

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043003**(13) **B1**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.04.19**

(21) Номер заявки  
**202291814**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.01.22**

(51) Int. Cl. **A61B 6/03** (2006.01)  
**A61B 6/14** (2006.01)  
**G06T 15/00** (2011.01)

### (54) СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ 3D-МОДЕЛЕЙ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫХ СУСТАВОВ

(31) **2020119178**

(32) **2020.06.10**

(33) **RU**

(43) **2022.09.09**

(86) **PCT/RU2021/050015**

(87) **WO 2021/251848 2021.12.16**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и  
патентовладелец:

**КАЗАРЯН АРСЕН ОВСЕПОВИЧ  
(RU)**

(74) Представитель:  
**Урванцева Т.Д. (RU)**

(56) **RU-C1-2679557**  
**RU-C1-2608704**  
**RU-C1-2711974**  
**US-A1-20070207437**

**NAUMOVICH S. S. Postroenie trekhmernoi  
modeli zubocheiustnoi sistemy na osnove  
kompiuternoi tomografii. Nauchnye issledovaniia.  
Sovremennaiia stomatologiya No 2, 2011. pages 64-67**

(57) Изобретение относится к области медицины, а именно к стоматологии, и может быть применено в процессе ортопедического, ортодонтического, хирургического лечения, диагностики и лечения височно-нижнечелюстных расстройств (далее - ВНЧС). В программном обеспечении для просмотра компьютерных томографических исследований (КТ) визуализируют последовательно зоны правого и левого височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС). Во фронтальной проекции каждый мышечковый отросток ВНЧС разграничивают на 8 равных участков, от наружного до внутреннего края, в сагитальной проекции на границах участков создают отдельные 3D-контуры ямок и мышечков ВНЧС, получают 9 сагитальных 3D-контуров ямок и 9 сагитальных 3D-контуров мышечков, далее для каждой ямки ВНЧС создают три 3D-контура во фронтальной проекции. Первый фронтальный 3D-контур создают в наибольшем углублении ямки, второй фронтальный 3D-контур, отступив от первого контура фронтально 3 мм, третий фронтальный 3D-контур, отступив от первого дистально 3 мм, контуры правого и левого мышечков, объединяют с 3D-моделью зубных рядов нижней челюсти, которая уже была интегрирована в КТ и получают полноценную 3D-модель нижней челюсти с зубными рядами и мышечковыми отростками. Полученные 3D-объекты: контуры правой и левой ямок, объединяют с 3D-моделью зубных рядов верхней челюсти, которая уже была интегрирована в КТ и получают полноценную 3D-модель верхней челюсти с зубными рядами и контурами суставных ямок, далее полученные объекты 3D-сцены распределяют по шести зонам в оконном интерфейсе, причем количество ячеек равно количеству полученных контуров в сагитальной и во фронтальной проекциях, соответственно сторонам и условным обозначениям и получают точное отслеживание перемещения мышечков в ямках ВНЧС при перемещении нижней челюсти. Использование способа в клинической практике позволяет создать высокоточные 3D-модели мышечковых отростков и ямок ВНЧС с толщиной контуров в диаметре 100 микрон; точно выставить нижнюю челюсть в лечебное положение и изготовить всевозможные конструкции (коронки, вкладки, накладки, протезы, сплинты и функциональные ортодонтические аппараты); избежать искажений, получаемых 3D-моделей ВНЧС при известных методах автосегментации.

**B1****043003****043003****B1**

Изобретение относится к области медицины, а именно к стоматологии, и может быть применено в процессе ортопедического, ортодонтического, хирургического лечения, диагностики и лечения височно-нижнечелюстных расстройств (далее - ВНЧС).

При планировании комплексного стоматологического лечения, особое внимание уделяется положению мышечков нижней челюсти (НЧ) в ямках суставов. Контроль положения мышечков осуществляют путем интерпретации данных компьютерной томографии (КТ) и магниторезонансной томографии. Важным этапом в современной диагностике является построение трехмерных объектов анатомических структур, исходя из данных КТ. Имея отдельно сегментированные трехмерные объекты структур височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС), появилась возможность анализировать их морфологию и прогнозировать их перемещение в пространстве. Существуют методы записи движения НЧ и привязки записанных траекторий к отдельно сегментированным фрагментам ВНЧС, что позволяет на мониторе компьютера увидеть перемещения НЧ в пространстве и соответственно отследить перемещение мышечков в суставных ямках.

С появлением в стоматологической практике цифровых технологий компьютерной томографии, CAD-CAM систем прототипирования, еще больше внимания стало уделяться прецизионности изготавливаемых конструкций и соответственно требуется особое требование к диагностике и контролю изменений всех структур челюстно-лицевой области, в том числе и ВНЧС.

При фрезеровании зубных имплантантов и их супраструктур, достигается точность до 5-8 мкм. При изготовлении постоянных реставраций и временных конструкций (коронки, накладок, сплинтов), точность фрезерования или 3D-печати варьирует от 6 до 80 мкм, в зависимости от типа системы. Клинический анализ окклюзионных взаимоотношений зубов и их артикуляции (функции жевания) определяется в пределах от 8 до 100 мкм. Известным фактом является взаимосвязь положения и формы зубных рядов с положением и формой ВНЧС.

Так же имеются научные данные, подтверждающие, что даже крайне незначительные смещения и изменения в ВНЧС влияют на весь зубочелюстной комплекс и на центральную нервную систему (ЦНС) в целом. Для детального изучения на современном уровне причинно-следственной связи, между ВНЧС, нервной системой, функцией, пара-функцией и строением зубных рядов и зубочелюстной системы, требуется новый подход к изучению структур ВНЧС. Появляется необходимость изучения всех структур ВНЧС с максимально возможной контролируемой точностью и отображением полученных данных в 3-мерном режиме.

Костные структуры ВНЧС интерпретируются и диагностируются врачом при помощи компьютерной томографии. Имеется официальное руководство компании Sirona, SICAT Function, <https://yadi.sk/i/C4SYPIRjq3io3A> стр. 519, в которой указаны значения точности в приложениях SICAT при КТ исследованиях (табл. 1).

Таблица 1  
Значения точности в приложениях SICAT

### ТОЧНОСТЬ

В следующей таблице представлены значения точности во всех приложениях SICAT:

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| Точность измерения для расстояния                    | < 100 мкм |
| Точность измерения для угла                          | < 1 град  |
| Точность изображения                                 | < 20 мкм  |
| Точность изображения для данных по движению челюстей | < 0,6 мм  |

Однако, существующие методы автоматической сегментации КТ изображений и получения 3D-моделей нижней челюсти, как отдельной трехмерной структуры, имеют недостаток - значительная неточность получаемых трехмерных моделей в области мышечков и суставных ямок. Это обусловлено, в том числе и тем, что известные методы автосегментации для построения отдельных 3D-объектов, базируются на анализе яркости точек изображения томограмм, при этом они не могут четко распознать объект с пограничным значением. Данные, которые были доступны и понятны врачу, и интерпретировались как суставная щель, граница мышечка на определенном срезе или диск, не улавливаются системами автоматической сегментации, точность контурирования объектов сводится к достаточно большой погрешности 1 мм и более. Наличие хрящевой ткани, как снаружи, так и внутри суставов, интерпретируется зачастую как кость, или как её отсутствие, что приводит к значительному искажению представления об объеме и неточности построения рельефа 3D-моделей ВНЧС. Алгоритмы ручного закрашивания объекта, на каждом отдельно взятом слое КТ в трех проекциях, отнимают часы рабочего времени и нерациональны в клинической практике.

В имеющихся методах компьютерного воспроизведения - записи движений НЧ, где отслеживаются перемещения мышечков в пространстве, на мониторе компьютера и математически на программном уровне, оценивается перемещение не точных, детализированных контуров мышечков относительно суставной ямки ВНЧС, а их искаженные модели, что сильно снижает научную и клиническую значимость

имеющихся методов.

Интерфейс имеющегося программного обеспечения не обеспечивает удобного детализированного отображения структур ВНЧС, которые представлены в виде 3D-объектов полученных путем автосегментации КТ, что не позволяет врачу прецизионно анализировать изменения и перемещения объектов в пространстве.

Известны решения по созданию отдельных 3D-моделей по компьютерной томограмме пациента.

3D Slicer - <https://www.slicer.org/>. Руководства по сегментации:

[https://www.slicer.org/wiki/Documentation/4.6%23Modules\\_by\\_category\\_Segmentation](https://www.slicer.org/wiki/Documentation/4.6%23Modules_by_category_Segmentation);

<https://yadi.sk/i/-Si8U-1KqtAPaQ> (Tutorial: Preparing Data for 3D Printing Using 3D Slicer).

Однако, на базе данных инструкций и технологических решений удастся получить только примерные, очень неточные модели мышечков и суставных ямок. При работе с разным качеством КТ, с разной морфологией суставов, всегда возникает эта проблема. При работе с любыми программами автосегментации, объекты ВНЧС приобретают крайне условную топографию со значительным избытком либо убылью объема.

Известен способ ручного послойного закрашивания интересующего объекта <https://yadi.sk/i/cvPzELn9-atUg> (3D Slicer Tutorial: How to Segment a Lumbar Vertebrae).

Однако, временные затраты на данный процесс делают его трудно применимым в повседневной практике врача стоматолога.

Прототипом является способ автосегментирования и получения отдельных 3D-объектов ВНЧС из компьютерной томограммы пациента, компании Sirona SICAT FUNCTION:

<https://www.sicat.com/products/functional-dentistry/>;

<https://yadi.sk/i/C4SYPIRjq3io3A> (сегментация стр. 105);

<https://yadi.sk/i/2O6bCtc5hA3d4w> (официальное видео по сегментации).

Способ основан на общеизвестных принципах автосегментации КТ, позволяющей условно выделить более яркий и контрастный объект.

Однако, в данном программном обеспечении возникает та же распространенная неточность при построении мышечков и ямок ВНЧС как отдельных 3D-объектов. При изменении порога чувствительности автосегментирования, объекты ВНЧС получаются либо с избыточным, либо с недостающим объемом. Для разделения соединенных участков мышечков-ямки в программе используется инструмент ножницы, который очень условно разделяет карту сегментации, и конечные 3D-объекты, мышечки и ямки ВНЧС не имеют точной формы.

Метод построения отдельных 3D-объектов, мышечков и суставных ямок, путем автосегментации несет серьезные потери в точности, исчисляемые в мм, что не позволяет задействовать заложенный технологический потенциал точности КТ исследований, заявленный в официальной документации 20-100 мкм (табл. 1).

В проведении диагностики, а соответственно при лечении пациентов, такие процедуры, как поиск центрального соотношения, поиск лечебной позиции нижней челюсти и изготовление лечебных конструкций разного типа проводятся с крайне условной точностью и соответственно несут крайне условную клиническую значимость. Повысив точность диагностики позиции и перемещений мышечков в суставах с погрешности в 1 мм до 100 мкм, клиническая значимость выполняемых процедур увеличивается в разы.

Техническим результатом изобретения является повышение точности диагностики и контроля позиции и перемещений мышечков в суставах, построение 3D-моделей ВНЧС с точностью до 100 мкм, контроль их перемещения в пространстве, определение более точного лечебного положения НЧ для дальнейшего изготовления всевозможных лечебных конструкций, например: коронок, вкладок, накладок, протезов, сплинтов и функциональных ортодонтических аппаратов.

Указанный технический результат достигается тем, что так же как и в известном способе проводят компьютерное томографическое исследование, зубные ряды верхней и нижней челюстей сканируют внутриротовым 3D-сканером и получают 3D-объекты челюстей в имеющемся прикусе, полученное КТ исследование выравнивают в 3D-пространстве относительно Франкфуртской или Камперовской горизонтали или относительно других анатомических ориентиров и в мультипланарную реконструкцию (МПП) КТ интегрируют 3D-модели верхней и нижней челюстей (фиг. 1 А, В, С, D).

Особенностью заявленного способа является то, что в программном обеспечении для просмотра КТ исследований визуализируют последовательно зоны правого и левого ВНЧС в сагиттальной коронарной и аксиальной проекциях мультипланарной реконструкции и создают контуры мышечковых отростков и контуры суставных ямок как отдельные 3D-объекты, визуализируют наружный край правого мышечка, в сагиттальной проекции обводят контур мышечка и контур ямки ВНЧС, получают 3D-объекты контуры мышечка RC1 и ямки RF1, далее визуализируют внутренний край правого мышечка и в сагиттальной проекции обводят контур мышечка и контур ямки ВНЧС и получают 3D-объекты контуры мышечка RC9 и ямки RF9, во фронтальной проекции измеряют расстояние между полученными контурами RC1 и RC9, расстояние делят пополам и находят место середины мышечка и визуализируют зону середины мышечка, в визуализированной зоне середины мышечка, в сагиттальной проекции обводят контур мышечка и

контур ямки ВНЧС и получают 3D-объекты контуры мышелка RC5 и ямки RF5, далее во фронтальной проекции измеряют расстояние между контурами RC1-RC5, расстояние делят пополам и находят место позиции следующего среза МПП КТ исследования, в сагиттальной проекции обводят контур мышелка и контур ямки ВНЧС и получают 3D-объекты контуры мышелка RC3 и ямки RF3, во фронтальной проекции измеряют расстояние между контурами RC5-RC9, расстояние делят пополам и находят место позиции следующего среза МПП КТ исследования, в сагиттальной проекции обводят контур мышелка и контур ямки ВНЧС и получают 3D-объекты контуры мышелка RC7 и ямки RF7, далее, по вышеописанному способу, находят середины расстояний между полученными соседними контурами и в сагиттальной проекции обводят контуры мышелка и ямки и получают 3D-объекты контуры мышелка RC2, RC4, RC6, RC8 и 3D-объекты контуры ямки RF2, RF4, RF6, RF8, получают девять контуров мышелков и девять контуров ямок в сагиттальной проекции, соответственно девять 3D-контуров мышелка и девять 3D-контуров ямки ВНЧС, далее в КТ исследовании визуализируют самую высокую точку ямки ВНЧС, во фронтальной проекции обводят контур ямки и получают 3D-объект контур ямки, KR1+, от контура KR1+ перемещаются вперед фронтальнее на 3 мм, и во фронтальной проекции обводят контур ямки и получают 3D-объект контур ямки, KR2+, от контура KR1+ перемещаются назад дистальнее на 3 мм, и во фронтальной проекции обводят контур ямки и получают 3D-объект контур ямки, KR3+, далее для левого ВНЧС повторяют все действия, описанные выше, как для правого ВНЧС и получают 3D-контурную модель левого ВНЧС, с соответствующими 3D-моделями контуров и их обозначениями, для контуров левого мышелка LC1, LC2, LC3, LC4, LC5, LC6, LC7, LC8, LC9, для контуров левой ямки LF1, LF2, LF3, LF4, LF5, LF6, LF7, LF8, LF9, KL1+, KL2+, KL3+, 3D-объекты: контуры правого и левого мышелков, объединяют с 3D-моделью зубных рядов нижней челюсти, которая уже была интегрирована в МПП КТ и получают полноценную 3D-модель нижней челюсти с зубными рядами и мышелковыми отростками, полученные 3D-объекты: контуры правой и левой ямок, объединяют с 3D-моделью зубных рядов верхней челюсти, которая уже была интегрирована в МПП КТ и получают полноценную 3D-модель верхней челюсти с зубными рядами и контурами суставных ямок "неподвижная часть черепа", далее полученные объекты 3D сцены распределяют по шести зонам в оконном интерфейсе, причем количество ячеек равно количеству полученных контуров в сагиттальной и во фронтальной проекциях, соответственно сторонам и условным обозначениям и получают точное отслеживание перемещения мышелков в ямках ВНЧС при перемещении НЧ.

Изобретение иллюстрируется подробным описанием, клиническим примером и иллюстрациями, на которых изображено следующее.

Фиг. 1 - 3D-модели верхней и нижней челюстей:

- А) 3D-модели челюстей интегрированы в виртуальную реконструкцию КТ исследования;
- В) вид контуров моделей в аксиальной проекции КТ;
- С) вид контуров моделей во фронтальной проекции КТ;
- Д) вид контуров моделей в сагиттальной проекции КТ.

Фиг. 2 - 3D-объекты контуры мышелка RC1 и ямки RF1:

- А) контуры мышелка RC1 и ямки RF1 в 3D сцене;
- В) вид контуров RC1 и RF1 в аксиальной проекции КТ;
- С) вид контуров RC1 и RF1 во фронтальной проекции КТ;
- Д) вид контуров RC1 и RF1 в сагиттальной проекции КТ.

Фиг. 3 - 3D-объекты контуры мышелка RC9 и ямки RF9:

- А) 3D сцена, контуры мышелка и ямки RC9 и RF9;
- В) вид контуров RC9 и RF9 в аксиальной проекции КТ;
- С) вид контуров RC9 и RF9 во фронтальной проекции КТ;
- Д) вид контуров RC9 и RF9 в сагиттальной проекции КТ.

Фиг. 4 - зона середины мышелка:

- А) 3D сцена во фронтальной проекции. Позиция курсора-перекрестие, на середине мышелка;
- В) аксиальная проекция;
- С) фронтальная проекция;
- Д) сагиттальная проекция.

Фиг. 5 - 3D-объекты контуры мышелка RC5 и ямки RF5:

- А) 3D сцена, полученные контуры ямки RF5 и мышелка RC5;
- В) аксиальная проекция;
- С) фронтальная проекция;
- Д) сагиттальная проекция.

Фиг. 6 - 3D-объекты контуры мышелка RC3 и ямки RF3:

- А) 3D сцена с ранее полученными контурами и контурами RC3, RF3;
- В) аксиальная проекция;
- С) фронтальная проекция;
- Д) сагиттальная проекция.

Фиг. 7 - 3D-объекты контуры мышелка RC7 и ямки RF7:

- А) 3D сцена с ранее полученными контурами и контурами RC7, RF7;
- В) аксиальная проекция;
- С) фронтальная проекция;
- Д) сагиттальная проекция.

Фиг. 8 - 3D-объекты контуры мышелка RC2 и ямки RF2:

- А) 3D сцена с ранее полученными контурами и контурами RC2, RF2;
- В) аксиальная проекция;
- С) фронтальная проекция;
- Д) сагиттальная проекция.

Фиг. 9 - полученные девять 3D-контуров мышелкового отростка и ямки ВНЧС, для детальной визуализации объема ВНЧС:

- А) 3D сцена с полученными, 9-ю контурами мышелкового отростка и ямки ВНЧС;
- В) аксиальная проекция;
- С) фронтальная проекция, проставлены обозначения контуров;
- Д) сагиттальная проекция, срез на уровне контуров RC2, RF2.

Фиг. 10 - визуализируют самую высокую точку ямки ВНЧС и во фронтальной проекции создают 3D-контур ямки, KR1+:

- А) 3D сцена с полученным контуром (KR1+) ямки ВНЧС;
- В) аксиальная проекция, самая высокая точка ямки ВНЧС;
- С) фронтальная проекция с полученным контуром KR1+;
- Д) сагиттальная проекция, самая высокая точка ямки ВНЧС.

Фиг. 11 - создание 3D-контура ямки KR2+:

- А) 3D сцена с полученным контуром KR2+ ямки ВНЧС;
- В) аксиальная проекция;
- С) фронтальная проекция с полученным контуром KR2+;
- Д) сагиттальная проекция.

Фиг. 12 - создание 3D-контура ямки KR3+:

- А) 3D сцена с полученными контурами ямок ВНЧС, KR1+, KR2+, KR3+;
- В) аксиальная проекция;
- С) фронтальная проекция, созданный контур KR3+;
- Д) сагиттальная проекция.

Фиг. 13 - полноценная 3D-модель нижней челюсти с зубными рядами и 3D-контурами мышелковых отростков:

- А) 3D сцена с объединенными моделями, зубных рядов нижней челюсти и мышелковых отростков;
- В) вид сверху;
- С) вид слева;
- Д) вид спереди.

Фиг. 14 - полноценная 3D-модель верхней челюсти с зубными рядами и контурами суставных ямок (неподвижная часть черепа):

- А) 3D сцена с объединенными моделями, зубных рядов верхней челюсти и контурами ямок ВНЧС;
- В) вид сверху;
- С) вид слева;
- Д) вид спереди.

Фиг. 15 - 3D сцена с точными моделями верхней и нижней челюстей. Зубные ряды, мышелковые отростки и ямки ВНЧС:

- А) 3D сцена с объединенными моделями, зубных рядов, мышелковых отростков и ямок ВНЧС;
- В) вид сверху;
- С) вид слева;
- Д) вид спереди.

Фиг. 16 - оконный интерфейс, распределения зон отображения 3D-объектов:

- А) зона отображения контуров правого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- В) зона отображения контуров левого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- С) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции правого ВНЧС;
- Д) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции левого ВНЧС;
- Е) зона отображения общей 3D сцены с моделями челюстей и моделями суставов;
- Ф) зона отображения только для 3D-моделей ВНЧС, правого и левого соответственно.

Фиг. 17 - 3D-объекты контуры ВНЧС распределены в оконном интерфейсе:

- А) зона отображения контуров правого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- В) зона отображения контуров левого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- С) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции правого ВНЧС;
- Д) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции левого ВНЧС;
- Е) зона отображения общей 3D сцены с моделями челюстей и моделями суставов;

F) зона отображения только для 3D-моделей ВНЧС, правого и левого соответственно.

Фиг. 18 - сплонт на нижнюю челюсть:

- A) общий вид;
- B) вид сверху;
- C) вид снизу;
- D) вид сзади.

Фиг. 19 - сплонт на моделях, демонстрация смыкания челюстей в лечебной позиции:

- A) общий вид;
- B) вид спереди;
- C) вид справа;
- D) вид сзади.

Фиг. 20 - положение мыщелкового отростка НЧ в суставной ямке, у пациентов в норме, к которому стремятся при лечении дисфункции ВНЧС:

A) срез компьютерной томограммы в норме:

- 1 - мыщелок;
- 2 - бугорок, суставная ямка;
- 3 - диск;
- 4 - наружный слуховой проход;

B) схематическое отображение того же среза и величин суставной щели в переднем, верхнем и заднем отделах, в норме:

- 1 - передний отдел суставной щели;
- 2 - верхний отдел суставной щели;
- 3 - задний отдел суставной щели.

Фиг. 21 - 3D-модели челюстей, полученные при сканировании, вид сбоку:

- A) модели в имеющемся прикусе пациента (CO);
- B) модели при сдвиге НЧ вперед (Pro);
- C) модели в положении приоткрытого рта (OP).

Фиг. 22 - 3D-модели челюстей, полученные при сканировании, вид спереди:

- A) модели при сдвиге НЧ вправо - правая латеротрузия (LR);
- B) модели при сдвиге НЧ влево - левая латеротрузия (LL).

Фиг. 23 - 3D сцена с объединенными моделями челюстей и 3D-контурными моделями ВНЧС:

- A) модели в имеющемся прикусе пациента (CO);
- B) модели в положении приоткрытого рта (OP);
- C) модели при сдвиге НЧ вперед (Pro).

Фиг. 24 - 3D сцена с объединенными моделями челюстей и 3D-контурными моделями ВНЧС при боковых перемещениях НЧ:

- A) модели при сдвиге НЧ влево - левая латеротрузия (LL);
- B) модели при сдвиге НЧ вправо - правая латеротрузия (RL).

Фиг. 25 - демонстрация 3D-объектов распределенных в оконном интерфейсе; положение привычного прикуса и положение при сдвиге вперед протрузии (Pro):

- A) зона отображения контуров правого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- B) зона отображения контуров левого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- C) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции правого ВНЧС;
- D) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции левого ВНЧС;
- E) зона отображения общей 3D сцены с моделями челюстей и моделями суставов;
- F) зона отображения только для 3D-моделей ВНЧС, правого и левого соответственно.

Фиг. 26 - демонстрация 3D-объектов распределенных в оконном интерфейсе; положение привычного прикуса и положение приоткрытого рта (OP):

- A) зона отображения контуров правого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- B) зона отображения контуров левого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- C) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции правого ВНЧС;
- D) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции левого ВНЧС;
- E) зона отображения общей 3D сцены с моделями челюстей и моделями суставов;
- F) зона отображения только для 3D-моделей ВНЧС, правого и левого соответственно.

Фиг. 27 - демонстрация 3D-объектов распределенных в оконном интерфейсе; положение привычного прикуса и положение при сдвиге вправо - правая латеротрузия (RL):

- A) зона отображения контуров правого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- B) зона отображения контуров левого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- C) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции правого ВНЧС;
- D) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции левого ВНЧС;
- E) зона отображения общей 3D сцены с моделями челюстей и моделями суставов;
- F) зона отображения только для 3D-моделей ВНЧС, правого и левого соответственно.

Фиг. 28 - демонстрация 3D-объектов распределенных в оконном интерфейсе; положение привычного прикуса и положение при сдвиге влево - левая латеротрузия (LL):

- А) зона отображения контуров правого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- В) зона отображения контуров левого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- С) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции правого ВНЧС;
- Д) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции левого ВНЧС;
- Е) зона отображения общей 3D сцены с моделями челюстей и моделями суставов;
- Ф) зона отображения только для 3D-моделей ВНЧС, правого и левого соответственно.

Фиг. 29 - демонстрация 3D-объектов распределенных в оконном интерфейсе; положение привычного прикуса и лечебное положение нижней челюсти (TR):

- А) зона отображения контуров правого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- В) зона отображения контуров левого ВНЧС, полученных в сагиттальной проекции;
- С) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции правого ВНЧС;
- Д) зона отображения контуров, полученных во фронтальной проекции левого ВНЧС;
- Е) зона отображения общей 3D сцены с моделями челюстей и моделями суставов;
- Ф) зона отображения только для 3D-моделей ВНЧС, правого и левого соответственно.

Фиг. 30 - 3D-модели ямки и мышцелкового отростка на уровне контуров RC4-RF4, правого ВНЧС, перемещение мышцелкового отростка в лечебное положение.

Фиг. 31 - проведенная суперимпозиция контрольного КТ на спленте, с контурами 3D-моделей ВНЧС до лечения и контурами заданного лечебного положения, демонстрируется возможность точного позиционирования нижней челюсти и анализа погрешностей:

- А) срез КТ и контур 3D-модели правого ВНЧС RC4-RF4, сагиттальная проекция;
- В) срез КТ и контур 3D-модели правого ВНЧС RC5-RF5, сагиттальная проекция;
- С) срез КТ и контур 3D-модели правого ВНЧС, фронтальная проекция курсор в области контура RC4-RF4;
- Д) срез КТ и контур 3D-модели левого ВНЧС LC8-LF8, сагиттальная проекция;
- Е) срез КТ и контур 3D-модели левого ВНЧС LC9-LF9, сагиттальная проекция;
- Ф) срез КТ и контур 3D-модели левого ВНЧС, фронтальная проекция курсор в области контура LC9-LF9.

Фиг. 32 - сплент в ротовой полости пациента:

- А) вид спереди, общий вид;
  - В) вид справа, область жевательных зубов;
  - С) вид слева, область жевательных зубов.
- Способ осуществляют следующим образом.

В программном обеспечении для просмотра КТ исследований (например, Radiant Dicom Viewer <https://www.radiantviewer.com>) визуализируют последовательно зону правого и левого ВНЧС в сагиттальной коронарной и аксиальной проекциях мультипланарной реконструкции КТ и создают 3D-контур мышцелковых отростков и контуры суставных ямок, посредством программного инструмента, например, кривые Безье или методом простановки точек с дальнейшей их интерполяцией и созданием контура. Проводят контурирование объектов (мышкой, или сенсорным пером на компьютерах стационарного или планшетного типа).

Получение точных контуров ВНЧС реализуют следующим образом (на примере для правого ВНЧС).

В мультипланарной реконструкции КТ исследования визуализируют наружный край правого мышцелка и в сагиттальной проекции обводят контур мышцелка и контур ямки ВНЧС. Получают 3D-объекты контуры мышцелка RC1 и ямки RF1 (фиг. 2 А, В, С, Д). В МИР КТ исследования визуализируют внутренний край правого мышцелка и в сагиттальной проекции обводят контур мышцелка и контур ямки ВНЧС. Получают 3D-объекты контуры мышцелка RC9 и ямки RF9 (фиг. 3 А, В, С, Д).

Ориентируясь на фронтальную проекцию, измеряют расстояние между полученными контурами RC1 и RC9, расстояние делят пополам, тем самым находят место середины мышцелка и в данной области КТ исследования визуализируют зону середины мышцелка (фиг. 4 А, В, С, Д).

В визуализированной зоне середины мышцелка в КТ исследовании, в сагиттальной проекции обводят контур мышцелка и контур ямки ВНЧС. Получают 3D-объекты контуры мышцелка RC5 и ямки RF5 (фиг. 5 А, В, С, Д). Измеряют расстояние между контурами RC1-RC5, расстояние делят пополам и находят место позиции следующего среза КТ исследования. Создают контуры мышцелка RC3 и ямки RF3 в сагиттальной проекции (фиг. 6А, В, С, Д).

Измеряют расстояние между контурами RC5-RC9, расстояние делят пополам и находят место позиции следующего среза КТ исследования, создают контуры мышцелка RC7 и ямки RF7 в сагиттальной проекции (фиг. 7 А, В, С, Д).

Далее, по выше описанному способу, находят середину расстояний между полученными соседними контурами, RC1-RC3, и находят место позиции следующего среза КТ исследования, создают контуры мышцелка и ямки в сагиттальной проекции, RC2 и RF2 (фиг. 8 А, В, С, Д). Далее находят середины рас-

стояний между контурами RC3-RC5, RC5-RC7, RC7-RC9 создают 3D-контур мышечкового отростка RC4, RC6, RC8 и 3D-контур ямки ВНЧС RF4, RF6, RF8, соответственно получают девять 3D-контуров мышелка и девять 3D-контуров ямки ВНЧС (фиг. 9 А, В, С, D).

В МИР КТ исследования визуализируют самую высокую точку ямки ВНЧС и создают 3D-контур ямки во фронтальной проекции, KR1+ (фиг. 10 А, В, С, D).

В МПР КТ исследования от полученного контура KR1+, перемещаются вперед (фронтально) на 3 мм, и во фронтальной проекции создают 3D-контур ямки KR2+ (фиг. 11 А, В, С, D).

В МПР КТ исследования от полученного контура KR1+, перемещаются назад (дистально) на 3 мм, и во фронтальной проекции создают 3D-контур ямки KR3+ (фиг. 12 А, В, С, D).

Для левого ВНЧС повторяют все действия, описанные выше, как и для правого ВНЧС и получают 3D-контурную модель левого ВНЧС. с соответствующими 3D-моделями контуров и их обозначениями LC (1-9), LF (1-9), KL (1+, 2+, 3+).

3D-объекты контуры правого и левого мышелков RC (1-9), LC(1-9) объединяют с 3D-моделью зубных рядов нижней челюсти, которая уже была интегрирована в МПР КТ и получают полноценную 3D-модель нижней челюсти с зубными рядами и мышечковыми отростками (фиг. 13 А, В, С, D).

3D-объекты контуры правой и левой ямок RF(1-9), LF(1-9) и контуры KR(1+,2+, 3+), KL(1+, 2+, 3+) объединяют с 3D-моделью зубных рядов верхней челюсти, которая уже была интегрирована в МПР КТ и получают полноценную 3D-модель верхней челюсти с зубными рядами и контурами суставных ямок (неподвижная часть черепа) (фиг. 14 А, В, С, D).

В результате получают 3D сцену с точными моделями зубных рядов, мышечковых отростков и ямок ВНЧС (фиг. 15 А, В, С, D).

Полученные контурные 3D-модели ВНЧС имеют следующие характеристики.

3D-модели каждого мышечкового отростка представлены девятью контурами, полученными в сагиттальной проекции КТ исследования. Места простановки контуров на КТ исследовании определяются путем разделения расстояния, от наружного до внутреннего края, для каждого мышечкового отростка, на 8 равных частей.

3D-модели каждой ямки ВНЧС представлены девятью контурами, полученными в сагиттальной проекции и тремя дополнительными контурами, полученными во фронтальной проекции КТ исследования. Места простановки контуров ямок в сагиттальной проекции КТ исследования соответствуют местам, определенным для контуров мышечковых отростков. Места простановки контуров ямок во фронтальной проекции определены в описании (фиг. 10, 11, 12).

Толщина каждого контура при простановке в МПР КТ равна 0,1 мм. Толщина 3D-модели, каждого полученного контура, в диаметре равна 0,1 мм.

Далее полученные объекты 3D сцены распределяют по шести зонам в оконном интерфейсе, при помощи известных 3D редакторов (например, 3D Max <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview>) (фиг. 16 А, В, С, D, E, F). Количество ячеек равно количеству полученных контуров в сагиттальной проекции соответственно для правого и левого суставов. (фиг. 16 А, В) Полное отображение всей 3D сцены с моделями челюстей и суставами отображается в зоне Е (фиг. 16 Е). В зонах С и D (фиг. 16 С, D) размещены объекты контуры, полученные во фронтальной проекции (с условным обозначением KR+, KL+) соответственно сторонам и условным обозначениям. В зоне F (фиг. 16 F) отображаются 3D-модели ВНЧС, правого и левого, соответственно. Полное распределение объектов видно на фиг. 17 А, В, С, D, E, F.

Способ иллюстрируется клиническим примером.

Пациентка П., 18 лет, обратилась с жалобами на постоянную ноющую боль в области ВНЧС. Боль усиливается при приеме пищи, особенно твердой. Отмечала усиление боли после сна. Отмечала щелчок в области правого ВНЧС.

Со слов пациентки впервые болевые ощущения появились 8 месяцев назад, особенно после ночного сна, далее через 2 месяца отметила усиление боли при приеме пищи и периодически возникающий щелчок в правом ВНЧС, далее примерно через месяц щелчок стал постоянным. В течение последующих 5-ти месяцев терпела боль при приеме пищи, и пыталась не обращать внимание на щелчок в суставе. Боль со слов пациентки характеризуется как средняя и выше. Также пациентка планировала лечение у ортодонта, который посоветовал обратиться к специалистам по заболеваниям ВНЧС.

После проведенного клинического осмотра, сбора анамнеза и выполненных дополнительных исследований включающих, магнитно-резонансную томографию (МРТ) области ВНЧС и конусно-лучевую компьютерную томографию (КЛКТ) области головы, пациентке был поставлен следующий диагноз - дисфункция ВНЧС (ДВНЧС).

Одним из методов и этапов лечения ДВНЧС является изготовление лечебно-позиционирующей шины - спланта (фиг. 18 А, В, С, D), (фиг. 19 А, В, С, D), (фиг. 32 А, В, С). Сплит должен быть изготовлен в лечебном положении нижней челюсти (ЛПН). По данным мировой литературы, это положение характеризуется следующими значениями расстояний в суставной щели ВНЧС: передний отдел 1.3 мм - 3 мм, верхний отдел 2,3 мм - 4 мм, задний отдел 2,1 мм - 4 мм. (фиг. 20 А, В). При определении лечебного положения НЧ необходимо с максимально высокой точностью переместить НЧ в пространстве, придав

ей новое положение, которое будет соответствовать критериям ЛПН.

Были проведены общепринятые диагностические действия: провели компьютерное томографическое исследование, полученное КТ исследование выравнивали в 3D пространстве относительно Франкфуртской горизонтали, зубные ряды верхней и нижней челюстей сканировали внутривитальным 3D-сканером. В мультипланарную реконструкцию КТ интегрировали 3D-модели верхней и нижней челюстей (фиг. 1 А, В, С, D). Получали 3D-модели челюстей в имеющемся прикусе (положение - СО), в положении сдвиг вперед - протрузия (Pro), в положении приоткрытого рта (OP), в положении сдвиг вправо - правая латеротрузия (RL), в положении сдвиг влево - левая латеротрузия (LL), (фиг. 21 А, В, С), (фиг. 22 А, В).

В программном обеспечении для просмотра КТ исследований (Radiant Dicom Viewer <https://www.radiantviewer.com>) визуализировали последовательно зону правого и левого ВНЧС в сагиттальной коронарной и аксиальной проекциях мультипланарной реконструкции КТ и создавали контуры мышечковых отростков и контуры суставных ямок, посредством программного инструмента, методом протравки точек с дальнейшей их интерполяцией и созданием 3D-контуров. Провели контурирование объектов.

В мультипланарной реконструкции КТ исследования визуализировали наружный край правого мышелка и в сагиттальной проекции обвели контур мышелка и контур ямки ВНЧС, получили 3D-объекты, контуры мышелка RC1 и ямки RF1 (фиг. 2 А, В, С, D). В МПР КТ исследования визуализировали внутренний край правого мышелка и в сагиттальной проекции обвели контур мышелка и контур ямки ВНЧС и получили 3D-объекты контуры мышелка RC9 и ямки RF9 (фиг. 3 А, В, С, D).

Ориентируясь на фронтальную проекцию, измерили расстояние между полученными контурами RC1 и RC9, расстояние делили пополам, находили место середины мышелка и в данной области КТ исследования визуализировали зону середины мышелка (фиг. 4 А, В, С, D).

В визуализированной зоне середины мышелка в СТ исследовании, в сагиттальной проекции обвели контур мышелка и контур ямки ВНЧС, получили 3D-объекты контуры мышелка RC5 и ямки RF5 (фиг. 5 А, В, С, D). Измеряли расстояние между контурами RC1-RC5, полученное расстояние делили пополам и находили место позиции следующего среза КТ исследования. В сагиттальной проекции обвели контуры мышелка и ямки получили 3D-контуры мышелка RC3 и ямки RF3 (фиг. 6 А, В, С, D).

Измеряли расстояние между контурами RC5-RC9, полученное расстояние делили пополам и находили место позиции следующего среза КТ исследования, в сагиттальной проекции обвели контур мышелка и контур ямки, создали 3D-контуры мышелка RC7 и ямки RF7 (фиг. 7 А, В, С, D).

Далее, по выше описанному способу, нашли середину расстояний между полученными соседними контурами, RC1-RC3, и нашли место позиции следующего среза КТ исследования, обвели контуры мышелка и ямки в сагиттальной проекции, и получили 3D-объекты контуры RC2 и RF2 (фиг. 8 А, В, С, D).

Таким образом, находя середину расстояний между соседними контурами, создали девять 3D-контуров мышечкового отростка и девять 3D-контуров ямки ВНЧС (фиг. 9 А, В, С, D).

В МПР КТ исследования визуализировали самую высокую точку ямки ВНЧС и, обводя контур ямки во фронтальной проекции, создали 3D-контур KR1+ (фиг. 10 А, В, С, D). В МПР КТ исследования от полученного контура KR1+, перемещались вперед (фронтально) на 3 мм и, обводя контур ямки во фронтальной проекции, создали 3D-контур KR2+ (фиг. 11 А, В, С, D). В МПР КТ исследования от полученного контура KR1+, перемещались назад (дистально) на 3 мм и, обводя контур ямки во фронтальной проекции, создали 3D-контур KR3+ (фиг. 12 А, В, С, D).

Для левого ВНЧС повторили все действия, описанные выше, как и для правого ВНЧС и получили 3D-контурную модель левого ВНЧС.

3D-объекты, контуры правого и левого мышечков RC (1-9), LC(1-9) объединили с 3D-моделью зубных рядов нижней челюсти, которая уже была интегрирована в МПР КТ и получили полноценную 3D-модель нижней челюсти с зубными рядами и 3D-контурами мышечковых отростков (фиг. 13 А, В, С, D).

3D-объекты, контуры правой и левой ямок RF(1-9), LF(1-9) и KR(1+, 2+, 3+), KL(1+, 2+, 3+) объединили с 3D-моделью зубных рядов верхней челюсти, которая уже была интегрирована в МПР КТ и получили модель неподвижной части черепа (фиг. 14 А, В, С, D).

В результате получили 3D сцену с точными моделями зубных рядов, мышечковых отростков и ямок ВНЧС (фиг. 15 А, В, С, D).

Далее полученные объекты 3D сцены распределили по шести зонам в оконном интерфейсе, при помощи известных 3D редакторов 3D Max <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview> (фиг. 16 А, В, С, D, E, F). Количество ячеек равно количеству полученных контуров в сагиттальной проекции соответственно для правого и левого суставов. (фиг. 16 А, В). Полное отображение всей 3D сцены с моделями челюстей и суставами отображается в зоне Е (фиг. 16 Е). В зонах С и D (фиг. 16 С, D) размещены объекты контуров, полученные во фронтальной проекции (с условным обозначением KR+, KL+) соответственно сторонам и условным обозначениям (фиг. 16 С, D). В зоне F (фиг. 16 F) отображаются 3D-модели правого и левого ВНЧС. Полное распределение объектов видно на фиг. 17 А, В, С, D, E, F.

В итоге, были созданы высокоточные 3D-модели ВНЧС. Толщина контуров ямок и мышечков ВНЧС, которые образуют 3D-модели ВНЧС, равна 100 мкм, это величина соответствует значениям точ-

ности при КТ исследованиях (табл. 1).

Далее, объединили полученные контурные модели ВНЧС с моделями челюстей в положениях СО, Pro, RL, LL, OP, получили положения мышечковых отростков в ямках ВНЧС в соответствии с перемещениями нижней челюсти (фиг. 23 А, В, С), (фиг. 24 А, В). Все полученные объекты 3D-сцены распределили по шести зонам в оконном интерфейсе при помощи редактора 3D Max <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview> (фиг. 16. А, В, С, D, E, F). Получили полное отображение 3D сцены с моделями челюстей и суставами при всех зарегистрированных положениях (фиг. 25, 26, 27, 28).

Далее создали копию 3D-объекта нижней челюсти и 3D-модели мышечков, соответствующего положению СО, и переместили эту копию в 3D пространстве, в позицию отвечающую критериям лечебного положения (фиг. 29). На примере контуров RC4-RF4, модели правого ВНЧС, видно произведенное перемещение мышелка, в заднем отделе суставной щели от 1.7 до 3.7 мм, в верхнем отделе от 1.8 до 3.8 мм (фиг. 30).

3D-модели челюстей в лечебной позиции экспортировали и передали в программу для изготовления спланта Exocad - <https://exocad.com/>. Сплит был изготовлен методом 3D-печати (фиг. 18, 19).

Пациент носил сплит в течение недели, после чего было сделано повторное КТ исследование, в прикусе на сплите. Методом воксельной 3D-суперимпозиции в программе 3DSlicer - <https://www.slicer.org> совмещали КТ до лечения, КТ на сплите, 3D-модели мышечков с заданным лечебным положением и сравнивали полученное положение мышечков с запланированным (заданным) лечебным положением (фиг. 31 А, В, С, D, E, F).

Спустя неделю после ношения спланта (фиг. 32 А, В, С), пациент отметил значительные улучшения. Прошла постоянная ноющая боль, при приеме пищи на сплите пациент не отмечал болевых ощущений, причем без спланта боль возвращалась и усиливалась. Прошли боли после сна. Щелчок в области правого ВНЧС исчез.

Пациент был передан для дальнейшего лечения у ортодонта, от которого получил направление по поводу ДВНЧС. Ортодонт провел лечение в имеющейся лечебной позиции нижней челюсти на сплите, изготовленном при помощи заявленного метода.

Учитывая технологические погрешности в известных методах, интеграции 3D-моделей челюстей в МПР КТ исследования, воксельной 3D-суперимпозиции, изготовления сплнтов, а так же индивидуальной клинической адаптации, заявленный способ построения и отображения контурных 3D-моделей структур ВНЧС позволяет проводить объективную, точную 3D-оценку морфологии и положения мышечковых отростков в ямках ВНЧС, планировать лечебное положение нижней челюсти и при необходимости повторно корректировать положение нижней челюсти в зависимости от клинических задач и динамики, индивидуально у каждого пациента.

Все объекты 3D сцены, контуры ВНЧС и модели челюстей распределяются в оконном интерфейсе, что позволяет в рамках одного окна разделенного на зоны, визуализировать все полученные объекты, анализировать их морфологию и перемещение в пространстве.

Использование способа в клинической практике позволяет:

создать высокоточные 3D-модели мышечковых отростков и ямок ВНЧС с толщиной контуров в диаметре 100 мкм;

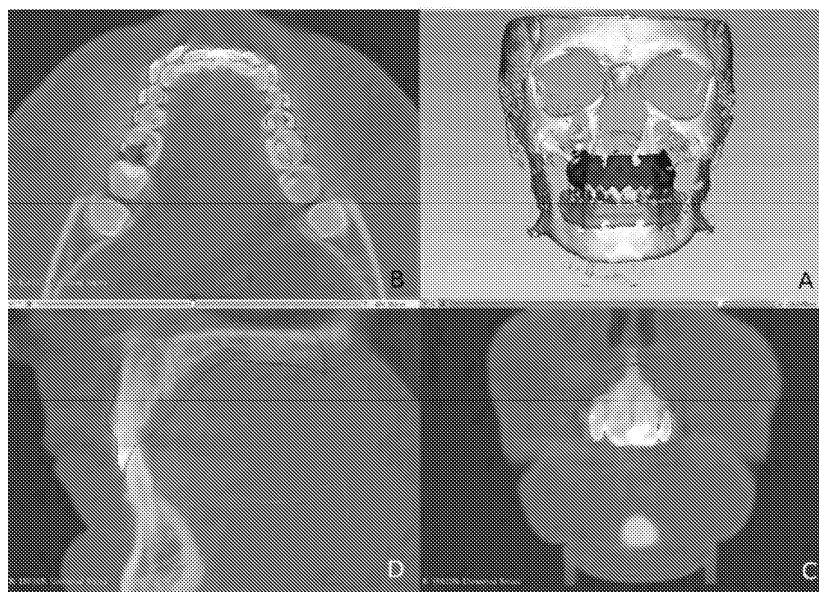
точно выставить нижнюю челюсть в лечебное положение и изготовить всевозможные конструкции (коронки, вкладки, накладки, протезы, сплиты и функциональные ортодонтические аппараты);

избежать искажений, получаемых 3D-моделей ВНЧС при известных методах автосегментации.

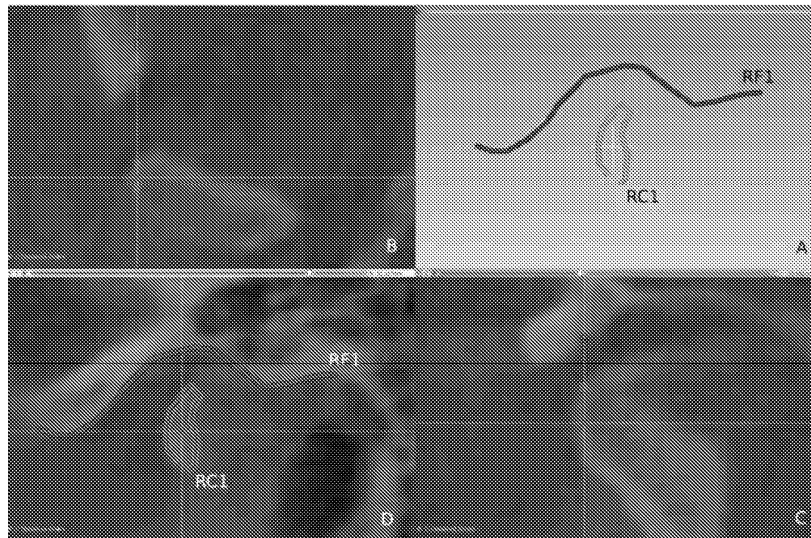
#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ построения и отображения компьютерных 3D-моделей височно-нижнечелюстных суставов, включающий компьютерное томографическое исследование, получение 3D-объекта челюстей в имеющемся прикусе, выравнивание в 3D-пространстве и интеграцию 3D-модели верхней и нижней челюстей в мультипланарную реконструкцию, отличающийся тем, что в программном обеспечении для просмотра КТ исследований визуализируют последовательно зоны правого и левого ВНЧС в сагиттальной коронарной и аксиальной проекциях мультипланарной реконструкции и создают контуры мышечковых отростков и контуры суставных ямок как отдельные 3D-объекты, визуализируют наружный край правого мышелка, в сагиттальной проекции обводят контур мышелка и контур ямки ВНЧС, получают 3D-объекты контуры мышелка RC1 и ямки RF1, далее визуализируют внутренний край правого мышелка и в сагиттальной проекции обводят контур мышелка и контур ямки ВНЧС и получают 3D-объекты контуры мышелка RC9 и ямки RF9, во фронтальной проекции измеряют расстояние между полученными контурами RC1 и RC9, расстояние делят пополам и находят место середины мышелка и визуализируют зону середины мышелка, в визуализированной зоне середины мышелка, в сагиттальной проекции обводят контур мышелка и контур ямки ВНЧС и получают 3D-объекты контуры мышелка RC5 и ямки RF5, далее во фронтальной проекции измеряют расстояние между контурами RC1-RC5, расстояние делят пополам и находят место позиции следующего среза МПР КТ исследования, в сагиттальной проекции обводят кон-

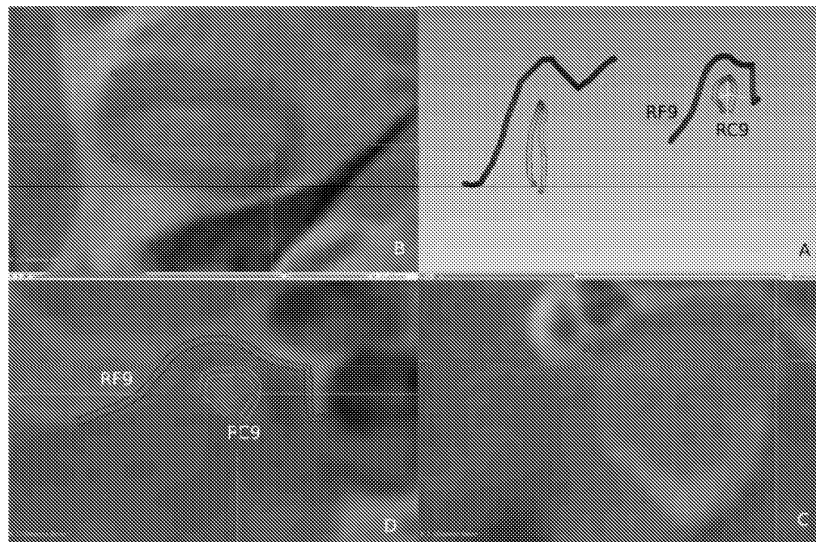
тур мышелка и контур ямки ВНЧС и получают 3D-объекты контуры мышелка RC3 и ямки RF3, во фронтальной проекции измеряют расстояние между контурами RC5-RC9, расстояние делят пополам и находят место позиции следующего среза МПР КТ исследования, в сагиттальной проекции обводят контур мышелка и контур ямки ВНЧС и получают 3D-объекты контуры мышелка RC7 и ямки RF7, далее, по вышеописанному способу, находят середины расстояний между полученными соседними контурами и в сагиттальной проекции обводят контуры мышелка и ямки и получают 3D-объекты контуры мышелка RC2, RC4, RC6, RC8 и 3D-объекты контуры ямки RF2, RF4, RF6, RF8, получают девять контуров мышелков и девять контуров ямок в сагиттальной проекции, соответственно, девять 3D-контуров мышелка и девять 3D-контуров ямки ВНЧС, далее в КТ исследовании визуализируют самую высокую точку ямки ВНЧС, во фронтальной проекции обводят контур ямки и получают 3D-объект контур ямки, KR1+, от контура KR1+ перемещаются вперед фронтальнее на 3 мм, и во фронтальной проекции обводят контур ямки и получают 3D-объект контур ямки, KR2+, от контура KR1+ перемещаются назад дистальнее на 3 мм, и во фронтальной проекции обводят контур ямки и получают 3D-объект контур ямки, KR3+, далее для левого ВНЧС повторяют все действия, описанные выше, как для правого ВНЧС и получают 3D-контурную модель левого ВНЧС, с соответствующими 3D-моделями контуров и их обозначениями, для контуров левого мышелка LC1, LC2, LC3, LC4, LC5, LC6, LC7, LC8, LC9, для контуров левой ямки LF1, LF2, LF3, LF4, LF5, LF6, LF7, LF8, LF9, KL1+, KL2+, KL3+, при этом 3D-объекты: контуры правого и левого мышелков, объединяют с 3D-моделью зубных рядов нижней челюсти, которая уже была интегрирована в МПР КТ и получают полноценную 3D-модель нижней челюсти с зубными рядами и мышелковыми отростками, полученные 3D-объекты: контуры правой и левой ямок, объединяют с 3D-моделью зубных рядов верхней челюсти, которая уже была интегрирована в МПР КТ и получают полноценную 3D-модель верхней челюсти с зубными рядами и контурами суставных ямок "неподвижная часть черепа", далее полученные объекты 3D-сцены распределяют по шести зонам в оконном интерфейсе, причем количество ячеек равно количеству полученных контуров в сагиттальной и во фронтальной проекциях, соответственно сторонам и условным обозначениям и получают точное отслеживание перемещения мышелков в ямках ВНЧС при перемещении НЧ.



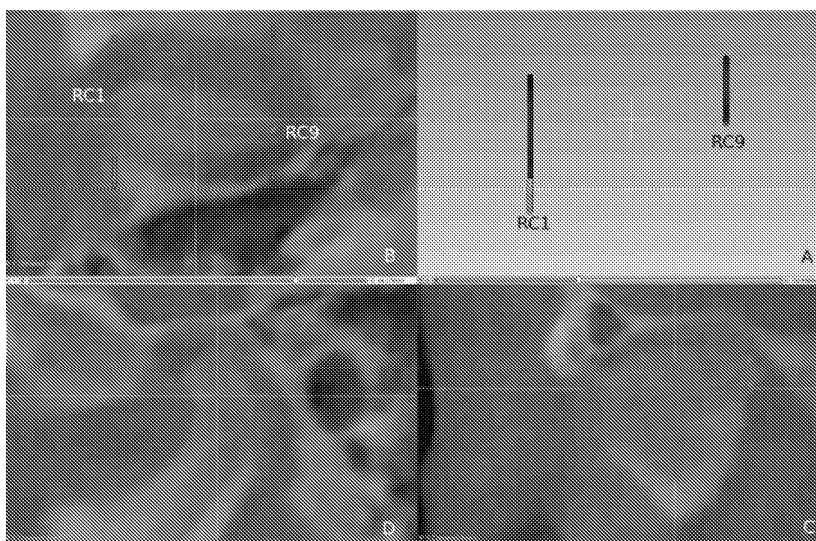
Фиг. 1



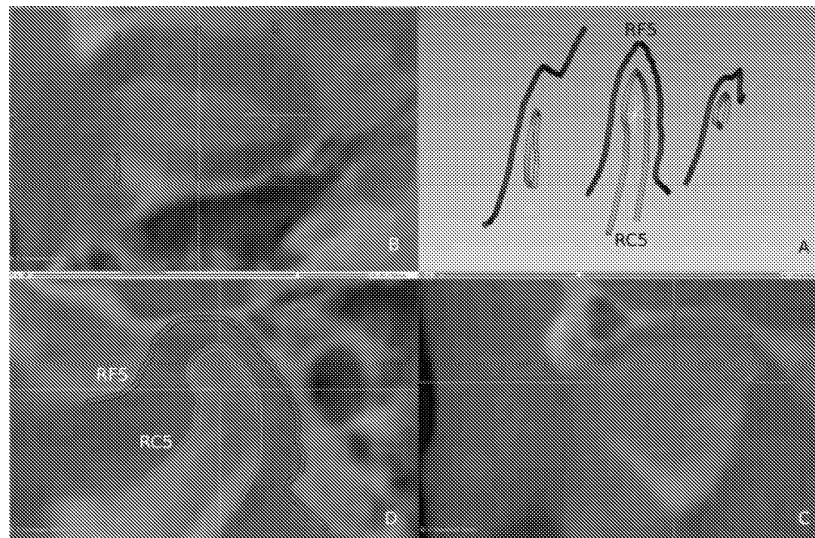
Фиг. 2



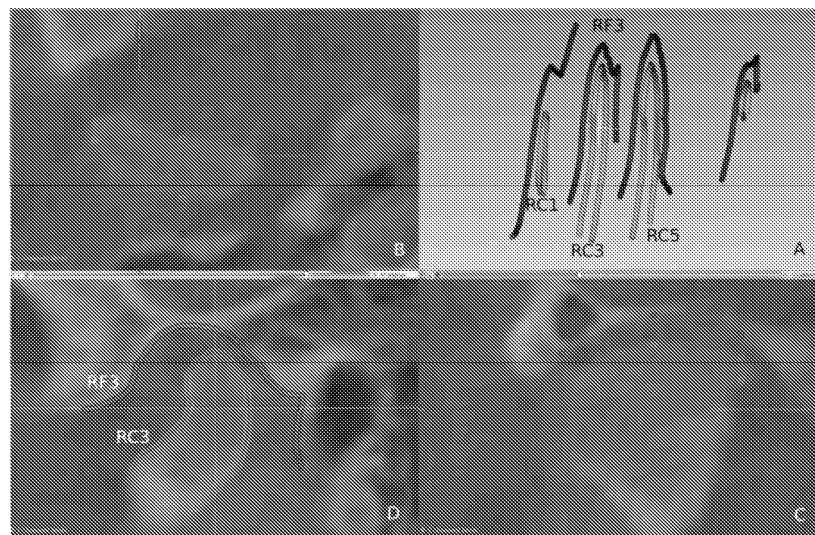
Фиг. 3



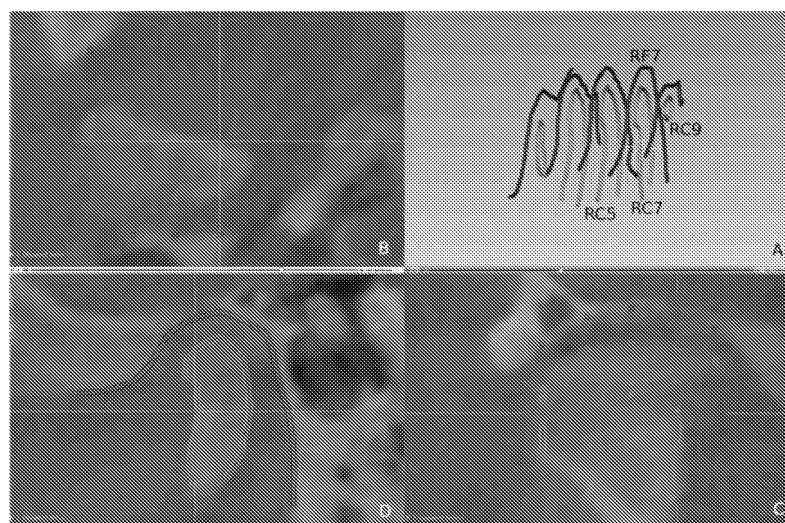
Фиг. 4



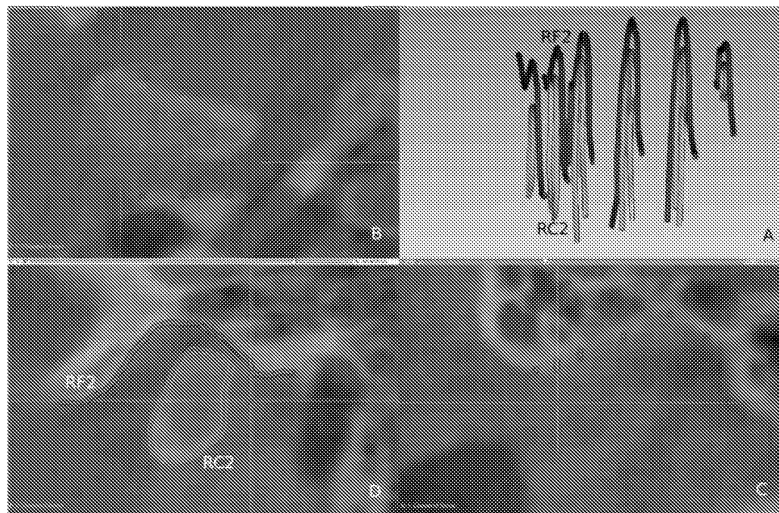
Фиг. 5



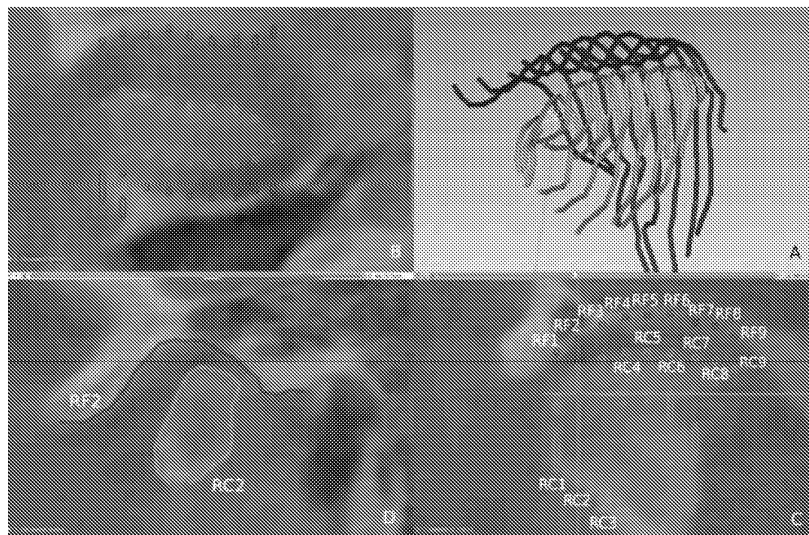
Фиг. 6



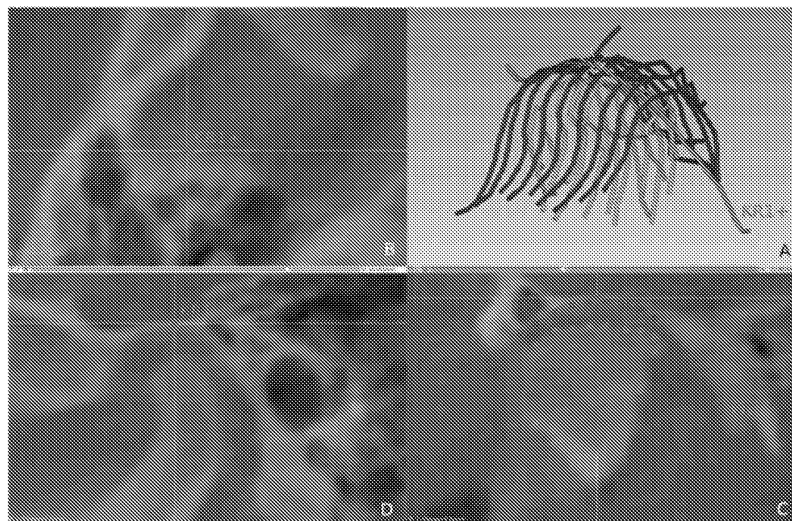
Фиг. 7



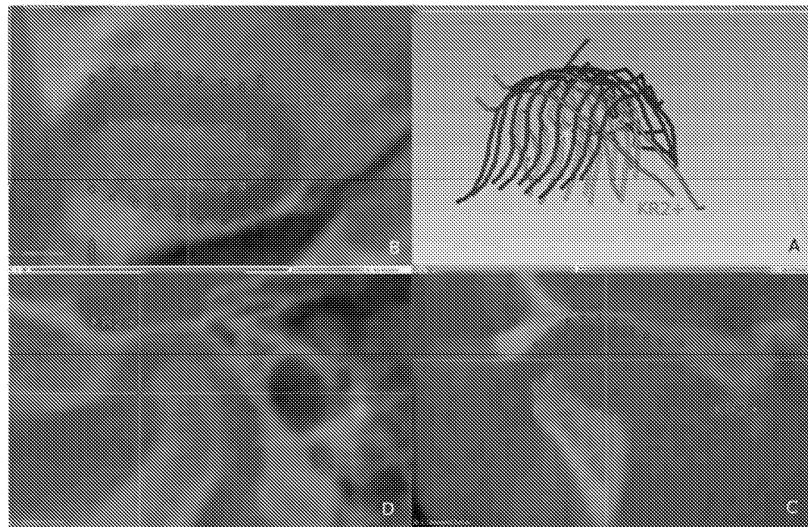
Фиг. 8



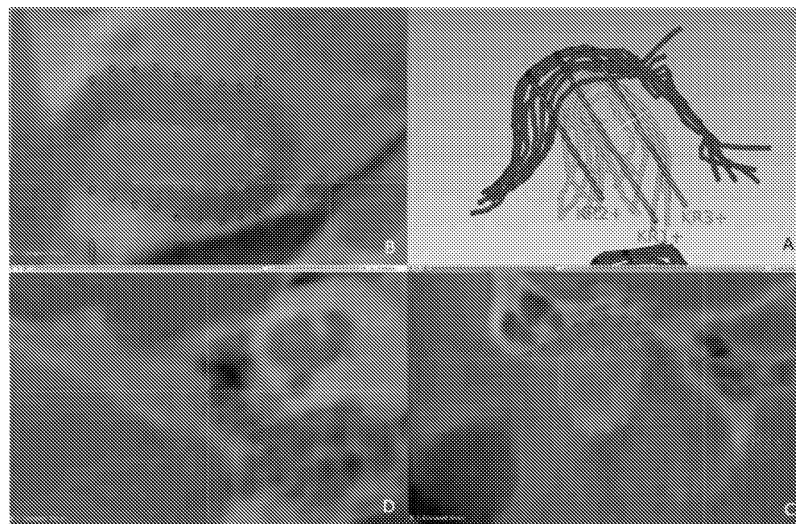
Фиг. 9



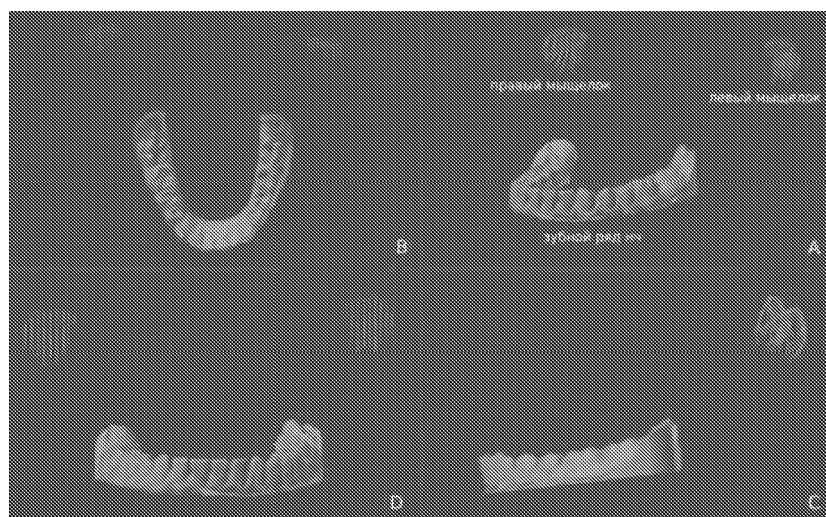
Фиг. 10



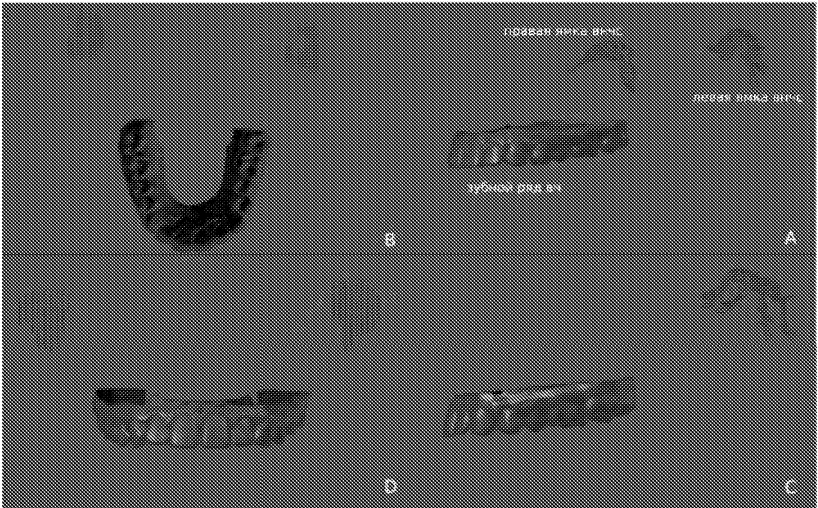
Фиг. 11



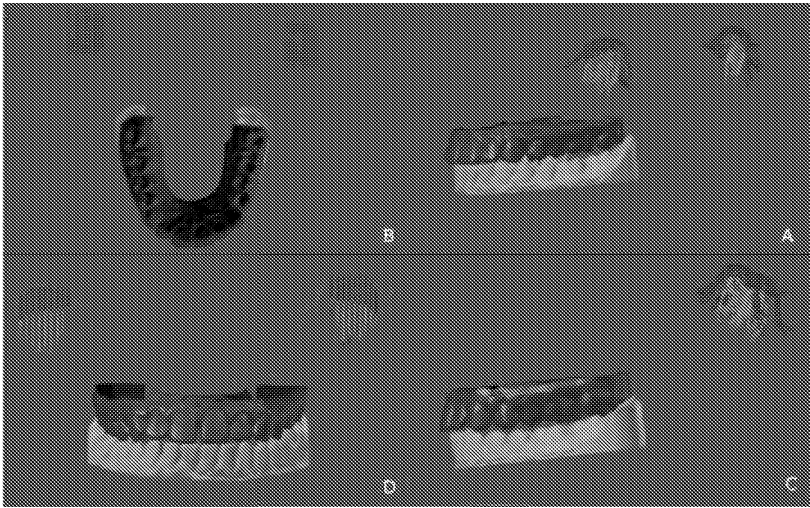
Фиг. 12



Фиг. 13



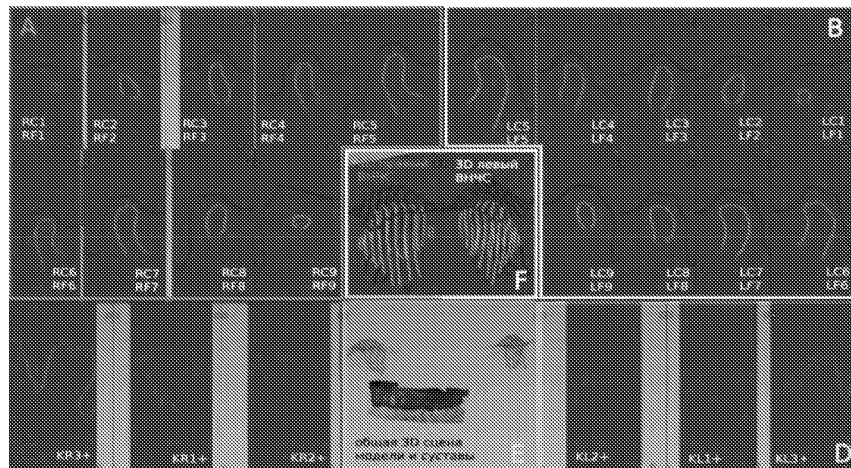
Фиг. 14



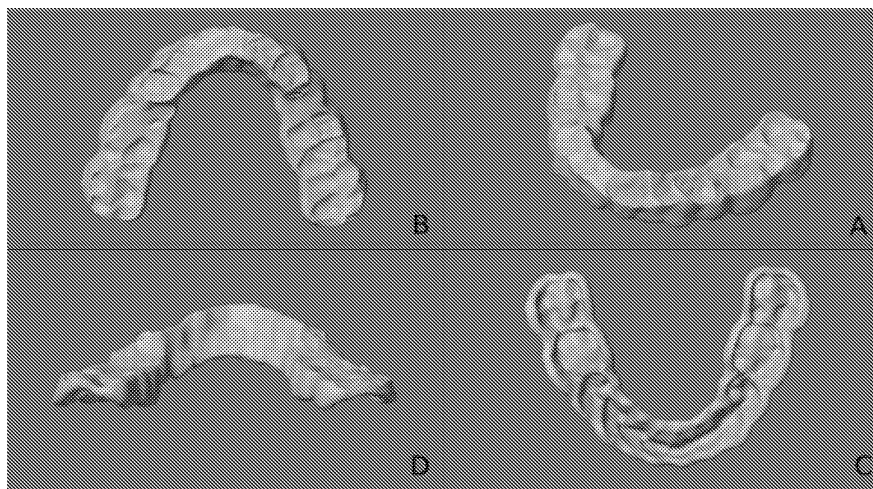
Фиг. 15

|            |            |            |                       |                      |                     |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|-----------------------|----------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|
| A          |            |            |                       |                      | B                   |            |            |            |            |
| RC1<br>RF1 | RC2<br>RF2 | RC3<br>RF3 | RC4<br>RF4            | RC5<br>RF5           | LC5<br>LF5          | LC4<br>LF4 | LC3<br>LF3 | LC2<br>LF2 | LC1<br>LF1 |
| RC6<br>RF6 | RC7<br>RF7 | RC8<br>RF8 | RC9<br>RF9            | 3D<br>правый<br>ВНЧС | 3D<br>левый<br>ВНЧС | LC9<br>LF9 | LC8<br>LF8 | LC7<br>LF7 | LC6<br>LF6 |
| C          |            |            | 3D<br>полная<br>сцена |                      |                     | D          |            |            |            |
| KR3+       | KR1+       | KR2+       |                       |                      |                     | KL2+       | KL1+       | KL3+       |            |

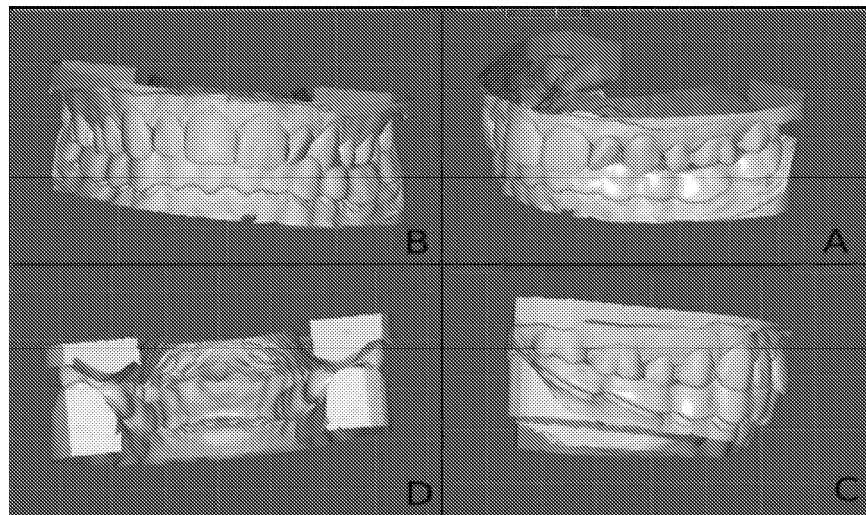
Фиг. 16



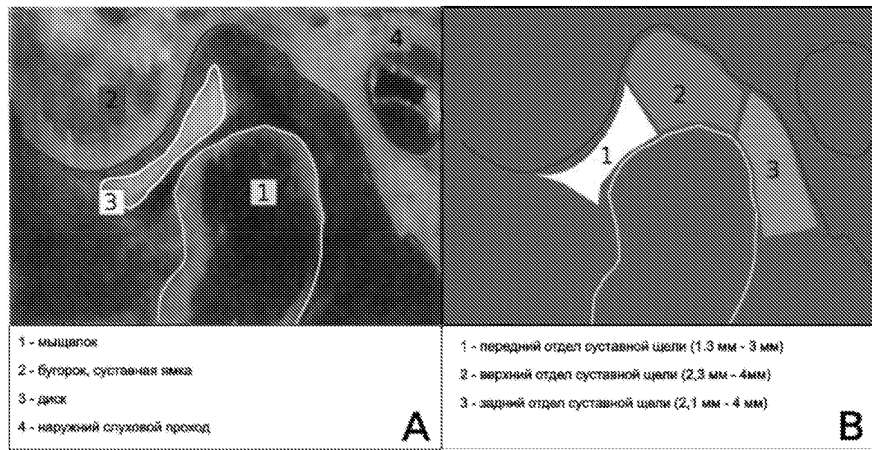
Фиг. 17



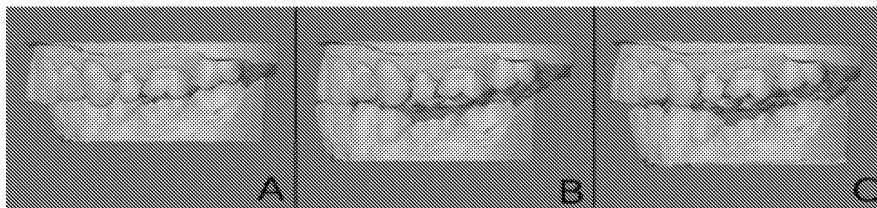
Фиг. 18



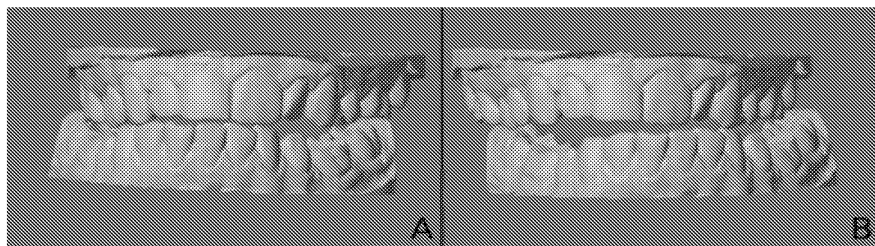
Фиг. 19



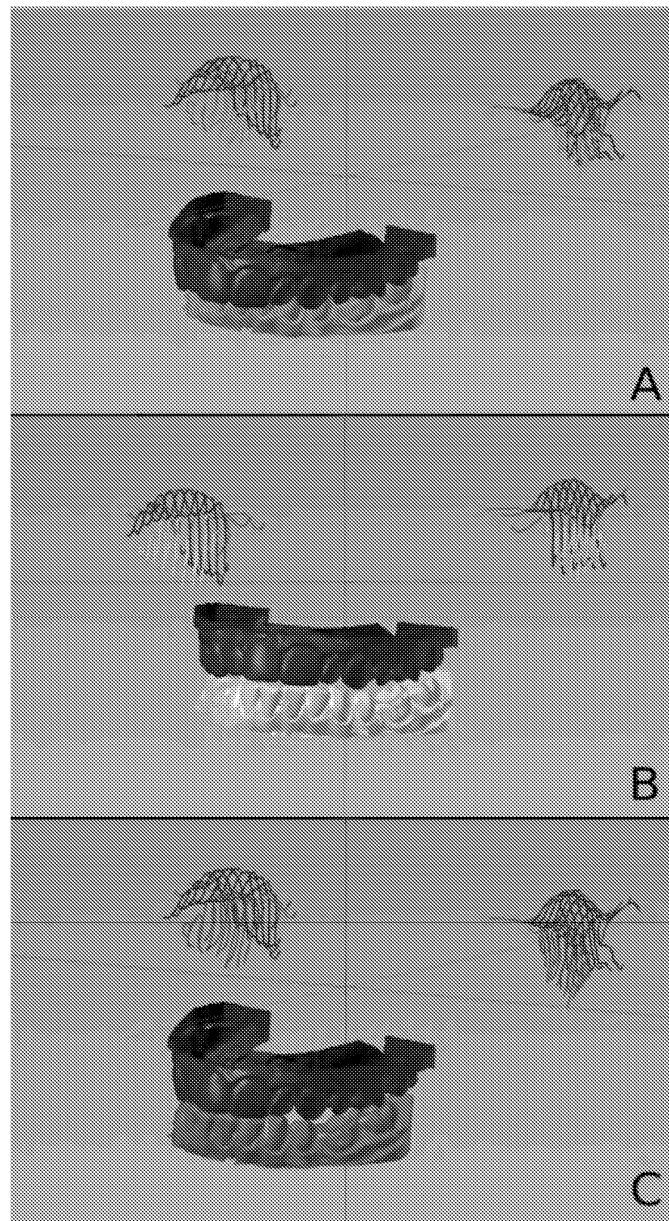
Фиг. 20



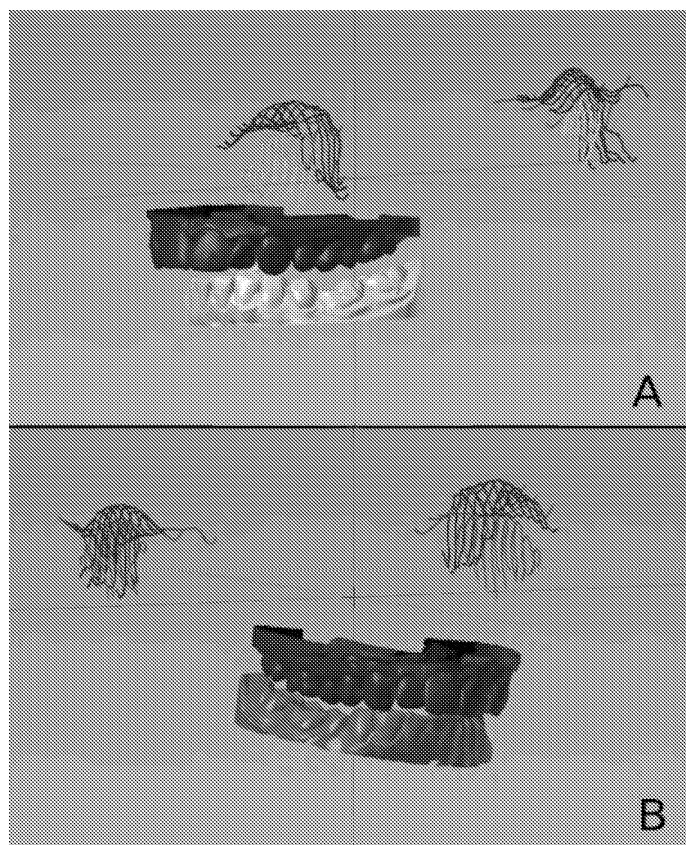
Фиг. 21



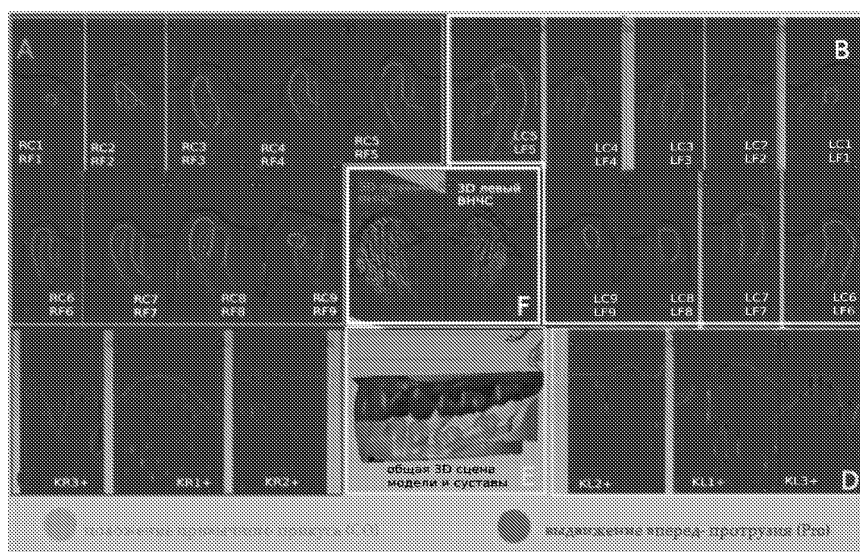
Фиг. 22



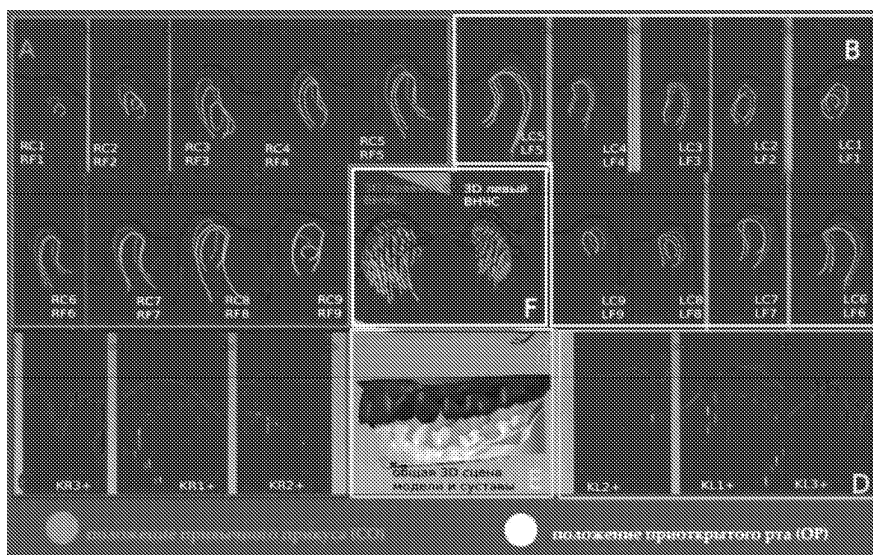
Фиг. 23



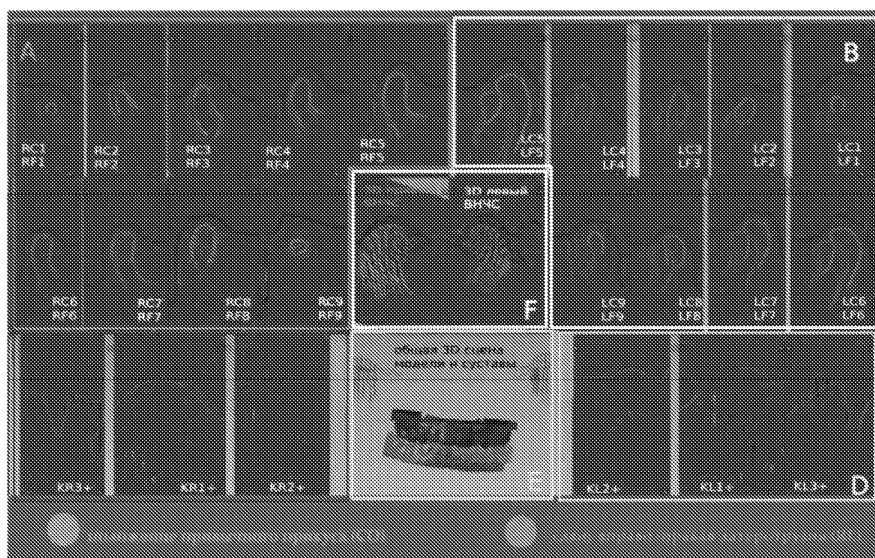
Фиг. 24



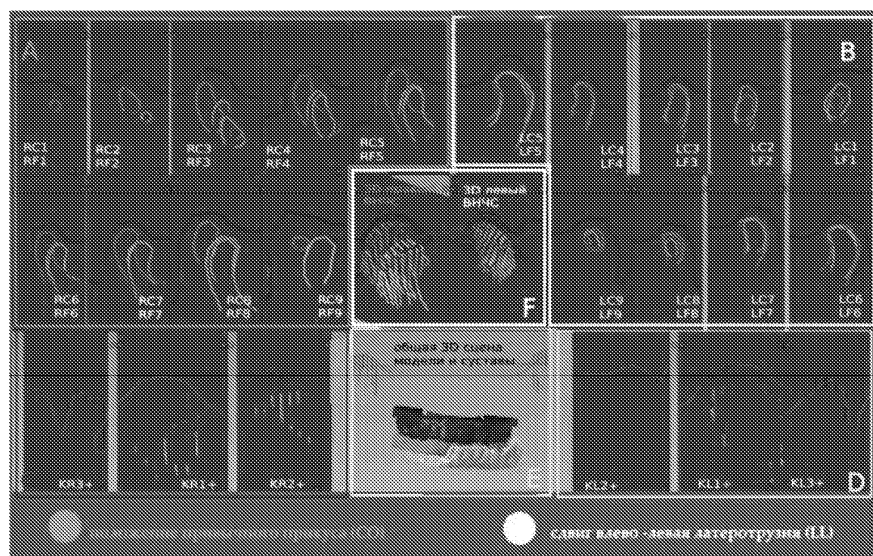
ФИГ. 25



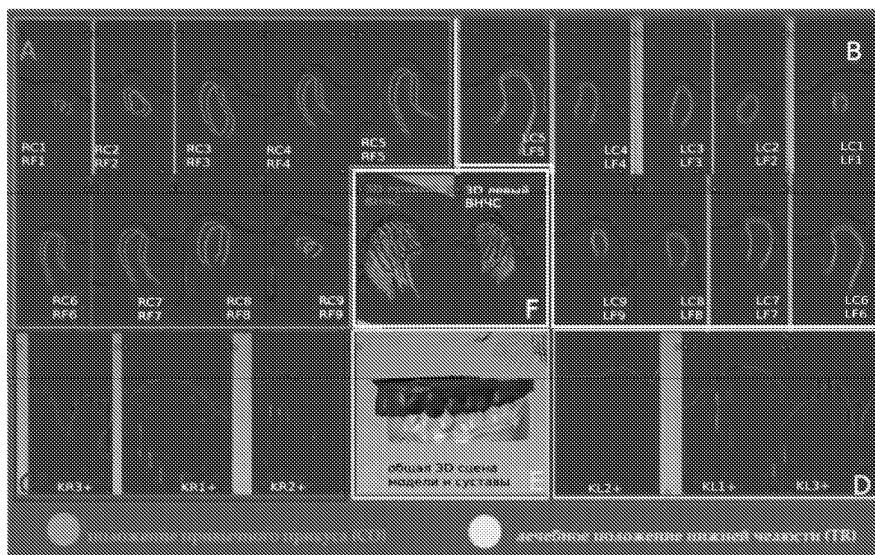
Фиг. 26



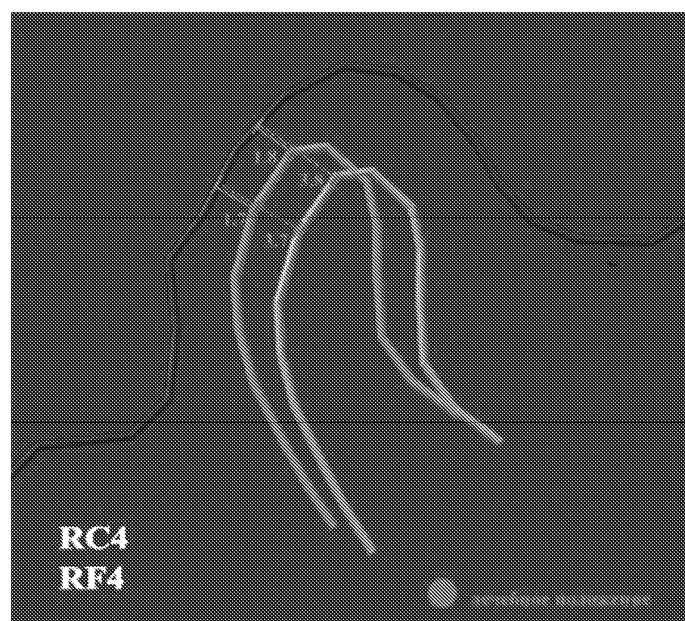
Фиг. 27



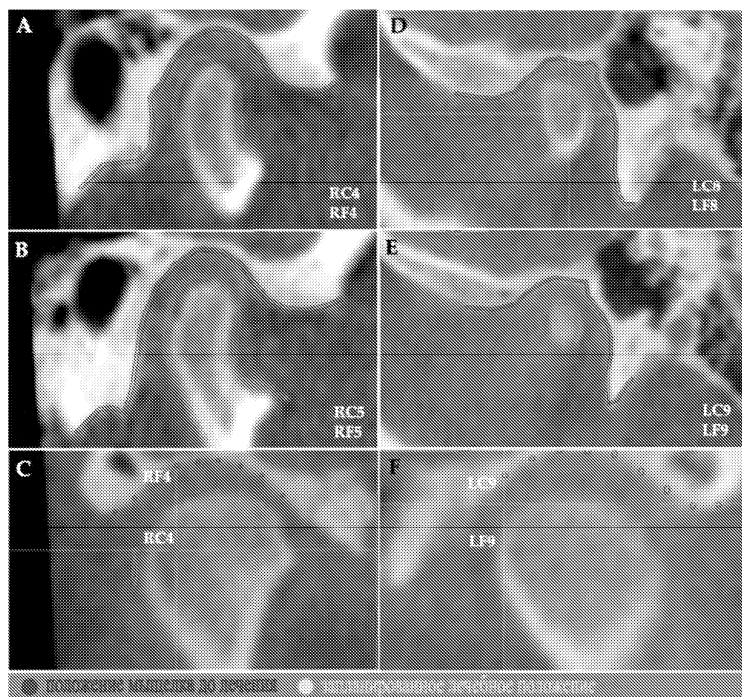
Фиг. 28



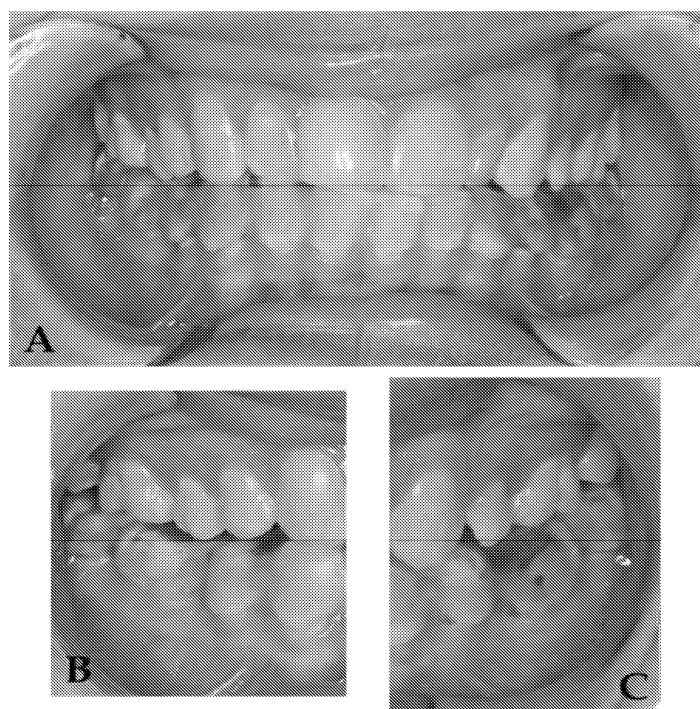
ФИГ. 29



ФИГ. 30



Фиг. 31



Фиг. 32

