

# ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗУБНЫХ РЯДОВ ПРИ ПРОГЕНИЧЕСКОМ СООТНОШЕНИИ ФРОНТАЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ БЕЗЗУБЫХ ЧЕЛЮСТЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**INCREASING THE FUNCTIONAL AND AESTHETIC EFFICIENCY OF THE DESIGN OF THE DENTITION WITH A PROGENIC RATIO OF THE FRONTAL SEGMENTS OF THE EDENTULOUS JAWS BASED ON THE PRINCIPLES OF MATHEMATICAL MODELING**

**D. Aksyonov  
Yu. Mayboroda  
E. Bragin  
I. Aksenov**

*Summary.* Purpose: Development of mathematical parameters necessary for optimal placement of the frontal group of teeth with various variants of asymmetric progenic ratio of edentulous jaws.

*Methods.* In order to rationally design the artificial dentition of the anterior segment, a method of mathematical modeling was developed based on digital data of the dimensions of the sagittal gap between the arches of the apexes of the alveolar ridges, taking into account the standard deviation of the interalveolar lines.

*Results.* Based on the study of the structural features of the alveolar processes of edentulous frontal segments in 72 patients in the oral cavity and on plaster models, various variants of the magnitude of the bends and the degree of divergence of the sagittal gap between both jaws were revealed. The level of inclination of the apex of the alveolar ridges in relation to the horizontal plane and, likewise, the interalveolar arch is located at different angles and the degree of divergence of the sagittal fissure is variable. Four variants of the progenic ratio of the jaws were obtained, taking into account the symmetry or asymmetry of the right and left sides of the frontal part of the jaws.

*Conclusions.* The presented method of constructing the dentition in the anterior segment of the edentulous jaws based on the algorithm of digital calculations makes it possible to more specifically set the teeth, taking into account the degree of divergence of the interalveolar

**Аксёнов Даниил Игоревич**

Аспирант, Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь  
p.ghost@rambler.ru

**Майборода Юрий Николаевич**

К.м.н., доцент, Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь

**Брагин Евгений Александрович**

Д.м.н., профессор, Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь

**Аксёнов Игорь Николаевич**

Ассистент, Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь

*Аннотация.* Цель: Разработка математических параметров, необходимых для оптимальной расстановки фронтальной группы зубов при различных вариантах асимметричного прогенического соотношения беззубых челюстей.

*Методы.* С целью рационального конструирования искусственных зубных рядов фронтального сегмента был разработан метод математического моделирования на основе цифровых данных размеров сагиттальной щели между дугами вершин альвеолярных гребней с учётом среднеквадратичного отклонения межальвеолярных линий.

*Результаты.* На основании изучения особенностей строения альвеолярных отростков беззубых фронтальных сегментов у 72 пациентов в полости рта и на гипсовых моделях выявлены различные варианты величины изгибов и степень расхождения сагиттальной щели между обеими челюстями. Уровень наклона вершины альвеолярных гребней по отношению к горизонтальной плоскости и, равным образом, межальвеолярная дуга располагается под различными углами и степень расхождения сагиттальной щели вариабельна. Получены четыре варианта прогенического соотношения челюстей с учётом симметричности или асимметричности правой и левой сторон фронтального участка челюстей.

*Выводы.* Представленный способ конструирования зубных рядов во фронтальном сегменте беззубых челюстей на основе алгоритма цифровых расчётов позволяют более конкретно производить постановку зубов

lines and the values of their angles in relation to the prosthetic plane in the interframe space of the articulator.

*Keywords:* progeny, mathematical model, toothless jaws, articulator.

## Введение

**М**ногочисленные публикации отечественных и зарубежных исследователей освещают аспекты протезирования беззубых больных различного возраста на фоне разнообразных атрофических процессов протезного ложа. Даже при одинаковых уровнях атрофии альвеолярных отростков у пациентов на фоне особенностей анатомо-топографических условий полости рта не всегда возможна реабилитация отдельных групп больных стандартными методами протезирования [7, 10].

## Литературный обзор

В настоящее время существует тенденция индивидуального подхода к решению планирования подготовки и ортопедическому лечению в каждом конкретном случае с учётом совокупности всех клинических признаков [3, 9, 15]. Даже на стадии снятия функциональных и, особенно, анатомических оттисков часто трудно получить равномерное распределение жевательного давления и чёткого изображения тканей протезного ложа и, тем самым, получения оптимальной адгезии и стабилизации протезов не только в состоянии покоя, но и во время функции жевания и речи [11, 15].

В связи с этим многие авторы подвергают сомнению использования средних параметров при планировании и конструировании искусственных зубных рядов и методы их постановки [7, 11]. При этом отдельные исследователи считают необходимым условием для создания оптимальной стабилизации и фиксации полных съёмных протезов располагать искусственные зубы по отношению к альвеолярным отросткам как были расположены естественные зубы с повторением формы окклюзионных площадок всего зубного ряда с учётом морфометрических параметров лица [15, 18–20]. Данные положения играют значительную роль в формировании в межальвеолярном пространстве функционального уровня конструирования искусственных зубных рядов угол, расхождения которых по отношению к межальвеолярным дугам имеет различные вариации [13, 14, 16]. Конструирование зубных рядов по стеклу (М.Е. Васильев) с применением числовых расчётов до сих пор несут в себе элементы значительных эмпи-

с учётом степени расхождения межальвеолярных линий и величин углов их наклона по отношению к протетической плоскости в межрамочном пространстве артикулятора.

*Ключевые слова:* прогения, математическая модель, беззубые челюсти, артикулятор.

рических погрешностей и не всегда достигается стабилизация полных съёмных протезов [3, 8, 9].

Из этого следует, что дальнейшая разработка рационального конструирования искусственных зубов, является актуальной. Особые трудности представляет ортопедическое лечение больных при прогеническом соотношении беззубых челюстей, обусловленных аномалиями развития (истинная прогения) или последующими атрофическими процессами (старческая прогения) после элиминации всех естественных зубов.

Известны способы конструирования фронтальных зубов в полных съёмных протезах при прогении [7, 19, 22–25], согласно которым расстановку фронтальных зубов осуществляют с созданием минимального контакта между зубами, которые не всегда осуществимы и создают проблемы стабилизации протезных конструкций. Предлагаемые варианты постановки фронтальных зубов при выраженной прогении [20] несут в себе элементы эмпирической трактовки углового наклона зубов без математических расчётов межальвеолярных линий.

Существующие публикации [13, 14] отражают методы математического моделирования конструирования различных уровней для жевательной группы зубных рядов и не применимы для расчётов фронтальных сегментов альвеолярных гребней на фоне различных вариантов соотношений их межальвеолярных линий.

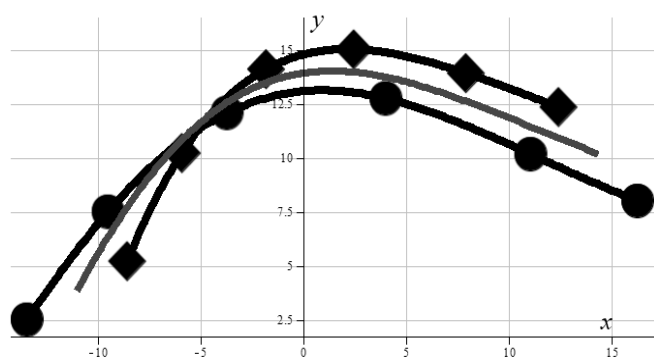
Целью работы являлось, на основе математических расчётов, разработка оптимальной постановки фронтальных зубов у больных с различным уровнем прогенического соотношения челюстей.

## Материалы и методы исследования

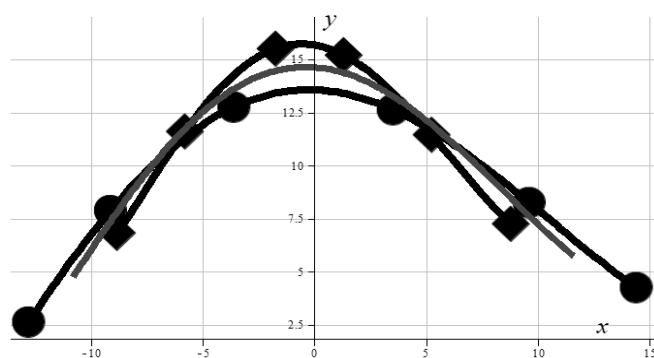
Для решения вопроса рационального конструирования искусственных зубных рядов фронтальных сегментов беззубых челюстей был разработан метод математического моделирования на основе компьютерной программы системы «Waterloo maple 17», которые позволили установить индивидуальные и средние цифровые данные, позволяющие производить оптимальную расстановку зубов по средним общим альвеолярным дугам с учётом угла их наклона.

Таблица 1. Размеры сагиттальной щели области фронтальных сегментов беззубых челюстей (мм)

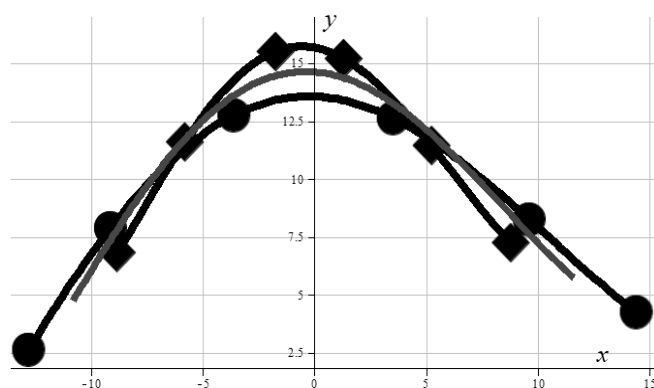
Группы Пациентов	Зубы					
	13	12	11	21	22	23
Группа 4, n=24	3,05	3,00	2,95	2,90	2,75	2,50
Группа 5, n=19	3,86	4,83	2,67	2,17	3,26	2,16
Группа 6, n=12	6,97	8,34	8,34	5,66	5,66	6,00
Группа 7, n=17	2,25	3,75	2,64	4,00	4,45	3,95
Правые	Левые					



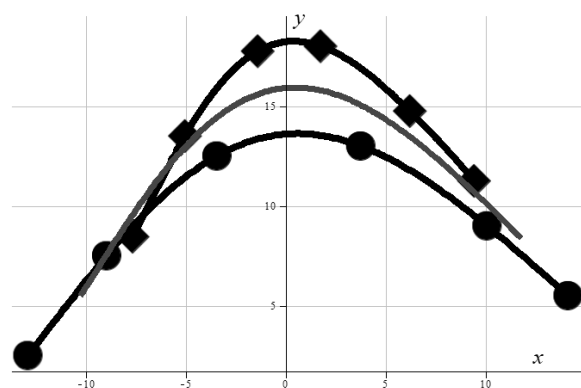
Группа 4



Группа 5



Группа 6



Группа 7

Рис. 1. Средние дуги фронтальных сегментов для верхней и нижней челюстей

На базе гипсовых моделей беззубых челюстей 72 беззубых пациентов, полученных на основе функциональных оттисков в нашей модификации для нижней челюсти [1] производили измерение расстояния сагиттальной щели между дугами фронтальных сегментов вершин альвеолярных гребней верхней и нижней челюстей с помощью сконструированного антропометрического устройства, которое позволило определить уровень расстояния альвеолярных гребней в вертикальной, горизонтальной плоскости и по дуге. Для того чтобы вычислить общую межальвеолярную дугу для

обеих челюстей, измеряли расстояние сегментарной проекции в точках отсутствующих зубов в межрамочном пространстве артикулятора после определения центрального соотношения челюстей. Между правыми и левыми фронтальными зубами определяли форму верхних и нижних дуг, на основе которых были получены различные варианты сагиттальной щели.

Вычисление горизонтальной составляющей координаты зубов обеих челюстей и определения вид дуг осуществляли на основе теоремы Пифагора [12], ис-

Таблица 2. Градусные меры межальвеолярных углов фронтальных сегментов беззубых челюстей

Группы Пациентов	Зубы					
	13	12	11	21	22	23
Группа 4, n=24	100°	91 °	84 °	86 °	91 °	97 °
Группа 5, n=19	92 °	86 °	83 °	84 °	90 °	103 °
Группа 6, n=12	86 °	68 °	65 °	70 °	79 °	90 °
Группа 7, n=17	102 °	88 °	82 °	82 °	86 °	96 °
Правые				Левые		

пользуя данные о средних размерах высоты и ширины коронки естественных зубов по (В.Ю. Устименко 1973) [17] и индивидуальных размеров постоянных зубов [6].

Используя интерполярную формулу Лангранжа [5] по полученным координатам и точек отсутствующих зубов, строят кривые, которые будут соответствовать дугам верхней и нижней челюстей. При построении общей средней межальвеолярной дуги используют те же методы, что и при построении дуг для верхней и нижней челюстей.

Для расчёта величины углов между зубами на основе данных средней высоты коронковой части постоянных зубов, используя формулу И.М. Гельфанда [4], вычисляли соотношения углов для каждой артикулирующей пары зубов в трёхмерной системе координат.

#### Результаты исследования

Расстояние между правыми и левыми фронтальными зубами определяли форму верхних и нижних дуг, на основе которых были получены различные варианты сагиттальной щели, формы изгибов и степень наклона краевых гребней обеих челюстей. При этом уровень наклона вершин краевых гребней также имели разные величины градусных мер.

В данной статье приводятся сведения средних математических параметров наиболее сложных асимметрических сочетаний прогенического соотношения вершин альвеолярных гребней фронтальных сегментов беззубых челюстей (Табл. 1) и является продолжением предыдущей публикации [2], где n-отражают количество пациентов.

При этом для каждого зуба верхней и нижней челюстей цифровые значения имеют специфический диапазон расхождения в каждом конкретном случае и поэтому формы зубных дуг характеризуются значительной вариабельностью. Равным образом углы расхождения для каждой артикулирующей пары одноимённых зубов имеют свои особенности и своеобразные configura-

ции межальвеолярных линий, которые схематично изображены на Рис. 1.

Исходя из цифровых данных расхождения области фронтальных сегментов альвеолярных отростков между обеими челюстями получены четыре основные группы больных, имеющих следующие формы прогенического соотношения челюстей:

1. Прогения асимметричная, умеренно выраженная справа;
2. Прогения асимметричная, умеренно выраженная слева и справа;
3. Прогения асимметричная, резко выраженная справа и умеренно слева;
4. Прогения асимметричная, резко выраженная слева и справа.

Такие варианты соотношения челюстей обусловлены тем, что у части исследуемых групп больных, из данных анамнеза, отмечались наличие врождённой прогении или несоответствие расположения как фронтальных, так и жевательных зубов в зубном ряду в сагиттальном и трансверзальном направлении. Отмечалась их скученность или тремы в передних нижних сегментах. в отличие от старческой прогении.

При этом, по уровню пересечений межальвеолярных линий в каждом из рассматриваемых случаев различают четырнадцать пересечений области боковых резцов, клыков и первых премоляров и, соответственно, ориентация их окклюзионной и фронтальной плоскостей располагается под различными углами к альвеолярным гребням в контакте или без такового во фронтальном участке нижней челюсти с учётом симметрии или асимметрии строения межальвеолярных линий правой и левой сторон (Табл. 2), где n-отражают количество наблюдений

Уровень наклона вершин краевых гребней имели разную степень градусных мер. Среди больных отмечался также различный уровень атрофии формы альвеолярных частей и их сочетаний. Так у части пациентов, имевших умеренно атрофированный гребень альвеолярной дуги в проекции удаленных резцов, напоминал

форму параллелепипеда, но его кривизна на вестибулярной и язычной поверхности часто была несимметричной. Хорошо сохранившийся гребень, с одной стороны, благоприятно отражается на стабилизацию протеза, а с другой затрудняет выбор постановки резцов по отношению к протетической плоскости по минимальному контакту с верхними зубами и достижению эстетики. Уплотненный гребень на всем протяжении альвеолярной части фронтального сегмента наблюдался у другой части больных на фоне углублённой атрофированной формы области жевательных сегментов. У основной части пациентов пожилого и старческого возраста на нижней челюсти имеет место значительная атрофия альвеолярной части. И, как правило, представленные в виде острых, болезненных ощущений при пальпации челюстно-подъязычных гребней. В этом возрасте у 46,3% больных имела место форма, при которой гребень альвеолярной части сохранён в переднем отделе челюсти и атрофирован в боковых, но равномерно.

Измерение расстояния между вершинами альвеолярных гребней области отсутствующих зубов левой и правой сторон показали определённую разницу в цифровых значениях. Цифровые параметры линий пересечения в области отсутствующих клыков часто совпадали, но не всегда. У части лиц разница линий пересечений в проекции боковых резцов составляла в среднем от 1 до 3 мм, центральных резцов в интервале от 0,5 до 2,5 мм и несовпадение углов, которые для каждой артикулирующей пары зубов антагонистов имели свои особенности. При этом отмечается своеобразные расхождения их конфигурации области боковых резцов, клыков правой и левой сторон. Углы общей

межальвеолярной линии для каждой пары зубов варьируют от 84 до 100 градусов в различных проекциях отсутствующих зубов.

На основании цифровых данных постановку фронтальных зубов при первом и втором вариантах возможно осуществлять по ортогнатическому принципу перекрытия нижних зубов верхними. По третьему варианту - по прогеническому, с учётом углов наклона общей межальвеолярной линии для каждой артикулирующей пары зубов.

Конструирование зубных рядов при последнем варианте осуществляют по смешанному или перекрёстному принципу расстановки зубов и, в отдельных случаях, в прямом соотношении.

### Заключение

Разработанная методика конструирования искусственных зубных рядов фронтальных сегментов на основе алгоритма математических расчётов и принципов индивидуального подхода позволяет учитывать уровень асимметрии и углов наклона вершин альвеолярных гребней при различном соотношении сагиттальной щели.

Приведённые принципы математических расчётов при различных вариантах соотношения сагиттальной щели позволяет более рационально на основе компьютерной системы Waterloo Maple 17, производить расстановку искусственных зубов во фронтальном сегменте беззубых челюстей в каждом конкретном случае и повысить эстетические аспекты протезирования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксёнов Д.И., Майборода Ю.Н. Модификация способа получения функционального оттиска с беззубой нижней челюсти. Рац. Предл. Уд. № 1328, Ставрополь, 16.12.2019.
2. Аксёнов Д.И., Майборода Ю.Н., Аксёнов И.Н. Математические предпосылки конструирования фронтальной группы зубов при прогеническом соотношении беззубых челюстей // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: «Естественные и Технические Науки». 2021. № 4. С. 162–166.
3. Винник С.В. Клинико-математический подход к протезированию больных с полным отсутствием зубов на нижней челюсти // Аспирантский вестник Поволжья. 2014. № 5–6. С. 66–69.
4. Гельфанд И.М., Львовский С.М., Тоом А.Л. Тригонометрия. М: МЦНМО, 2002. 199 с.
5. Демидович Б.П., Марон И.А., Жувалова Э.З. Численные методы анализа. М.: Наука, 1967. 368 с.
6. Дмитриенко С.В., Филлимонова С.В., Дмитриенко Д.С. К вопросу определения индивидуальных размеров постоянных зубов человека // Ортодонтия. 2009. № 46. С. 20–22.
7. Загорский В.А. Окклюзия и артикуляция. М.: Бином, 2012. 214 с.
8. Зинякин Р.С. Нечёткое математическое описание физических моделей беззубых челюстей человека // В мире научных открытий. 2010. № 6–1. С. 75–78.
9. Игнатьева Д.Н. Математическое моделирование, анализ и проектирование при зубопротезировании: автореф. дисс. канд. техн. наук. М., 2010, 23 с.
10. Климашин Ю.И. К вопросу о фиксации полных съёмных протезов на нижней челюсти при протезировании в особо сложных клинических условиях // Стоматология. 2012. № 2. С. 51–53.

11. Кузнецов А.В., Власова Е.В., Силаев Ю.М. Выбор тактики ортопедической реабилитации больных с полным отсутствием // Российский стоматологический журнал. 2010. № 5. С. 48–49.
12. Литцман В. Теорема Пифагора. М.: Гос. издательство физико-математической литературы, 1960. 116 с.
13. Лола Д.В., Брагин Е.А., Майборода Ю.Н. Математические предпосылки конструирования искусственных зубных рядов в полных съёмных протезах // Кубанский научный медицинский вестник. 2016. № 2 (157). С. 106–111.
14. Лола Д.В., Брагин Е.А., Майборода Ю.Н. Повышение функциональной эффективности полных съёмных протезов на основе принципов математического моделирования // Кубанский научный медицинский вестник. 2016. № 3 (158). С. 74–79.
15. Невзоров А.Ю., Щербакова И.В. Полная адентия: выбор варианта лечения на основе компьютерного моделирования (insilico) // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. 2012. Т. 2. № 11. С. 881–882.
16. Париллов В.В. Математическое обоснование конструирования зубных рядов в полных съёмных протезах по межальвеолярным линиям // Стоматология. 1988. № 4. С. 60–62.
17. Персин Л.С. Ортодонтия. Диагностика и лечения зубо-челюстных аномалий. М: Медицина, 2004. С. 70.
18. Ряховский А.Н., Полякова М.В. Компьютерное проектирование зубных рядов в полных съёмных протезах // Стоматология. 2011. № 2. С. 65–70.
19. Ряховский А.Н., Полякова М.В. Анализ точности совмещения виртуальных моделей лица и беззубых челюстей пациента различными способами // Институт стоматологии. 2012. № 3. С. 64–66.
20. Тлустенко В.С. Ортопедическое лечение больных при выраженном прогеническом соотношении беззубых челюстей полными съёмными протезами // Аспирантский вестник Поволжья. 2008. № 3–4. С. 168–172.
21. Фищев С.Б., Дмитриенко Д.С., Климов А.Г. Обоснование выбора методов определения размеров зубных дуг морфометрическими параметрами лица // Стоматология детского возраста и профилактика. 2007. № 4. С. 11–12.
22. Caesar H. Qedanken zur totalen Pzothese // Das Dental Labor. 2002. Bd. 50. No. 4. Pp. 533–540.
23. Couz R. Individual Totalpzotheic // Das Dental Labor. 2001. Bd. 49. No. 1. Pp. 83–85.
24. Okuma K., Hizano S., Hayakowa J. Occlusal pressure pattern analysis of complete dentures for evaluation function of occlusal adjustment // Journal of Medical and Dental Sciences. 2004. Vol. 51. No. 4. Pp. 197–203.
25. Wisser W. Rationelles Fetigungsverfahren for die // Dental Labor. 2003. Bd. 51. No. 3. Pp. 439–445.

© Аксёнов Даниил Игоревич ( p.ghost@rambler.ru ), Майборода Юрий Николаевич,  
Брагин Евгений Александрович, Аксёнов Игорь Николаевич.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ставропольский Государственный медицинский университет