

КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

№4
2014



журнал в журнале

КАЧЕСТВО и ИПИ (CALS)-технологии

www.quality-journal.ru

КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

№4 (107)
апрель 2014

СОДЕРЖАНИЕ

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА И ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

В.В. АЗАРЬЕВА, С.А. СТЕПАНОВ
Совершенствование системы менеджмента качества научной организации 3

А.В. АНДРЕЙЧИКОВ, О.Н. АНДРЕЙЧИКОВА, Е.В. ТАБУНОВ, Ю.А. ФИРСОВ,
С.В. ЛЕЛЯНОВА, Д.С. МАРКОВ, К.А. МАСЛОВА, Л.А. АСТАШКИНА
Модели выбора стратегий коммерциализации инноваций и защиты интеллектуальной
собственности на стадии концептуального проектирования* 7

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Е.С. ГРЕСС, С.С. КРЫЛОВ
Методические аспекты комплексного оценивания компетенций студентов 14

А.А. ЛИСТВИН
Система подготовки квалифицированных рабочих и специалистов металлургического
профиля в условиях инновационной экономики 20

К.Э. ПИСАРЕНКО, Э.В. ПИСАРЕНКО
Управление требованиями работодателей к качеству образовательных услуг 25

С.У. УВАЙСОВ, М.А. КРИВИЦКАЯ, К.И. БУШМЕЛЕВА
Алгоритм обработки экспертной информации при построении рабочего учебного
плана 33

КАЧЕСТВО И ИПИ(CALS)-ТЕХНОЛОГИИ

КАЧЕСТВО: РУКОВОДСТВО, УПРАВЛЕНИЕ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ

О.А. БОРТНИК
Принципы построения оценочных систем в задачах управления качеством 37

ПРИБОРЫ, МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ

Р.В. СКВОРЦОВ, М.Д. ОЗЕРСКИЙ
Математический аппарат по оценке надежности и определение приоритетных
направлений совершенствования технологического процесса изготовления
многослойной печатной платы 41

И.Ю. ГРОМОВ
Оптимизационная модель термозлемента Пельтье 50

СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Е.Н. ЧУМАЧЕНКО, И.В. ЛОГАШИНА, С.Д. АРУТЮНОВ, З.Л. ШАНИДЗЕ
Применение информационных технологий к оценке функциональной эффективности
материалов протезов-обтураторов 56

В.Г. ПОДЛЕСНЫХ
Извлечение частых множеств из транзакционных данных вертикального формата 62

А.Г. СЕРГЕЕВ, Д.Ю. ОРЛОВ, Г.И. ЭЙДЕЛЬМАН, Е.В. АРЕФЬЕВ
Современные подходы к обработке результатов прямых многократных измерений
при контроле качества продукции 69

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
ОБЪЕДИНЕННОЙ РЕДАКЦИИ
Азаров В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Алешин Н.П. (Москва), Батыров У.Д.
(Нальчик), Бойцов Б.В. (Москва),
Васильев В.А. (Москва), Васильев В.Н.
(Санкт-Петербург), Домрачев В.Г.
(Москва), Журавский В.Г. (Москва),
Карабасов Ю.С. (Москва),
Кортов С.В. (Екатеринбург),
Лопота В.А. (Москва), Львов Б.Г.
(Москва), Лончих П.А. (Иркутск),
Мищенко С.В. (Тамбов), Олейник А.В.
(Москва), Сергеев А.Г. (Москва),
Смакотина Н.Л. (Москва), Старых В.А.
(Москва), Степанов С.А. (Санкт-
Петербург), Стриханов М.Н. (Москва),
Тихонов А.Н. (Москва), Фирстов В.Г.
(Москва), Фонотов А.Г. (Москва),
Харин А.А. (Москва), Червяков Л.М.
(Курск), Шленов Ю.В. (Москва)

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ
Диккенсон П., Зайчек В., Иняц Н.,
Кэмпбелл Д., Лемайр П., Олдфилд Э.,
Пупиус М., Роджерсон Д., Фарделф Д.

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ
105118, Москва, ул. Буракова, д.8.
Тел.: +7 (495) 916-28-07,
+7 (495) 916-89-29,
факс: +7 (495) 917-81-54
E-mail: quality@eqc.org.ru (для статей),
hg@eqc.org.ru (по общим вопросам),
www.quality-journal.ru; www.quality21.ru

ИЗДАТЕЛЬ
Европейский центр по качеству

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
Гудков Ю.И.
ygudkov@hse.ru

ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
Каленова К.В.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР
Савин Е.С.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Мартюкова Е.С.
ne@eqc.org.ru

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН
в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых
коммуникаций. Свидетельство о регистрации
ПИ №77-9092.

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС
в каталоге агентства «Роспечать» 80620, 80621;
в каталоге «Пресса России» 14490.

ОТПЕЧАТАНО
ФГУП Издательство "Известия" УД ПРФ
127254, г. Москва, ул. Добролюбова, д.6

© «Европейский центр по качеству», 2014

Журнал входит в перечень ВАК РФ

Статьи рецензируются

Е.Н. Чумаченко, И.В. Логашина, С.Д. Арутюнов, З.Л. Шанидзе

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ПРОТЕЗОВ-ОБТУРАТОРОВ

С помощью информационных технологий получены новые данные о сравнительной функциональной эффективности эластичных креплений протезов-обтураторов, применяемых при протезировании приобретенных дефектов твердого нёба. Обсуждаются проблемы повышения качества применяемых протезов при ортопедической стоматологической реабилитации онкологических и посттравматических больных с послеоперационными дефектами верхней челюсти.

Ключевые слова: математическое моделирование, информационные технологии, качество крепления, протез-обтуратор

Считается, что первое сообщение о лечении приобретенных дефектов твердого нёба люэтического и травматического происхождения с помощью обтюрации сделал еще Петрониус. Он рекомендовал закрывать дефекты нёба хлопчатой бумагой, воском или же тонкой золотой пластинкой, которая по своей форме соответствовала бы форме свода нёба.

Первые обтураторы для закрытия приобретенных дефектов твердого нёба применил Амбруаз Паре (1594 г.) и, тем самым, положил начало ортопедическому методу лечения больных с приобретенными дефектами твердого нёба. Для фиксации обтураторов он использовал края дефекта и носовую поверхность нёбного свода.

В 1820 г. Делабарре первым применил нёбную пластинку из каучука наподобие зубных протезов и фиксировал ее к естественным зубам металлическими кламмерами, которые впервые были предложены Джемсом Гарденом в 1780 г.

Введение каучука для изготовления обтуратора способствовало дальнейшему развитию ортопедического лечения приобретенных дефектов твердого неба. Применение обтураторов распространилось и на более обширные дефекты, возникающие после различных ранений, а также на дефекты после резекции верхней челюсти по поводу злокачественных новообразований [1, 2] (Рис. 1).

Тем не менее, проблема качественного протезирования съемными протезами в настоящее время

остается актуальной и сложной задачей ортопедической стоматологии [3].

Роль врача-стоматолога-ортопеда в данном случае чрезвычайно высока. Основная его функция в данном случае - ортопедическое лечение, то есть зубочелюстно-лицевое протезирование. Протез призван восстановить утраченные функции и в максимальной степени обеспечить косметический эффект.

Из общих соображений понятно, что при неблагоприятных условиях протезного ложа базис протеза должен быть дифференцированным. Т.е., как отмечал еще профессор В.Ю. Курляндский [4] - "там, где твердо на челюсти, должно быть мягко в базисе, и наоборот".

Определяющее влияние на качество жизни пациента после операционного вмешательства и установки протеза-обтуратора оказывают эксплуатационные характеристики протеза. В частности, это усилие введения протеза на место травмы и усилие изъятия протеза, комфортные условия фиксации протеза. Условия фиксации должны обеспечивать, с одной стороны, надежное крепление протеза, а с другой, гарантировать отсутствие травм на слизистой оболочке нёбного участка верхней челюсти.

Ответить на все эти вопросы и обеспечить требуемое качество протезирования невозможно без применения самых современных приемов информационных технологий, позволяющих строить

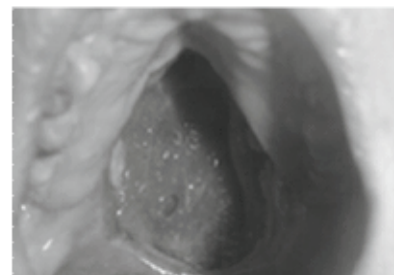
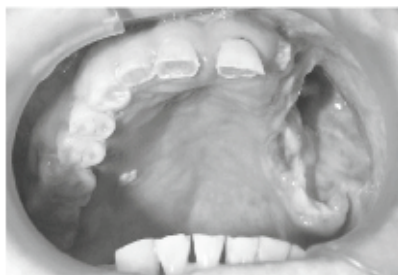
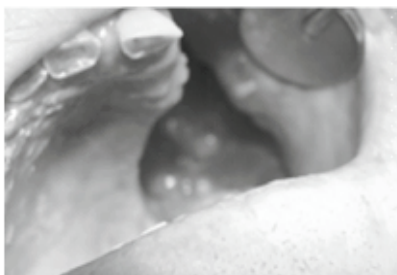


Рис. 1. Примеры дефектов твердого нёба

имитационные модели биомеханических систем и оптимизировать их по различным параметрам.

В соответствии с разработанной и апробированной ранее математической моделью, описывающей поведение биомеханических зубочелюстных систем с искусственными включениями [5-7], в этой работе был проведен численный сравнительный анализ эластичных материалов с целью оценки функциональной эффективности их применения для крепления протезов-обтураторов.

Расчеты выполнялись с помощью вычислительно-го комплекса SPLEN, разработанного сотрудниками кафедры "Механика и математическое моделирование" МИЭМ НИУ ВШЭ, при участии Московского государственного медико-стоматологического университета [5]. Система ориентирована на расчет неоднородных неодносвязных конструкций различного назначения. Математическую основу системы составляет метод конечных элементов в форме перемещений с использованием треугольных симплекс-элементов. В системе для оценки вероятности разрушения биомеханической конструкции используется критерий разрушения Шлейхера-Надаи. Этот критерий позволяет построить более точную модель повреждения, одновременно учитывающую прочностные показатели материалов конструкции на сжатие и на разрыв.

Принятые допущения и экспериментальные данные, используемые при моделировании

Края оперированного участка неба считались жесткими, и не должны были испытывать нагрузку выше заданного порога, обеспечивающего отсутствие травм на слизистой оболочке костных тканей.

Вводимая в посттравматическую полость верхней челюсти часть протеза-обтуратора изготавливается из специального мягкого медицинского материала. В работе были рассмотрены четыре таких материала:

1. Mollosil® (фирмы DETAX GmbH & Co. KG, Германия),
2. COE SOFTTM (США),
3. Elite Soft Relining (фирмы Zhermack, Италия),
4. ПРЭСС (силиконовый материал горячей полимеризации, Россия).

Испытания этих медицинских материалов и определение их физических характеристик было выполнено в лаборатории профессора Р.А. Васина, под руководством старшего научного сотрудника П.В. Чистякова, в институте Механики МГУ им. М. Ломоносова.

Первые два материала производятся в виде двух гелеобразных компонент, которые при изготовлении образца смешиваются в равных по объему частях. Для изготовления образцов была сделана из фторопласта цилиндрическая форма. Внутренний размер (диаметр 15 мм, высота 30 мм) соответствовал размерам образца. При изготовлении образца на фторопластовую пластину выдавливалось одинаковое количество каждой из компонент

определялось длиной выдавленной массы), которые перемешивались шпателем до получения однородной массы (не более 30 сек!), которой в течение 30 сек заполнялась цилиндрическая форма. Процесс отверждения проходил несколько часов, после чего излишки материала с торца срезались, и образец выдавливался из формы.

Материал ПРЭСС в исходном состоянии является пластичной массой. Для изготовления образцов из данного материала заполнялась та же самая форма. После заполнения происходила горячая полимеризация: нагрев в воде до 100оС в течение часа и поддержание температуры 100оС в течение 2 часов.

Материал COE SOFT в исходном состоянии имеет две компоненты: порошкообразную и жидкую, которые при изготовлении образца смешиваются в заданной пропорции. Для изготовления образцов использовалась форма диаметром 20 мм. Всего для проведения экспериментов было изготовлено 10 образцов из материала Elite Soft Relining, 7 образцов из материала Mollosil®, 11 образцов из материала ПРЭСС и 7 образцов из материала COE SOFTTM (см. рис. 2).



Рис. 2. Фотография образцов перед проведением испытаний

Эксперименты на сжатие проводились на испытательной машине ZWICK Z100. Осевое усилие измерялось динамометром 10 кН. Деформация измерялась по перемещению траверсы. В связи с тем, что характерные усилия в ходе эксперимента были очень малы, жесткостью машины пренебрегали.

Экспериментальные исследования показали, что свойства силиконовых материалов Elite Soft Relining, Mollosil® и ПРЭСС похожи друг на друга. Все три материала ведут себя упруго при деформациях до 40%. Релаксация при начальной деформации 20% в течение 10 минут не превышает 5-6%. Скоростная чувствительность практически отсутствует при изменении скорости нагружения на два порядка. Модули упругости у материалов Mollosil® и ПРЭСС очень близки, а у материала Elite Soft

Relining приблизительно в два раза выше. Эксперименты на малоцикловое нагружение показали, что минимальное влияние циклическое нагружение оказывает только на материал Mollosil®.

Свойства акрилового материала COE SOFTTM сильно отличаются от обычных силиконовых материалов. Эксперименты на образцах из материала COE SOFT показали наличие большой скорости чувствительности, наличие релаксации (за 10 минут напряжение упало в четыре раза). Явление ползучести при минимальных нагрузках было обнаружено уже в процессе изготовления образцов. Изготовленные образцы деформировались в течение нескольких суток под действием собственного веса.

После статистической обработки экспериментальных данных было установлено, что модуль Юнга для материала Elite Soft Relining можно принять равным 1,68 МПа (со среднеквадратичным отклонением 0,075), для материала Mollosil® - 0,85 МПа (со среднеквадратичным отклонением 0,021), соответственно, для материала ПРЭСС - 0,73 МПа (0,020) и для материала COE SOFT - 0,303 МПа (0,025). Установлено также, что эти материалы гарантированно сохраняют свои начальные упругие свойства до степени деформации 40%. Коэффициент Пуассона для всех материалов можно принять одинаковым и равным 0,45.

Для выполнения серии численных экспериментов и последующего анализа функциональной эффективности фиксирующей части обтуратора необходимо определить основные контролируемые параметры. В соответствии с базовой математической моделью - их три: [6]

- усилие, необходимое для установки протеза - P_{input} ;
- усилие, необходимое для извлечения протеза - P_{output} ;
- возникающее максимальное давление на слизистую оболочку края травмированной области верхней челюсти в процессе установки и извлечения протеза - Q .

Понятно, что P_{input} необходимо минимизировать для облегчения пользования протезом при регулярных (ежедневных) гигиенических процедурах. P_{output} - должно быть, с одной стороны, ограничено для облегчения регулярного пользования (в гигиенических целях), с другой стороны, оно должен быть достаточным для удержания протеза в ложе верхнего нёба, обеспечивая фиксацию протеза при раскрытии челюсти в условиях налипания пищевых комков (с усилием). Q - не должно превышать давления, вызывающего травматический эффект у пациента. Введем обозначения (см. рис. 3):

Δs - величина, на которую выступает (относительно массивной части) "фиксирующий выступ";

m - ширина уступа на внешнем контуре (принято, что на внутреннем контуре ширина уступа постоянна и равна 4 мм);

n - величина утолщения нёбной части протеза

после фиксирующего выступа (обоснование необходимости этого утолщения приведено в работе [6])

R - радиус, характеризующий кривизну поверхности части протеза-обтуратора, используемой для восстановления поврежденного участка нёба.

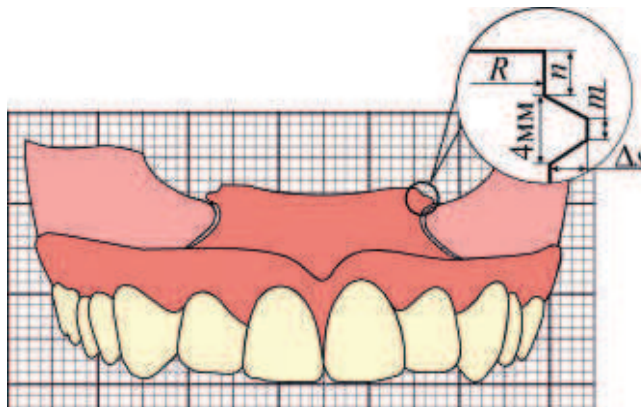


Рис. 3. Схема протеза-обтуратора: в фиксированном состоянии и увеличенный фрагмент с геометрическими характеристиками фиксирующего выступа

Результаты численных экспериментов

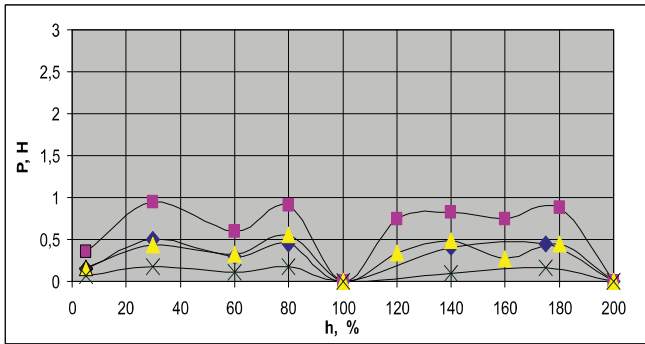
В статье [6] было показано, что величина утолщения в нёбной части ($n = 2$ мм) обеспечивает примерное равенство усилий для установки и снятия протеза. Это максимально достижимый касательный эффект, так как во всех случаях, в связи с наличием массивной части протеза с язычной стороны, получается, что $P_{input} \leq P_{output}$. В дальнейших расчетах будем полагать $n = 2$ мм.

Сравнительный анализ контролируемых параметров крепления протеза-обтуратора для выбранных материалов выполнялся в несколько этапов.

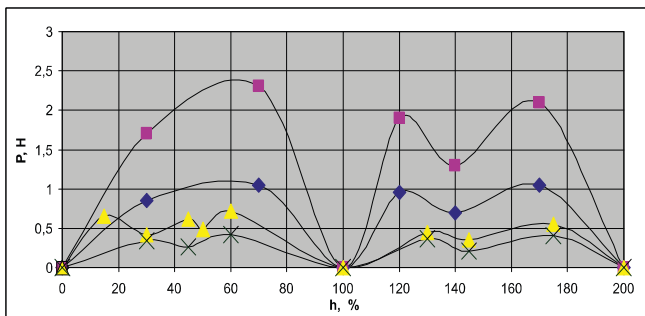
На первом этапе варьировались высота заусенца $\Delta s = \{0,5; 1,0; 1,5 \text{ мм}\}$. Графики изменения усилия при установке и извлечении протеза приведены на рис. 4. Расчеты выполнялись для $R = 10$ мм, $m = 2$ мм, коэффициент трения $k = 0,1$.

Значения величины давления на слизистую поверхность края травмированной полости сведены в таблицу 1.

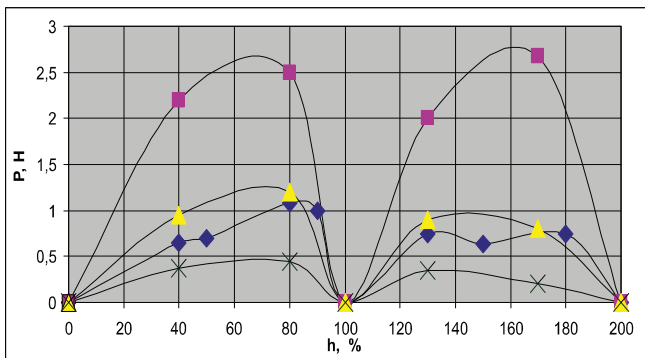
Из совокупности полученных данных следует, что материал Elite soft является наиболее удачным для использования при креплении протеза-обтуратора. При повышенной болевой чувствительности слизистой целесообразно использовать материалы Mollosil и ПРЭСС. Материал COE SOFT применять для изготовления креплений протеза-обтуратора не рекомендуется. Величиной выступа Δs можно регулировать оптимальное для каждого пациента соотношение между жесткостью закрепления протеза и комфортом его эксплуатации, связанное с индивидуальным болевым порогом от давления на слизистую поверхность края травмированной полости.



а)



б)



в)



Рис. 4. Усилия, возникающие при установке (от 0 до 100%) и извлечении (от 100 до 200%) протеза обтуратора:

а) $\Delta s=0,5$ мм; б) $\Delta s=1$ мм; в) $\Delta s=1,5$ мм

Таблица 1. Давление на слизистую поверхность (в г/мм²)

Материал \ Высота выступа, Δs мм	0,5	1,0	1,5
Mollosil	49	76	85
Elite soft	97	150	168
ПРЭСС	42	65	73
COE SOFT	17	27	30

На втором этапе оценивалось влияние ширины выступа (m) при постоянных значениях высоты заусенца $\Delta s = 1,0$ мм и $R = 10$ мм. Результаты имитационного моделирования приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что давление на слизистую с увеличением m для всех материалов возрастает, в то время как усилия, необходимые для установки и снятия протеза, практически не меняются. Более того, при $m = 3$ мм происходит разбалансировка между P_{input} и P_{output} . Таким образом, в дополнение к предыдущему выводу, следует добавить, что ширину выступа целесообразно делать от 1,0 до 2,0 мм.

На третьем этапе анализировалось влияние на контролируемые параметры приведенного радиуса, характеризующего кривизну края травмированной области нёба. При этом полагалось, что $\Delta s = 1,0$ мм и $m = 2$ мм.

Выполненные расчеты (таблица 3) показали, что с увеличением радиуса, жесткость установки протеза и давление на слизистую при его введении и снятии уменьшаются. Но если для материалов с низким значением модуля Юнга это почти незаметно, то для Elite soft (в абсолютных значениях) разница составляет 0,5 Н. То есть речь идет о величинах порядка 25% от базовых.

Таким образом, при увеличении размера травмы нужно использовать материалы с более высоким модулем Юнга или воспользоваться конструкцией с жесткой вставкой [7], которая позволяет использовать более мягкие материалы.

Заключение

1. Получены номограммы и таблицы, по которым можно оценить, какой из рассмотренных материалов будет иметь большую функциональную эффективность при изготовлении крепления протеза-обтуратора в зависимости от индивидуальных особенностей травмы и болевой чувствительности пациента.

2. Выявлены особенности формы зацепляющего выступа. Рекомендована ширина выступа в 2 мм.

3. Установлено, что материал COE SOFT не целесообразно использовать для изготовления крепления протезов-обтураторов.

E.N. Chumachenko, I.V. Logashina, S.D. Arutynov, Z.L. Shanidze

**THE APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY
TO THE ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL
THE EFFECTIVENESS OF THE MATERIALS USED FOR FIXING DENTURES**

New data on the relative effectiveness of functional elastic fastenings prosthesis-obturators obtained with the help of information technology. These prosthesis are used in prosthetic acquired defects of the hard palate. Discusses the problems of improving the quality of prostheses that use at orthopedic and dental rehabilitation of cancer patients or post-traumatic patients with post-operative defects of the upper jaw.

Keywords: Mathematical modeling, information technology, the quality of attachment, denture-obturator

References:

1. Ivashchenko N.I., Ippolitov V.P. Osteosynthesis in the treatment of severe combination of craniofacial trauma in boys // *Clinical Dentistry*. 2007. N. 3. PP. 56 - 59.
2. Wagner V.D., Saleev R.A., Smirnova L.E., Bochkovsky I.S., Vashurin I.V. Orthopedic treatment technology dental patients // *Clinical Dentistry*. 2010. N. 1. PP. 12-15.
3. Lebedenko I.Y., Voronov A.P., Arutynov S.D., Peregoudov A.B., Nalbandian K.G., Vuraki N.K. Prosthetics in the absence of dental prostheses with bilayer governmental bases. Modern view of the problem // *Clinical Implant Dentistry*. 2001. № 1-2. PP. 86-89.
4. Kurlandskiy V.Y. Textbook of prosthetic dentistry. - M.: Medgiz, 1958. 483p.
5. Chumachenko E.N., Arutynov S.D., Lebedenko I.Y. Mathematical modeling of the stress-strain state of dentures. - M.: Molodaia Gvardiya, 2003. 272s.
6. Chumachenko E.N., Lebedenko I.Y., Arutynov S.D., Logashina I.V., Shanidze Z.L. Mathematical modeling and improving the quality of prosthetic - fastening obturators in cancer patients with acquired defects of the upper jaw // *Quality. Innovation. Education*. 2011. N. 12. PP. 99-103.
7. Chumachenko E.N., Logashina I.V., Arutynov S.D., Shanidze Z.L. Simulation - fixing prostheses obturators in prosthetics acquired defects of the hard palate // *Collection of Articles IV MNPК "High-tech, basic and applied research in physiology, medicine, pharmacology*, Ed. Polytechnic University, St. Petersburg, 2012. PP.165-169.

Chumachenko Eugene Nikolaevich,
*Honored Worker of Science RF,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Academician of the Academy of Natural Sciences,
Head of Department of mechanics and mathematical
modeling of the MIEM of Higher School of Economics.
e-mail: echumachenko@hse.ru*

Logashina Irina Valentinovna,
*Ph.D., advisor of Natural Sciences,
Associate Professor, Department of Mechanics
and mathematical modeling of the MIEM
of Higher School of Economics.
e-mail: logashina@hse.ru*

Arutynov Sergey Darchoevich,
*Honorary Doctor of Russia, Doctor of Medicine,
Academy of Natural Sciences, Professor,
Head Department of general dentists and dental
technicians prepare the Moscow State Medical and
Dental University.
e-mail: sd.arutyunov@mail.ru*

Shanidze Zurab Levanovich,
*graduate of the Moscow State Medical and Dental
University.
e-mail: sd.arutyunov@mail.ru*