

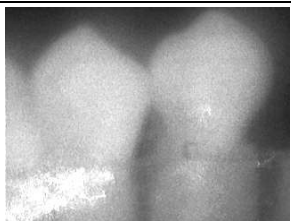

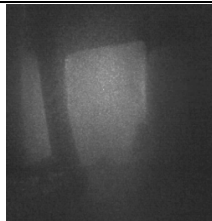
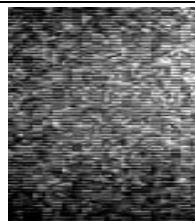
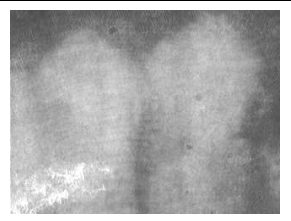


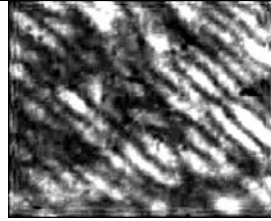
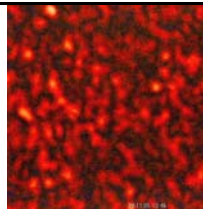
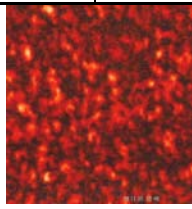
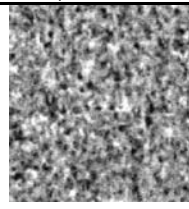
Иркутское высшее военное авиационное инженерное училище
(Военный институт)
Дальневосточный государственный медицинский университет,
г. Владивосток
Иркутский государственный медицинский университет
Стоматологическая Клиника № 1 г. Иркутска

А.Н. БОРОДИН, В.В. ВАСИЛЬЕВ, В.Г. ВАСИЛЬЕВ, И.Э. ВОЛЬФ, В.А. ВОРОБЬЕВ,
А.Н. МАЛОВ, А.В. НЕУПОКОЕВА, С.В. ПОТОЦКАЯ, САЛАГАЙ О.И.,
А.В. СЫЧЕВСКИЙ.

Мобильный спекл-лазерный прибор «СОНол 06» для исследования характеристик шероховатой поверхности и подповерхностных структур полупрозрачного объекта

При отражении лазерного излучения от шероховатой поверхности формируется пятнистое распределение интенсивности рассеянного излучения, которое принято называть спекл-картиной (от англ. Speckle – пятнышко). Характеристики и структура такой спекл-картины зависят от свойств поверхности исследуемого тела, от размера шероховатости, от глубины рельефа и т.д. Для многих объектов исследования имеется поверхностный слой определенной толщины, в который проникает излучение и также рассеивается назад. Это излучение содержит информацию о внутреннем строении этого слоя предмета исследования и вносит вклад в характеристики спекл изображения.

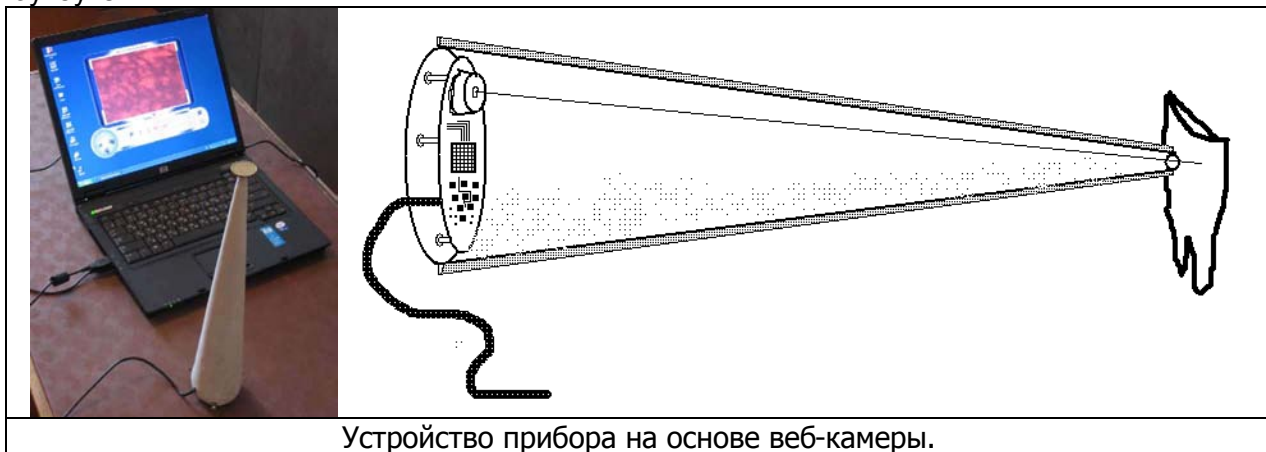
Примеры спекл-картин

 Полное изображение $M = 182.3286; D = 67.6866; \sigma = 8.2272$	 Фрагмент	 Полное изображение $M = 81.9973; D = 145.9370; \sigma = 12.0804$	 Фрагмент
 Полное изображение $M = 175.1574; D = 90.9885; \sigma = 9.5388$	 Фрагмент	 Полное изображение (имеется регулярная микроструктура) $M = 81.8970; D = 145.0693; \sigma = 12.0445$	 Фрагмент
 а	 б	 в	
<p>Влияние подповерхностной структуры на спекл-структуру рассеянного поля: а) спекл-картина от одного неподвижного образца, б) спекл-картина от сэндвича из двух матовых стекол, в) разность изображений, полученная компьютерно, описывающая влияние подповерхностной структуры.</p>			

Принцип действия: Исследуемый объект освещается когерентным пучком света от полупроводникового лазерного диода (LDM-650.2.S.5). Часть рассеянного излучения фиксируется матрицей ПЗС-приемника и передается в виде цифрового изображения на

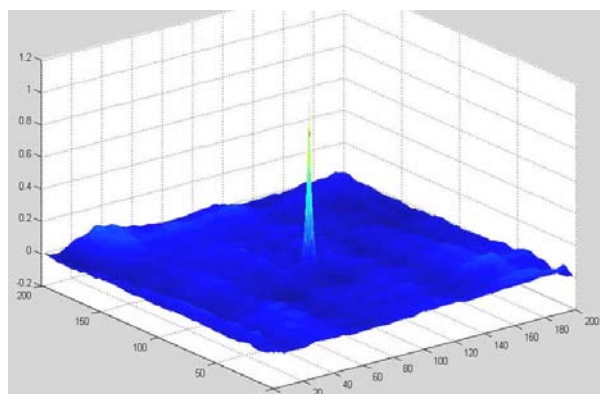
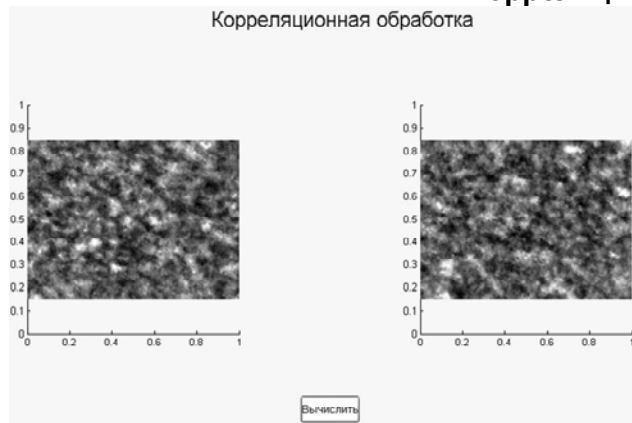
компьютер, где оно записывается в виде матрицы действительных значений интенсивности и обрабатывается с помощью программы, созданной на языке Matlab. Основная идея прибора состоит в том, что при отражении от костной ткани или тканей зуба в формировании спекл картины принимают не только поверхностные неровности, но и структуры находящиеся в подповерхностных слоях, чему способствует частичная прозрачность биологических тканей.

Прибор «СОН-06» адаптирован для **диагностирования заболеваний зубной ткани**. Для этого первоначально собираются заранее классифицированные спекл-картины для зубных тканей в различных состояниях: здоровые зубы, зубы с повреждениями в различных стадиях. Полученные изображения затем подвергаются корреляционному и статистическому анализу для построения пространства признаков и для выяснения возможности диагностирования заболеваний зубов по корреляционным, вейвлетным или другим алгоритмам, реализуемым с помощью специализированного программного обеспечения на ноутбуке.

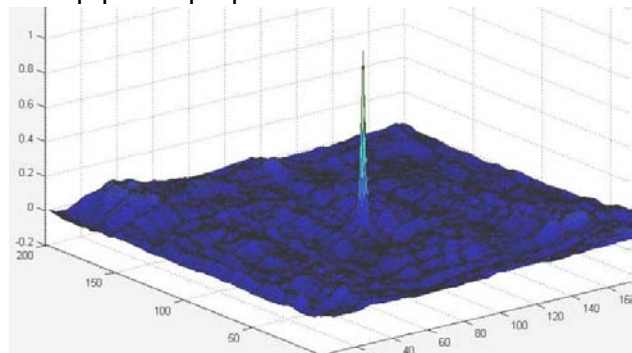


Устройство прибора на основе веб-камеры.

Корреляционный анализ

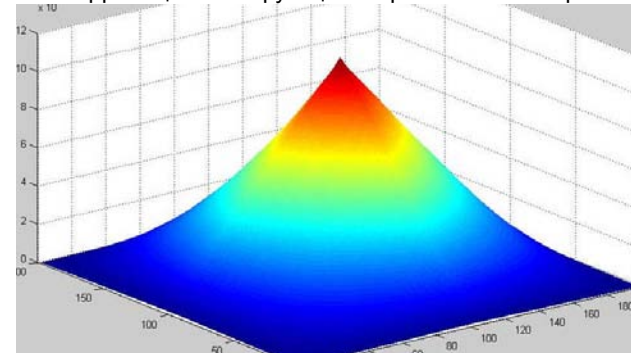


Интерфейс программы

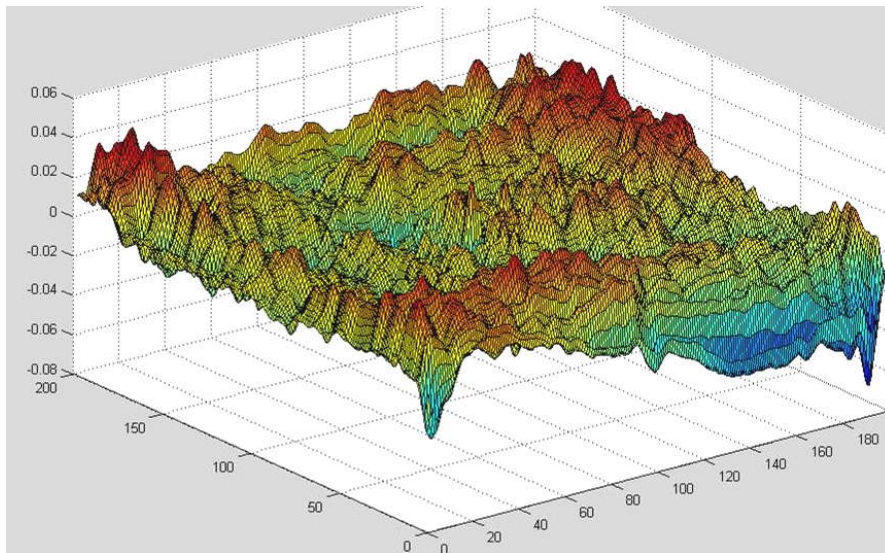


Автокорреляционная функция менее шероховатой поверхности

Автокорреляционная функция шероховатой поверхности

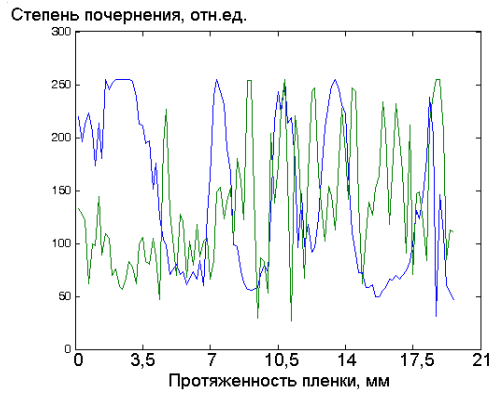


Автокорреляционная функция гладкой поверхности

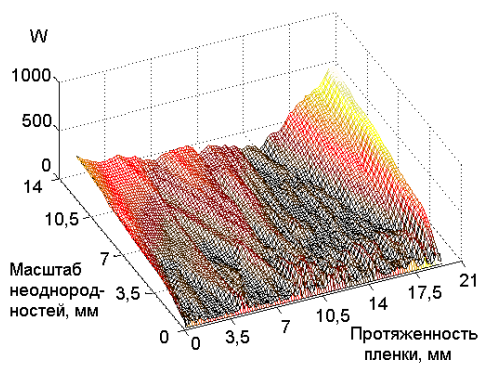


Разность автокорреляционных функций для двух шероховатых поверхностей

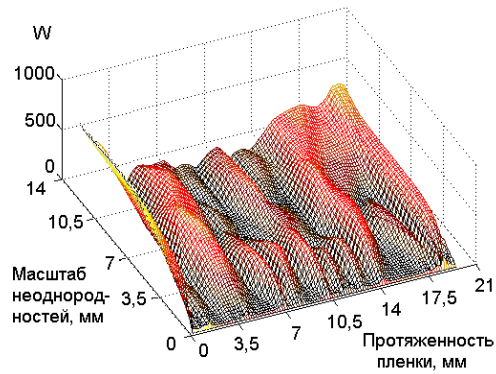
Вейвлет - анализ



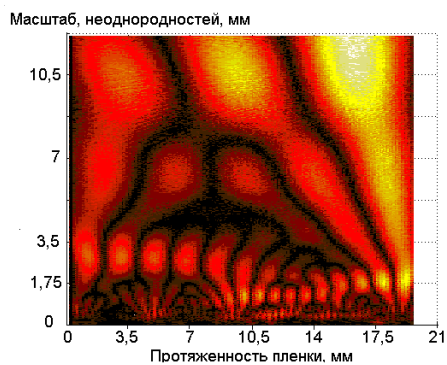
Оцифрованные срезы разностной спекл-картины, к которым применялось вейвлет-преобразование



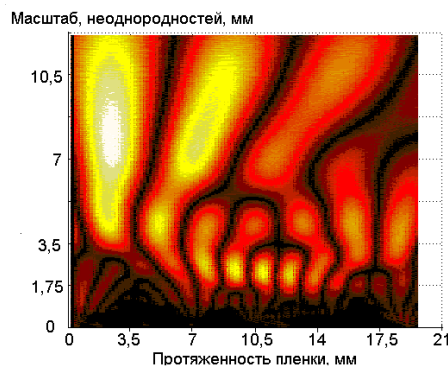
а



б



в



г

Вейвлет-поверхности (а, б) и их скелетоны (в, г) для различных срезов

Области применения:

- стоматология (неинвазивная, безопасная, оперативная диагностика состояния костных тканей, контроль качества пломбировочных и протезных материалов),
- археология (идентификация и классификация керамических, деревянных, костных и др. фрагментов),
- машиностроение (контроль качества поверхности изделий, анализ процессов абразивного износа, диагностика подповерхностных дефектов),
- электроника (диагностика дефектов отслоения от подложки пленочных структур, контроль качества кремниевых и др. подложек для СБИС),
- строительство и реставрационные работы (анализ состояния строительных материалов- древесина, гипс, мрамор и др.).

*Работа проводится в рамках финансирования по проектам Российского Фонда
Фундаментальных Исследований (направление «Фундаментальные основы
инженерных наук») №№ 05-08-33639, 06-08-00596, 06-08-01109.*