



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011133217/14, 08.08.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.08.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.08.2011

(45) Опубликовано: 20.01.2013 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **ADVANCER 3D-IMAGING SOFTWARE EZ3D2009 USER MANUAL. Version 1.2.1.0. (EZ3D2009-инструкция пользователя. 223 с.). RU 2280406 C1, 27.07.2006, формула. RU 2400141 C2, 27.09.2010, формула. UA 59410 U, 10.05.2011, формула. RU 2421136 C2, 20.06.2011, формула. WO 2003045248 A2, 05.06.2003, реферат. АРЖАНЦЕВ А.П., ПЕРФИЛЬЕВ С.А. Спиральная компьютерная (см. прод.)**

Адрес для переписки:

308015, г.Белгород, ул. Победы, 85, БелГУ,
отдел интеллектуальной собственности, Т.М.
Токтаревой

(72) Автор(ы):

**Чуйко Анатолий Николаевич (RU),
Копытов Александр Александрович (RU),
Копытов Александр Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет" (RU)**

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине, а именно к стоматологии. Проводят стандартную процедуру компьютерной томографии. Определяют минимальное и максимальное значение плотности биологической ткани в единицах Хаусфилда. Принимают решение о возможности проведения операции по установке

имплантатов при условии, если значение физической плотности биологической ткани больше или равно 2,041 г/см³. В случае, если значения физической плотности биологической ткани меньше 2,041 г/см³, принимают решение о съемном протезировании. Способ позволяет выбрать методику протезирования. 1 прим., 2 ил.

(56) (продолжение):

томография при диагностике заболеваний челюстно-лицевой области и планировании хирургического лечения. Сибирский медицинский журнал, 2010, т. 25, №3, Выпуск 2, с.69, 70. FUH LJ and el. Variations in bone density at dental implant sites in different regions of the jawbone. J Oral Rehabil. 2010 May 1;37(5):346-51. Epub 2010 Jan 25, abstract.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2011133217/14, 08.08.2011**

(24) Effective date for property rights:
08.08.2011

Priority:

(22) Date of filing: **08.08.2011**

(45) Date of publication: **20.01.2013 Bull. 2**

Mail address:

**308015, g.Belgorod, ul. Pobedy, 85, BelGU, otdel
intellektual'noj sobstvennosti, T.M. Toktarevoj**

(72) Inventor(s):

**Chujko Anatolij Nikolaevich (RU),
Kopytov Aleksandr Aleksandrovich (RU),
Kopytov Aleksandr Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Belgorodskij
gosudarstvennyj natsional'nyj issledovatel'skij
universitet" (RU)**

(54) METHOD OF DETERMINING DENSITY OF BIOLOGICAL TISSUES

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention relates to medicine, namely to dentistry. Standard computed tomography procedure is carried out. Minimal and maximal values of biological tissue density are determined in Hounsfield units. Decision about possibility to perform operation on installation of implants is

taken on condition that value of physical density of biological tissue is higher or equals 2.041 g/cm^3 . In case if value of physical density of biological tissue is lower than 2.041 g/cm^3 , decision about detachable prosthetics is taken.

EFFECT: method makes it possible to select prosthetics method.

1 ex, 2 dwg

R U 2 4 7 2 4 4 0 C 1

R U 2 4 7 2 4 4 0 C 1

Изобретение относится к медицине и может быть использовано в стоматологии для принятия решения о выборе методики протезирования на основании определения значения физической плотности костной ткани.

5 Интенсивно развивающаяся имплантология ставит перед хирургами ряд вопросов. Главными являются: определение состоятельности ткани и выбор из представленных на рынке имплантационных систем, подходящей именно для данного пациента. Производители указывают основные механические характеристики имплантатов: плотность, модуль упругости, предел прочности и т.п. в единицах СИ, а с
10 определением состоятельности тканей возникают определенные проблемы.

Современное компьютерное обеспечение позволяет внесением данных, характеризующих механические свойства костной ткани, рассчитать индивидуальную компьютерную модель соответствия «кость - имплантат». Для решения вопроса биомеханической совместимости необходимо определить механические
15 характеристики участка ткани, в которую будет устанавливаться имплантат. При упругих деформациях системы «кость-имплантат» нагрузка на ткань зависит от соотношения механических характеристик материала имплантата и участка костной ткани - чем это отношение меньше, тем ниже вероятность разрушения кости давлением имплантата.
20

Известны различные подходы к определению плотности биологической ткани.

Из них можно выделить способы, основанные на определении минеральной плотности тканей по патенту RU 2372846 (Конев В.П., Московский С.Н., Щербич В.М., Расторгуев Б.Т., Сунцова Т.В. Способ определения риска развития пародонтита путем оценки плотности костной ткани нижней и верхней челюстей с помощью
25 цифровой денситометрии), по патенту RU 2400141 (Лазиков В.Н., Бекешев О.С. Сизых В.Г. Способ определения минеральной плотности костной ткани), по заявке на патент RU №2005138614 (Гайдарова Т.А., Иншаков Д.В., Федотова М.В., Ищенко В.А. Метод использования рентгеноморфометрии для оценки минеральной плотности
30 костной ткани альвеолярной кости).

Недостатком выше перечисленных способов является то, что определяется плотность тканей пациента только с учетом степени минерализации т.е. количественное определение минералов. Челюстные кости являются поровыми
35 системами, заполненными экстравазальной жидкостью. Мягкие ткани в большей степени содержат жидкость. Исключение, при описании модели нагружения, жидкостной составляющей не позволяет корректно определить основные механические характеристики: предел прочности σ и модель упругости E мягких и
40 костных тканей пациента при проведении рентгенологического исследования.

Известен ряд способов определения плотности тканей с использованием различных эталонов по патенту RU 2400141 (Белоусов Н.Н., Курочкин А.П. Способ прижизненного определения костной ткани), заявке RU №97103088 (Лазиков В.Н., Бекешев О.С., Сизых В.Г. Способ определения минеральной плотности костной
45 ткани). В процессе исследования применяют эталон, имеющий определенную рентгенологическую плотность, с которым соотносят результаты исследования рентгенологической плотности исследуемых тканей. Недостатком метода является определение рентгенологической плотности с обязательным использованием эталона,
50 что усложняет проведение исследования. Применяя данный подход, невозможно определить основные механические характеристики тканей пациента.

Известен способ определения плотности костной ткани по оптическим характеристикам по патенту RU №2280406 (Трезубов В.Н., Фадеев Р.А., Сологуб О.В.,

Зубкова Н.В., Добромыслова Н.А. Способ определения плотности костной ткани челюстей). На снимке в области воздушной верхнечелюстной пазухи определяют минимальную яркость, а в области носовой ости, симфиза нижней челюсти или скуловой кости - максимальную яркость. Недостатком является возможность лишь
5 качественного определения плотности анатомических структур. Применяя данный подход, невозможно определить основные механические характеристики тканей пациента

Известны способы определения рентгенологической плотности тканей по заявке на
10 выдачу патента RU №2009100401 (Головков В.М., Исаев В.В. Способ и устройство для определения плотности вещества в костной ткани), по патенту RU №2134064 (Романовская Н.Н., Романовский Л.В. Способ денситометрического определения рентгенологической плотности костной ткани челюстей по изображениям, полученным с ортопантомограмм сканированием). Недостатком способов является
15 приближенное определение искомых величин.

Известен способ по заявке WO 2008083237 (дата публикации 2008-07-10), где плотность костной ткани определяют путем измерения плотности костной ткани по шкале Хаунсфилда.

За прототип выбран способ, реализуемый путем томографического
20 исследования (Advanced 3D-imaging Software Ez3D2009 user manual. Version 1.2.1.0 223 с. (Ez3D2009 - Инструкция пользователя). В каждом из компьютерных томографов используется ряд инструментов. Одним из наиболее часто используемых является инструмент в программе Ez3D2009, названный «измерение плотности кости между
25 двумя точками». Лауреат Нобелевской премии Г.Н.Хаунсфилд предложил соответствующую шкалу измерения плотности среды для рентгеновских лучей, используемых в томографии - шкалу Хаунсфилда. При стандартном давлении и температуре рентгеновская плотность дистиллированной воды была принята автором
30 за 0 HU, воздуха - за 1024 единиц HU. С помощью этого инструмента определяют показатель, характеризующий ослабление объектом рентгенологического излучения по отношению к дистиллированной воде.

Способ по прототипу осуществляют следующим образом: после проведения
35 стандартной процедуры компьютерной томографии и получения на экране монитора реконструированного изображения нажатием кнопки мыши активируют инструмент панели «измерение плотности кости между двумя точками»; в интересующем окне, например в сагиттальном окне мультиплоскостной реконструкции, курсором проводят секущую; затем на появляющейся гистограмме определяют значение
40 рентгенологической плотности в конкретной точке ткани, в единицах Хаунсфилда. Значения рентгенологической плотности тканей устанавливает крайняя левая точка секущей, которая в данном случае расположена в проекции зуба 4.1, дистальнее просветления корневого канала зуба 4.1. Цифровая индикация гистограммы свидетельствует о рентгенологической плотности дентина, равной 1559 единиц
45 HU(фиг.1).

Недостатком прототипа является приближенное определение искомых величин, т.к. рентгенологическую плотность биологической ткани челюсти, измеряемую в единицах Хаунсфилда (HU), сложно соотнести с плотностью имплантата, которая, как правило,
50 указывается производителями в единицах СИ. При ортопедическом лечении больных с дефектами зубных рядов с использованием различных систем имплантатов должны учитываться объективные количественные показатели плотности кости. Плотность кости может значительно варьировать в различных анатомических областях и даже

отличаться в одном и том же участке. Знание физической плотности кости в области установки имплантатов имеет исключительно большое значение при составлении плана лечения.

Задачей изобретения является разработка способа выбора методики протезирования, основанной на определении плотности биологических тканей в единицах СИ.

Технический результат - определение физической плотности ткани в единицах СИ для выбора методики протезирования: проведение операции по установке имплантатов в случае, если значения физической плотности костной ткани равны или больше $2,041 \text{ г/см}^3$, либо осуществление съемного протезирования в случае, если значения физической плотности в единицах СИ меньше $2,041 \text{ г/см}^3$.

Задача решается путем проведения стандартной процедуры компьютерной томографии, для чего используют инструмент панели «измерение плотности кости между двумя точками», определяют значение рентгенологической плотности в конкретной точке биологической ткани челюстно-лицевой области в единицах Хаунсфилда, затем, в отличие от прототипа, определяют минимальное и максимальное значение плотности биологической ткани в единицах физической

плотности по формуле

$$\rho = K \cdot \Delta \text{HU} + \rho_{\text{воздуха}}, \text{ где (1)}$$

$K = 0,975 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3 \text{ HU}$ и является коэффициентом, рассчитываемым по формуле $K = (\rho_{\text{воды}} - \rho_{\text{воздуха}}) : 1024$, исходя из того, что шкала гистограммы включает числа Хаунсфилда для воздуха $\text{HU} = -1024$, для воды $\text{HU} = 0$, то есть, принимая для воздуха $\rho = 0,00129 \text{ г/см}^3$ и для воды $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$, получаем, что единица HU соответствует плотности $\rho = 0,975 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$.

ΔHU - абсолютные приращения значений рентгенологической плотности для всех структур челюстно-лицевой области в единицах Хаунсфилда от условного нуля, совпадающего с $\text{HU} = -1024$,

$$\rho_{\text{воздуха}} = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$$

и при условии, если значения физической плотности биологической ткани, рассчитанные по формуле (1), больше или равны $2,041 \text{ г/см}^3$, принимают решение о проведении операции по установке имплантатов, а в случае, если плотность биологической ткани меньше $2,041 \text{ г/см}^3$ принимают решение о съемном протезировании.

Значение контрольной цифры для определения возможности установки имплантата определяют как среднюю величину суммы минимального и максимального значения плотности исследуемого участка биологической ткани.

Выбор среднего значения плотности биологической ткани челюстно-лицевой области обоснован повышенной опасностью не приживления имплантатов в кости очень низкой плотности (недостаточная первоначальная стабильность) или слишком высокой плотности.

Для костной ткани челюстно-лицевой области минимальное значение плотности в единицах Хаунсфилда соответствует 148, максимальное - 1988.

$$\text{Расчетная формула } \rho = 1,29 \cdot 10^{-3} + 0,975 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta \text{HU} \text{ г/см}^3.$$

Минимальное значение плотности костной ткани в единицах физической плотности при $\text{HU} = 148$, рассчитанное по формуле (1), равно $1,143 \text{ г/см}^3$, т.к. $\rho_{\text{мин}} = 0,975 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta \text{HU} + 1,29 \cdot 10^{-3} = 1,143 \text{ г/см}^3$, где

$$\Delta \text{HU} = 1024 + 148 = 1172.$$

Максимальное значение плотности костной ткани в единицах физической плотности при $HU=1988$, рассчитанное по формуле (1), равно $2,94 \text{ г/см}^3$, т.к.

$$\rho_{\text{макс}} = 0,975 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta HU + 1,29 \cdot 10^{-3} = 2,94 \text{ г/см}^3, \text{ где}$$

$$\Delta HU = 1024 + 1988 = 3012.$$

Следовательно, значение контрольной цифры для определения возможности установки имплантата равно:

$$(\rho_{\text{мин}} + \rho_{\text{макс}}) : 2 = (1,143 \text{ г/см}^3 + 2,94 \text{ г/см}^3) : 2 = 2,041 \text{ г/см}^3.$$

Предполагаемое изобретение характеризуется следующими фигурами:

Фигура 1. Пример определения рентгенологической плотности дентина зуба 4.1 в единицах Хаунсфилда.

Фигура 2. Окна мультиплоскостной реконструкции и гистограмма, на которой 1 - численное значение и графическое изображение минимальной рентгенологической плотности нижнечелюстной кости пациента А, 2 - численное значение и графическое изображение максимальной рентгенологической плотности нижнечелюстной кости пациента А.

Технически поставленная задача решается следующим образом: после проведения стандартной процедуры компьютерной томографии и получения на экране монитора реконструированного изображения нажатием кнопки мыши активируют инструмент панели «измерение плотности кости между двумя точками»; в интересующем окне, например в сагитальном окне мультиплоскостной реконструкции, курсором проводят секущую; на появляющейся гистограмме определяют минимальное и максимальное значение рентгенологической плотности в конкретной точке челюстно-лицевой области в единицах Хаунсфилда. Затем по формуле (1) получают значения физической плотности биологической ткани челюстно-лицевой области в данной конкретной точке. Если значения физической плотности челюстно-лицевой области в единицах СИ равны или больше $2,041 \text{ г/см}^3$, выбирают методику протезирования путем проведения операции установки имплантатов, а в случае, если значения физической плотности челюстно-лицевой области в единицах СИ меньше $2,041 \text{ г/см}^3$, рекомендуют осуществление съемного протезирования.

Клинический пример

Больной Л. 46 лет. И/б №478. Обратился в клинику по поводу протезирования концевых дефектов зубного ряда нижней челюсти, ограниченных зубами 3.4 и 4.5. Предварительно проведено пародонтологическое лечение.

Жалобы: Затрудненное жевание ниши.

Объективно: в полости рта неполноценные протезы.

Диагноз: Вторичная частичная адентия нижней челюсти, дефект I класса по Кеннеди.

Больному планировалась операция по установке внутрикостных имплантатов. С целью оптимизации протезирования больной направлен на томографическое исследование. При определении рентгенологической плотности костной ткани нижней челюсти были выявлены ее минимальное и максимальное значение плотности в единицах Хаунсфилда, равные 197 и 732 (фиг.2). Для решения вопроса о составлении плана лечения пациента значения рентгенологической плотности были переведены в значения физической плотности.

При $HU=197$ $\Delta HU=1024+197=1221$, т.е. минимальное значение плотности кости $\rho=1,29 \cdot 10^{-3} + 0,975 \cdot 10^{-3} \cdot 1221=1,191 \text{ г/см}^3$,

При $HU=732$ $\Delta HU=1024+732=1756$, т.е. максимальное значение плотности кости

$$\rho = 1,29 \cdot 10^{-3} + 0,975 \cdot 10^{-3} \cdot 1756 = 1,713 \text{ г/см}^3.$$

Отсюда следует, что минимальное значение физической плотности костной ткани пациента равно 1,191 г/см, а максимальное значение - 1,713 г/см³ соответственно, т.е. ниже рекомендуемого критерия.

На основании полученных данных была сформулирована и решена индивидуальная задача, оптимизировавшая протезирование пациента А.

Установка имплантатов пациенту не показана, т.к. механические характеристики костной ткани, возможность противостоять жевательным нагрузкам, определяемые на основе ее плотности, не могут обеспечить длительное удержание имплантата и опирающегося на него мостовидного протеза. Целостность зубной дуги восстановили частичным съёмным протезом с замковыми креплениями.

Предложенный способ может быть использован для определения физической плотности любых биологических тканей.

Формула изобретения

Способ выбора методики протезирования, включающий проведение стандартной процедуры компьютерной томографии, определение значения рентгенологической плотности в конкретной точке биологической ткани челюстно-лицевой области в единицах Хаунсфилда, отличающийся тем, что в конкретной точке биологической ткани челюстно-лицевой области определяют минимальное и максимальное значение плотности биологической ткани в единицах Хаунсфилда, затем определяют соответствующие значения физической плотности по формуле

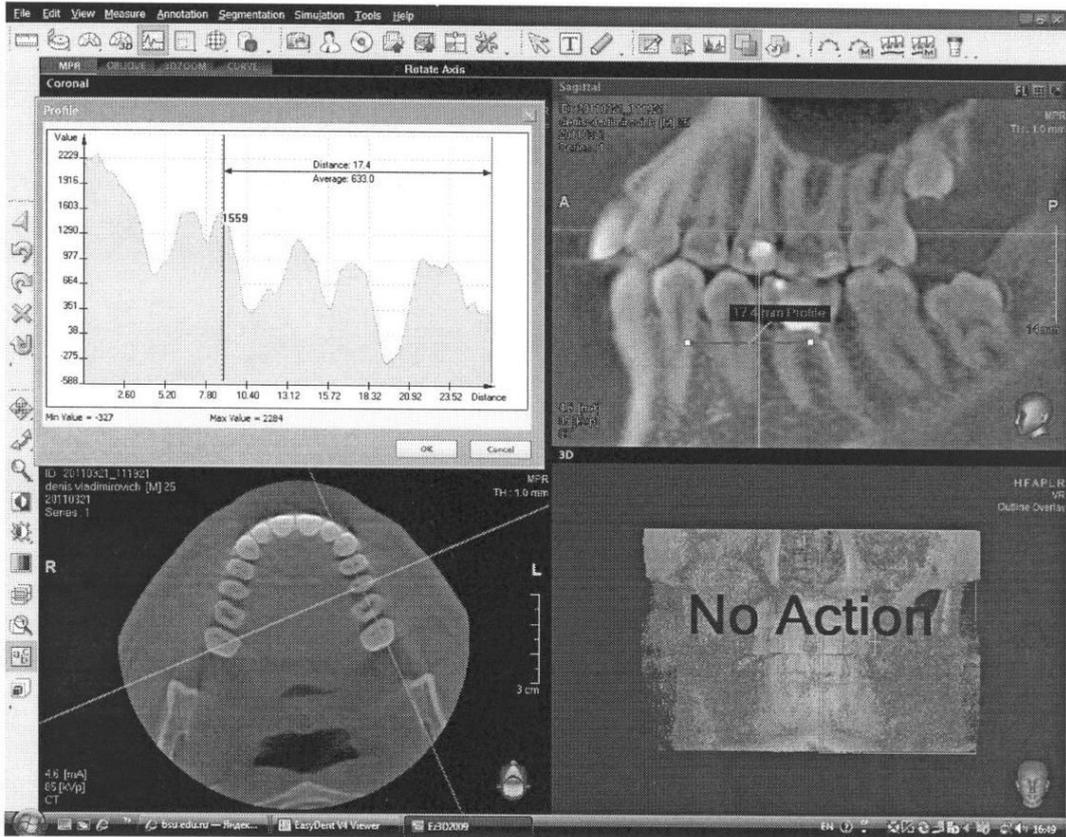
$$\rho = K \cdot \Delta NU + \rho_{\text{воздуха}},$$

$$\text{где } K = (\rho_{\text{воды}} - \rho_{\text{воздуха}}) : 1024;$$

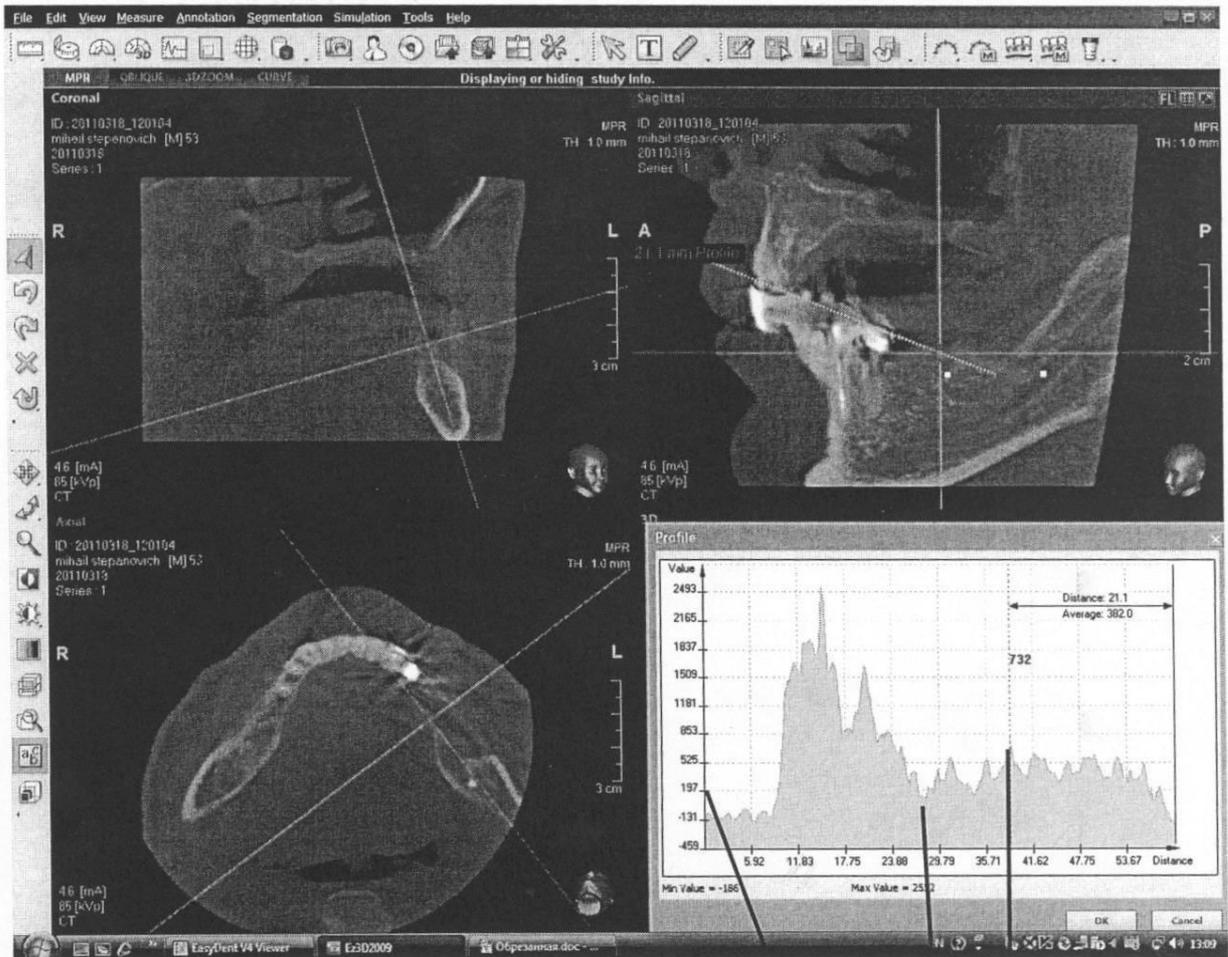
ΔNU - абсолютные приращения значений рентгенологической плотности для всех структур челюстно-лицевой области в единицах Хаунсфилда от условного нуля, совпадающего с $NU = -1024$,

$$\rho_{\text{воздуха}} = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$$

и принимают решение о возможности проведения операции по установке имплантатов при условии, если значения физической плотности биологической ткани, рассчитанные по формуле, больше или равны 2,041 г/см³, а в случае, если значения физической плотности биологической ткани меньше 2,041 г/см³, принимают решение о съёмном протезировании.



Фиг.1



Фиг.2

1 2