

**Система медицинская
навигационная оптическая
«МУЛЬТИТРЕК»
для планирования операций
в хирургии**

В.В. Крылов

А.В. Гаврилов

- Разработчик - группа компаний «Гаммамед»
при участии НИИ ядерной физики МГУ им.
М.В. Ломоносова
- Изготовитель – концерн ВКО «Алмаз-Антей»

Стереоскопическая навигационная система «МУЛЬТИТРЕК»

Блок видеокамер



Блок управления



Рабочая станция



- Точность определения инструментов **0,3 - 0,7мм**
- Размеры освещаемой области, не менее 1м^3
- Расстояние от блока оптического до пассивных маркеров, не менее 1,5м
- Одновременно наблюдаемое число хирургических инструментов, не менее 4.

Навигационные инструменты

Насадки на инструменты



Световозвращающие
маркеры



Держатель для скобы
мейфилда



Зонд-указка



Фиксатор и насадка
для позвоночника

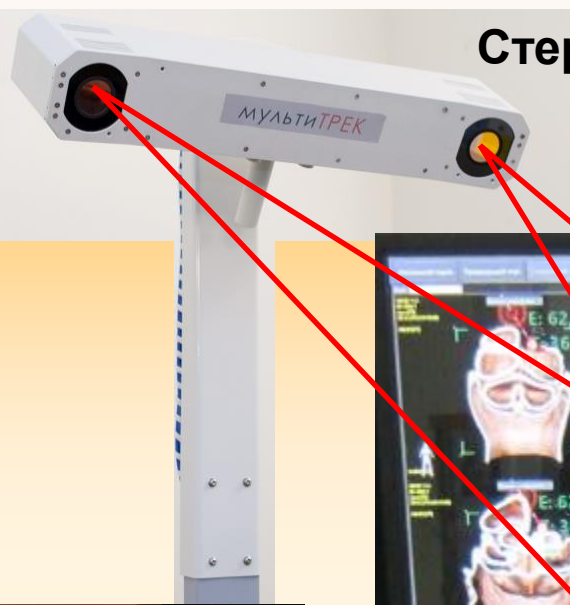


Устройство калибровки
хирургических инструментов



Система связывает
трехмерное изображение
из своей памяти с
реальным положением
головы пациента. После
регистрации
навигационная система
выдает точность
соответствия головы
пациента и виртуальной
модели на дисплее -
0,3 – 0,7 мм

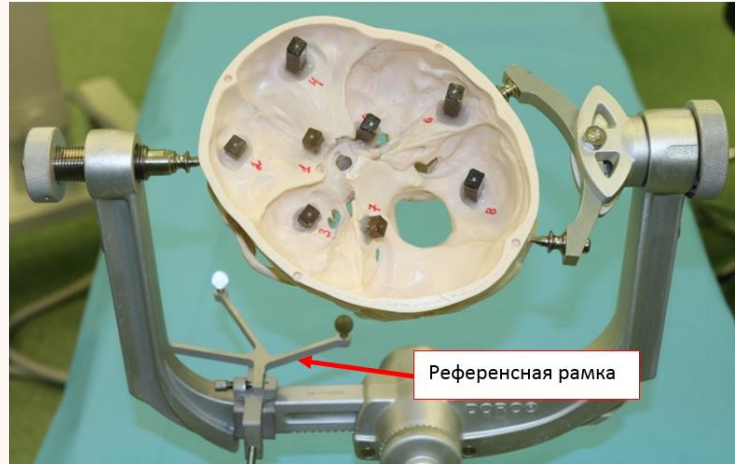
Стереоскопическая навигационная система для хирургии



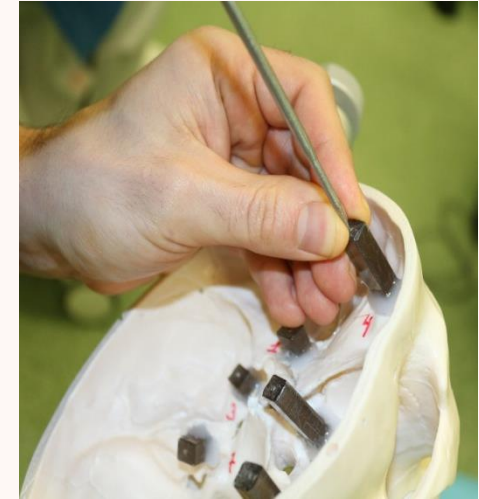
Определение точности позиционирования хирургического инструмента на модели головы



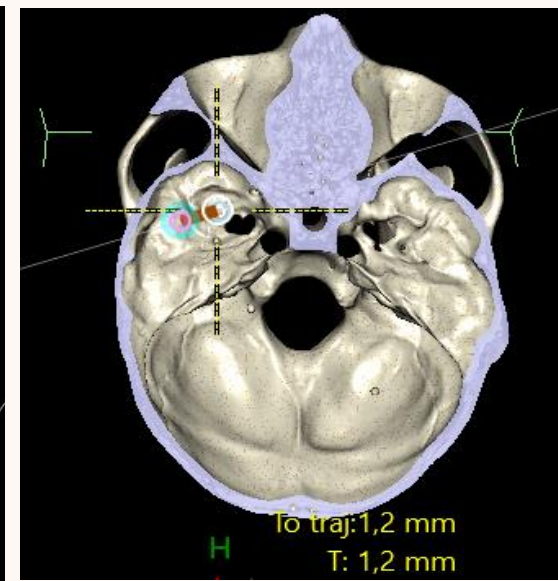
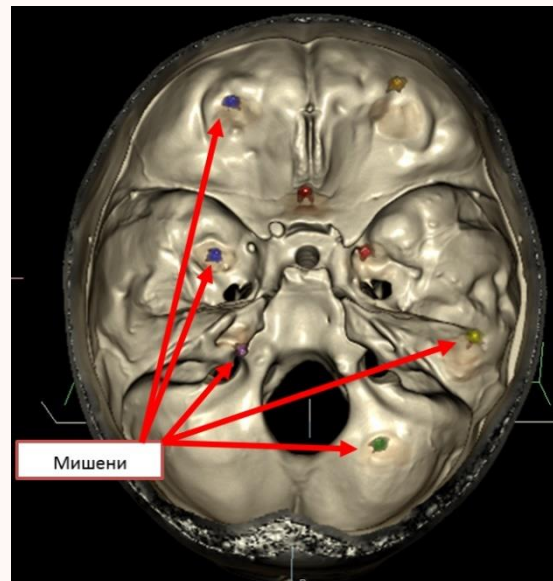
Биопсийная игла



3D КТ



Ошибка попадания в мишень 1.2мм

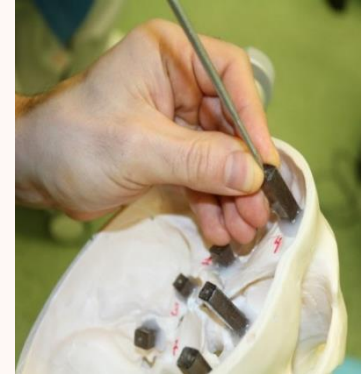


Моделирование нейрохирургической операции на виртуальном тренажере

Световозвращающие
маркеры

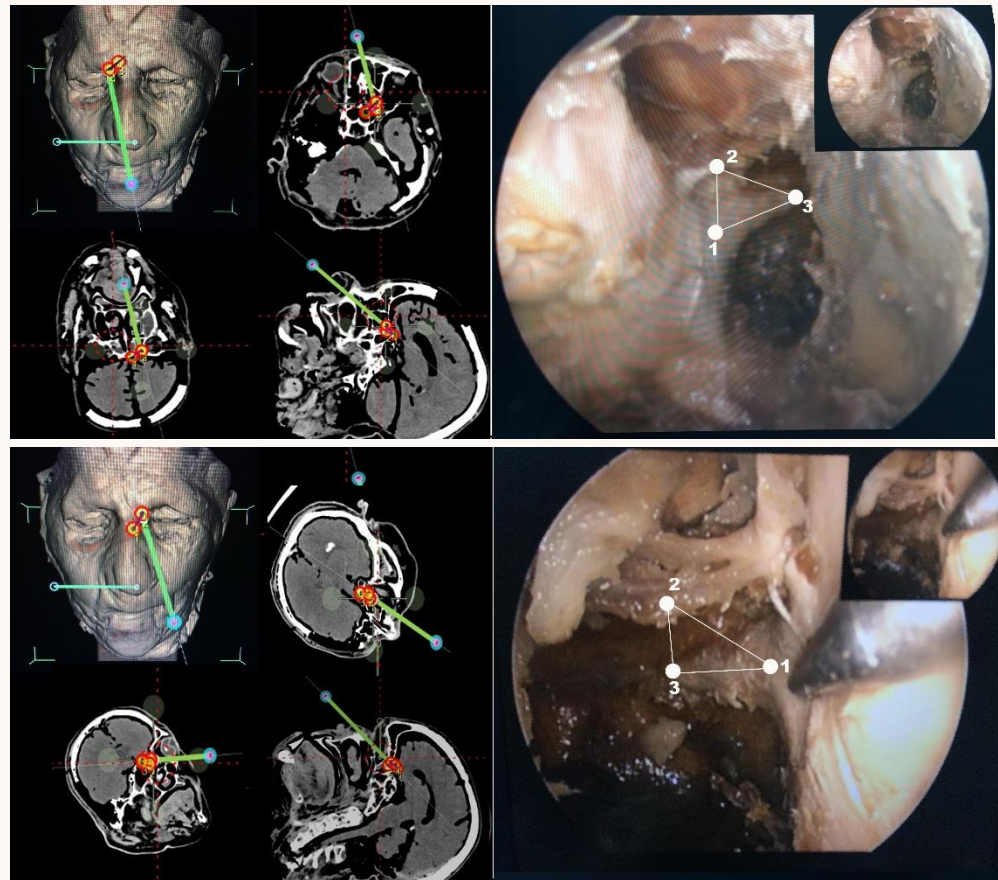


Ошибка попадания
в мишень
не более 0.7 мм.



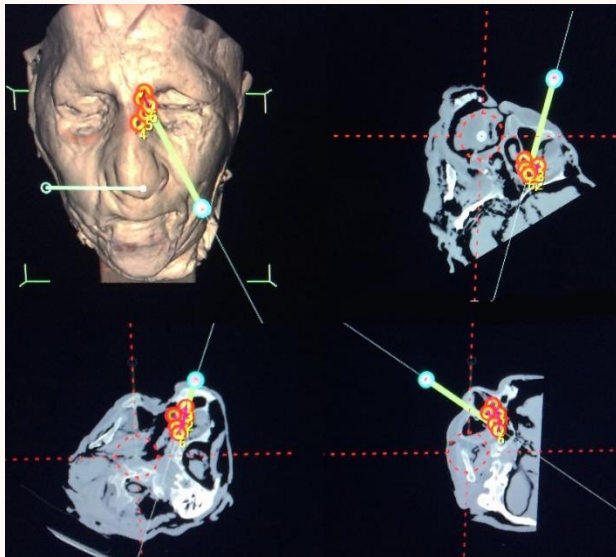
Моделирование операций на орбите в с использованием стереонавигационной системы

Точки
регистрации

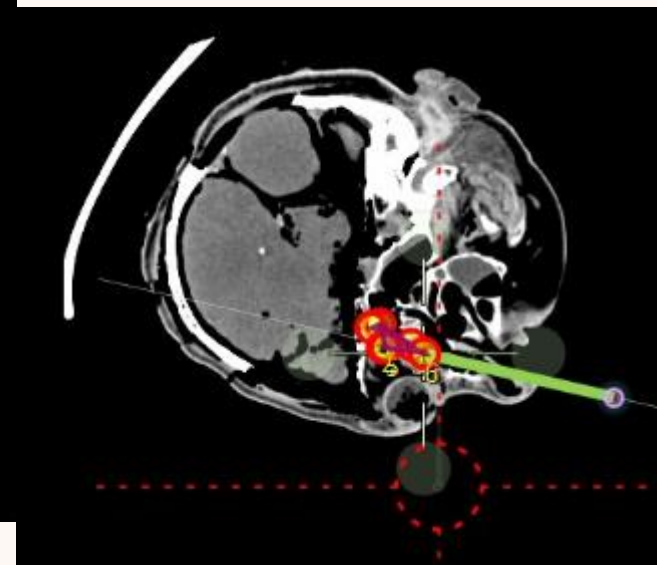
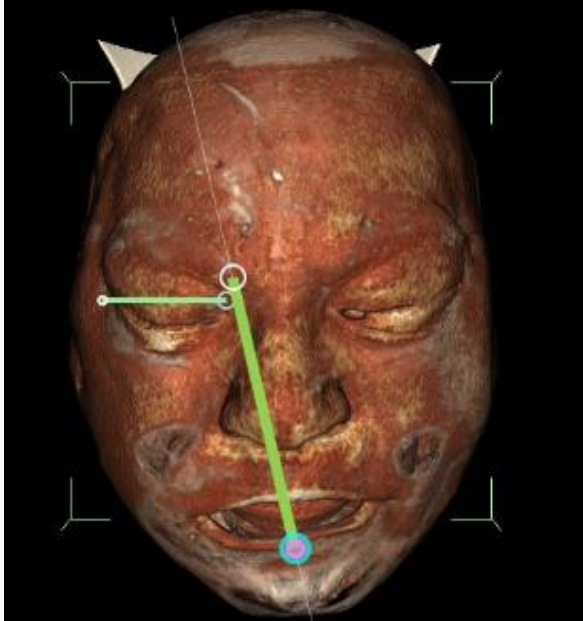
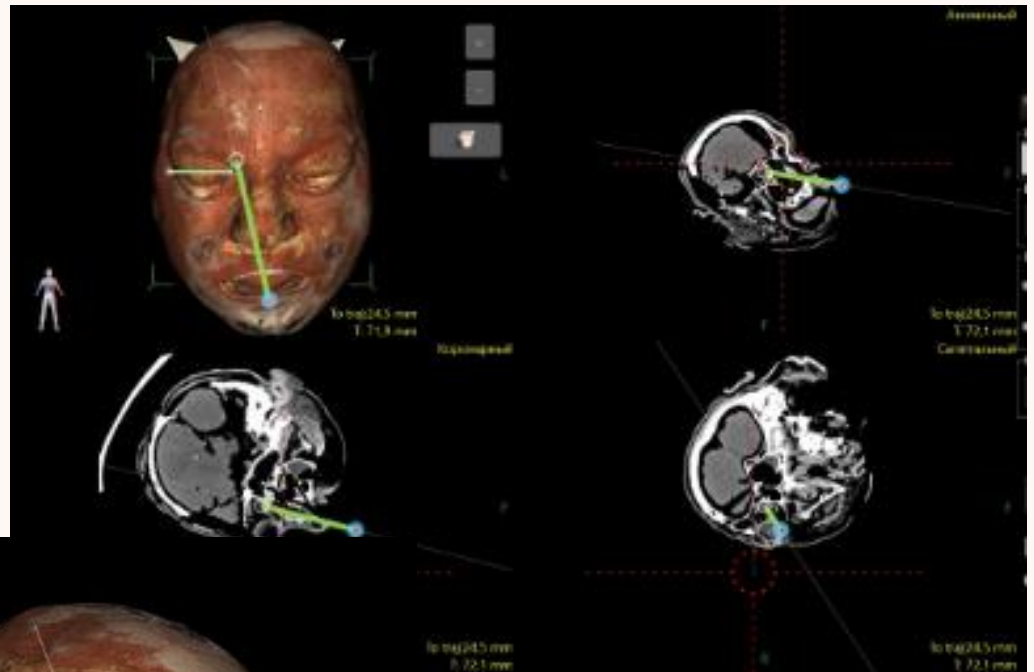
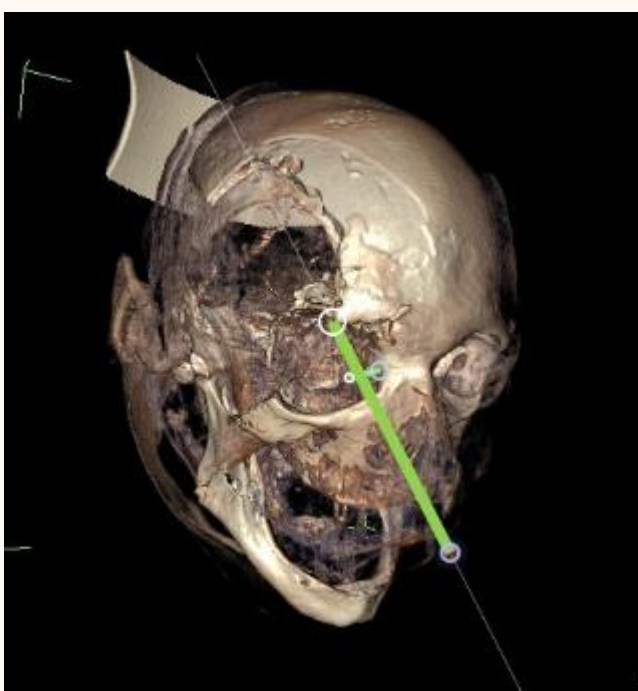


Контрольные точки (обозначены цифрами) при трансназальном (верхний ряд) и трансорбитальном (нижний ряд) доступах к зрительному нерву. Вид на экране навигационной станции и мониторе эндоскопической стойки.

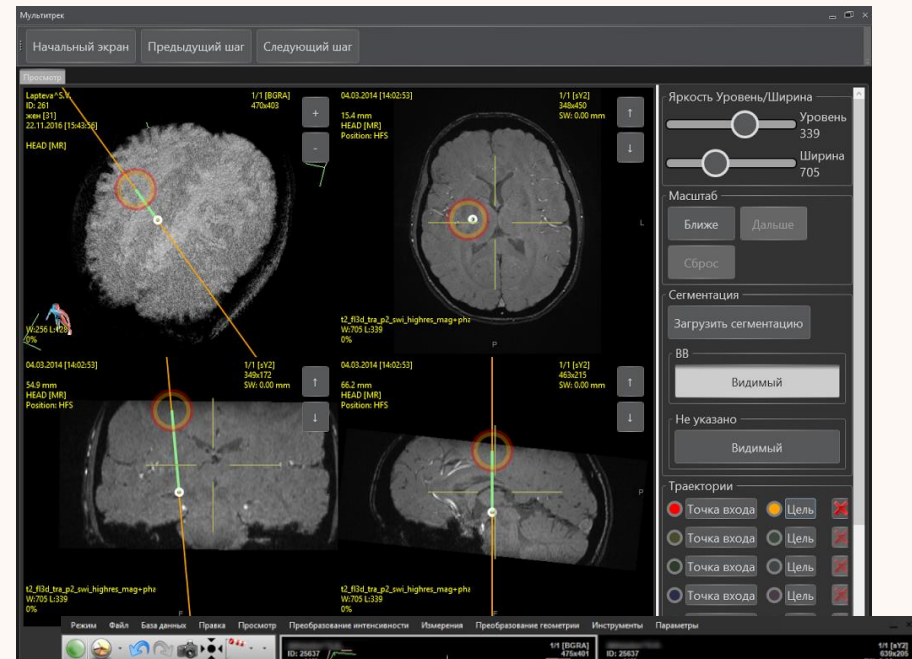
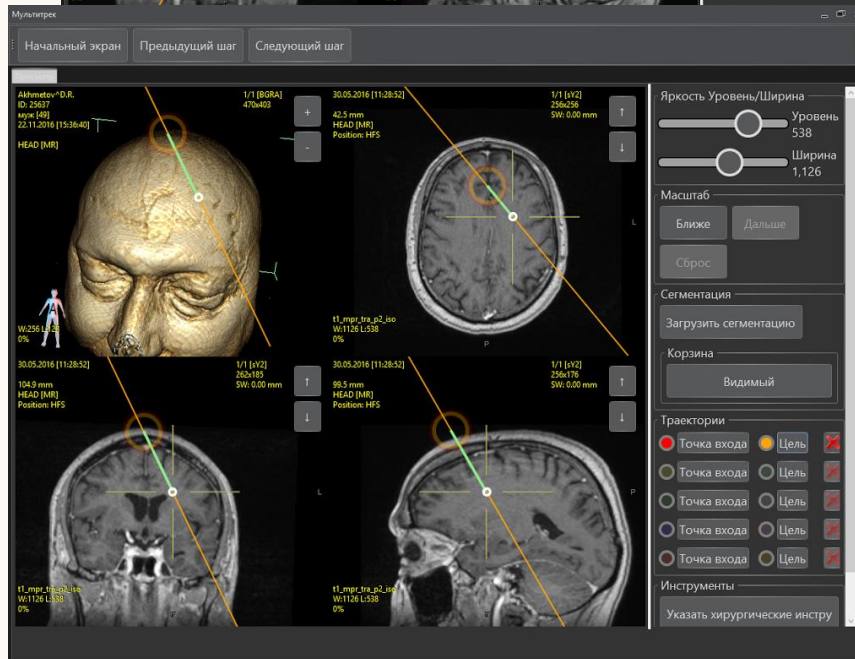
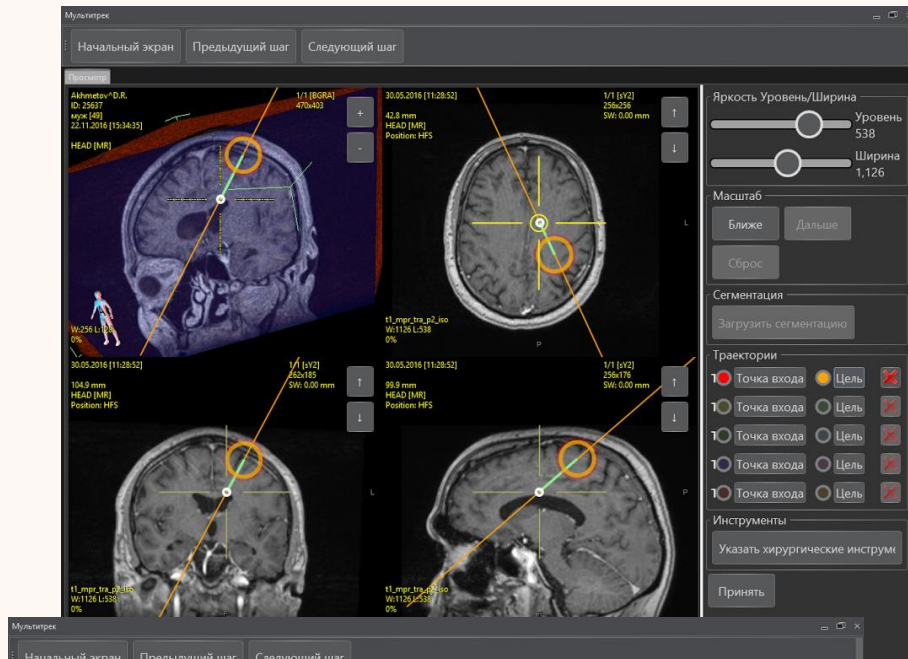
Определение площади орбитотомии
(при трансорбитальном доступе).



Моделирование операций на орбите в с использовании стереонавигационной системы



Использование навигационной системы во время операций на головном мозге



Стереоскопическая навигационная система «МУЛЬТИТРЕК»

- **Планирование выполнения нейрохирургических операций на головном мозге и позвоночнике**
- **Определение оптимального доступа к очагу поражения**
- **Контроль нахождения в операционном поле в режиме реального времени**
- **Контроль радикальности хирургического вмешательства**
- **Сохранение функционально значимых областей мозга**
- **Обеспечение безопасности и точности выполнения операции**
- **Выполнение биопсии**
- **Установка инвазивных электродов**

Инвазивный видео-ЭЭГ мониторинг

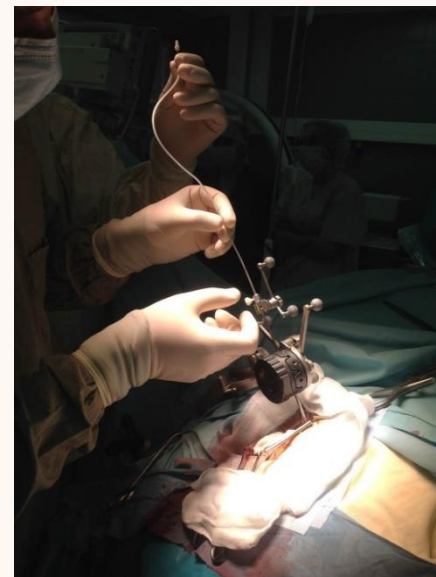


Безрамная навигационная система

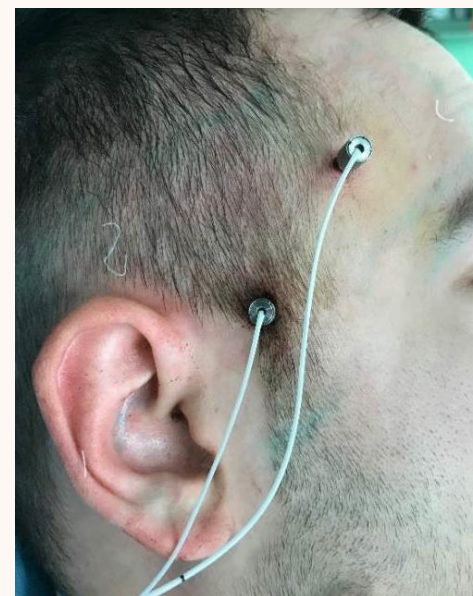
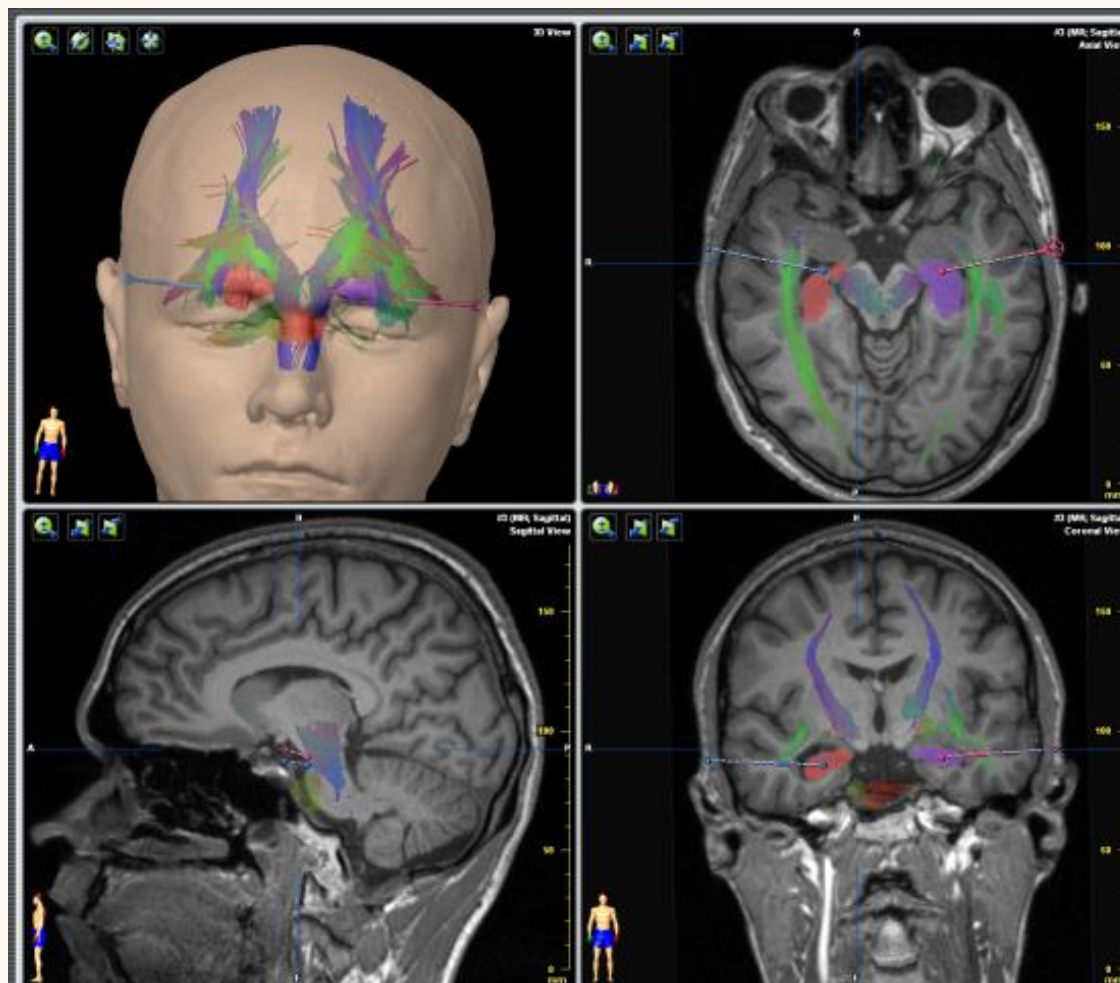


Введение электрода в гиппокамп при помощи канюли с использованием безрамной навигационной установки и стереотаксическая системы.

Планирование места разреза и трепанации для установки электродов в гиппокамп при помощи безрамной навигационной установки (красная стрелка) и стереотаксической системы (белая стрелка)



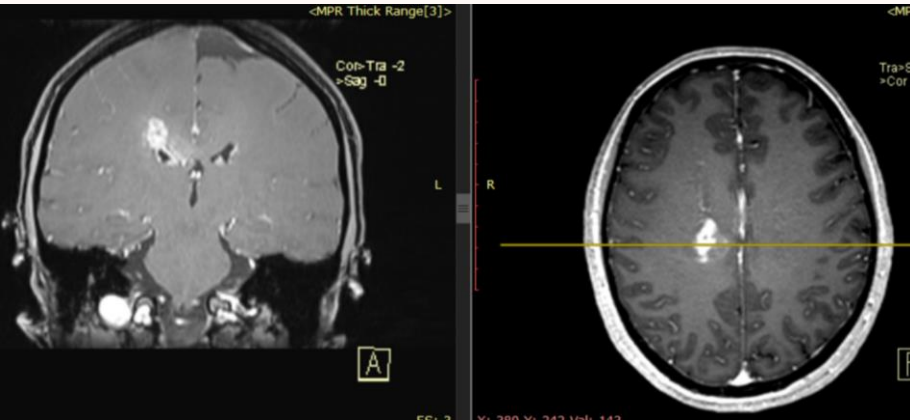
Инвазивный видео-ЭЭГ мониторинг



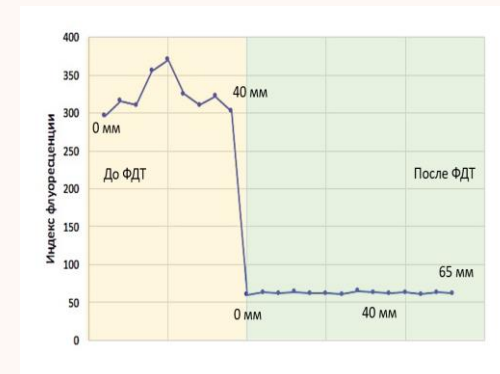
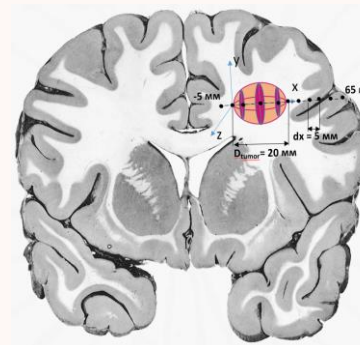
Внешний вид
установленных
глубинных электродов,
фиксированных через
анкерный болт.

Планирование траектории постановки
глубинных электродов

Стереотаксическая биопсия глубинной опухоли головного мозга с фотодинамической терапией в сознании

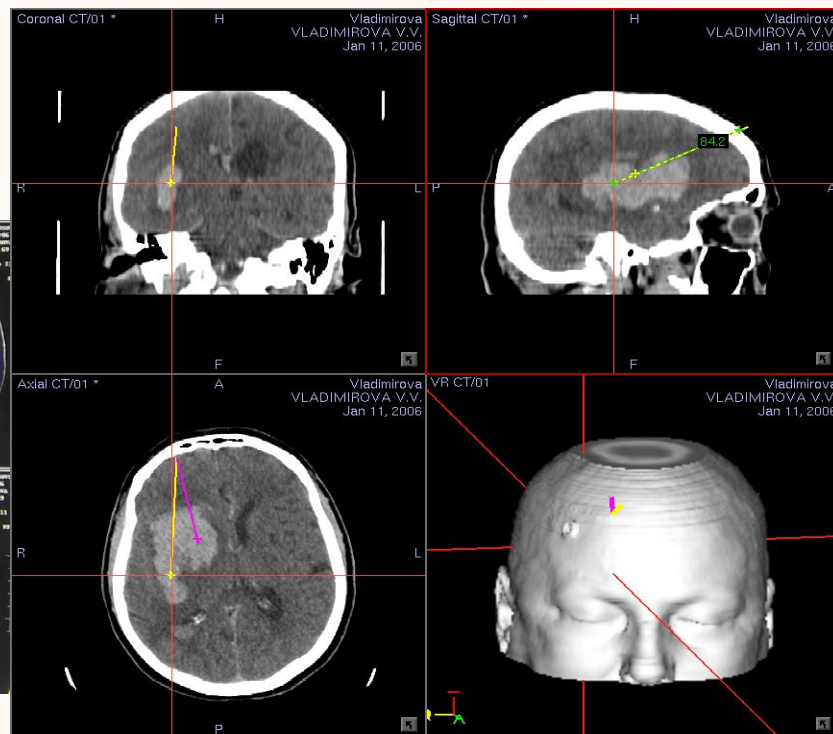
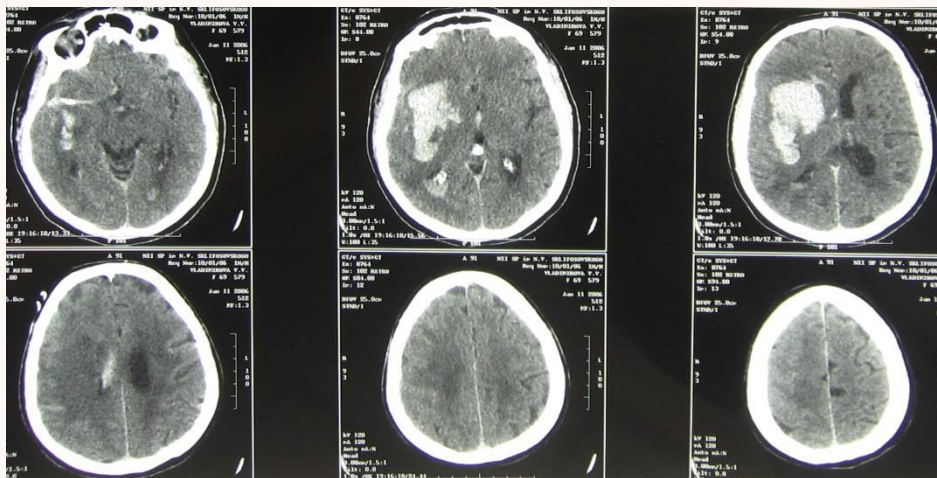


МРТ головного мозга. Глиобластома правой теменной доли

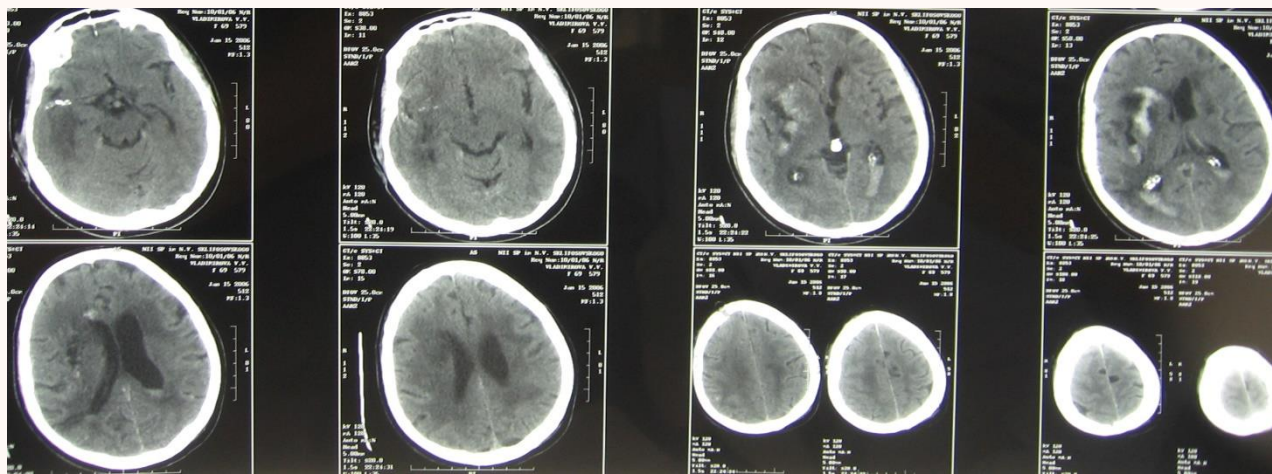


Фибринолиз гематомы сложной конфигурации

До операции



Через 48 часов фибринолиза





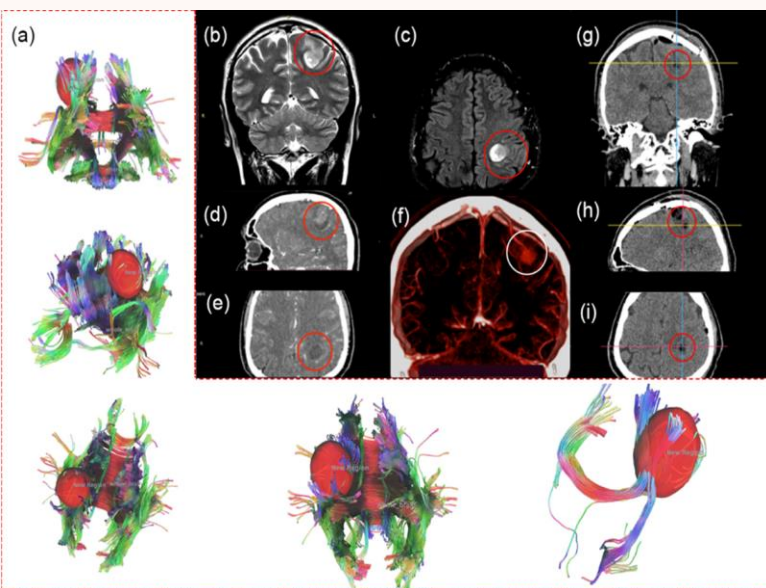
Пациентка Б., 4 года

До 2-ух лет – задержка речевого развития.

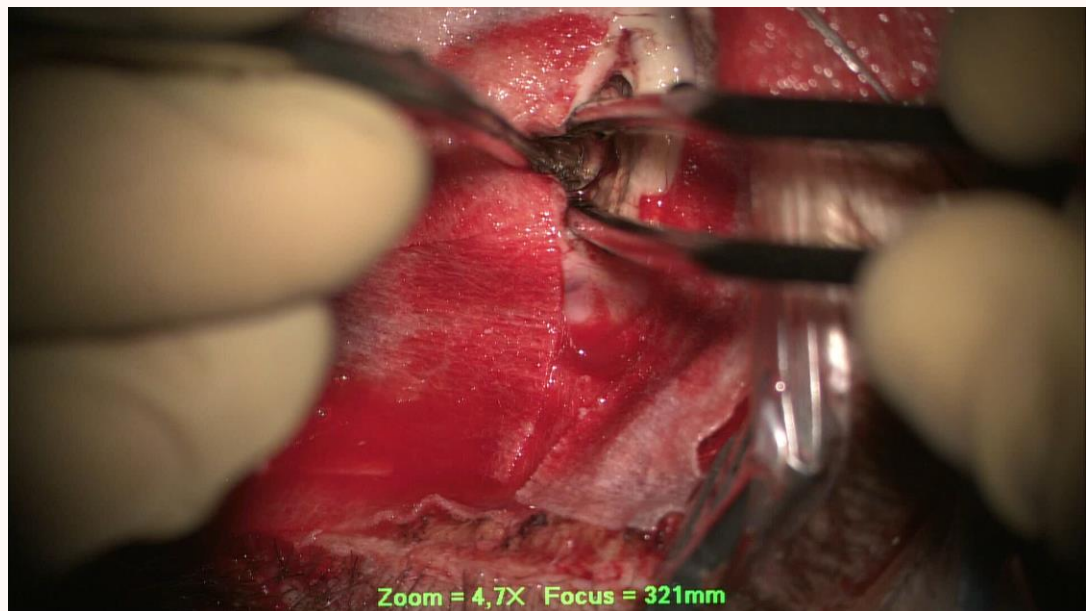
С 2-ух лет появились эпилептические приступы с увеличением частоты до 10 в сутки.



Удаление глиобластомы функционально-значимой зоны головного мозга в сознании под контролем нейронавигации

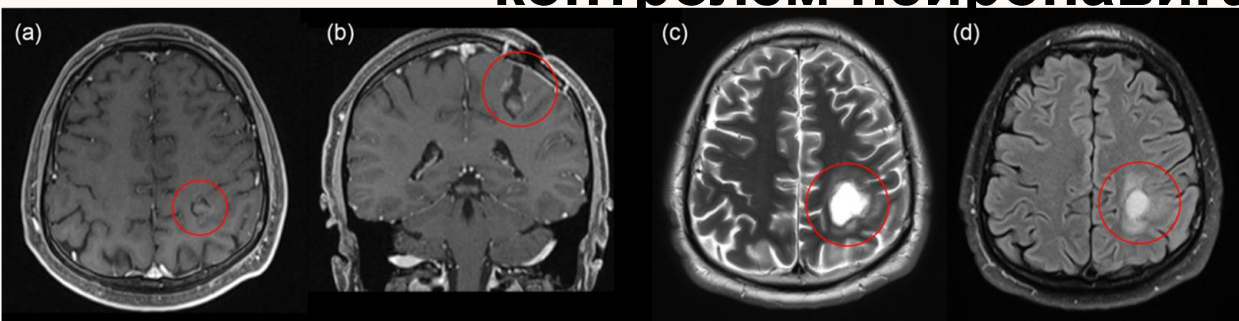


МРТ, фМРТ и КТ пациента с глиобластомой левой теменной доли. По данным фМРТ — вовлечение в патологический процесс левого пирамидного тракта (а). МРТ (1,5 Тл) глиобластома левой теменной доли (красный кружок): Т2 коронарный срез (б), аксиальная проекция Т2 flair (в). КТ с контрастным усилением: глиобластома левой теменной доли с накоплением контраста (красные кружки): сагиттальная (г), аксиальная (д) проекции. КТ-ангиография (е): эмиссарная вена, впадающая в сагиттальный синус (белый кружок). КТ в первые сутки после первой операции: коронарная (ж), сагиттальная (h) и аксиальной (i) проекциях. Тотальная резекция опухоли в левой теменной доле, без накопления контрастного вещества.



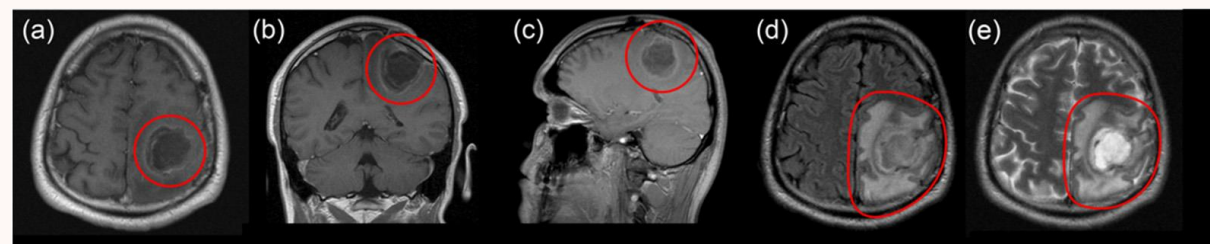
Zoom = 4,7X Focus = 321mm

Удаление глиобластомы функционально-значимой зоны головного мозга с фотодинамической терапией под контролем нейронавигации

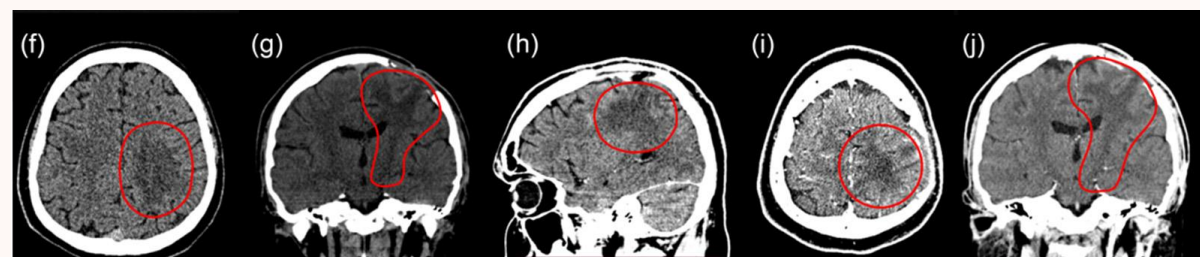


В июне 2021 года – рецидив опухоли. Выполнено радикальное удаление опухоли с применением 5-АЛК, фотодинамической терапией ложа удаленной опухоли

МРТ головного мозга через 2 месяца – тотальное удаление опухоли



МРТ головного мозга через 10 месяцев после первичной операции – продолженный рост глиобластомы левой теменной доли (3 рецидив)

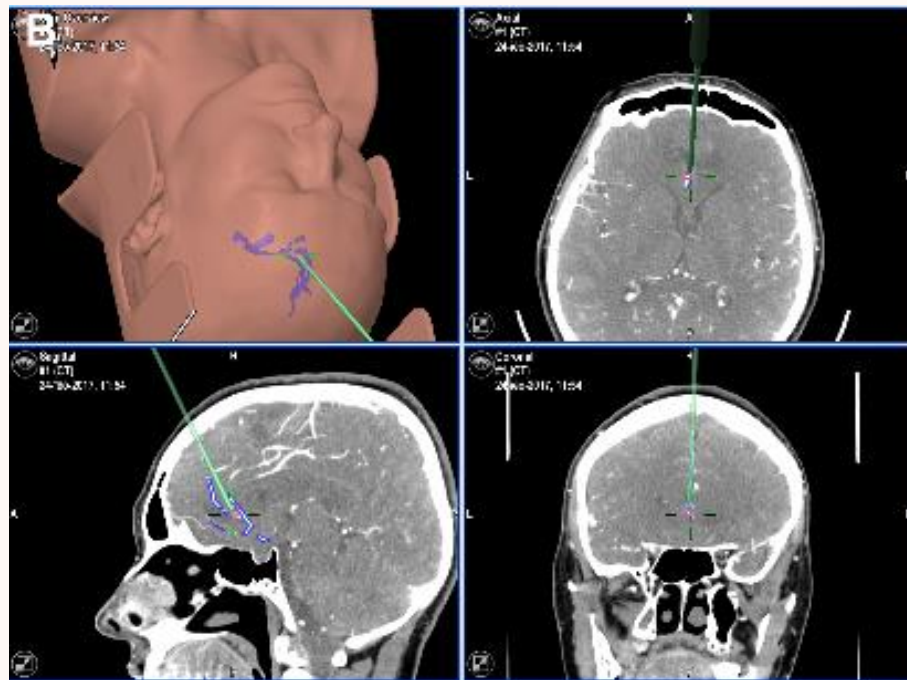
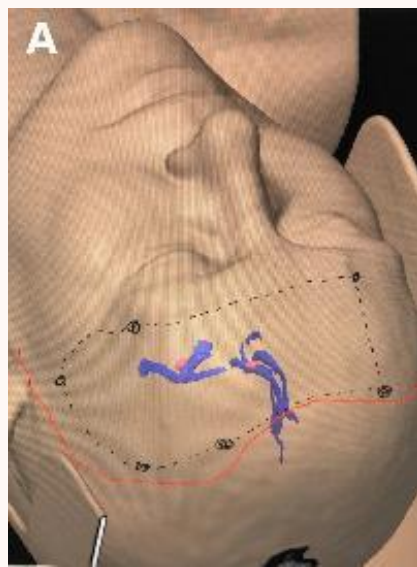


КТ головного мозга через 2 месяца после операции – тотальное удаление опухоли, ишемические изменения в зоне удаленной опухоли

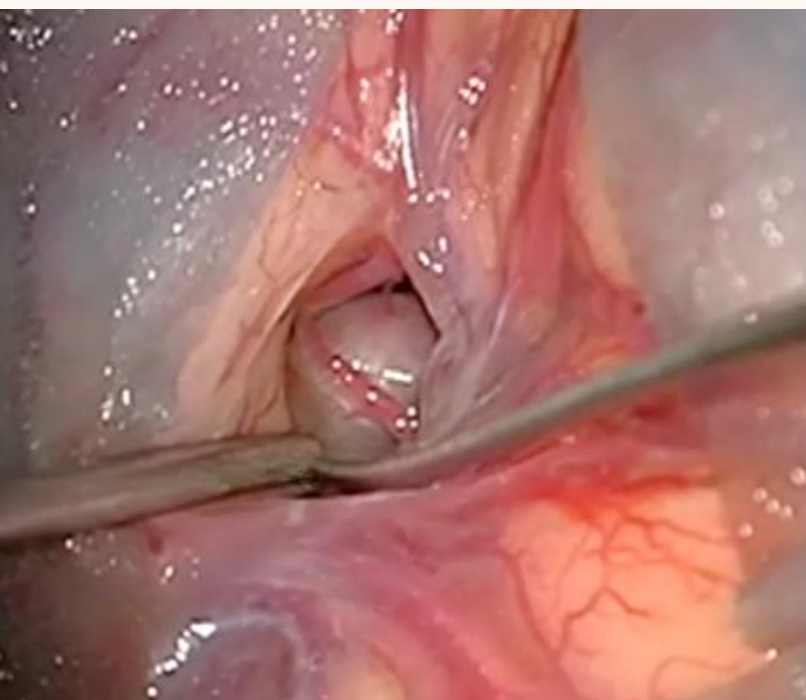
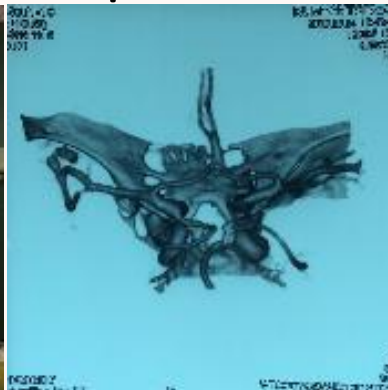


В декабре 2021 года – пациенту выполнена повторная операция – удаление опухоли с интраоперационной фотодинамической терапией с применением двух фотосенсибилизаторов

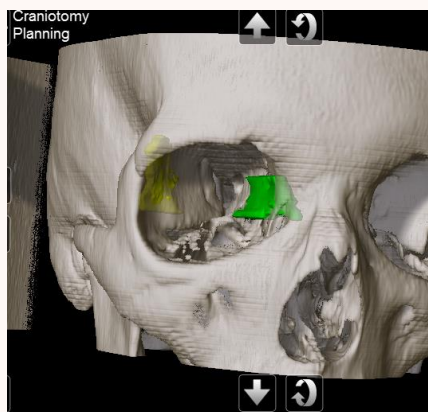
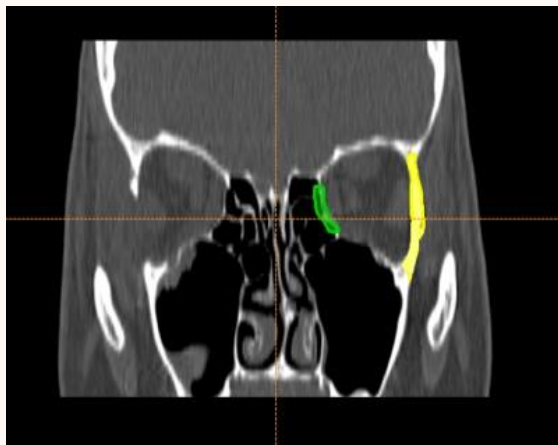
Клипирование аневризмы перикаллезной артерии под контролем нейронавигации



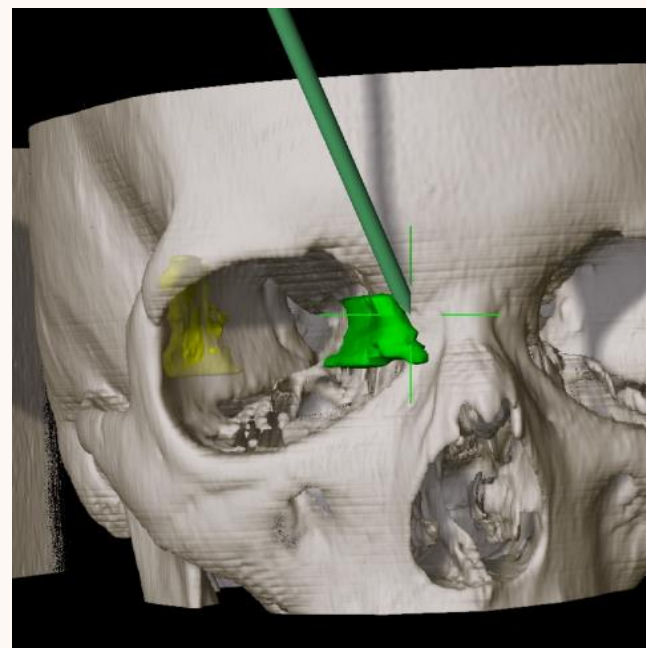
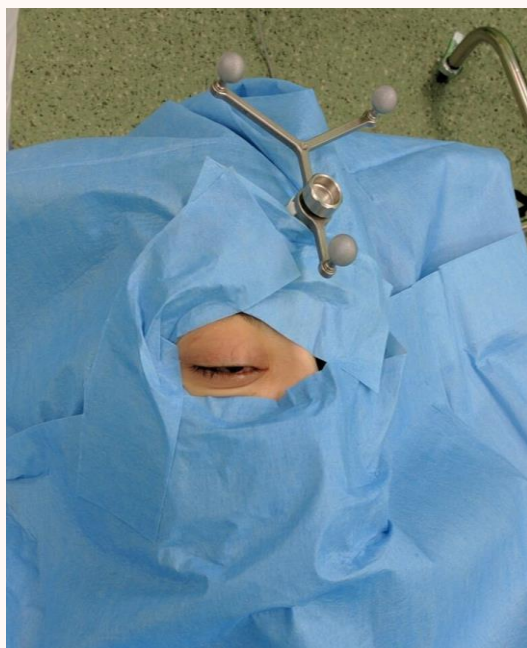
Клипирование аневризмы средней мозговой артерии под контролем нейронавигации



Методика использования безрамной нейронавигации при лечении пациентов с эндокринной офтальмопатией

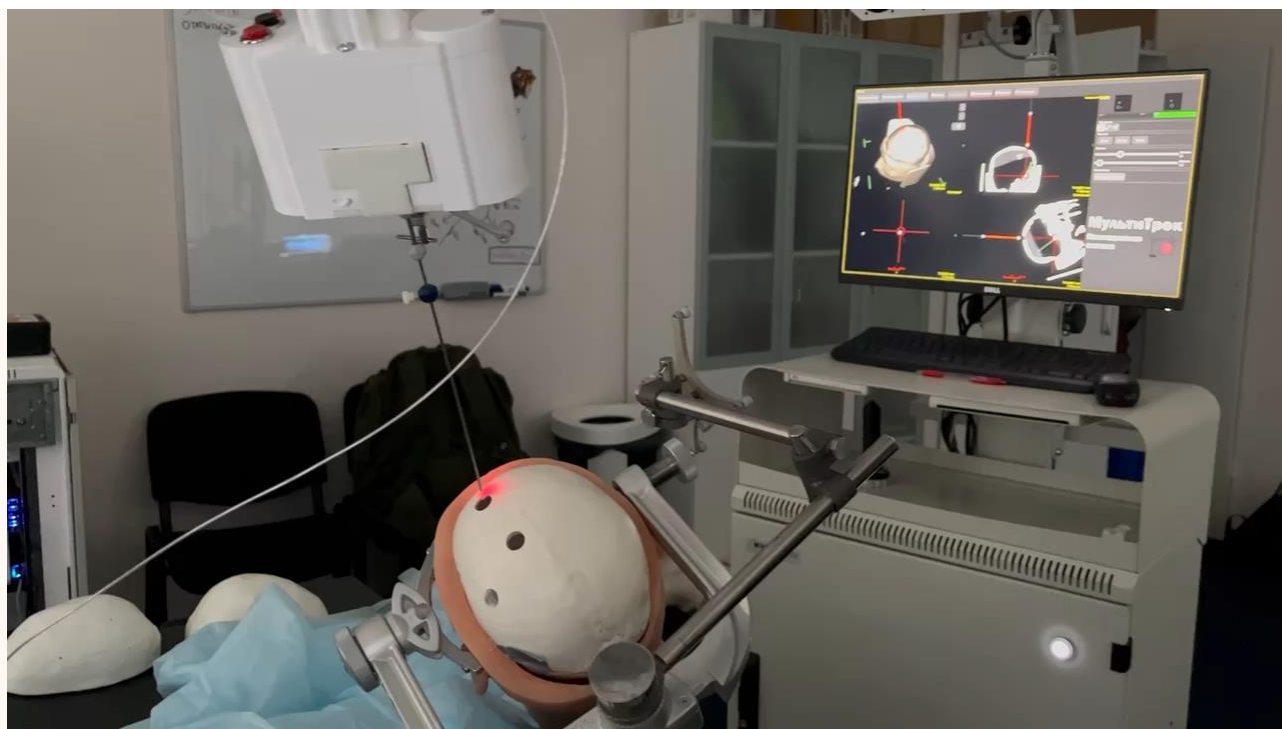
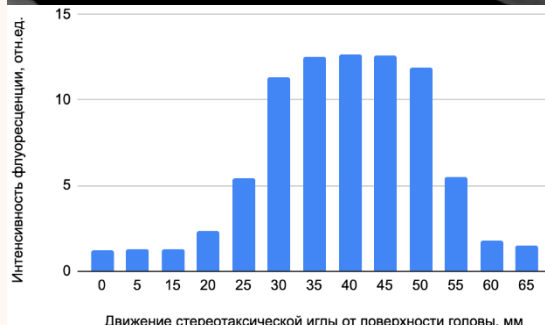
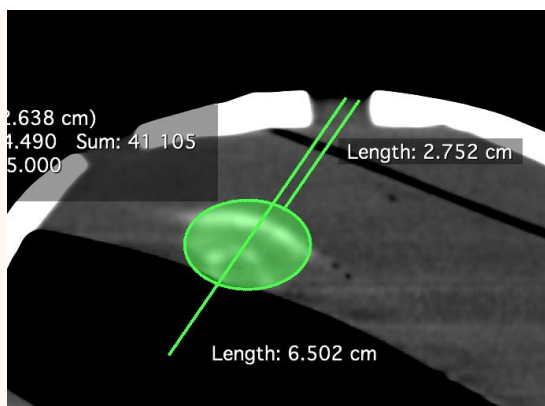
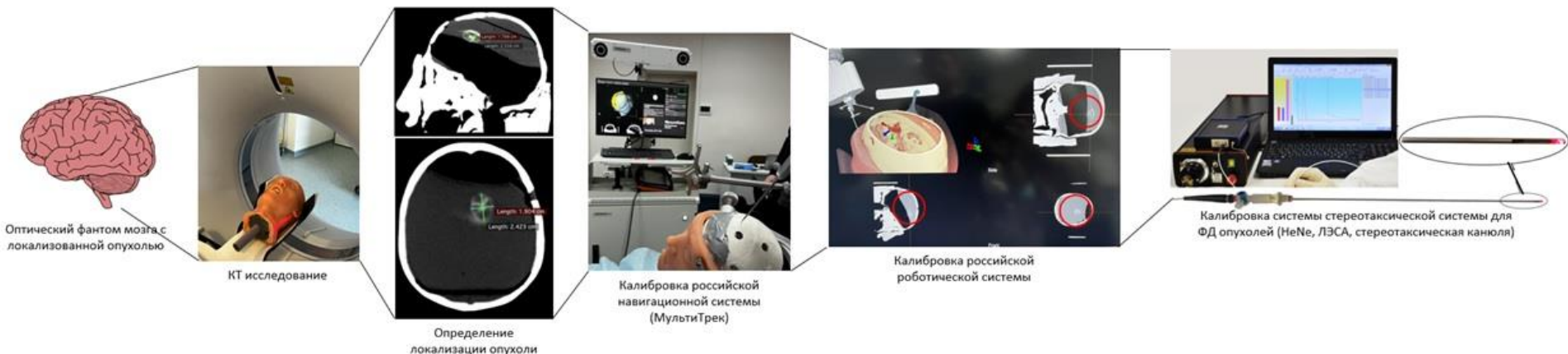


Предоперационное планирование на рабочей станции. Верификация и выделение области декомпрессии медиальной и латеральной стенок глазницы, объема резекции.



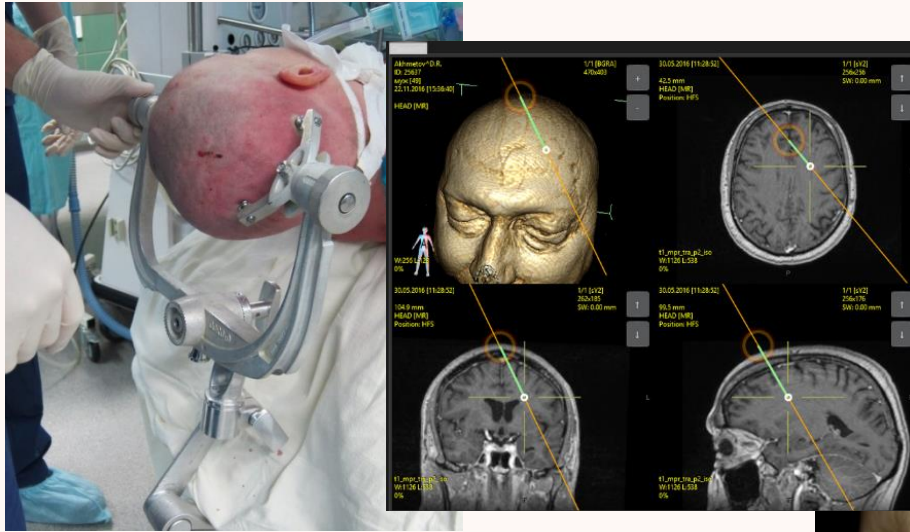
Регистрация пациента в системе навигации и интраоперационный контроль декомпрессии орбиты

Робот-ассистированная стереотаксическая биопсия оптического фантома опухолей головного мозга с применением флуоресцентной навигации

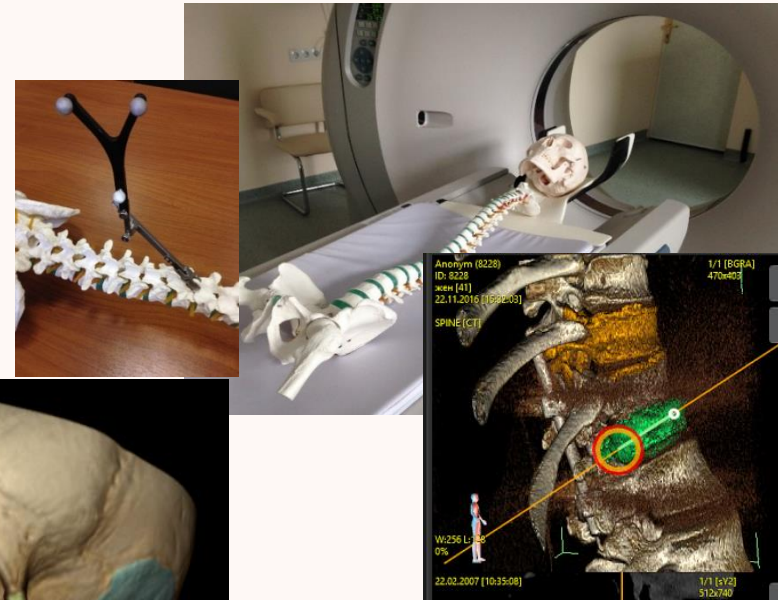


Виды хирургических операций с применением стереоскопической навигационной системы

Операции на головном мозге

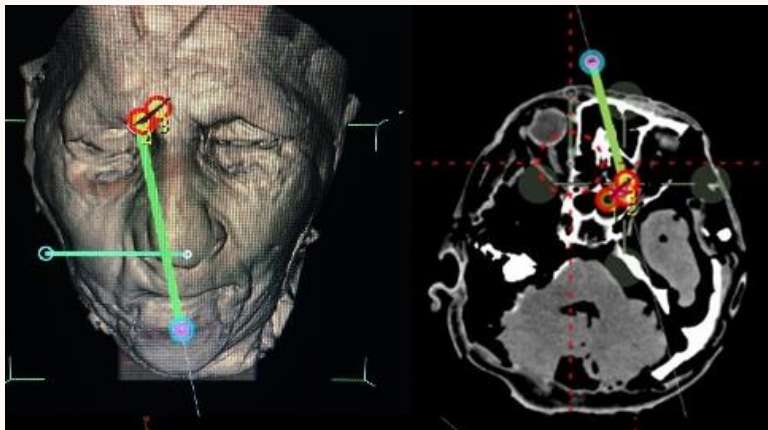


Операции на позвоночнике



Челюстно-лицевые операции

ЛОР операции



Ортопедические операции

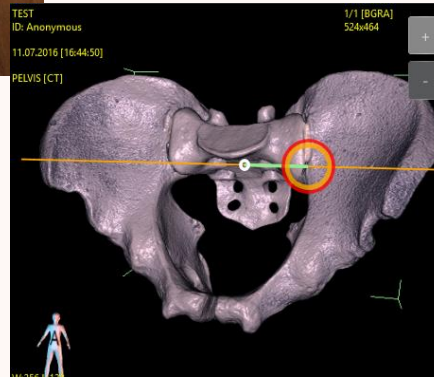


Использование системы навигации в хирургии костей таза

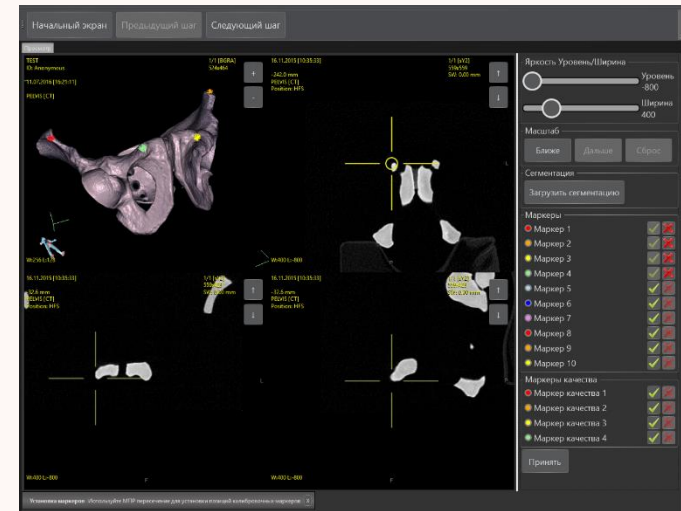
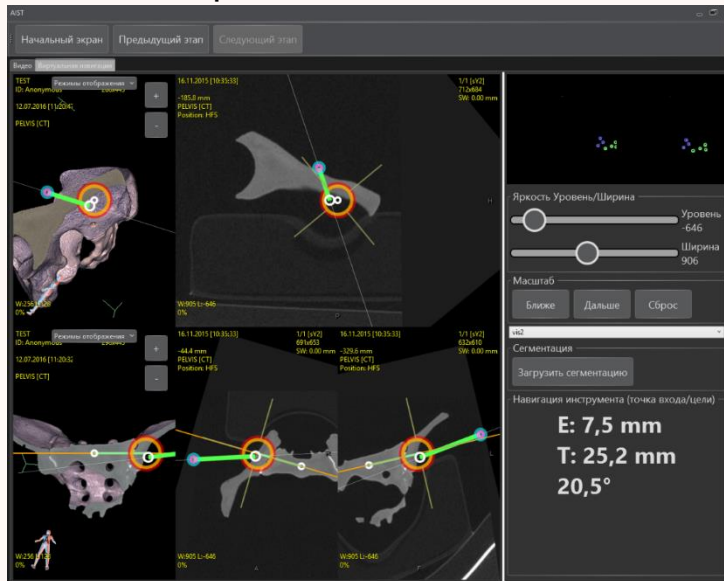
Окно установки маркеров для регистрации



Отображение траектории на трехмерной реконструкции



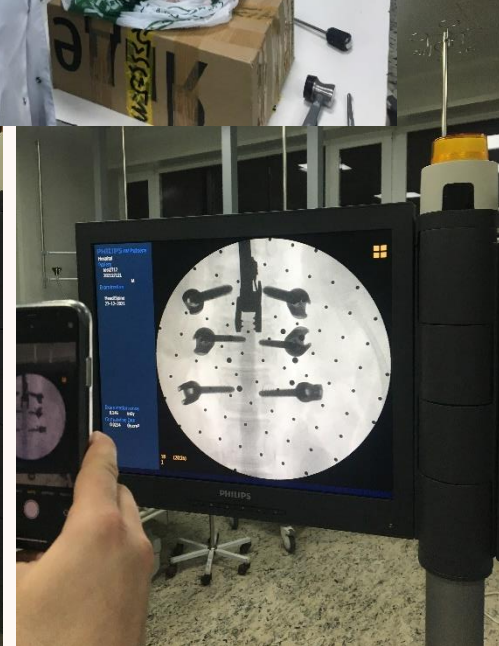
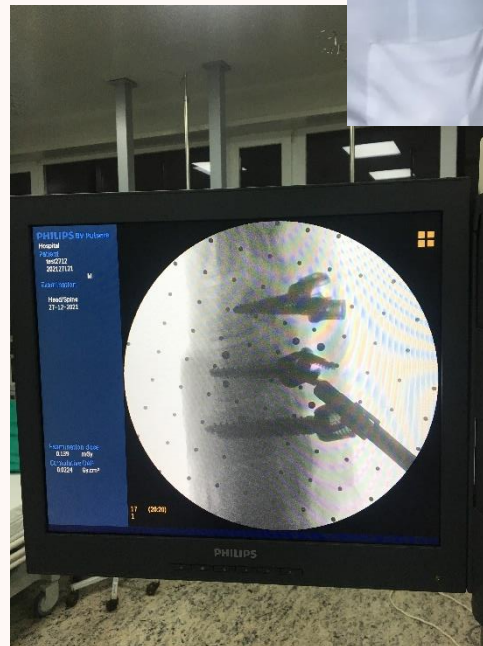
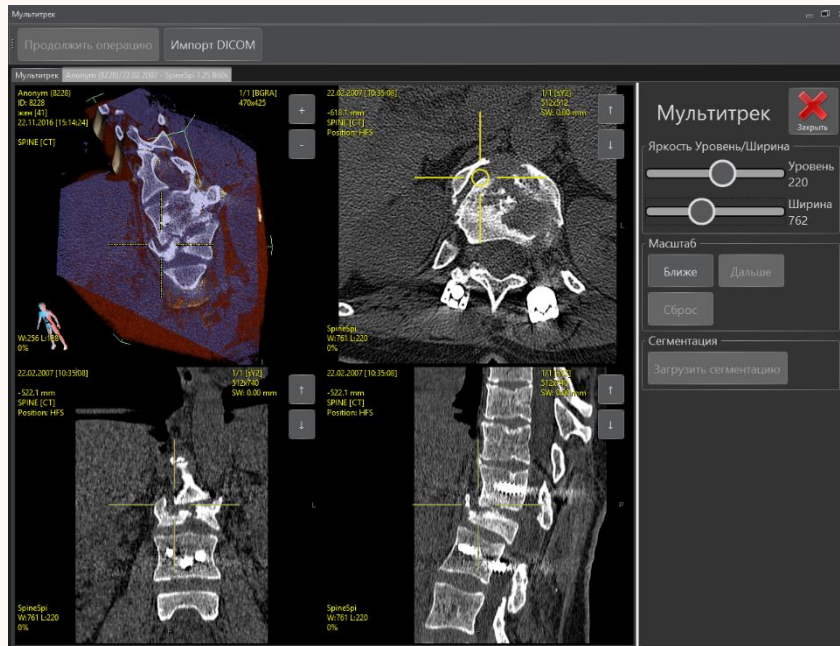
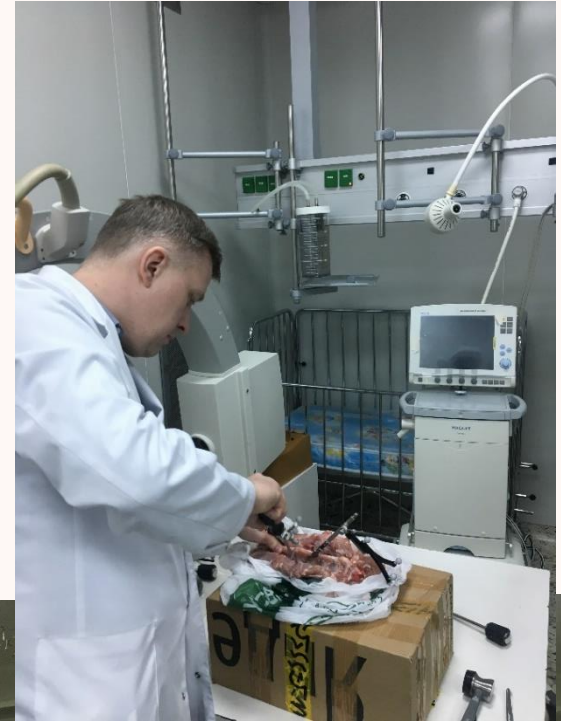
Окно программы на этапе интраоперационного навигирования



Окно определения траекторий



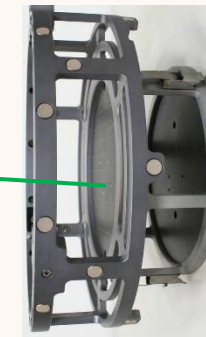
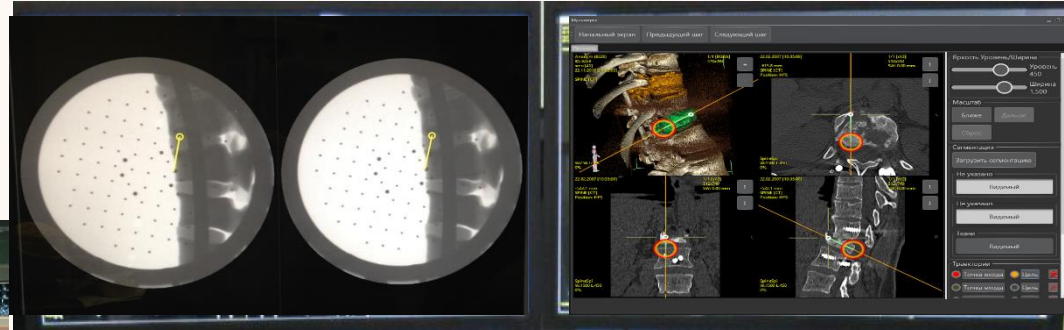
Моделирование операций на позвоночнике



Операция на позвоночнике при использовании С-дуги

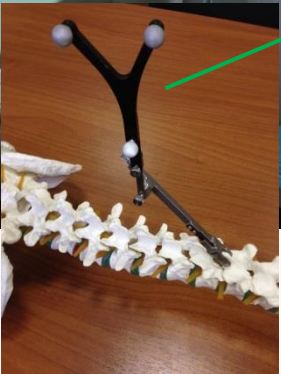
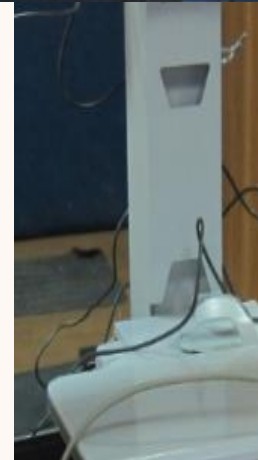
Планирование и выполнение операции

Рентгеновский
аппарат
С-дуга



Калибровочная
корзина

Контроль
выполнения
операции
на АРМ



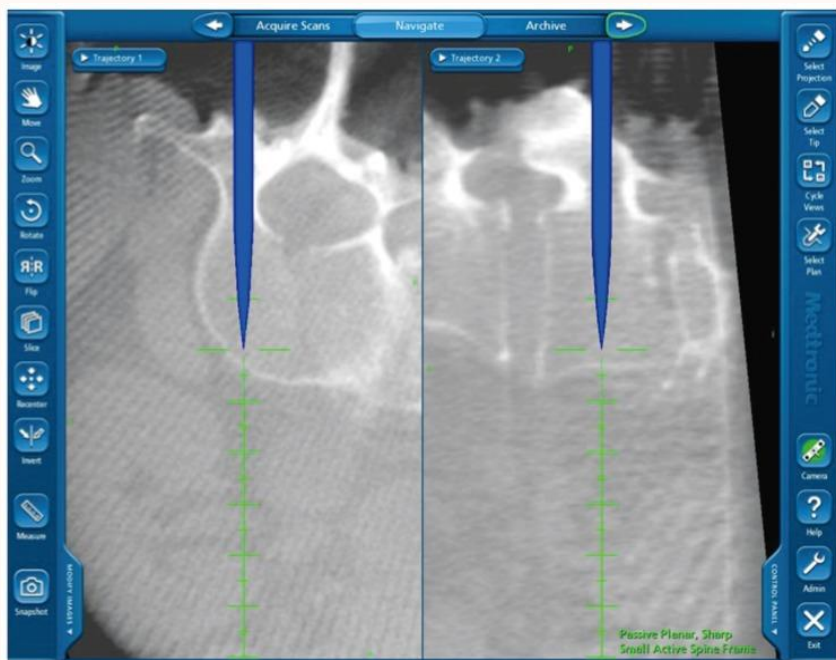
Насадка на
остистый отросток
позвонка



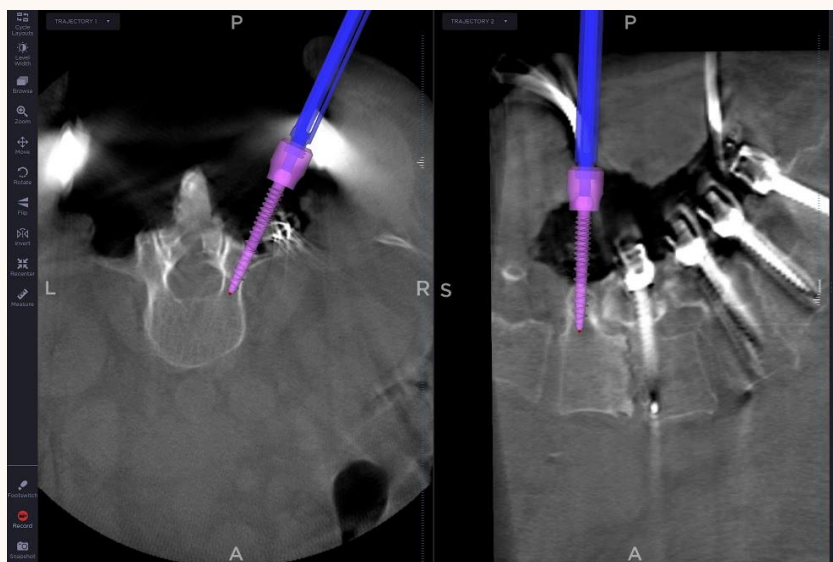
Набор хирургических
инструментов



Методика использования безрамной нейронавигации при лечении пациентов с заболеваниями позвоночника



Предоперационное планирование на рабочей станции. Создание виртуальной модели установки стабилизирующих систем.



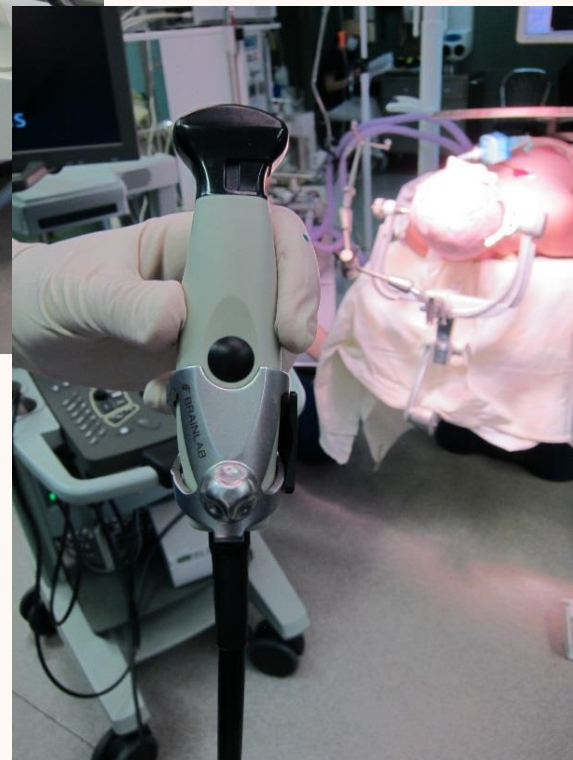
Интраоперационный контроль траектории введения стабилизирующих систем

Диагностические приборы, подключение которых выполняется при развитии системы навигации

Операционный микроскоп



Датчики ультразвукового диагностического прибора



Для успешного продвижение навигационной системы МУДЛЬТИТРЕК в клиники необходимо обеспечить развитие ее функциональных возможностей, включая использование при:

- операциях на позвоночнике с использованием мобильной С-дуги;
- ЛОР операциях;
- челюстно-лицевых операциях;
- операциях в ортопедии и травматологии (операции на кости таза, коленном суставе, костях стопы и т.п.)
- операциях на внутренних (эластичных) органах.
- нейрохирургических операциях с микроскопом с представлением информации в режиме дополненной реальности
- операциях с интраоперационными КТ и МРТ, приборами УЗИ диагностики и эндоскопами для корректировки данных в режиме реального времени
- работе с оборудованием для абляции опухолей;
- транскраниальной магнитной стимуляции головного мозга и т.п.

Развитие функциональных возможностей навигационной системы МУЛЬТИТРЕК основывается на совершенствовании ее математического обеспечения, включая:

- развития средств предоставления 2D/3D/3D+T изображений во время операции в режиме реального времени;
- использование обработки мультимодальной информации, получаемой от приборов лучевой диагностики КТ, МРТ, ангиографии, УЗ, эндоскопии и пр.;
- методов радиомики и количественной радиологии при разработке алгоритмов сегментации и оценки состояния областей тканей, необходимых для удаления в процессе операции;
- алгоритмов планирования операций на основе моделирования гемодинамических процессов в сосудах мозга при учете биомеханики тканей и т.п.

Вопросы, которые необходимо решать для развития и серийного выпуска системы

Для увеличения серийного выпуска и выполнения НИОКР работ по функциональному развитию системы навигации необходимо дооснащение станочной и инструментальной базы ГАММАМЕД по разработке и изготовлению новых инструментов и приспособлений навигационной системы.

Отсутствует производство в РФ ряда комплектующих изделий: графические контроллеры, видеокамеры, микроконтроллеры для управления видео блоком и т.п.

Необходимо по новому организовывать логистику по приобретению комплектующих, которые невозможно заменить.

Проведение модернизации системы для использования доступных комплектующих

Для успешного внедрения системы необходима организация обучения врачей и обслуживающего технического персонала на местах.

Цена на имеющиеся образцы 12 млн.р. Цена на образцы с новой комплектацией ~18 млн.р.

Оснащение нейрохирургических стационаров (350)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
КТ	503	520	542	568	564	616
МРТ	300	312	321	329	324	341
Ангиограф	209	227	222	227	244	260
Операционный микроскоп	307	332	345	351	358	377
Эндоскопическая стойка	203	211	221	221	230	244
Нейронавигация	172	183	195	192	199	211
С-дуга	296	310	318	325	322	320
Рамный стереотаксис	37	37	37	40	44	41

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !