

Современные возможности индивидуального биомеханического анализа зубочелюстной системы

© К.м.н., доцент Наумович С.С., кафедра ортопедической
стоматологии БГМУ



Математическая модель — это математическое представление реальности. Математическое моделирование — процесс построения и изучения математических моделей.

Уравнение, выражающее идею.

По Самарскому и Михайлову, математическая модель — это «эквивалент» объекта, отражающий в математической форме важнейшие его свойства — законы, которым он подчиняется, связи, присущие составляющим его частям, и т. д.»

Результаты поиска Medline

*Поиск по термину «применение конечно-элементного анализа в стоматологии» – более **2000 ссылок** (за последние 5 лет – **около 900**).*



Направления использования математического моделирования в стоматологии

- исследование закономерностей функционирования зубочелюстной системы в норме;
- исследование закономерностей функционирования зубочелюстной системы при патологии;
- моделирование «искусственных» компонентов зубочелюстной системы (пломбы, протезы, имплантаты и т.д.) и их влияния на зубочелюстную систему.

Проблемы с применением индивидуального математического моделирования в стоматологии

1. Отсутствие специального программного обеспечения.
2. Недостаток информации о механических свойствах биологических объектов.
3. Недоступность инструментальных методов обследования, позволяющих проводить объемное изучение зубочелюстной системы.



Пациент

Обследование и
постановка диагноза

Планирование и выбор
конструкции протеза

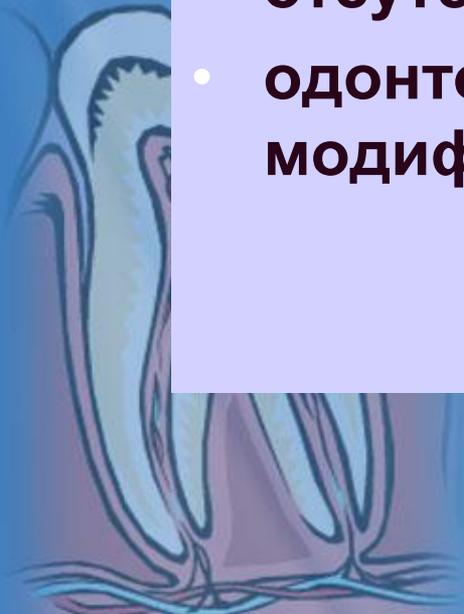
Протезирование

???



Выбор конструкций протезов

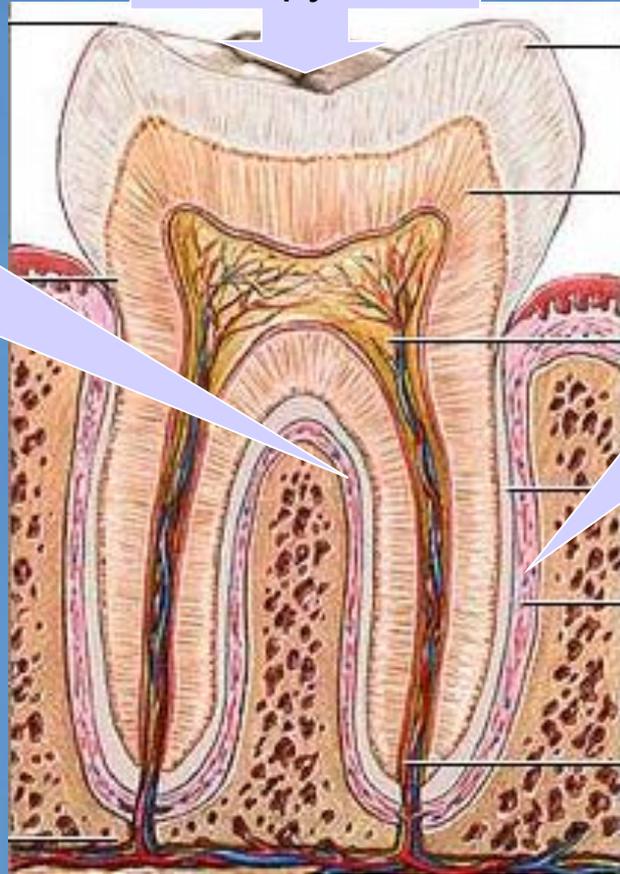
- закон Анте (Ante's law, 1928г.) – общая площадь поверхности корневого цемента (периодонтальной связки) опорных зубов в мостовидном протезе должна быть равна либо больше общей площади поверхности корней отсутствующих зубов;
- одонтопародонтограмма (Курляндский) и ее модификации.



Внешние
нагрузки

Механические
параметры

Геометрические
параметры



Математический
анализ

Результаты и интерпретация

ФИО	Пол	Дата рождения	Последнее посещение	Адрес	Телефон	E-mail
1 Лемешевский С.В.	мужской	25.09.1974		г. Минск, ул. Гамар...	29 777 88 99	svl@telegraf.by

Computer Dental System

Компьютерное моделирование
зубочелюстной системы



Программа CDS

Версия: 0.1

Дата выпуска: 11.12.2014

© SSCMM Comp 2014

Журнал посещений
Диагноз
Зубная формула
Результаты обследования

Дата	Врач	Д	Ф	Запись
06.03.2015	sergnm		Ф	Причина обращения



Медицинское учреждение

Название Медицинское учреждение

Подразделение Подразделение

Авторизация

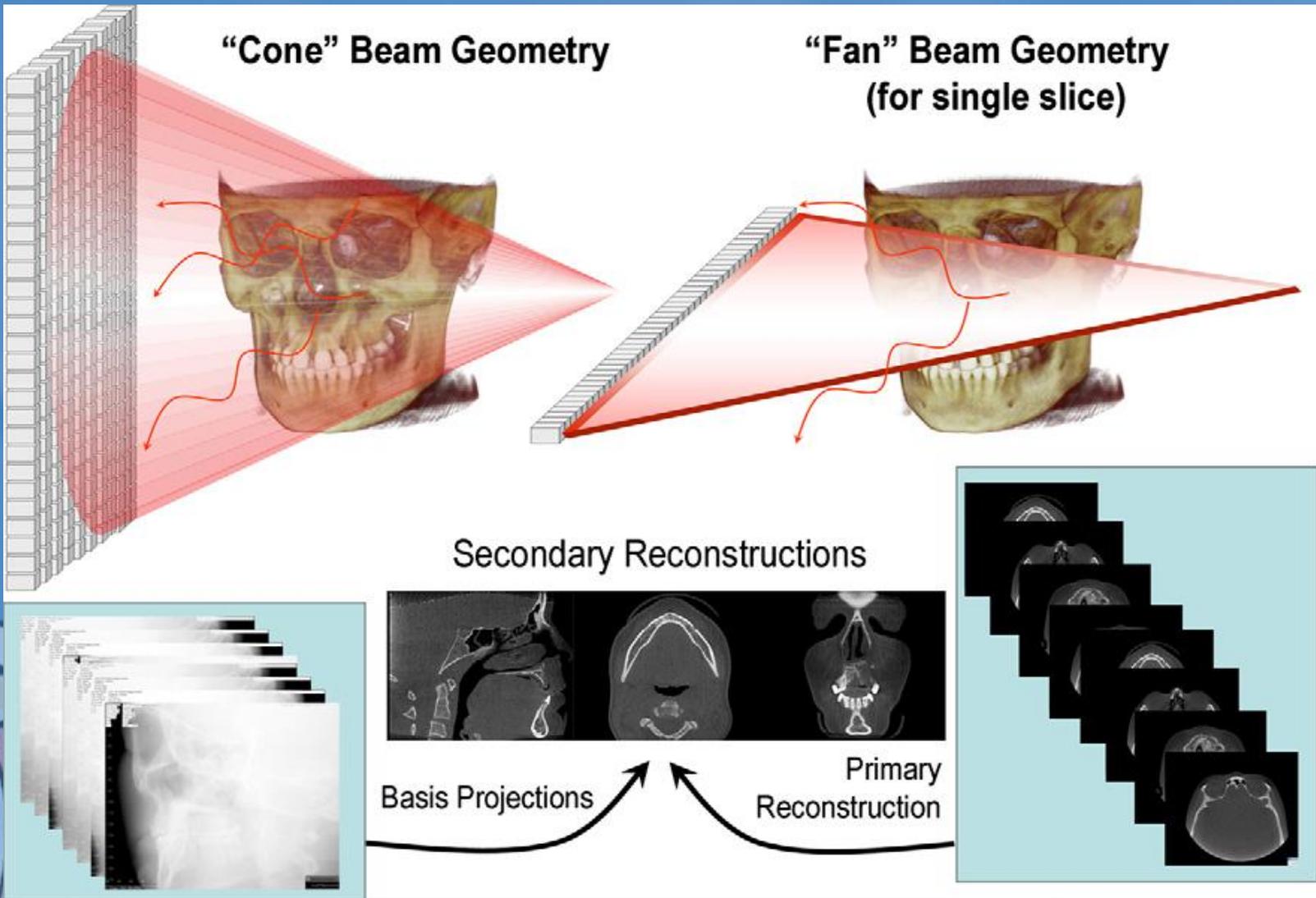
Пользователь sergnm

✕ Выйти

Диагноз
Формула
Обследование

Пациент: Лемешевский С.В.





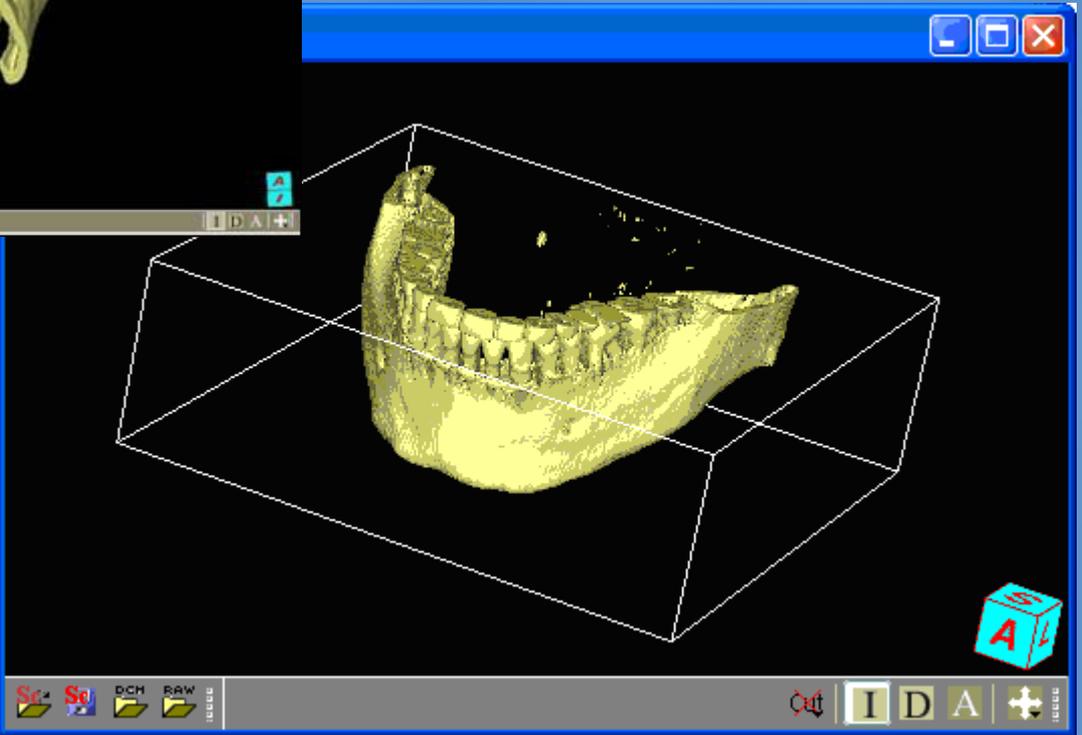
Scarfe WC, Farman AG (2008) What is cone-beam CT and how does it work? Dent Clin North Am 52(4):707–730

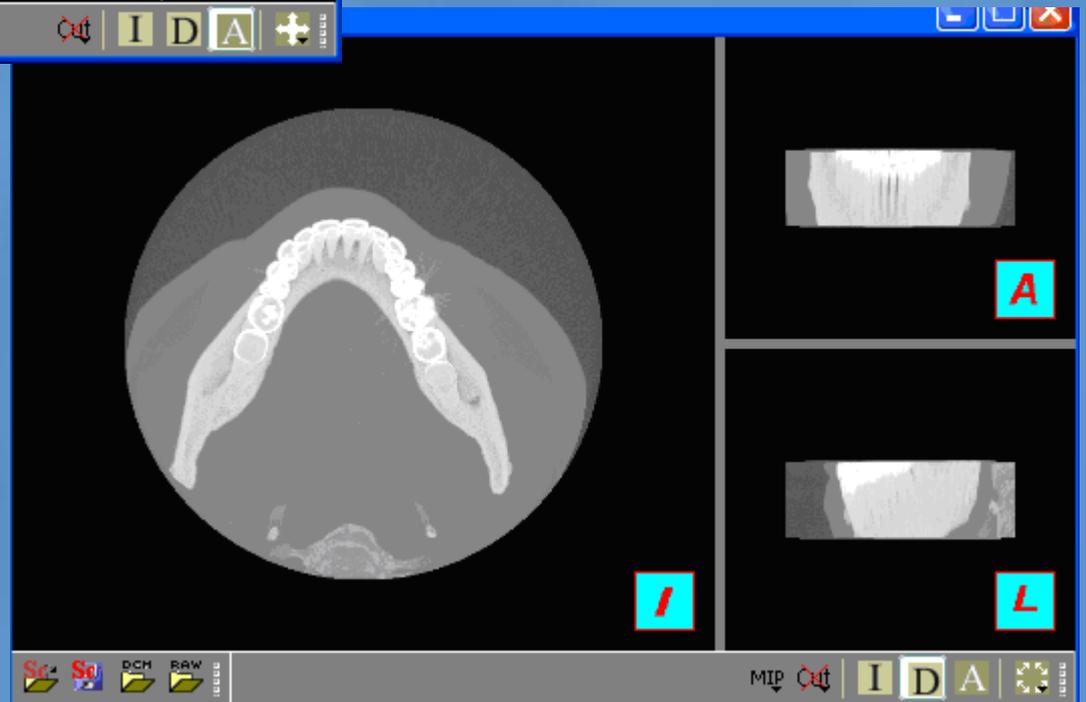
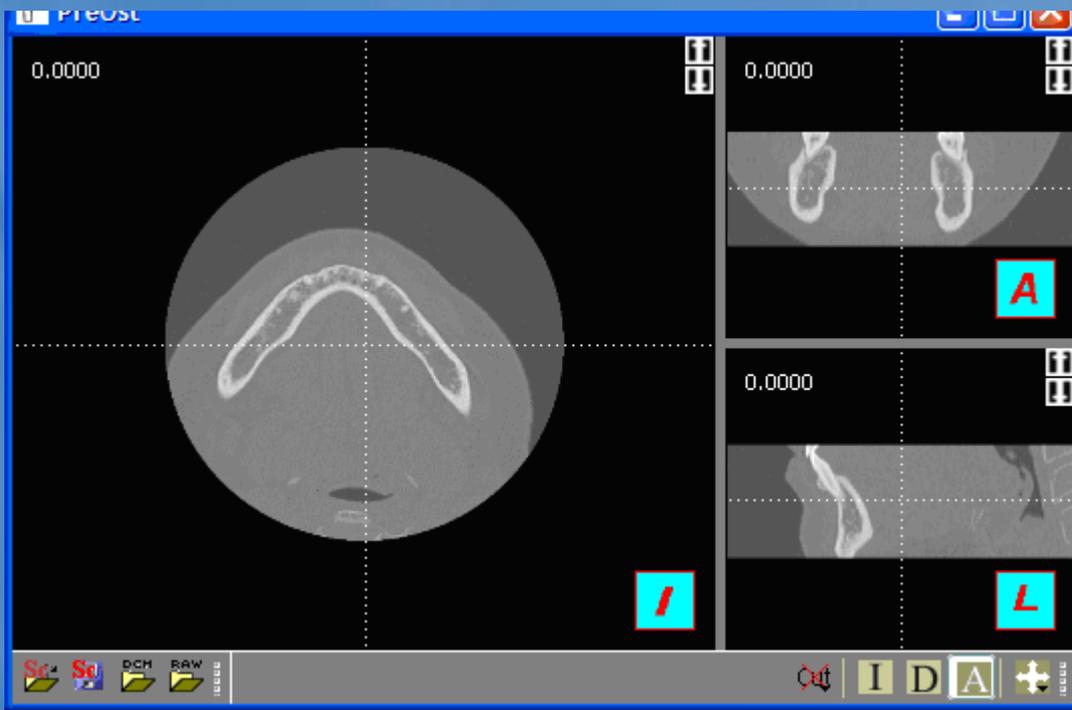
3D-визуализация в компьютерной томографии



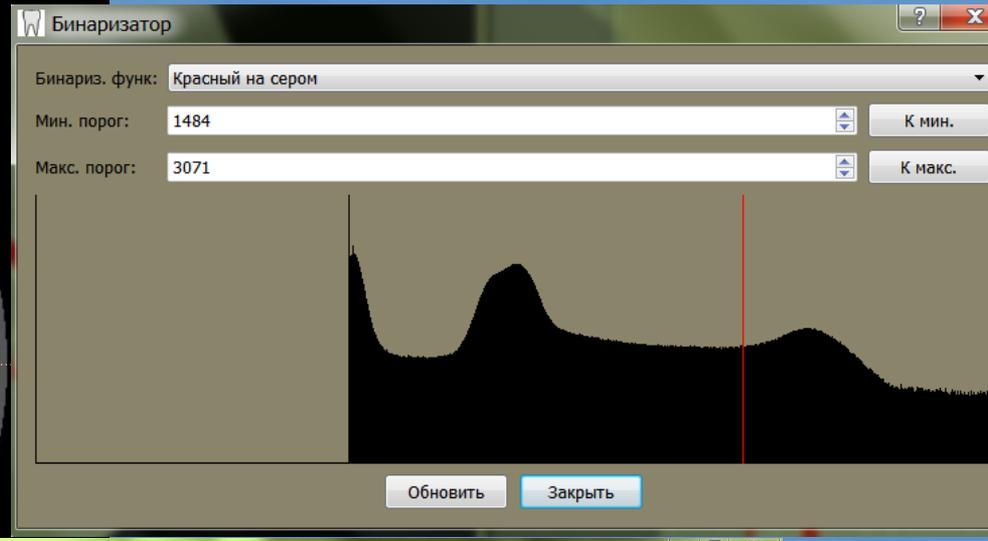
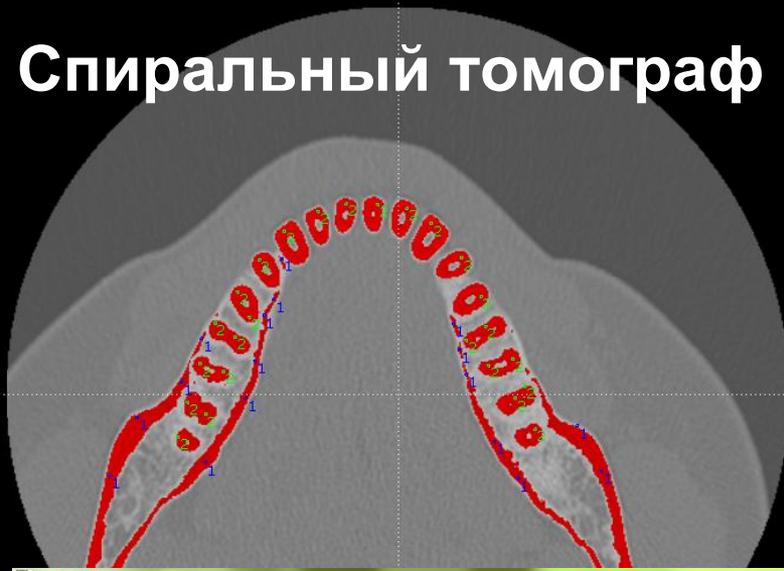
Особенности трехмерной реконструкции зубочелюстной системы:

1. разрешение большинства СТ – сканеров превышает 0,2 мм (ширина периодонтальной щели в пределах 0,1 мм);
2. сходные значения оптической плотности цемента корня зуба и стенки альвеолы;
3. наличие окклюзионных и аппроксимальных контактов зубов.

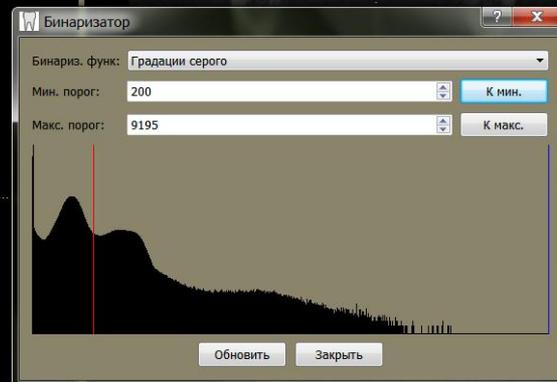
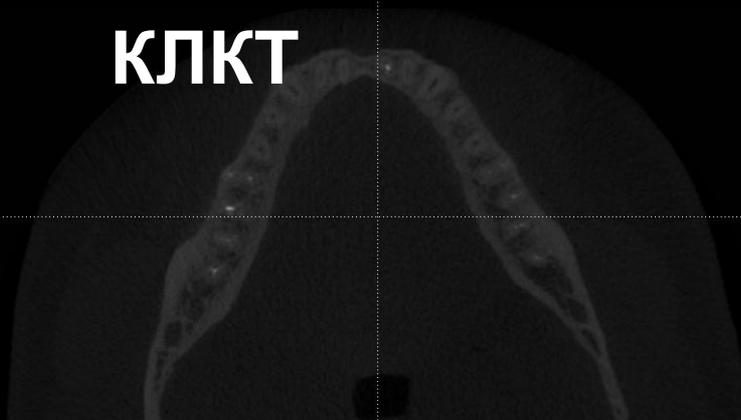




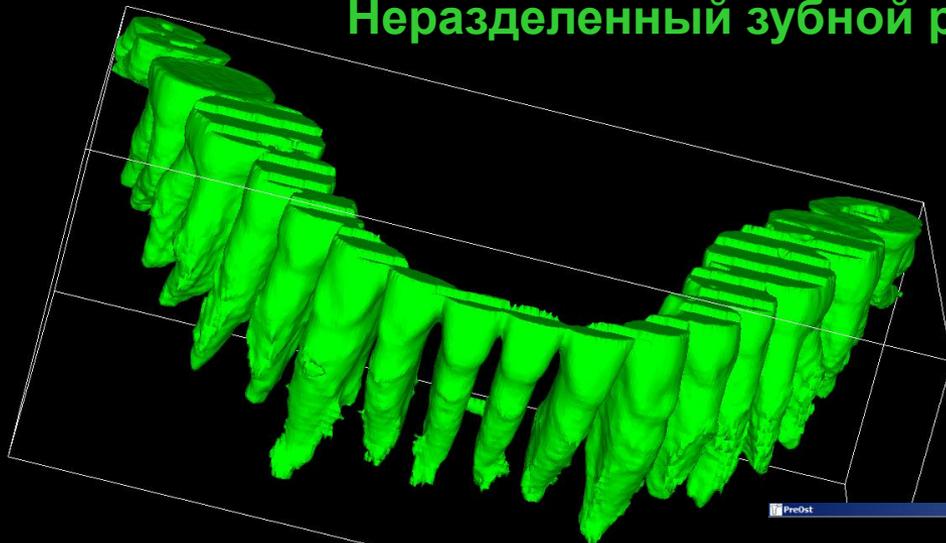
Спиральный томограф



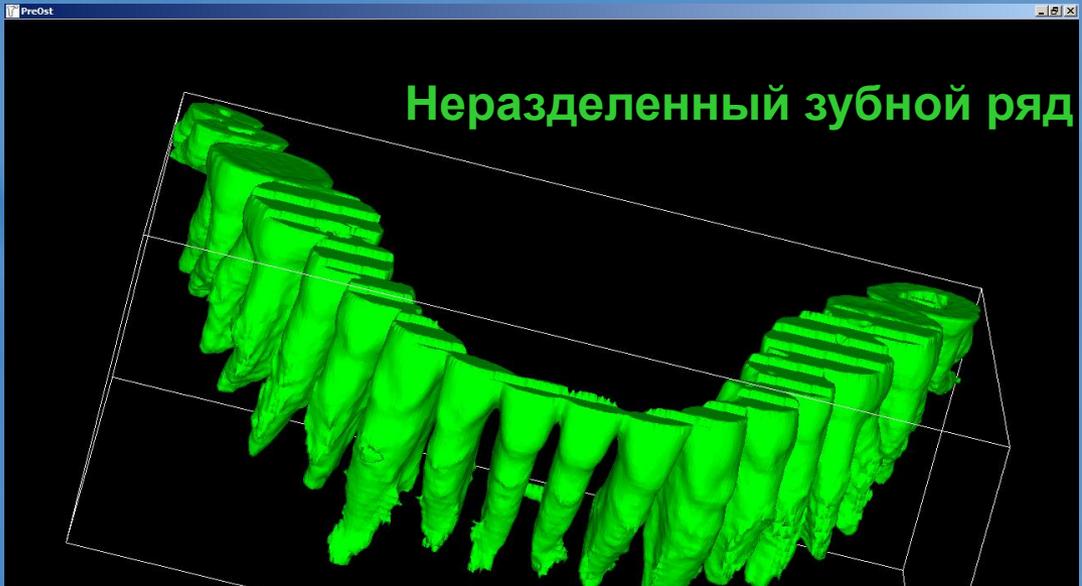
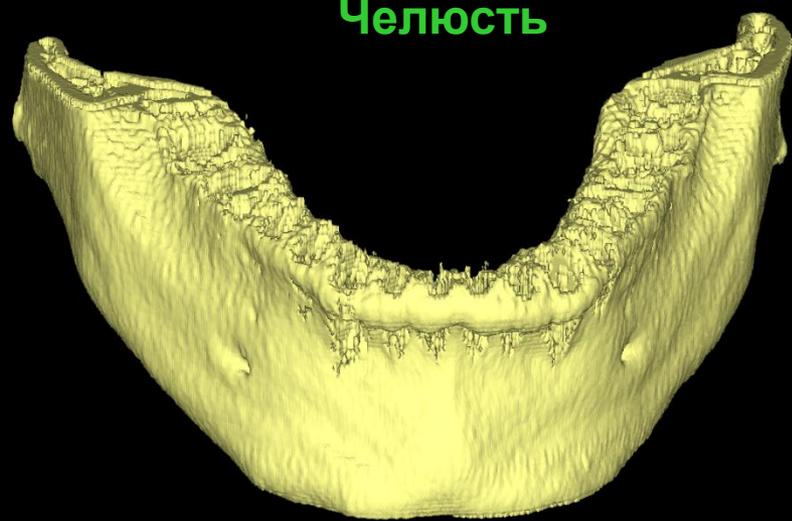
КЛКТ



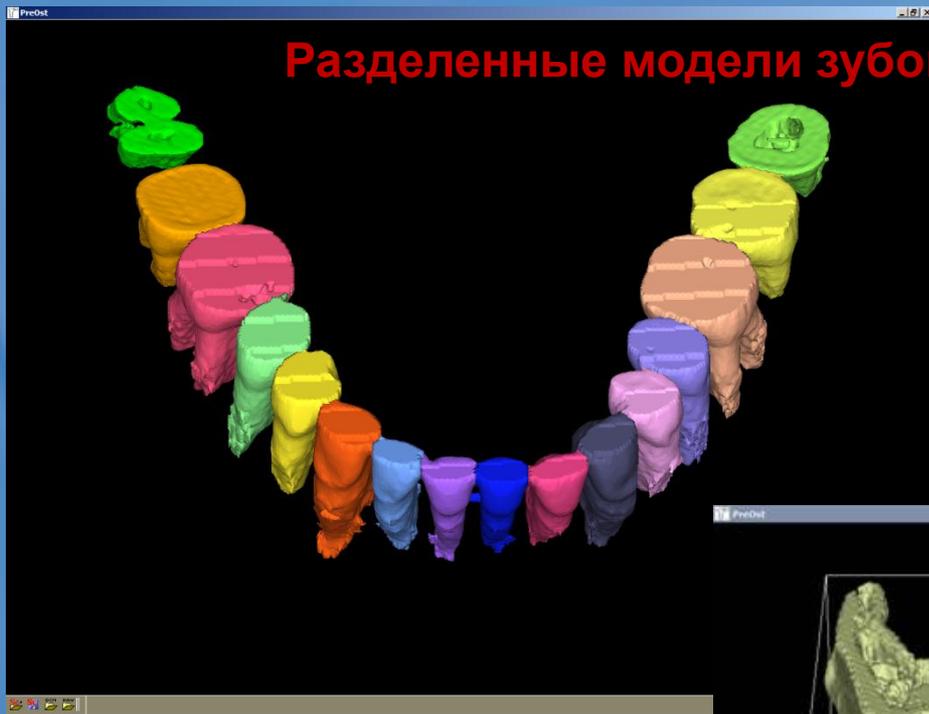
Неразделенный зубной ряд



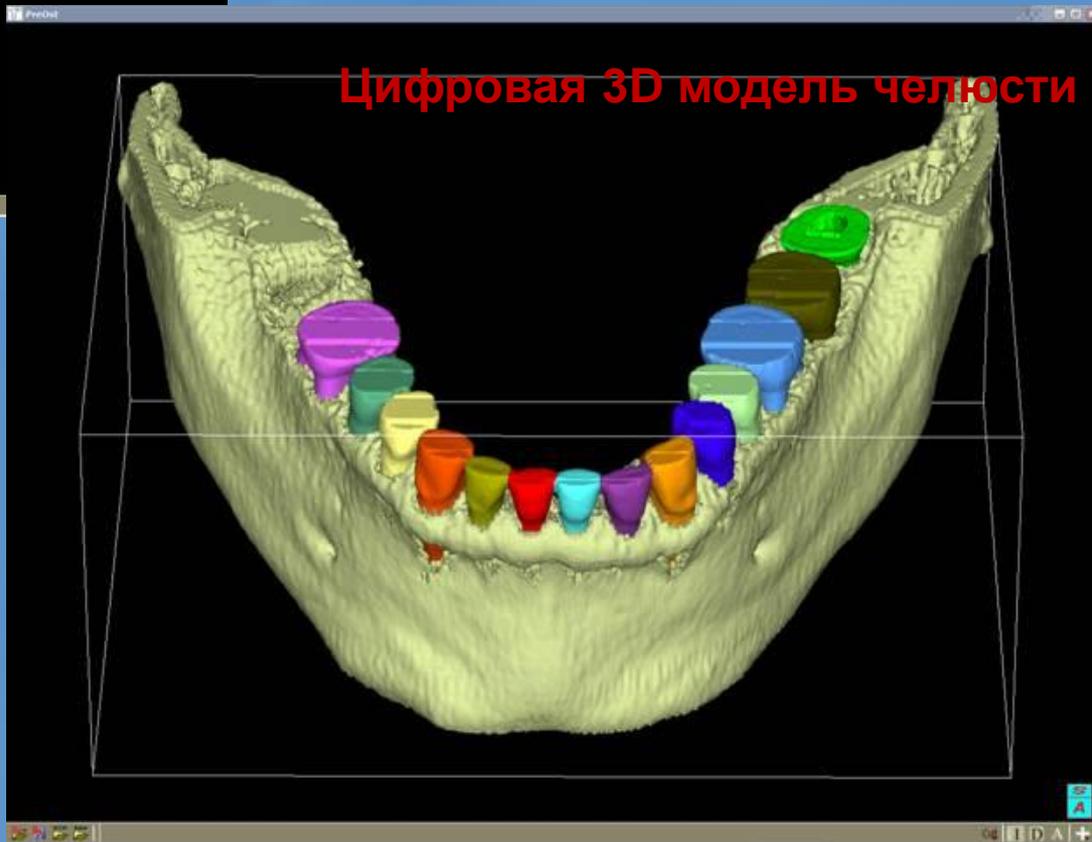
Челюсть

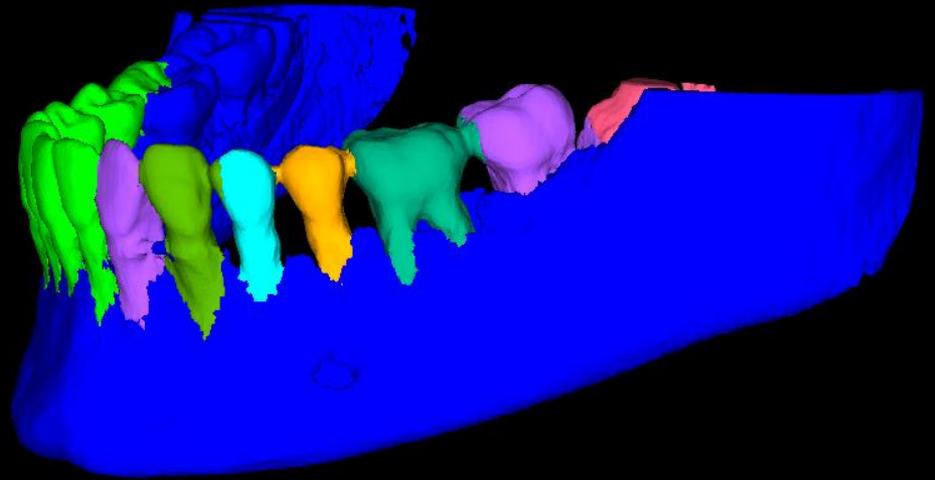
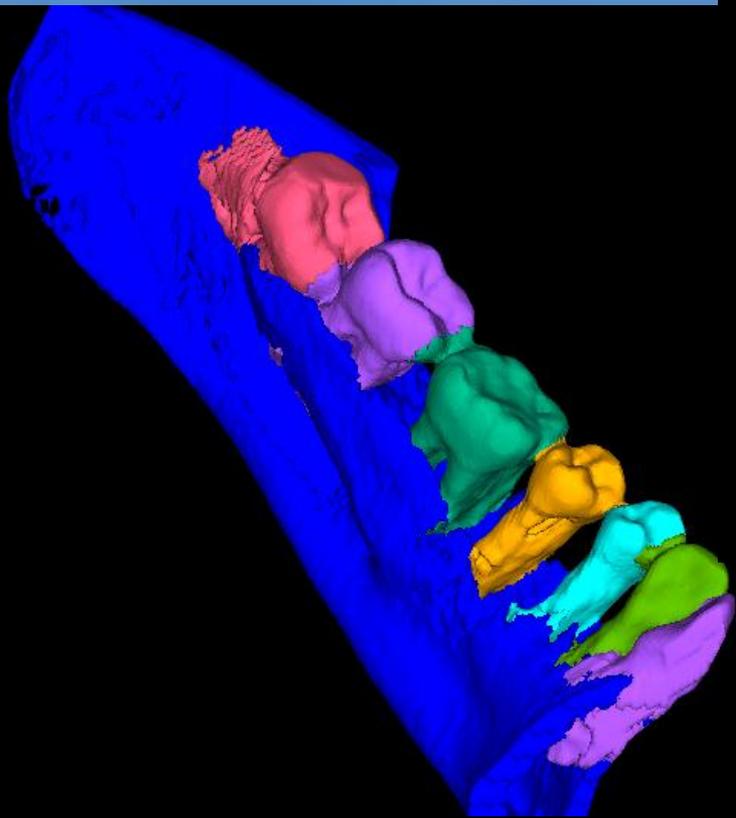


Разделенные модели зубов нижней челюсти



Цифровая 3D модель челюсти





Трехмерные цифровые модели зубов и челюстей после сегментации

Показать Сохранить Пациенты Сегментация **Протезы** Расчет Помощь

Ряды зубов Зуб № 43

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

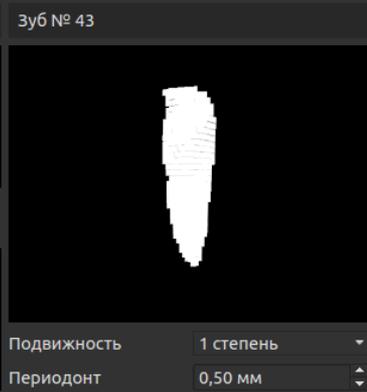
Подвижность: 1 степень
Периодонт: 0,50 мм

Протез Челюсть Схема Ряд: Верхний Нижний Варианты протезирования

1 Нижний

Зуб Опорный Имплант Удаленный

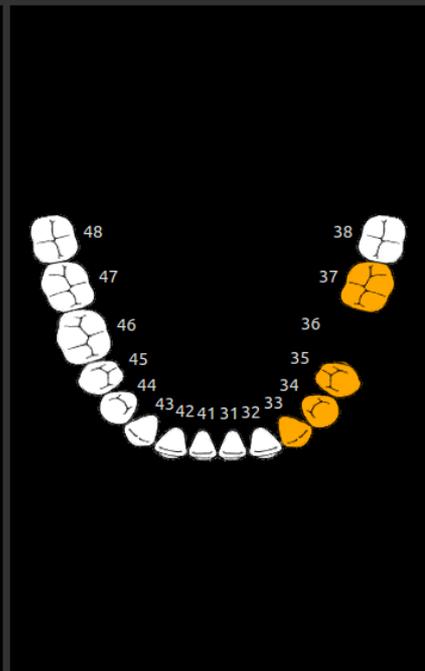
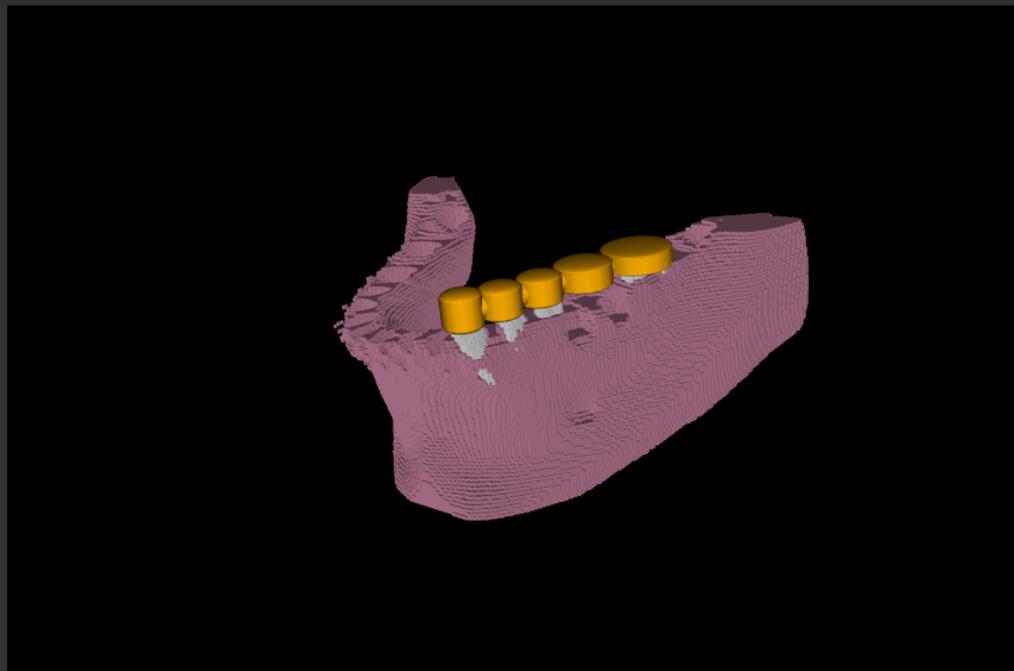
Пациент: Лемешевский С.В.



Протез № 2 Челюсть Схема Ряд: Верхний Нижний

Варианты протезирования

Ряд	Опорные	Имплантаты	Удаленны
1 Нижний	35 37 38		
2 Нижний	33 34 35 37		



Зуб Опорный Имплант Удаленный

Построение расчетной сетки по результатам сегментации КТ

Сетка **Расчитать** Пациенты Сегментация Протезы **Расчет** Помощь

Отобразить: подобласти границы смещение напряжение Сбросить камеру

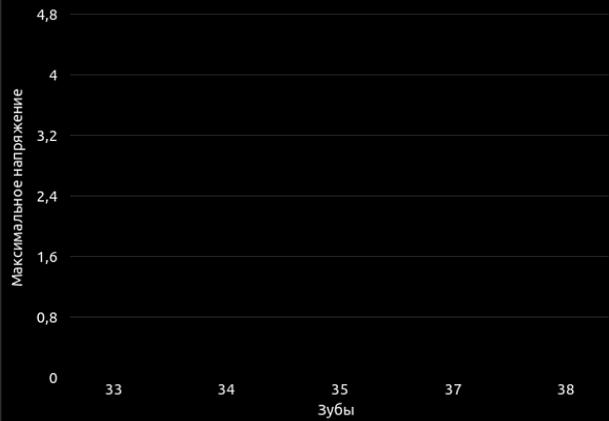
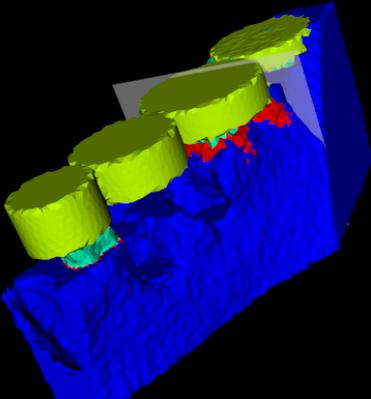
Варианты протезирования

	Цвет	Ряд	Опорные	Импланты	Удаленные
1	Blue	Нижний	35 37 38		
2	Green	Нижний	33 34 35 37		

Разрез по: X Y Z 0,02774 Сбросить камеру

Напряжение в: периодонте зубе челюсти Нагрузка на: 35 36 38

Пациент: Лемешевский С.В.



Смещения (деформации)

Сетка Расчитать Пациенты Сегментация Протезы **Расчет** Помощь

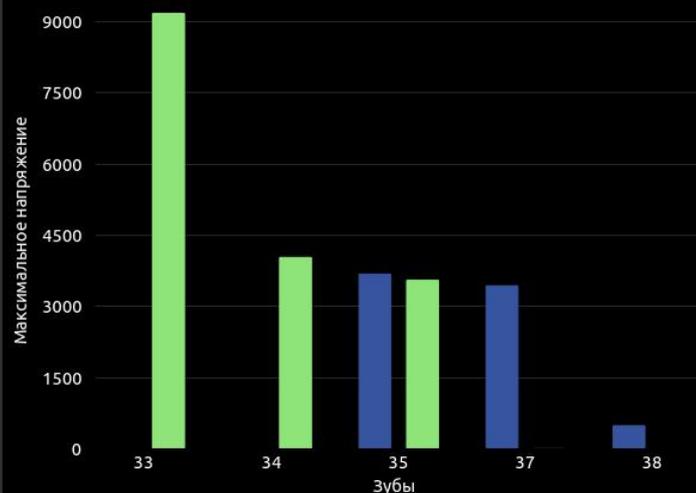
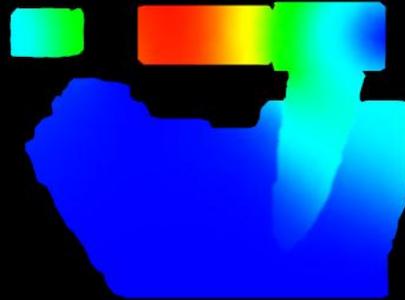
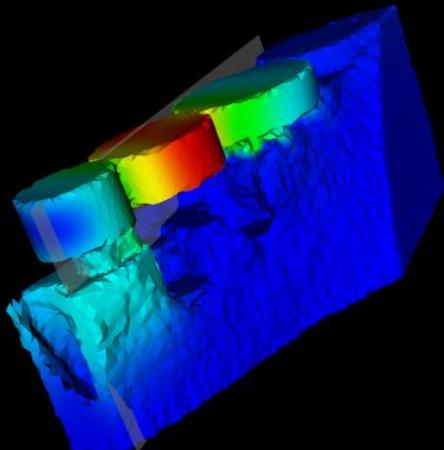
Отобразить: подобласти границы смещение напряжение Сбросить камеру

Варианты протезирования

	Цвет	Ряд	Опорные	Импланты	Удаленные
1	Blue	Нижний	35 37 38		
2	Green	Нижний	33 34 35 37		

Разрез по: X Y Z 0,00583 Сбросить камеру

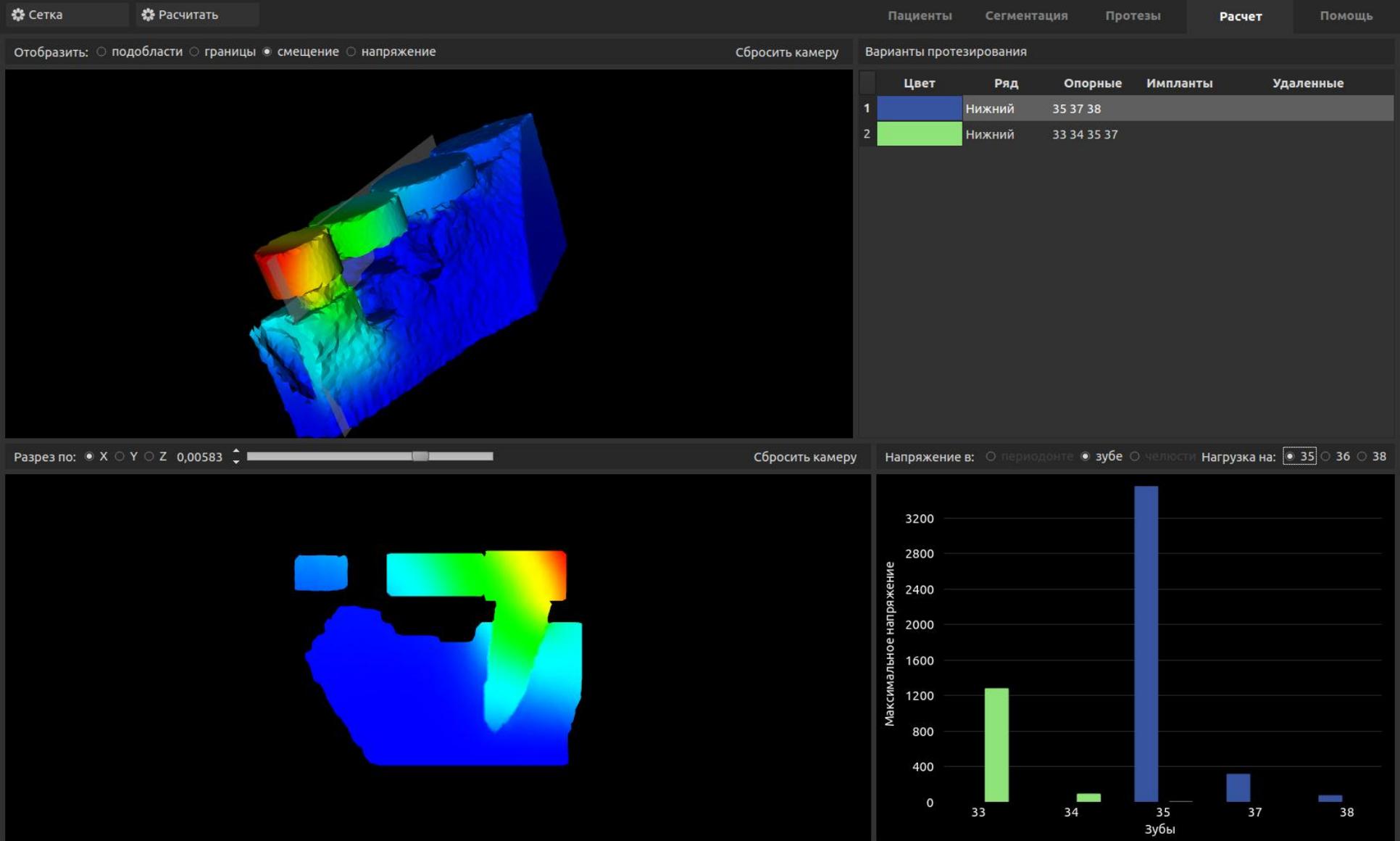
Напряжение в: периодонте зубе челюсти Нагрузка на: 35 36 38



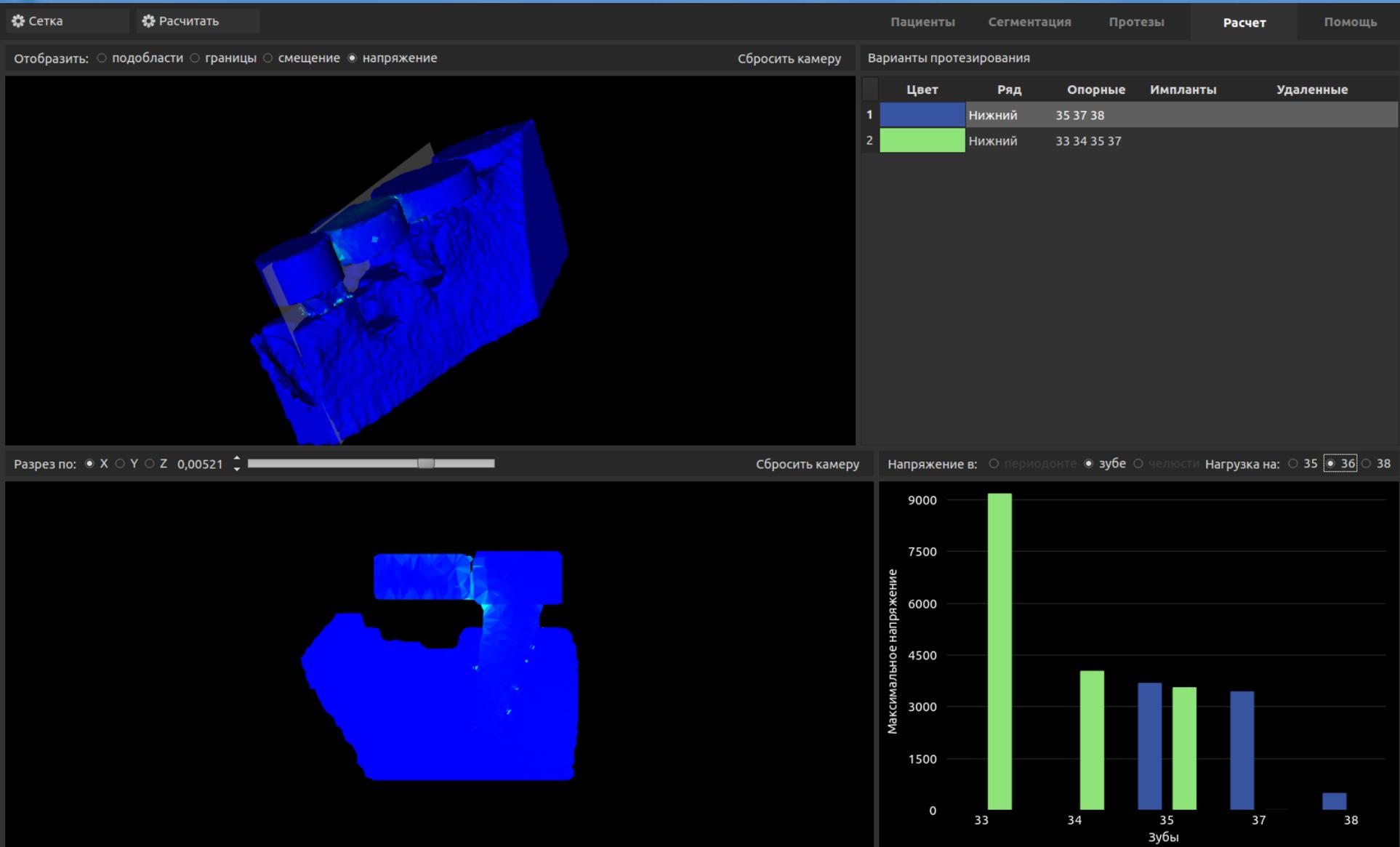
Зуб	Максимальное напряжение
33	9000
34	4000
35	3500
37	3200
38	500

Пациент: Лемешевский С.В.

Смещения (деформации)



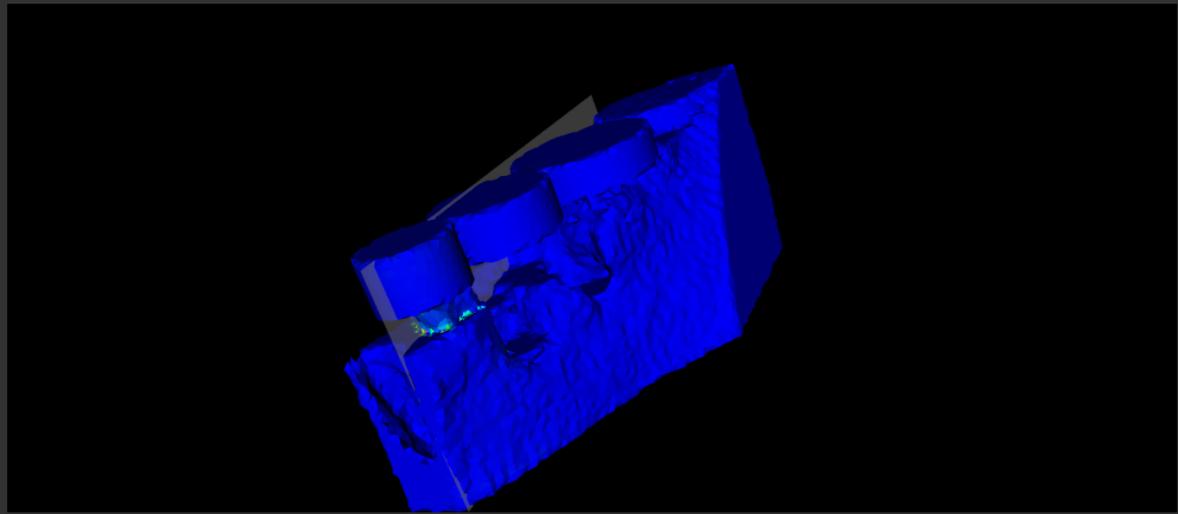
Поля напряжений



Поля напряжений

Отобразить: подобласти границы смещение напряжение Сбросить камеру

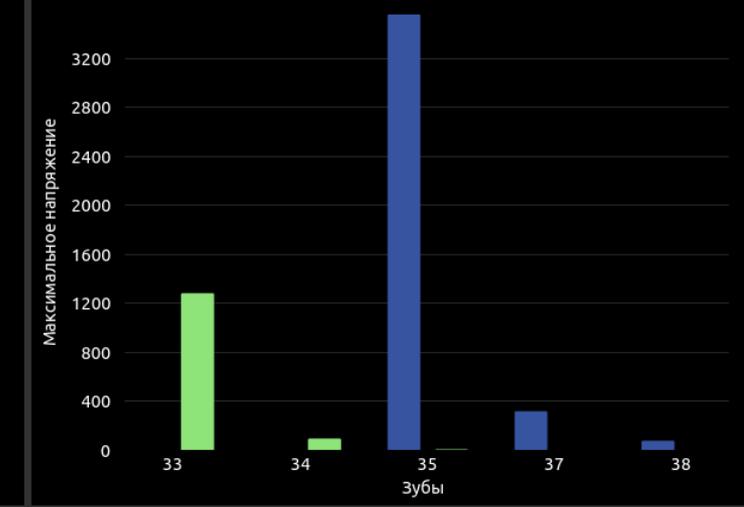
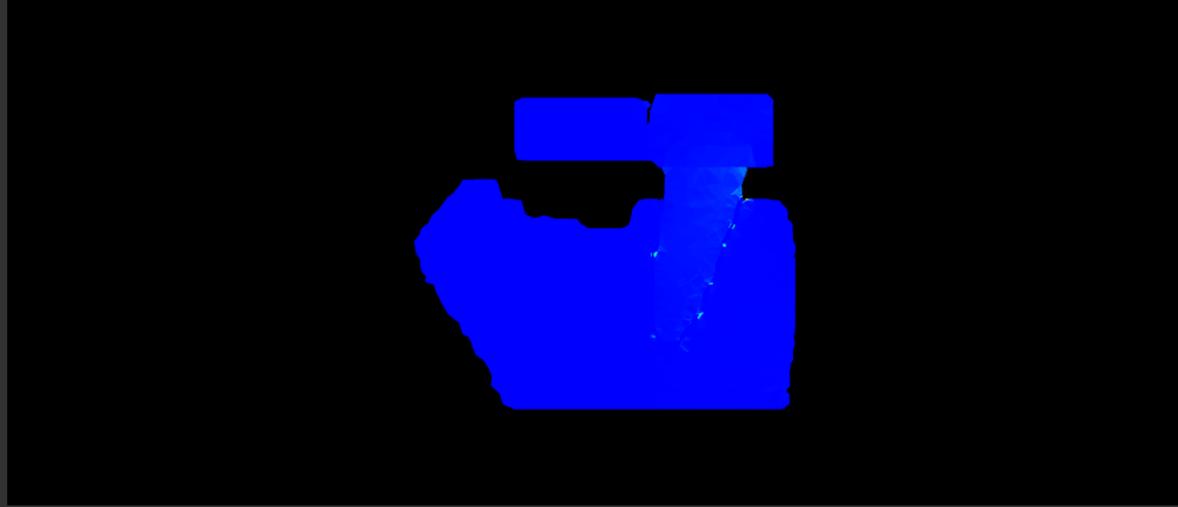
Варианты протезирования



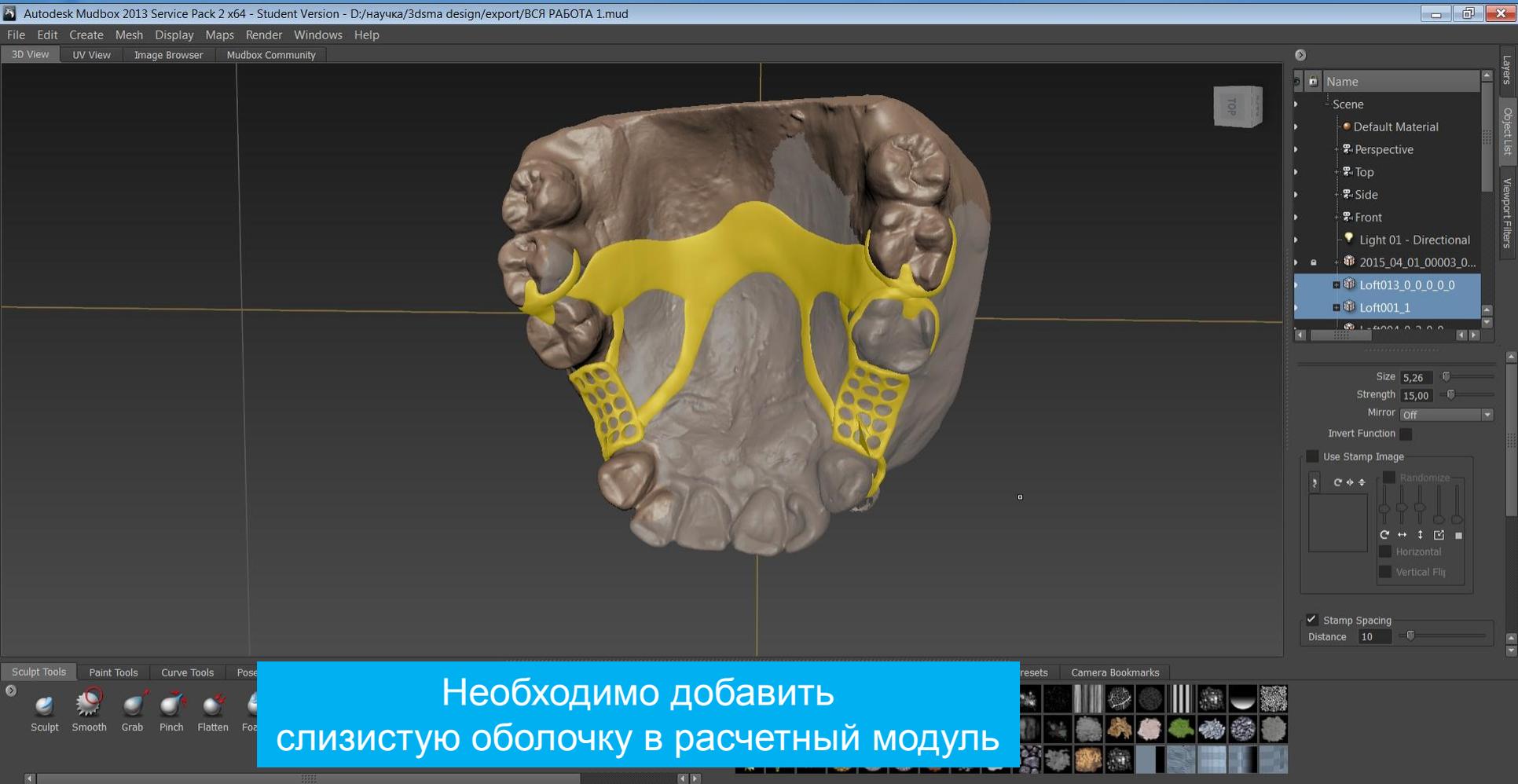
	Цвет	Ряд	Опорные	Импланты	Удаленные
1	Blue	Нижний	35 37 38		
2	Green	Нижний	33 34 35 37		

Разрез по: X Y Z 0,00521 Сбросить камеру

Напряжение в: периодонте зубе челюсти Нагрузка на: 35 36 38

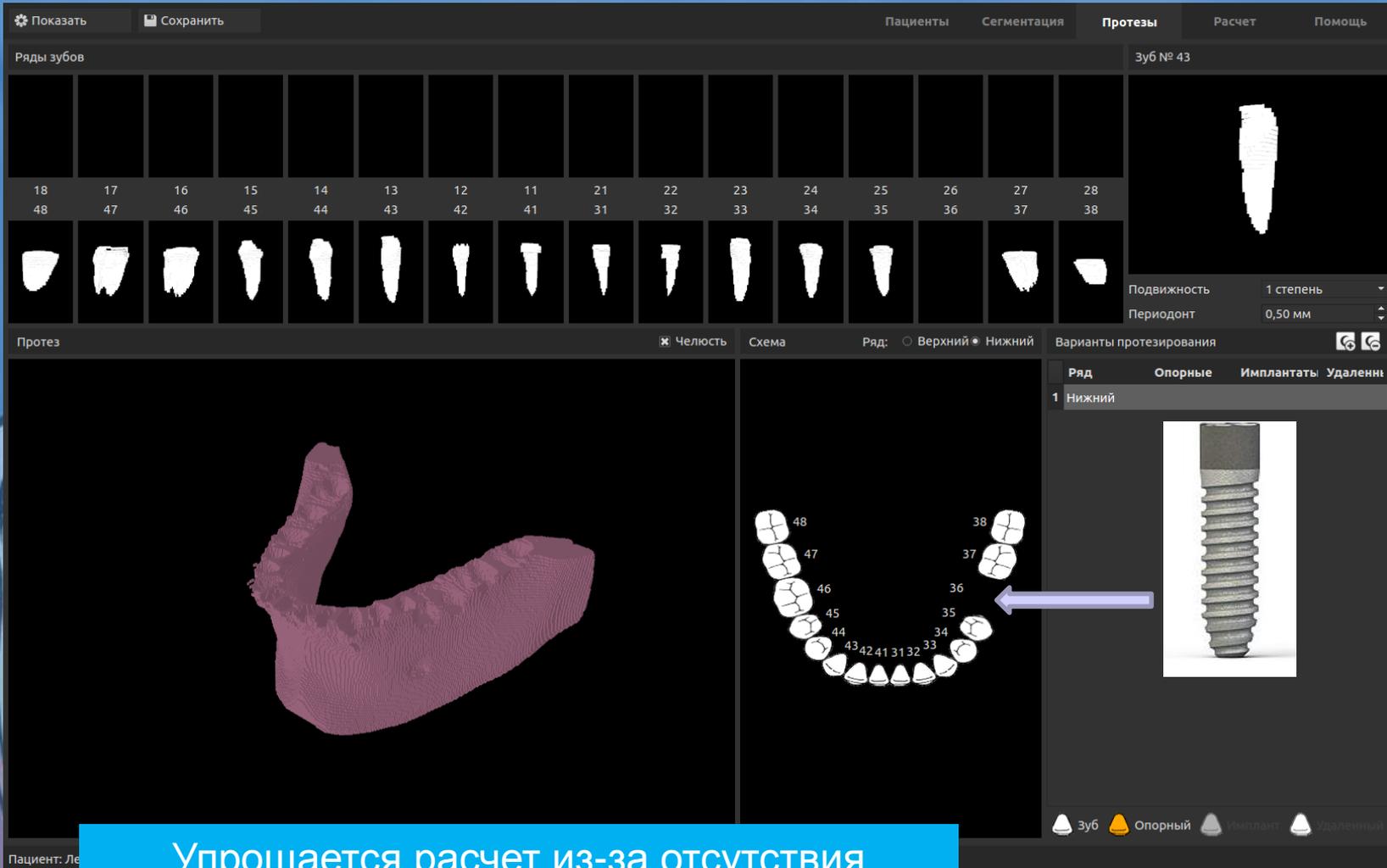


Биомеханический анализ при съемном протезировании



Необходимо добавить
слизистую оболочку в расчетный модуль

Биомеханический анализ при протезировании с опорой на имплантатах



Упрощается расчет из-за отсутствия периодонтальной связки вокруг имплантата

Благодарю за внимание!

