

DOI: 10.15593/RZhBiomech/2018.1.00  
УДК 62-408.7; 62-512



**Российский  
Журнал  
Биомеханики**  
www.biomech.ru

## ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСЪЕМНЫХ ВРЕМЕННЫХ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ-ПРОТОТИПОВ

Т.В. Полякова<sup>1,2</sup>, Я.Н. Харах<sup>3</sup>, А.С. Арутюнов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Отдел космической динамики и математической обработки информации Института космических исследований Российской академии наук, Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, e-mail: polyakova@iki.rssi.ru

<sup>2</sup> Кафедра компьютерных систем автоматизации производства Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, Россия, 105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1

<sup>3</sup> Кафедра протезовидики стоматологических заболеваний Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова, Россия, 105005, Москва, ул. Делегатская, 20, стр. 1, e-mail: y.kharakh@gmail.com

<sup>4</sup> Отделение ортопедической стоматологии и имплантологии Центрального научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, 119991, Москва, ул. Тимура Фрунзе, 16, e-mail: as.arutyunov@rambler.ru

**Аннотация.** Необходимость совершенствования конструкций зубных протезов для замещения включенных дефектов зубных рядов связана с индивидуальными особенностями строения костных тканей и персонафицированными геометрическими характеристиками конструкции протеза. Современное компьютерное проектирование позволяет создавать геометрические модели опорные зубы – протез – челюсть непосредственно по томограмме пациента. Моделирование процесса установки временных протезов необходимо для предварительного планирования протезирования и оценки нагрузки на протез. Цель работы – сравнение функционального нагружения классического протеза с вертикальной фиксацией коронки и конструкции с горизонтальным способом фиксации. Рассмотрены протезы небольшой протяженности с одной фасеткой и закреплением на двух опорных коренных зубах. Рассчитаны основные типы нагружения для конструкции и максимальные выдерживаемые протезом нагрузки исходя из оценки прочности по критерию Мизеса. Расчеты выполнены с использованием программных комплексов *Mimics*, *SolidWorks*, *Nastran*, *Patran*. На трехмерной модели проведено исследование напряженно-деформированного состояния структурной составляющей биологического организма на примере дефекта зубного ряда с искусственными включениями на основе метода конечных элементов. Полученная с помощью компьютерной томографии пространственная растровая модель не может быть непосредственно использована для проведения численного анализа. Прикладные программы позволяют перейти от срезов к трехмерным объектам с возможностью структурного анализа системы в зависимости от плотности тканевой структуры. Предложен комплексный подход геометрической реконструкции биомеханического объекта по данным компьютерной томографии, подразумевающий создание дискретных фасеточных моделей поверхностей зубов и челюсти и восстановление по ним твердотельной CAD-модели.

**Ключевые слова:** протезирование, метод конечных элементов, прочность, стоматология, временный протез.

© Полякова Т.В., Харах Я.Н., Арутюнов А.С., 2018

Полякова Татьяна Викторовна, программист отдела космической динамики и математической обработки информации; инженер 2-й категории кафедры компьютерных систем автоматизации производства, Москва

Харах Ясер Насерович, ассистент кафедры протезовидики стоматологических заболеваний, Москва

Арутюнов Анатолий Сергеевич, доктор медицинских наук, доцент, с.н.с. отделения ортопедической стоматологии и имплантологии, Москва

## ВВЕДЕНИЕ

Активное внедрение аддитивных технологий в медицину позволяет создавать имплантаты коленных и тазобедренных суставов индивидуальной формы, протезы при челюстно-лицевой хирургии, в стоматологии создавать искусственные коронки и мостовидные зубные протезы, хирургические кондукторы и шаблоны для дентальной имплантации, стоматологические каппы для перемещения зубов, временные виниры, фрезерованные зубные шины, диагностические модели челюстей. Современные возможности сканирования и быстрого прототипирования позволяют создавать детали со сложной геометрией, которую трудно получить традиционными технологиями [1, 3, 4, 11, 23, 24].

Одним из наиболее распространенных стоматологических заболеваний является частичное отсутствие зубов [13, 21, 31]. Необходимость реабилитации пациентов с данной патологией обусловлена возникновением осложнений, связанных с нарушением адаптационных и компенсаторных возможностей организма, приводящих к возникновению в зубочелюстной системе патологических процессов [20], таких как деформация зубных рядов, повышенное стирание зубов, воспалительно-дистрофические изменения в пародонте [6, 14, 26].

Существующая проблема вторичной деформации зубных рядов значительно распространена, в особенности среди людей молодого возраста [9, 13], у которых дефекты зубных рядов чаще всего ограничены интактными зубами [19]. Превалирующей формой деформации зубного ряда является сагиттальное смещение зубов [9, 15, 28] (4-я группа по Е.И. Гаврилову [6]).

При такой форме деформации зубных рядов замещение дефекта зубного ряда наиболее распространенными мостовидными протезами с опорой на полную искусственную коронку [2, 5, 10, 27] затруднено, поскольку существует риск нарушения целостности сосудисто-нервного пучка опорных зубов (пульпарной полости) [29, 33, 34].

Безусловно, дентальная имплантация имеет преимущество перед традиционным протезированием, так как отсутствует необходимость препарирования зубов, ограничивающих дефект зубного ряда. Однако у имплантации имеется ряд противопоказаний [8, 18], таких как: недостаточное пространство между зубами, ограничивающими дефект зубного ряда [17], и недостаточный объем костной ткани [25, 36].

В связи с этим для замещения дефектов зубных рядов малой протяженности применяются адгезивные мостовидные протезы различных видов и типов конструкций. Наиболее часто используемой конструкцией является мостовидный протез с опорой на вкладки. Конструктивной особенностью такого протеза является то, что препарировается лишь окклюзионная поверхность опорных зубов [35]. Подобная конструкция требует малоинвазивного препарирования, однако не обеспечивает достаточную механическую ретенцию. Так, данный мостовидный протез имеет в три раза худшую адгезию по сравнению с мостовидными протезами с опорными элементами в виде полных искусственных коронок [32].

В связи с вышеизложенным возникла необходимость усовершенствования конструкций зубных протезов для замещения включенных дефектов зубных рядов таким образом, чтобы ортопедический протез соответствовал предъявляемым основным требованиям ортопедической стоматологии. Данная задача была решена посредством создания конструкции протеза определенной формы (патенты РФ на изобретения № 2586239, № 2602033).

С помощью математического моделирования произведена дальнейшая оптимизация разработанной конструкции с целью выявления напряженно-деформированных состояний в системе зуб – протез.

### ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования являлось создание протеза с горизонтальным путем введения при фиксации, позволяющего сохранить пульпу при препарировании опорных зубов. Зачастую при восстановлении дефекта зубного ряда зубы имеют определенный наклон в сторону дефекта в челюсти, и предлагаемая методика препарирования позволяет сохранить часть коронки зуба, не проводя депульпирования в виде препарирования культи зуба под особым углом. Глубокий биомеханический анализ необходим для исследования напряженно-деформированного состояния проектируемой конструкции на основе метода конечных элементов, построенного с использованием зависимостей теории упругости и ее специальных разделов. Он позволяет оценить прочность протеза, максимальные и средние нагрузки при различных типах пережевывания пищи. В данном случае рассматривались распределенные нагрузки на поверхности зубного ряда и наиболее неблагоприятный способ нагружения, например, при сконцентрированной точечной нагрузке при колке ореха.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено исследование протезов небольшой протяженности с одной фасеткой. В качестве исходных данных в систему загружалась томограмма верхней и нижней челюстей из 90 снимков. Программа позволяет из растрового представления перейти к воксельному модификацией метода марширующих кубов, по маскам моделей получить поверхностную сетку объекта, состоящую из треугольников, затем методами оптимизации и редактирования сетки устранить нежелательные дефекты. По готовой поверхностной сетке можно получить твердотельную геометрию, с которой удобно работать в *CAD/CAE*-программах. Основные подходы по заданию геометрии такого рода моделей приводились в работах [16, 17].

Опишем алгоритм создания системы зубы – челюсть – протез:

1. Формирование модели челюсти, зубов в пакете *Mimics* (задание масок зубов и челюсти, редактирование геометрии, оптимизация поверхностных сеток).
2. Создание твердотельных моделей зубов и челюсти в *Geomagic*.
3. Конструирование геометрии протезов с вертикальным и горизонтальным способами фиксации в *SolidWorks* путем задания определенной формы культи зубов на основе медицинских моделей и эскизов. Проектирование протеза под заданный размер зубов и культи булевыми операциями над областями.
4. Сборка полученных заготовок челюсти, протеза и имплантатов в *SolidWorks*, в результате которой объект разбивается на подобласти с непересекающейся геометрией, используемой для трехмерной дискретизации модели в *CAE*-комплексе.
5. Методом конечных элементов в *Patran* и *Nastran* проводится анализ конструкции на допустимые нагрузки на протез. Расчет прочности оценивался на основании критерия Мизеса.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во всем мире перед медициной стоят задачи персонифицированного лечения. Это тем более касается протезирования зубочелюстного аппарата. Для этих целей необходимо использование новых конструкционных стоматологических материалов и

оптимизация конструкций. Предлагаемая методика позволяет выбрать наиболее рациональную форму протеза, учитывая индивидуальные особенности строения челюсти. В связи со сложностью экспериментальной оценки максимальных допустимых нагрузок для протезов с горизонтальным путем введения конструкции протеза авторами был разработан прототип конструкции с одной фасеткой и опорными частями на первый премоляр и первый моляр. По эскизу он должен иметь вертикальные параллельные боковые стенки и конический уклон стенок в месте установления конструкции на опорные зубы на несколько градусов. Сравнения проводились с аналогичной расчетной схемой для протеза с вертикальной фиксацией. На рис. 1, 2 показаны прототипы конструкций, а на рис. 3 полная расчетная схема модели. Характеристики основных типов материалов вводились согласно линейно-упругой модели материала [22], см. таблицу.

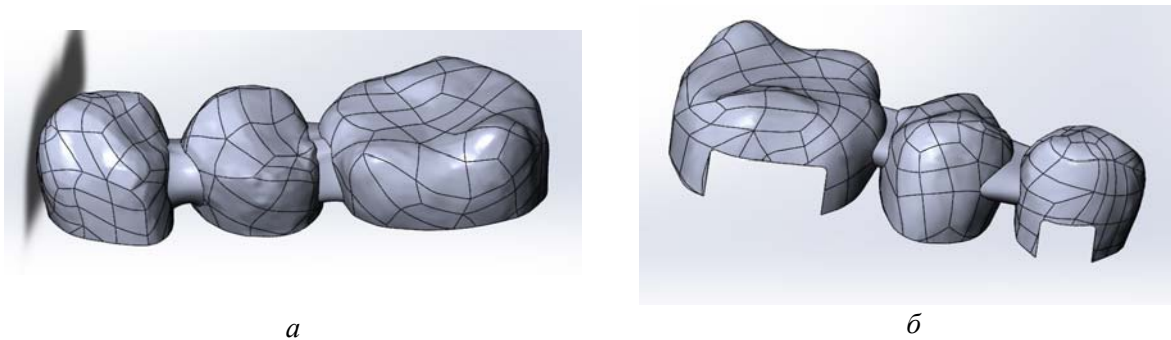


Рис. 1. Модели протезов: с вертикальным способом закрепления (*а*); с горизонтальным путем введения при фиксации (*б*)



Рис. 2. Препарирование премоляра под протез с вертикальным способом фиксации (*а*) и с горизонтальным путем закрепления (*б*)

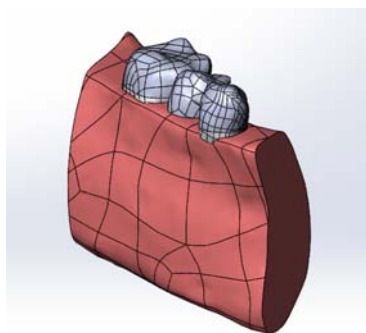


Рис. 3. Расчетная конструкция при установке протеза в челюсти

Материал	Модуль Юнга, МПа	Коэффициент Пуассона	Предел упругости (сжатие), МПа	Предел упругости (растяжение), МПа
Дентин	14700	0,31	167	55
Губчатая кость	7500	0,45	82	15
Полимеризующая пластмасса	2600	0,33	33	30

В качестве оцениваемой величины рассматривались максимальные эквивалентные напряжения. Количество узлов в модели 4601, количество элементов 19405. Максимальная нагрузка на обычный протез при распределенной схеме нагружения составляла 5,64 МПа (рис. 4). Зоны критических напряжений в этом случае сосредоточены в нижней части шейки протеза ближе к коронке моляра, максимальные перемещения – в области нижней части фасетки протеза и составляют 0,095 мм. При сосредоточенной нагрузке в центре коронки фасетки максимум приходится на значение в 136,36 Н, максимум напряжений при этом в зоне вокруг точки приложения силы, а максимальные перемещения составляют 0,069 мм.

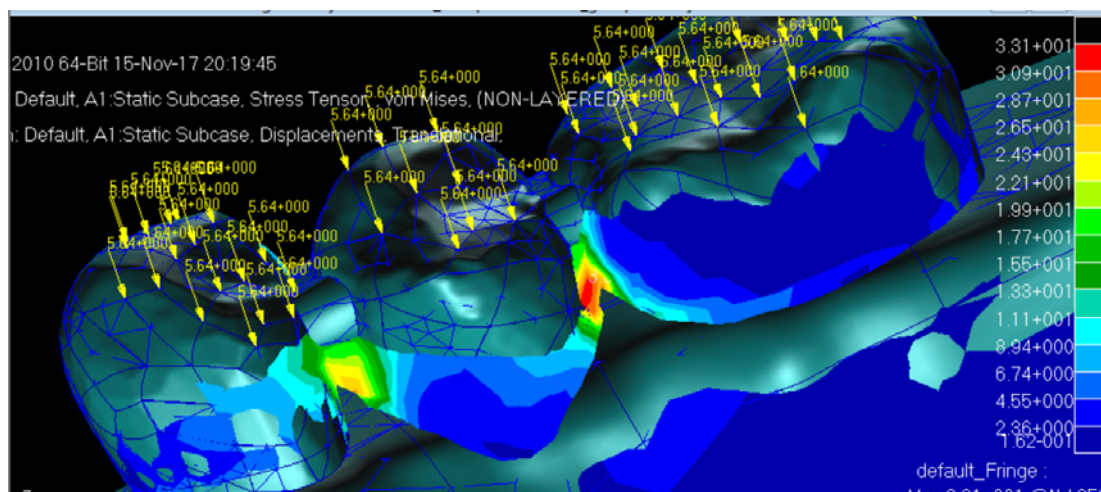


Рис. 4. Поля напряжений в протезе с вертикальным способом фиксации при распределенной нагрузке

Для протеза с горизонтальным способом введения максимальная нагрузка при распределенной схеме действия – 3,81 МПа, т.е. 67% от значения максимальной нагрузки для протеза с вертикальной фиксацией. Количество узлов в модели 5471, количество элементов 25 496. Критические напряжения также сосредоточены внизу шейки при коронке моляра, а значения максимальных перемещений – 0,064 мм в нижней части фасетки протеза. При сосредоточенной силе максимум – 104,1 Н, максимум напряжений – в центре фасетки в области приложения нагрузки. Максимальные перемещения в центре внизу боковой части фасетки и составляют 0,071 мм (рис. 5). Максимальная нагрузка при сосредоточенной силе – 76% от аналогичного протеза при вертикальном способе фиксации.

В целом средняя распределенная нагрузка для протеза обычно составляет 2 МПа, поэтому полученные значения для протеза с горизонтальным способом фиксации в принципе допустимы при жевании, но они меньше у аналогичного протеза с вертикальным способом закрепления.

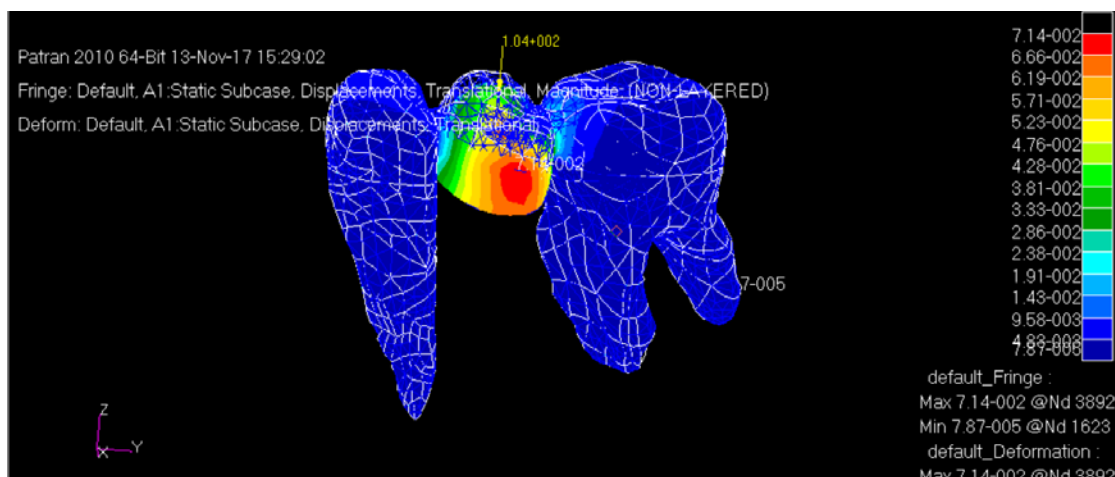


Рис. 5. Поля перемещений в протезе с горизонтальным способом фиксации при сосредоточенной нагрузке (фрагмент «зубы – протез»)

### ВЫВОДЫ

В результате проведенных расчетов решен вопрос об адекватности представленной схемы конструкции протеза.

1. Разработана методика создания биомеханической модели протеза с горизонтальным способом наложения конструкции на опорные зубы.

2. Проведено исследование напряженно-деформированного состояния структурной составляющей фрагмента челюсти на примере дефекта зубного ряда с искусственными включениями на основе метода конечных элементов.

3. Проведено сравнение разработанной модели протеза с аналогичным типом при вертикальной фиксации.

4. Полученные модели могут в дальнейшем быть применены для оптимизации конструкции протезов в операциях протезирования и имплантации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арутюнов С.Д., Ерошин В.А., Перевезенцева А.А., Бойко А.В., Широков И.Ю. Критерии прочности и долговременности временных несъемных зубных протезов // Институт стоматологии. – 2010. – № 4. – С. 84–85.
2. Арутюнов С.Д., Чумаченко Е.Н., Янушевич О.О., Лебедеико И.Ю., Игнатъева Д.Н., Лосев Ф.Ф., Ибрагимов Т.И., Мальгинов Н.Н. Выбор рациональных конструкций зубных протезов на основе применения информационных технологий // Российский стоматологический журнал – 2010. – № 3. – С. 19–22.
3. Арутюнов С.Д., Гаврюшин С.С., Демишкевич Э.Б. Конечно-элементное моделирование ортодонтических перемещений зубочелюстной системы // Вестник Московского государственного университета имени Н.Э. Баумана. Серия «Естественные науки». – 2014. – № 3. – С. 108–120.
4. Арутюнов С.Д., Никурдзе А.Н., Муслон С.А., Усеинов А.С., Маслеников И.И. Экспериментальная установка для испытаний на усталостную прочность фиксирующих цементных соединений // Деформация и разрушение материалов. – 2014. – № 7. – С. 44–46.
5. Булгакова А.И., Шафеев И.Р., Галеев Р.М. Клиническая характеристика пациентов с дефектами твердых тканей зубов и зубных рядов с различными ортопедическими конструкциями // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – Т. 9, № 6. – С. 44–47.
6. Гаврилов Е.И. Деформации зубных рядов. – М.: Медицина, 1984. – 92 с.
7. Гаврилов Е.И., Щербаков А.С. Ортопедическая стоматология. – М.: Медицина, 1984. – 576 с.
8. Ерошин В.А., Джалалова М.В., Багдасарян Г.Г., Арутюнов С.Д., Антоник А.А., Степанов А.Г. Условия годности дентальных имплантатов к функциональной нагрузке // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 5–1. – С. 66–71.

9. Железный С.П., Иванов В.А., Маслов И.А., Базин А.К. Распространенность и характеристика вторичных деформаций зубных рядов в разных возрастных группах // Институт стоматологии. – 2007. – Т. 4, № 37. – С. 52–53.
10. Колесова Т.В., Колесов О.Ю., Михальченко Д.В., Денисенко Л.Н. Анализ осложнений ортопедического лечения зубными протезами, крепящимися на имплантатах // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 5–2. – С. 296–299.
11. Мальгинов Н.Н., Чумаченко Е.Н., Янушевич О.О., Игнатъева Д.Н., Арутюнов С.Д., Лебеденко И.Ю., Ибрагимов Т.И., Лосев Ф.Ф., Левин Г.Г. Компьютерное моделирование конструкций металлокерамических зубных протезов // Российский стоматологический журнал – 2010. – № 3. – С. 26–29.
12. Лабунец В.А., Диева Т.В., Куликов М.С., Лабунец О.В., Ленский В.В., Ленский В.В., Рожкова Н.В. Распространенность, интенсивность, структура, тенденции развития малых включенных дефектов зубных рядов у лиц молодого возраста и их осложнений // Вісник стоматології. – 2013. – № 1. – С. 93–100.
13. Лабунец В.А., Диева Т.В., Лабунец О.В. Повозрастной характер распространенности дефектов зубных рядов и дефектов коронковой части зубов, требующих ортопедического лечения у лиц молодого возраста // Одеський медичний журнал. – 2012. – № 4. – С. 47–50.
14. Лебеденко И.Ю., Арутюнов С.Д., Антоник М.М., Ступников А.А. Клинические методы диагностики функциональных нарушений зубочелюстной системы. – 2-е изд. – М.: Медпресс-информ, 2008. – 112 с.
15. Наумович С.А. Особенности лечения аномалий и деформаций зубочелюстной системы в сформированном прикусе // Современная стоматология. – 2014. – № 2. – С. 6–12.
16. Полякова Т.В., Чумаченко Е.Н., Арутюнов С.Д. Особенности математического моделирования сегмента зубочелюстной системы по данным компьютерной томографии // Российский вестник дентальной имплантологии. – 2014. – № 1. – С. 7–13.
17. Полякова Т.В., Гаврюшин С.С., Арутюнов С.Д. Моделирование планирования установки временных имплантатов под опору прототипов мостовидных зубных протезов на период остеоинтеграции двухэтапных дентальных имплантатов // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2016. – Вып. 12. – С. 1–18.
18. Походенько-Чудакова И.О., Карсюк Ю.В. Обоснование исследования по разработке системы прогнозирования исходов дентальной имплантации. Аналитический обзор литературы // Вестник ВГМУ. – 2014. – № 1. – С. 6–12.
19. Полонейчик Н.М., Мышковец Н.А. Оценка распространенности малых включенных дефектов зубных рядов // Труды молодых ученых: сборник научных работ / Бел. гос. мед. ун-т. – 2000. – С. 184.
20. Трезубов В.Н., Щербаков А.С., Мишнев Л.М. Ортопедическая стоматология (факультетский курс): учебник для медицинских вузов. – 6-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Фолиант, 2002. – 576 с.
21. Фелькер Е.В., Ячменева Л.А., Евдокимова Е.И. Распространенность и локализация дефектов зубных рядов среди населения г. Курска // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – №. 5–1. – С. 42.
22. Чумаченко Е.Н., Арутюнов С.Д., Лебеденко И.Ю. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния зубных протезов: учеб. пособие для системы послевуз. проф. образования врачей-стоматологов. – М.: Мол. гвардия, 2003. – 270 с.
23. Чумаченко Е.Н., Арутюнов С.Д., Панин А.М., Лебеденко А.И., Юн Т.Ю., Мальгинов Н.Н., Грачев Д.И. Анализ влияния направления установки имплантатов и программируемой окклюзии искусственных зубных рядов на прочностные характеристики биомеханических сегментов с протезами // Российский стоматологический журнал. – 2010. – № 3. – С. 13–16.
24. Чумаченко Е.Н., Янушевич О.О., Арутюнов С.Д., Ибрагимов Т.И., Лосев Ф.Ф., Лебеденко И.Ю., Мальгинов Н.Н., Игнатъева Д.Н. Имитационный компьютерный анализ эффективности применения капп в стоматологии // Российская стоматология. – 2010. – Т. 3, № 2. – С. 31–35.
25. Чумаченко Е.Н., Янушевич О.О., Игнатъева Д.Н., Арутюнов С.Д., Мальгинов И.Н., Лебеденко И.Ю., Ибрагимов Т.И., Левин Г.Г., Лосев Ф.Ф. Анализ распределения нагрузок и вероятности необратимых изменений в костных тканях челюсти при ортопедическом лечении с использованием дентальных внутрикостных имплантатов // Российский стоматологический журнал. – 2010. – № 4. – С. 12–14.
26. Янушевич О.О., Арутюнов С.Д., Антоник М.М. Современные методы компьютерной диагностики нарушений окклюзии и функции височно-нижнечелюстного сустава // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. – 2015. – Т. XXII, № 2. – С. 43–45.
27. Behr M., Zeman F., Baitinger T., Galler J., Koller M., Handel G., Rosentritt M. The clinical performance of porcelain-fused-to-metal precious alloy single crowns: chipping, recurrent caries, periodontitis, and loss of



- retention // International Journal of Prosthodontics. – 2014. – Vol. 27, № 2. – P. 153–160. DOI: 10.11607/ijp.3440
28. Craddock H.L., Youngson C.C., Manogue M., Blance A. Occlusal changes following posterior tooth loss in adults. Part 2. Clinical parameters associated with movement of teeth adjacent to the site of posterior tooth loss // Journal of Prosthodontics. – 2007. – Vol. 16, № 6. – P. 495–501.
  29. Goodacre C.J., Spolnik K.J. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts // Journal of Prosthodontics. – 1994. – Vol. 3, № 4. – P. 243–250.
  30. Jivraj S., Chee W. Treatment planning of implants in posterior quadrants // British Dental Journal. – 2006. – Vol. 201, № 1. – P. 13–23.
  31. Misch C.E. Dental Implant Prosthetics. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier Health Sciences, 2014. – 1008 p.
  32. Mohsen C. Vertical marginal gap & retention of ceramic full coverage & inlay retained ceramic fixed partial dentures // Open Journal of Stomatology. – 2011. – № 1. – P. 140–149.
  33. Pjetursson B.E., Brägger U., Lang N.P., Zwahlen M. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs) // Clinical Oral Implants Research. – 2007. – Vol. 18, Suppl. 3. – P. 97–113.
  34. Priest G. Single-tooth implants and their role in preserving remaining teeth: a 10-year survival study // International Journal of Oral and Maxillofacial Implants. – 1999. – Vol. 14, № 2. – P. 181–188.
  35. Shillingburg H.T., Hobo S., Whitsett L. Fundamentals of fixed prosthodontics. – Chicago: Quintessence, 1997. – 3rd ed. – P. 119–137, 171–174.
  36. Singh D., Singh S., Sharma R., Lakhani S., Pal A. Dental implants: future of prosthetic dentistry // Dentistry. – 2017. – Vol. 3, № 4. – P. 68–70.

## FOUNDATIONS OF GEOMETRIC MODELLING OF FIXED IMMEDIATE DENTURES–PROTOTYPES

**T.V. Polyakova, Y.N. Kharakh, S.D. Arutyunov (Moscow, Russia)**

The need to improve the design of dentures for replacing the included defects in dentition is associated with individual features of the structure of bone tissues and personified geometric characteristics of the prosthesis design. Modern computer design allows you to create geometric models of supporting teeth – prosthesis – jaw directly on the patient's tomogram. Simulation of the process of immediate dentures installation is necessary for preliminary planning of prosthetics and assessment of the load on the dentures. The purpose of the study is to compare the functional loading of classical dentures with a vertical fixation of a crown with a construction with a horizontal fixation method. Dentures of small length with one facet and fixation on two supporting molars are considered. The main types of loading for the structure and the maximum load-bearing load are calculated based on the evaluation of strength by the Mises criterion. The calculations are performed using the software complexes Mimics, SolidWorks, Nastran, Patran. On the 3D model, the stress-strain state of the structural component of the biological organism is studied on the example of bounded edentulous space with artificial inclusions on the basis of the finite element method. The spatial raster model obtained with the help of computer tomography cannot be directly used for numerical analysis. Applications allow you to move from slices to three-dimensional objects with the possibility of structural analysis of the system depending on the density of the tissue structure. A complex approach is proposed for geometric reconstruction of a biomechanical object according to computed tomography implying the creation of discrete facet models of the surfaces of teeth and jaws and the restoration of a solid CAD model.

**Key words:** prosthodontics, finite element method, strength, dentistry, temporary dentures.

*Получено 15 ноября 2017*