилизация

Утилизация АПК «Автоплан» должна проводиться в соответствии с требованиями действующего законодательства. При возникновении вопросов по утилизации, пожалуйста, свяжитесь с производителем. Контакты производителя приведены в разделе 1.2.

Индивидуальная упаковка и транспортная тара, которая поставляется с АПК «Автоплан», утилизируется как твердые бытовые отходы.

10. Распространённые проблемы и их решение

В таблице 3 отображены часто встречающиеся проблемы, а также их решения.

Таблица 3. Информация о проблемах и их решениях

Проблема	Решение
Стереокамера не работает – на экране символ камеры красный	<ul style="list-style-type: none"> • Проверить корректность подключения кабеля питания и кабеля Ethernet к стереокамере. • Перезапустить плагин и (или) программу.
Указка/инструмент имеет красную индикацию в плагине	<ul style="list-style-type: none"> • В плагине «Навигация» включить отображение окон стереокамеры в блоке «Камера» с помощью кнопки «Показать окна камеры»; • Обеспечить видимость указки/инструмента в окнах стереокамеры; • Проверить состояние отражающих сфер указки/инструмента с помощью функции «Проверить сферы» (<i>Настройки-Навигация-Юстировка оборудования</i>).

<p>Базис красный</p>	<ul style="list-style-type: none"> • В плагине «Навигация» включить отображение окон стереокамеры в блоке «Камера» с помощью кнопки «Показать окна камеры»; • Обеспечить видимость базиса в окнах камеры; • Проверить состояние отражающих сфер базиса с помощью функции «Проверить сферы» (<i>Настройки-Навигация-Юстировка оборудования</i>).
<p>Изображение с камер мутное</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Протереть защитные стекла сухой салфеткой из микрофибры; • Убедиться в видимости инструментария стереокамерой.
<p>Педаль не работает</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Заменить батарейки в педали. Отсек для батареек расположен с нижней стороны педали. Профилактическую замену элементов питания рекомендуется выполнять один раз в 6 месяцев.
<p>Мышь и клавиатура не работает</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Заменить батарейки. Профилактическую замену элементов питания рекомендуется выполнять один раз в 6 месяцев.
<p>Отсутствует возможность взятия точки – кнопка не доступна</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Убедиться, что модель для регистрации выбрана и подготовлена. • Убедиться, что ключевые точки установлены – установлен чекбокс «Показать ключевые точки».
<p>При регистрации наблюдается смещение ключевых точек на одно и то же расстояние</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Убедиться, что ключевые точки установлены на подготовленной к регистрации модели; • Убедиться в соответствии ключевых точек на модели и на пациенте с помощью указки; • Убедиться, что при установке ключевых точек нет ошибки в определении стороны (право/лево).

<p>Калибровка инструмента не удалась</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Убедиться в видимости инструментальной системы сфер стереокамерой; • Убедиться в единстве лунки для установки инструмента при калибровке в нижней и в верхней позиции; • Убедиться в жестком креплении инструментальной системы сфер относительно инструмента; • Убедиться в жестком закреплении площадки проверки точности на разборной мачте, а также поверхности, на которой она размещается.
<p>Калибровка инструмента не проходит площадку проверки точности</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Повторно выполнить калибровку инструмента; • Движения инструментом с инструментальной системой сфер выполнять плавно по окружности, делая различные углы положения системы сфер.
<p>Регистрация позвоночника не удается</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Убедиться в соответствии взятых ключевых точек и установленных на модели; • Снять чекбокс «Ограничивать смещение ключевых точек» (Настройки-Навигация-Расширенные настройки) и повторно выполнить регистрацию.
<p>Не запускается калибровка инструмента</p>	<ul style="list-style-type: none"> • В плагине «Навигация» включить отображение окон стереокамеры в блоке «Камера» с помощью кнопки «Показать окна камеры»; • Обеспечить видимость инструментальной системы сфер в окнах стереокамеры; • Проверить состояние отражающих сфер инструмента с помощью функции «Проверить сферы» (Настройки-Навигация-Юстировка оборудования).