

Исследование снимков поверхности электродов после искрового разряда, с использованием интерференционного микроскопа NewView 5010

Докладчик: Максимов Артем
Дмитриевич

Аспирант 4го года обучения,
младший научный сотрудник
ЛКЭФИ УрО РАН ИЭФ

Соавторы: Азаркевич Е.И., Бекетов
И.В. Колеух Д.С.

a.d.maksimov1415@gmail.com

Актуальность. Описание проблемы

Метод искрового разряда

Преимущества: высокая чистота и удельная поверхность получаемых наноматериалов.

Главный недостаток: низкая производительность

Актуальность:

- Исследование характера эрозии электродов применяемых а методе искровых разрядов
- Разработка основ для дальнейшего исследования параметров влияющих на характеристики метода искрового разряда посредством применения интерференционной микроскопии

Цели и задачи

Цель: Разработать подход исследования поверхности электродов используемых в методе искрового разряда на основе аналитики данных интерференционной микроскопии.

Задачи:

- Проведение интерференционной микроскопии
- Вычисление параметров пятен искровых разрядов

Условия эксперимента

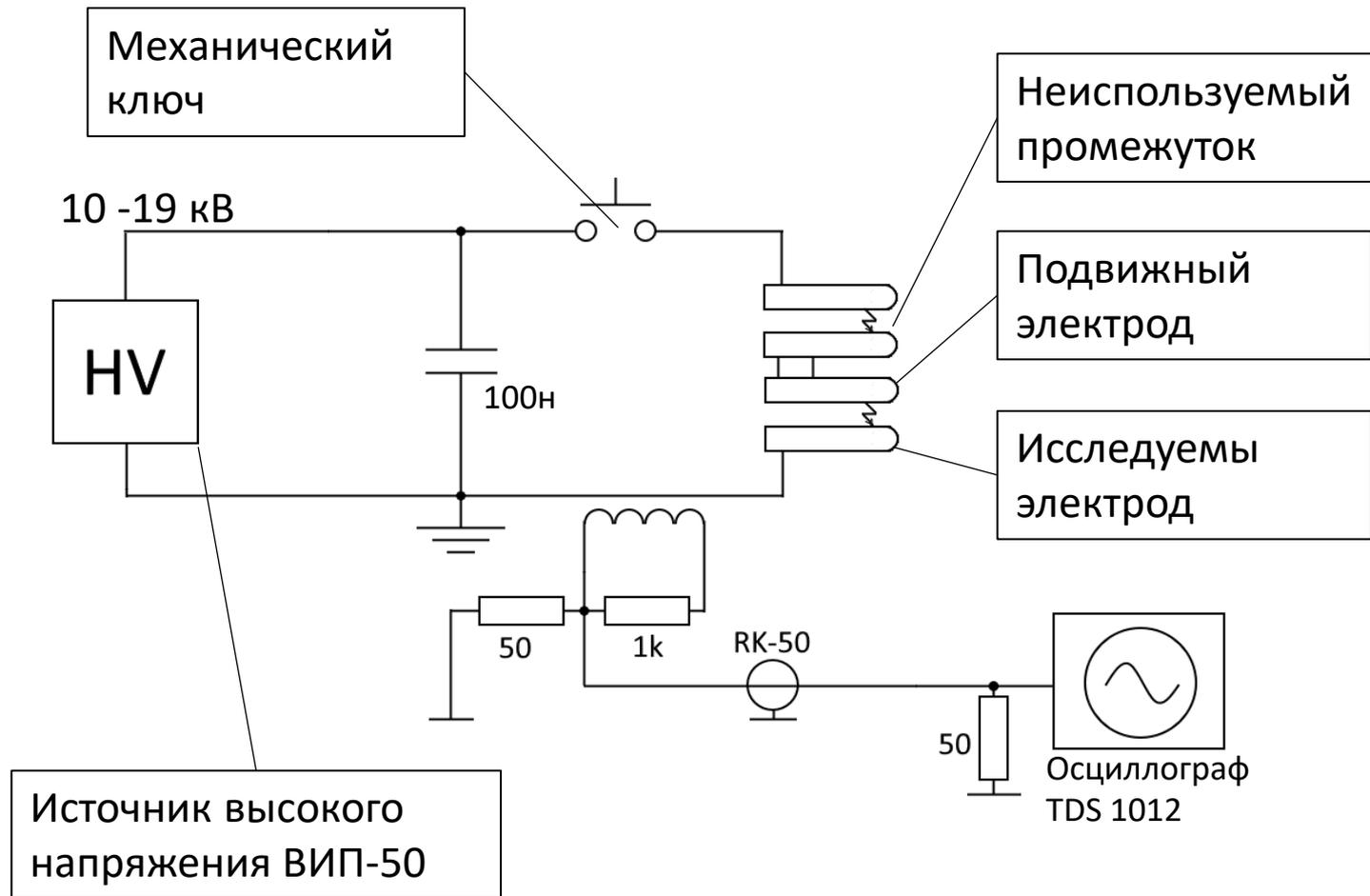
Материал электродов: Fe

Исследовательское оборудование: Интерференционный микроскоп NewView5010, оптический микроскоп Olympus (ИЭФ УрО РАН лаборатория прикладной электродинамики)

Пятна искровых разрядов получены при разных значениях энергии разрядов. Всего, на электроде получены четыре пятна разрядов. Значения энергии варьировались от 5 до 18 Дж.

Обработка данных интерференционной микроскопии осуществлялась в программном пакете Mathcad

Схема эксперимента



Оптические снимки поверхности электродов

А)



Б)



В)

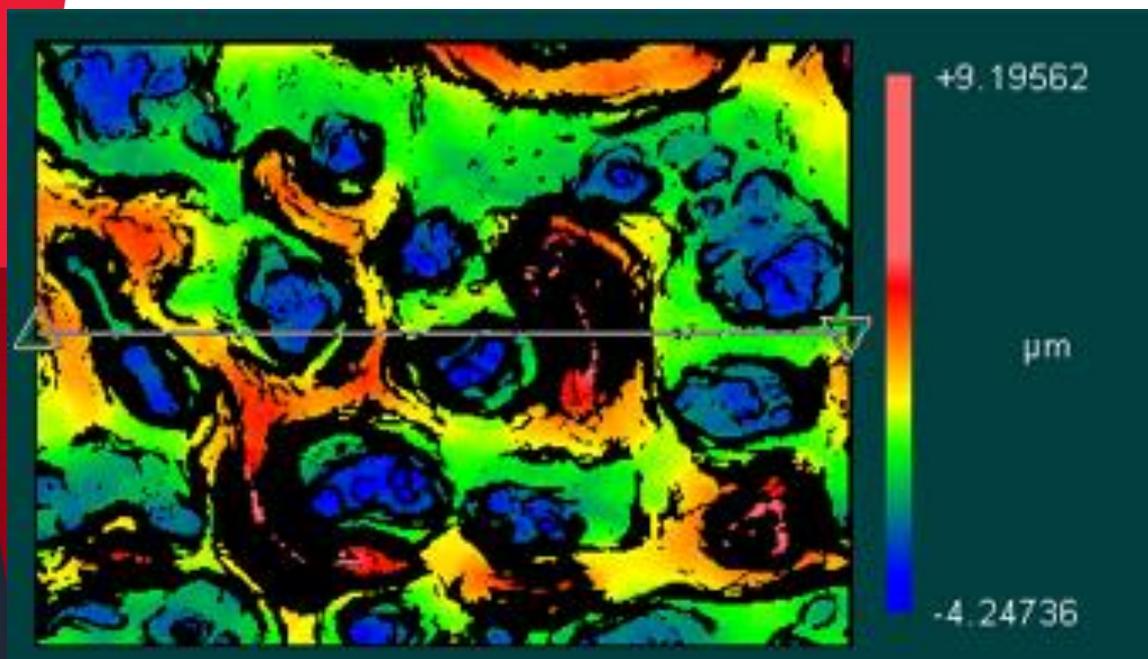


Г)



Снимки разрядных пятен от четырех разрядов на Fe электроде. Оптический микроскоп Olympus.
Поле снимка 2.8 x 2 мм. Размеры пятен: 1.0, 1.25, 1.5, 1.7 мм

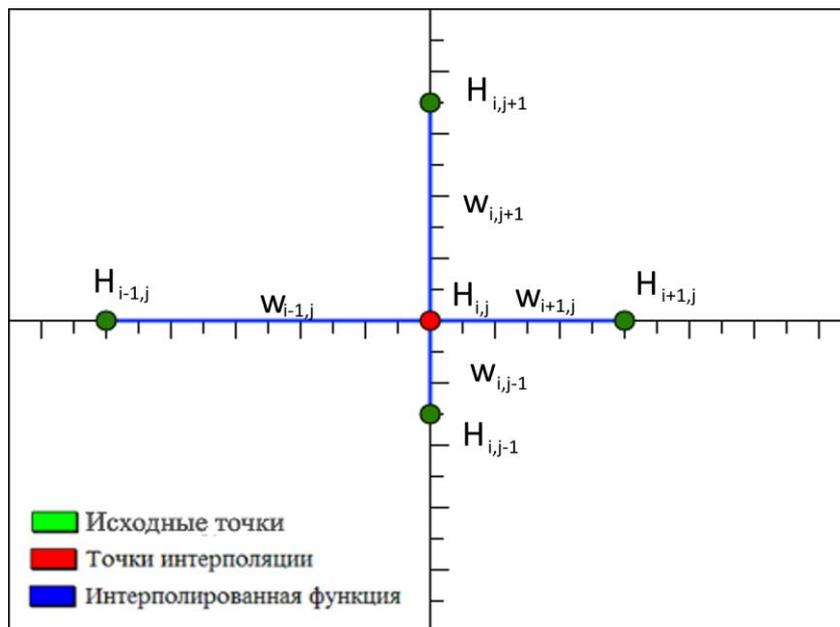
Исходные данные



Энергия импульса: 5 Дж
Объектив: 20х
Увеличение: 1,3

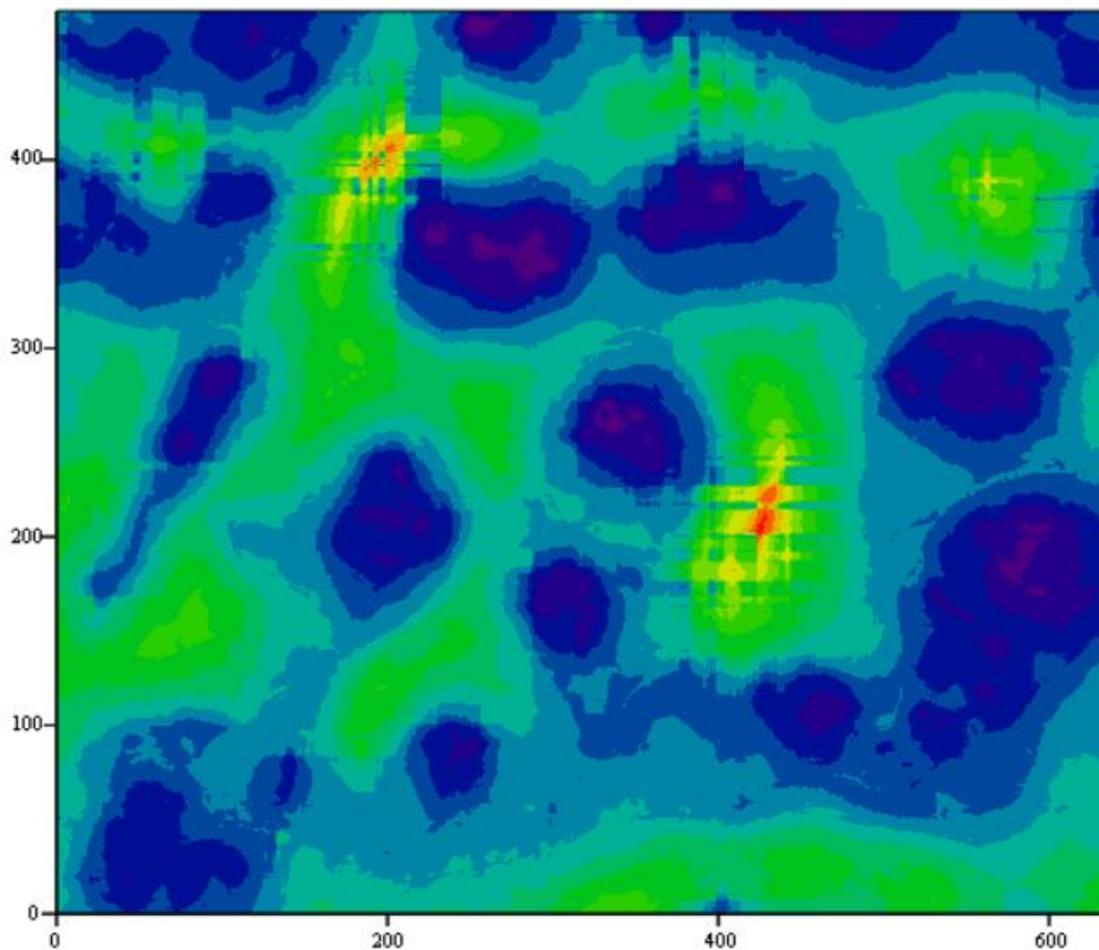
Возникшие проблемы:
При проведении
интерференционной
микроскопии
поверхностей не
удалось
зарегистрировать
около 43% данных

Перекрестная интерполяция

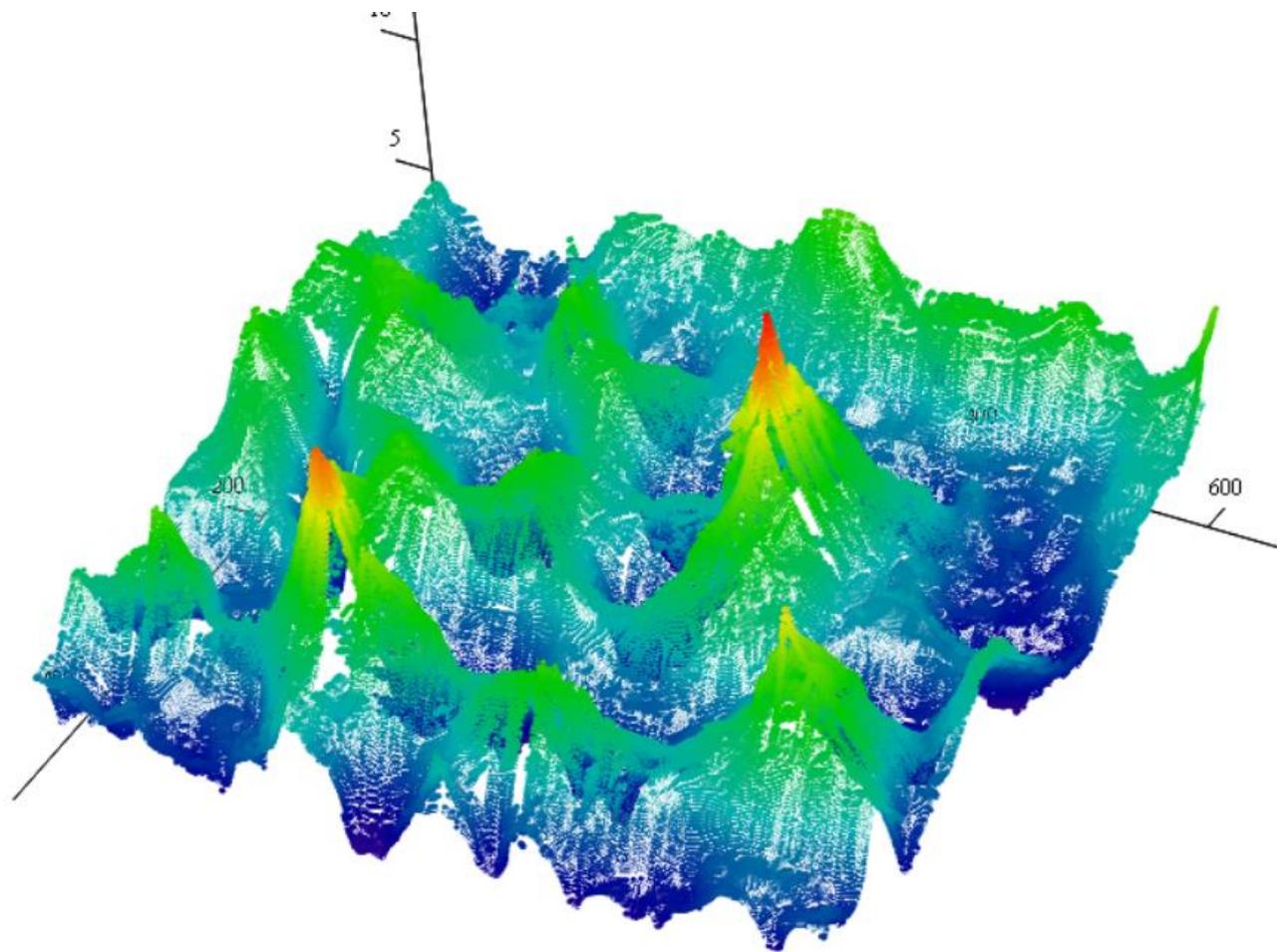


$$H_{i,j} = \frac{H_{i+1,j}w_{i+1,j} + H_{i-1,j}w_{i-1,j} + H_{i,j+1}w_{i,j+1} + H_{i,j-1}w_{i,j-1}}{w_{i+1,j} + w_{i-1,j} + w_{i,j+1} + w_{i,j-1}}$$

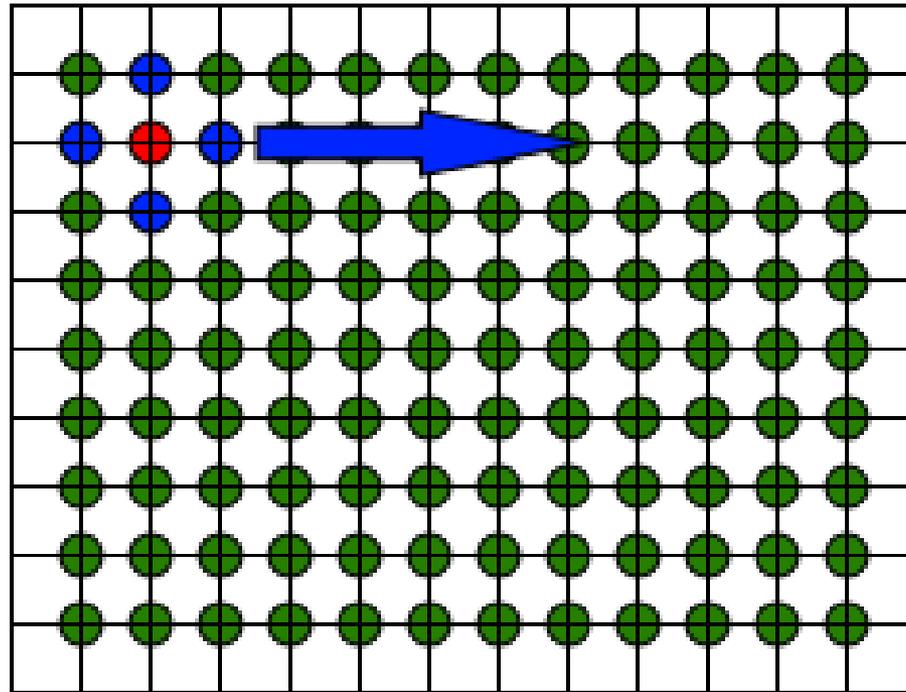
Перекрестная интерполяция



Перекрестная интерполяция

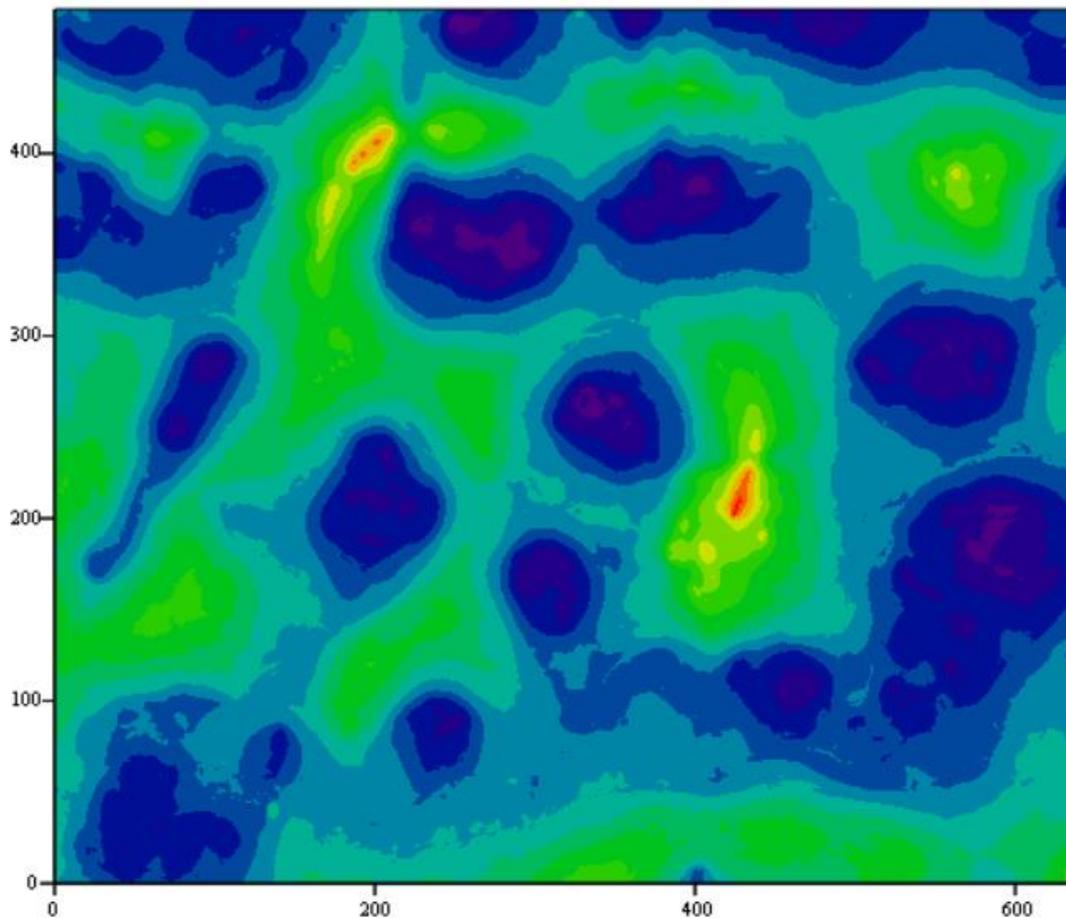


Двумерное сглаживание гармонической функцией

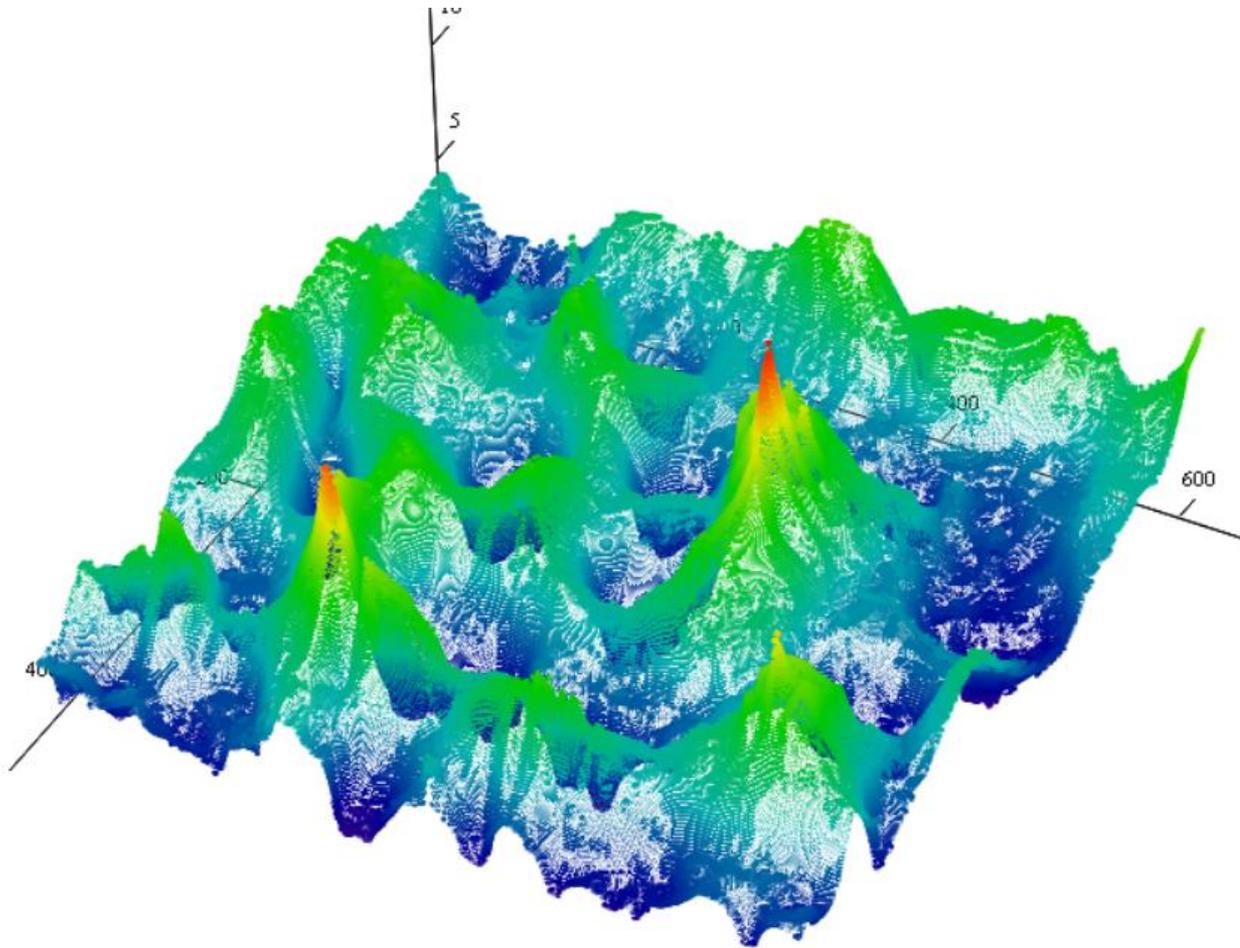


$$Hs_{i,j} = \frac{H_{i+1,j} + H_{i-1,j} + H_{i,j+1} + H_{i,j-1}}{4}, i \in 1..638 \cup j \in 1..478$$

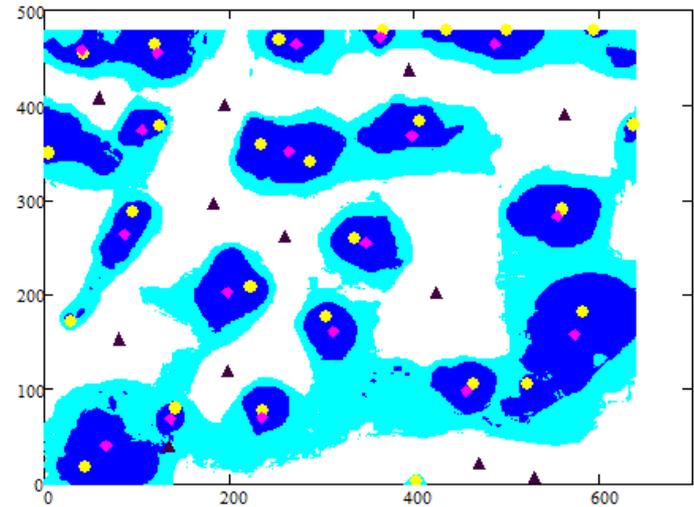
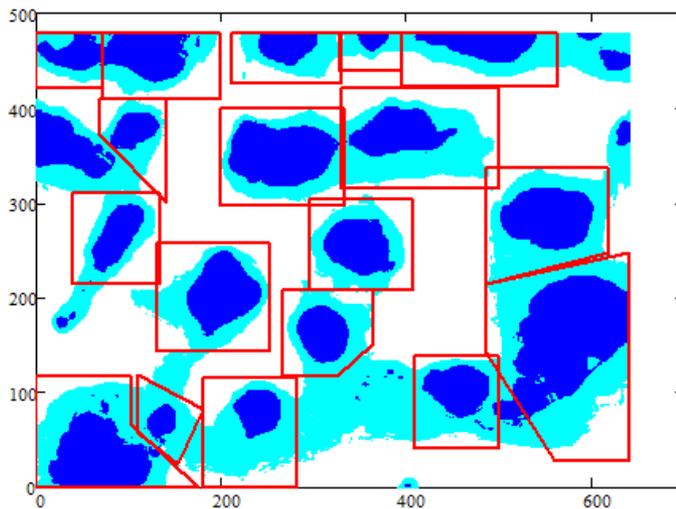
Сглаживание интерполированных кривых



Сглаживание интерполированных кривых



Вычисление параметров кратеров на примере электрода из железа



Слева: Выделение областей с кратерами на уровнях 0 и -1.5 мкм.

Справа:

Желтые кружки – максимальные глубины кратеров.

Красные ромбики – центры тяжести кратеров.

Черные треугольники – максимальные высоты пиков

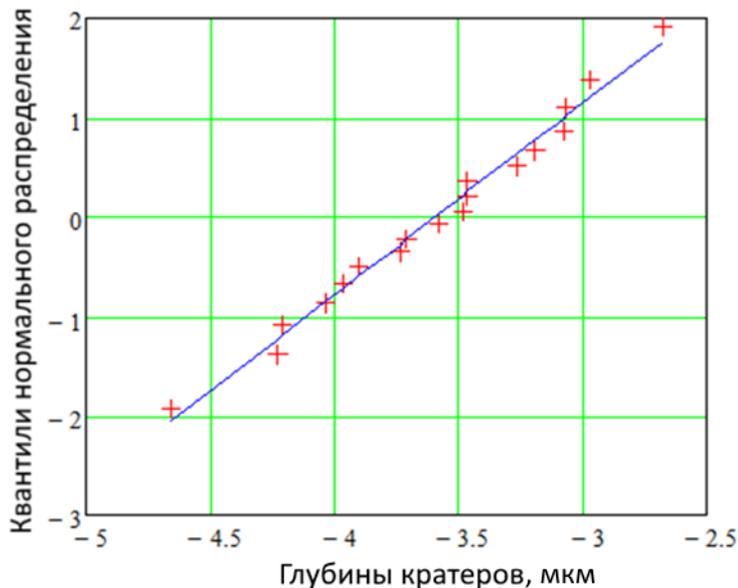
Вычисление параметров кратеров на примере электрода из железа

Таблица результатов расчета параметров кратеров

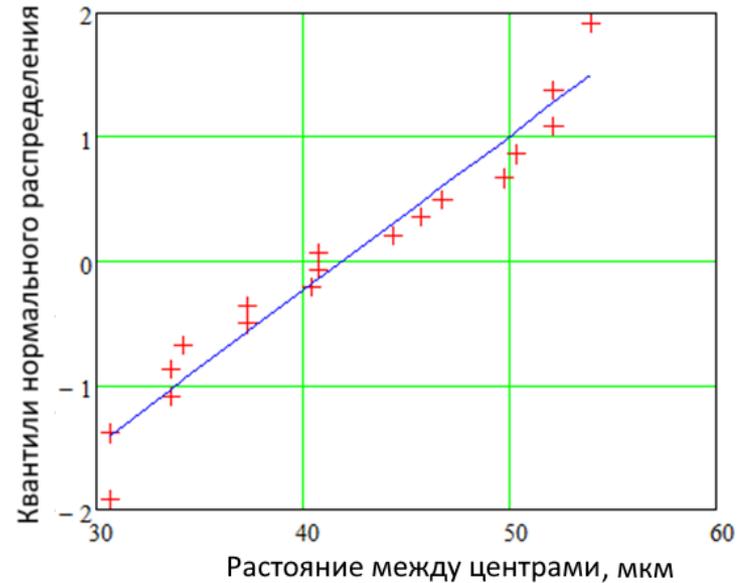
Craters =

	0	1	2	3	4	5	6
0	"Area"	"Volume"	"Diameter"	"Xcentr"	"Ycentr"	"Depth"	"AvDepth"
1	$1.464 \cdot 10^3$	$2.245 \cdot 10^3$	43.177	198	203	-3.575	-1.533
2	$1.214 \cdot 10^3$	$1.724 \cdot 10^3$	39.322	456	98	-3.903	-1.42
3	831.03	$1.239 \cdot 10^3$	32.528	86	264	-3.465	-1.491
4	$1.19 \cdot 10^3$	$1.862 \cdot 10^3$	38.925	348	254	-4.209	-1.565
5	$1.723 \cdot 10^3$	$3.446 \cdot 10^3$	46.832	265	351	-4.659	-2.001
6	$1.927 \cdot 10^3$	$2.534 \cdot 10^3$	49.539	397	368	-4.038	-1.315
7	$1.287 \cdot 10^3$	$1.32 \cdot 10^3$	40.487	235	70	-3.484	-1.026
8	713.553	$1.108 \cdot 10^3$	30.142	40	458	-3.082	-1.553
9	$1.46 \cdot 10^3$	$2.266 \cdot 10^3$	43.113	122	456	-3.265	-1.552
10	$1.02 \cdot 10^3$	$1.507 \cdot 10^3$	36.031	272	465	-3.967	...

Тесты на нормальность распределения

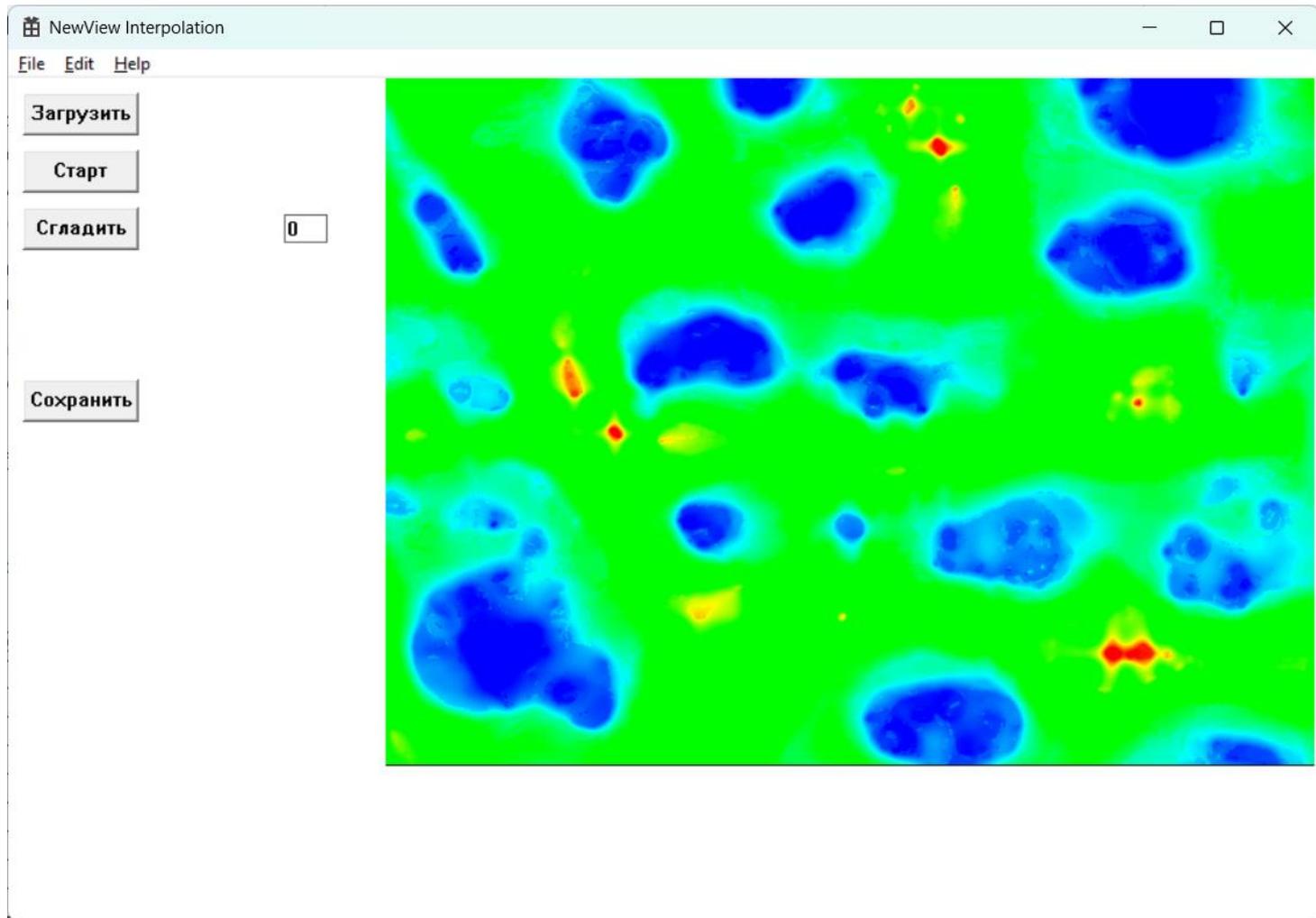


Глубины кратеров (среднее -3.33 мкм; станд. откл. 0.69 мкм).



Расстояния между центрами кратеров (среднее 41.9 мкм; станд. откл. 7.8 мкм).

Программная реализация



Заключение

- В ходе работы проведено исследование поверхности электродов искровых разрядов.
- Разработана методика восстановления пропущенных данных интерференционной микроскопии
- Написана программная реализация визуализации исходных данных с возможностью применения перекрестной интерполяции данных и сглаживанием
- Полученные результаты будут применены для исследования влияния напряжения на характеристики пятен, влияния полярности и материала исследуемого электрода, а также в исследованиях с применением апериодического разряда.



Спасибо за внимание!