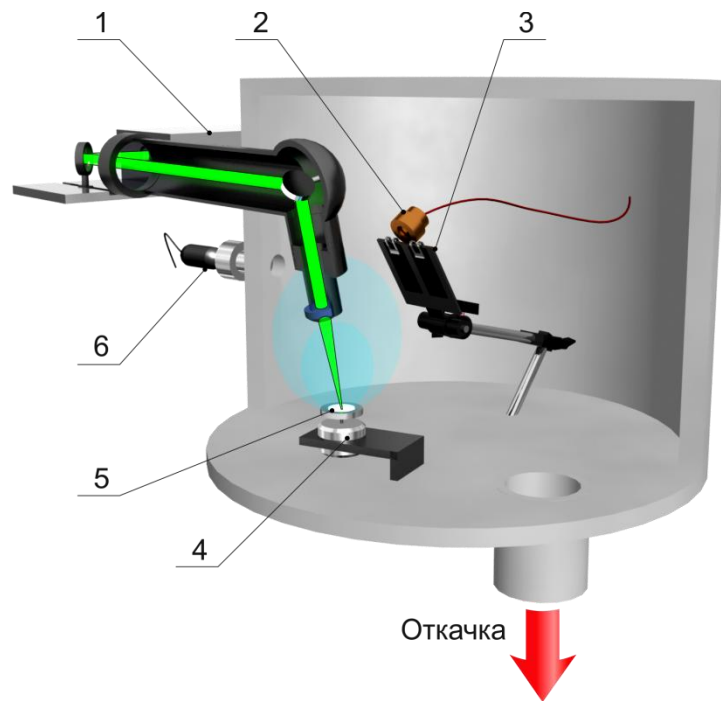


Технология формирования оптических систем
лазерным и комбинированными способами

Импульсный лазерный метод



1 – лазер; 2 – кварцевый измеритель толщины;
3 – подложки; 4 – электродвигатель; 5 – углеродная мишень; 6 – ионизационный манометр

Лазерный комплекс
L-2137U+HG-5

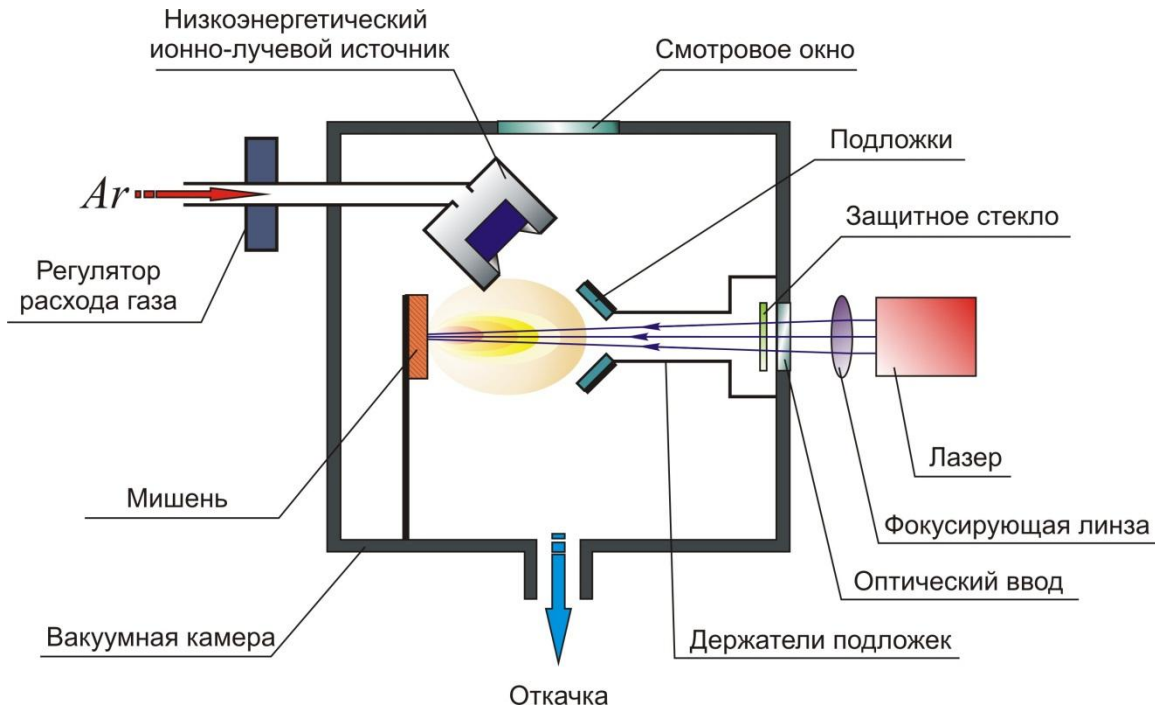
Вакуумная камера



Блоки управления
параметрами
лазерного излучения

Схема устройства для нанесения углеродных покрытий импульсным лазерным диспергированием вращающейся мишени

Непрерывный лазерный метод

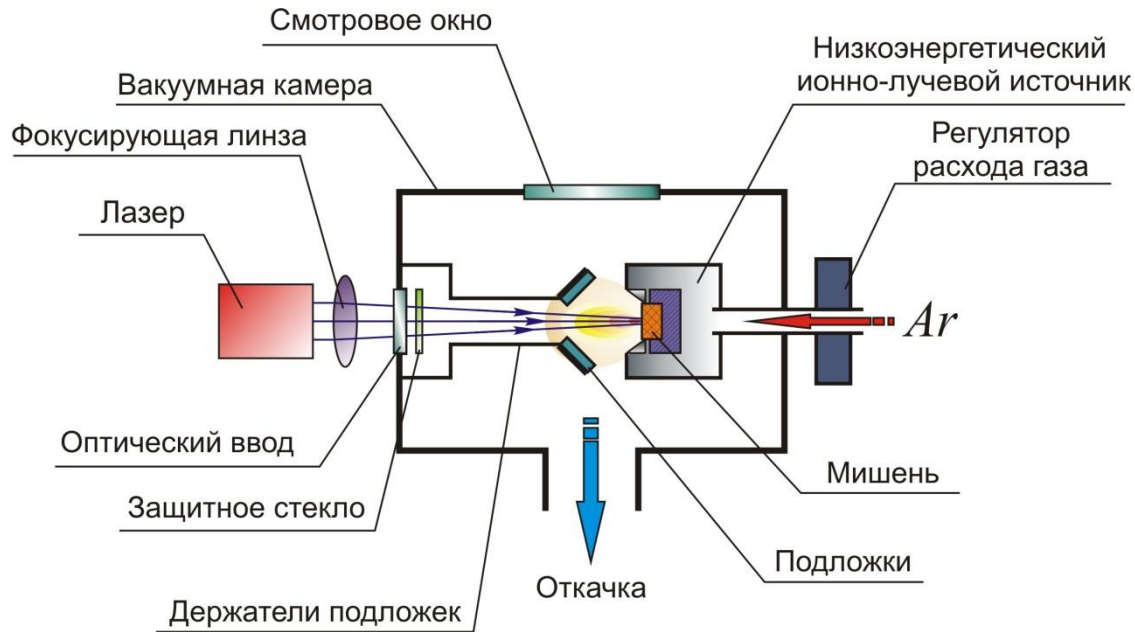


Параметры синтеза

Рабочее давление $2-8 \cdot 10^{-3}$ Па
Энергия ионов (20 - 200) эВ
Угол разлета ионов (140-160)
Напряжение разряда, U_a . . . 110-150В

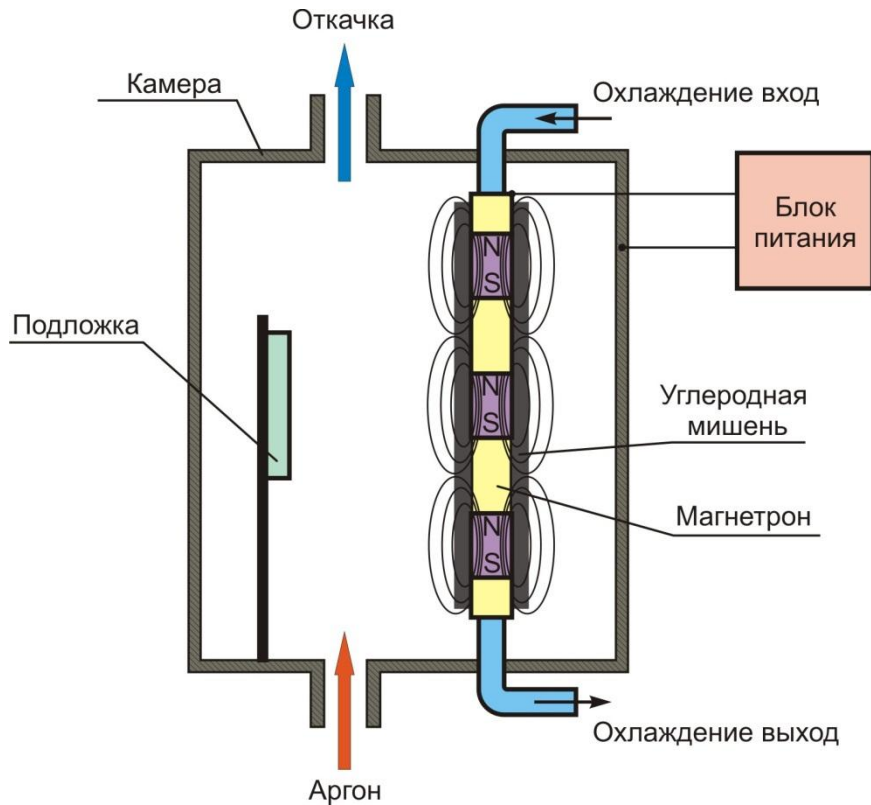
Ток разряда, I_a 2-4 А.
Длина волны лазерного излучения, λ 10,6 мкм
Мощность лазерного излучения, P .. 120 Вт

Комбинированный ионно-лучевой – лазерный метод



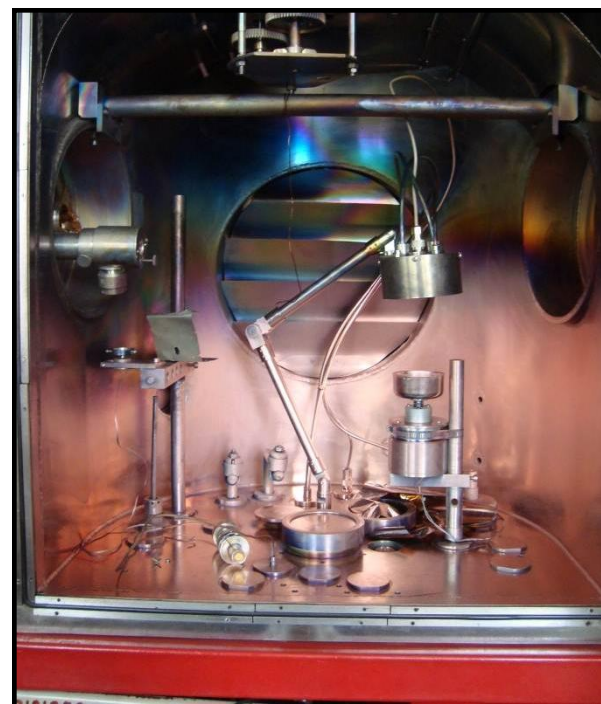
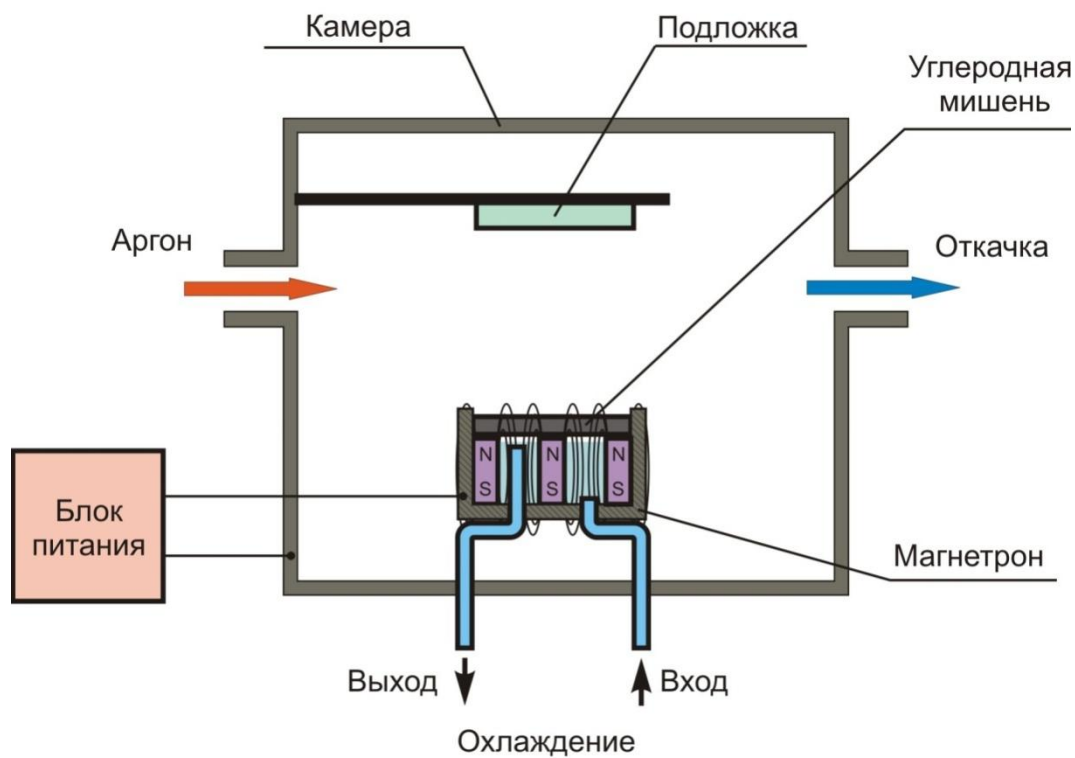
Рабочее давление $2 \cdot 10^{-3}$ Па;
Плотность мощности лазерного
излучения 10^8 - 10^9 Вт/см²
Длина волны лазерного
излучения, λ 1,06 мкм;
Энергия в импульсе, W 300 Дж;
Длительность импульса, τ . $0.8 \cdot 10^{-3}$ с

Нанесение углеродных покрытий аксиальным магнетронным распылением



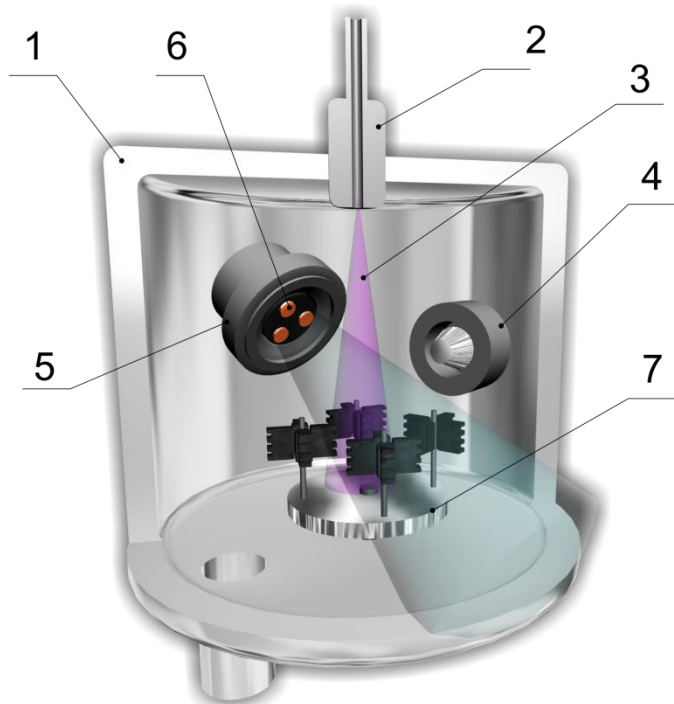
Напряжение разряда 250 – 900 В;
ток разряда 0,5 – 10,0 А;
рабочее давление в камере $\sim 10^{-1}$ Па;
время напыления от 10 до 30 мин.

Нанесение углеродных покрытий планарным магнетронным распылением



Напряжение разряда 250 – 900 В;
ток разряда 0,1 – 2,0 А;
рабочее давление в камере $\sim 10^{-1}$ Па;
время напыления от 10 до 30 мин.

Нанесение углеродных покрытий ИМПУЛЬСНЫМ КАТОДНО-ДУГОВЫМ МЕТОДОМ



Откачка

1 - вакуумная камера, 2 - натекатель, 3 - азот,
4 - электродуговой испаритель, 5 - источник плазмы
импульсного катодно-дугового разряда,
6 - металлические вставки, 7 - рабочий стол



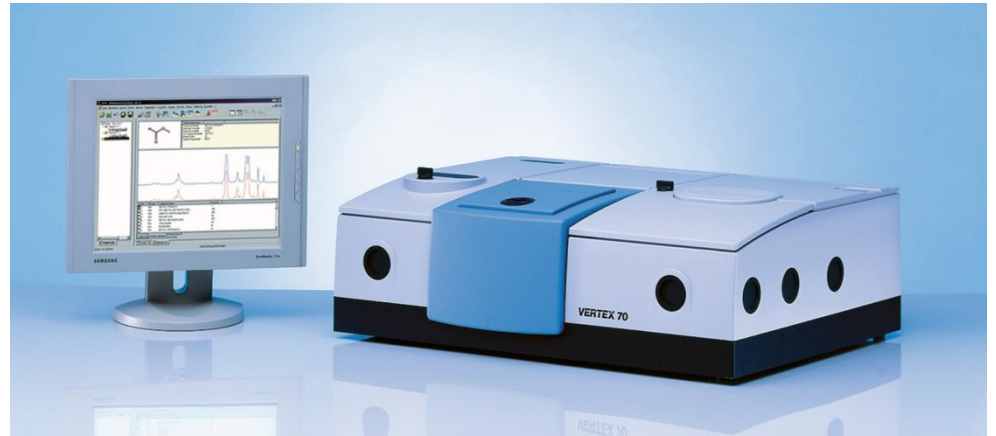
Очистка и нагрев подложек ионами металла с энергией 1,5 – 2,5 КэВ или ионами азота (аргона) с энергией ≤ 4 КэВ и плотностью ионного тока ≈ 25 А/м².

Нанесение покрытия производилось при давлении в камере $\sim 4 \cdot 10^{-2}$ Па. Отрицательный потенциал смещения, подаваемый на образец ≈ 150 В. Частота импульсов 1-20 Гц.

Методы исследования



■ C3M Solver P47



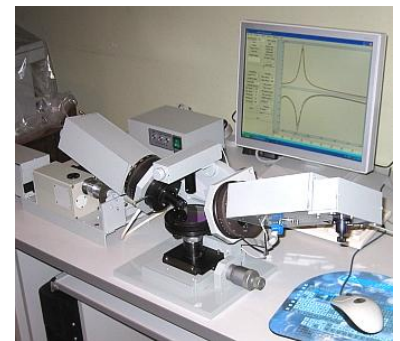
■ ИК-Фурье спектрофотометр Vertex-70



■ Сканирующий спектрофотометр
УФ-Видимой-Блик области Cary 50



■ Лазерный эллипсометр
ЛЭФ 3М

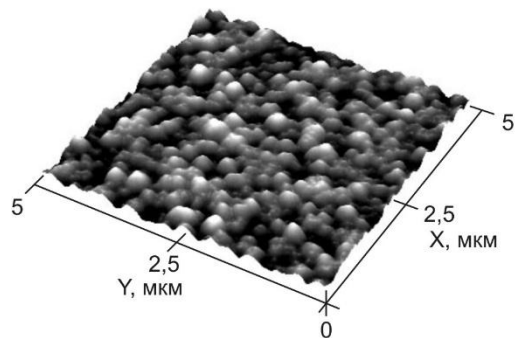


■ Спектральный
эллипсометр ES-2

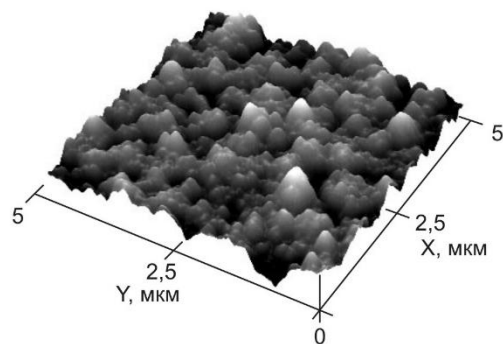
Оптические характеристики углеродных покрытий сформированных различными методами

Показатель преломления, n (ионно-лучевой метод)	1,920 .. 2,510
Показатель преломления, n (лазерный метод)	2.050 .. 2,220
Показатель преломления, n (комбинированный метод)	<u>2.812 .. 2,831</u>
Показатель преломления, n (магнетронный метод синтеза из газовой фазы)	2.120 .. 2,340
Показатель преломления, n (магнетронный метод синтеза из карбиносодержащих мишеней)	<u>2.400 .. 2.410</u>
Содержание алмазоподобной фазы, %	40 - 87
Коэффициент трения (пара трения: пленка-сталь ШХ-15)	0,15 - 0, 19
Прочность адгезионного соединения, МПа	46 - 50
Микротвёрдость, ГПа	10-50
Толщина покрытия, мкм	0,05 – 1,2

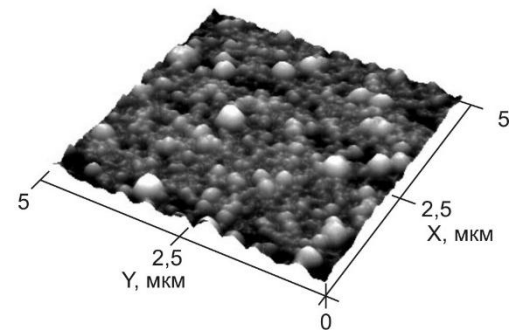
Морфология покрытий



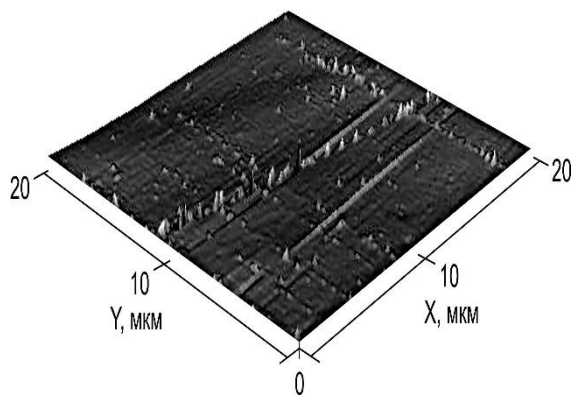
а) метод ионно-лучевого синтеза



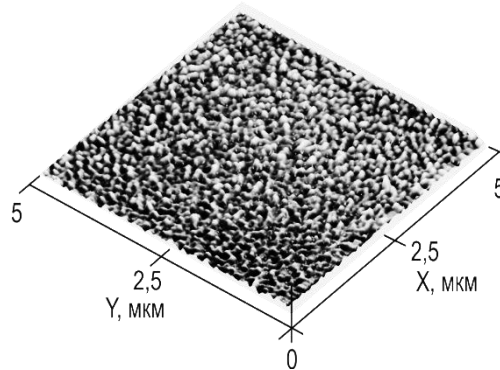
б) лазерный метод



в) комбинированный метод



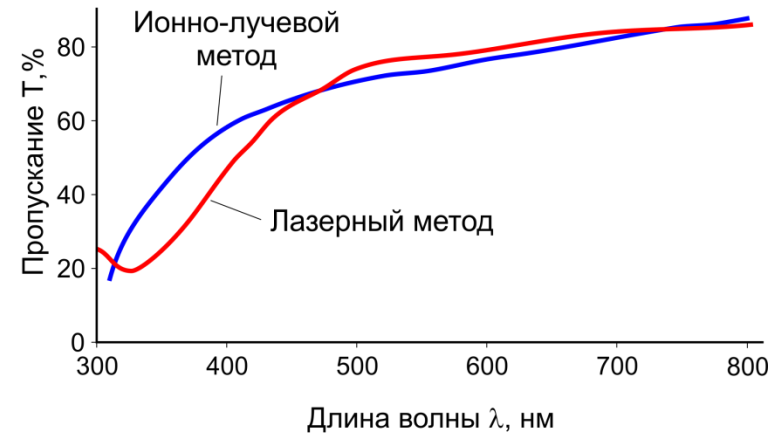
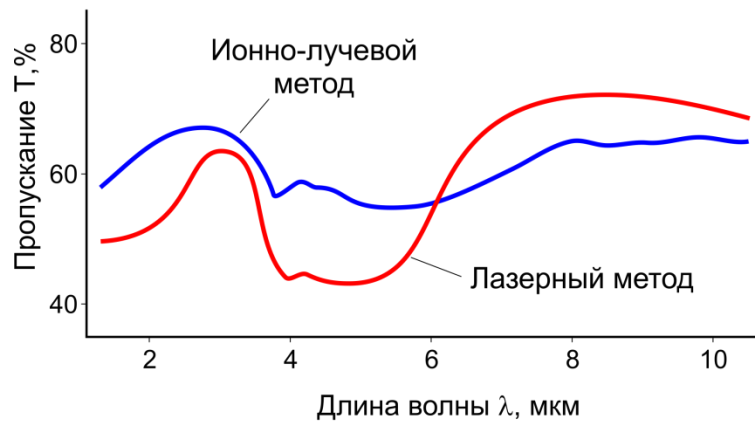
г) магнетронный метод



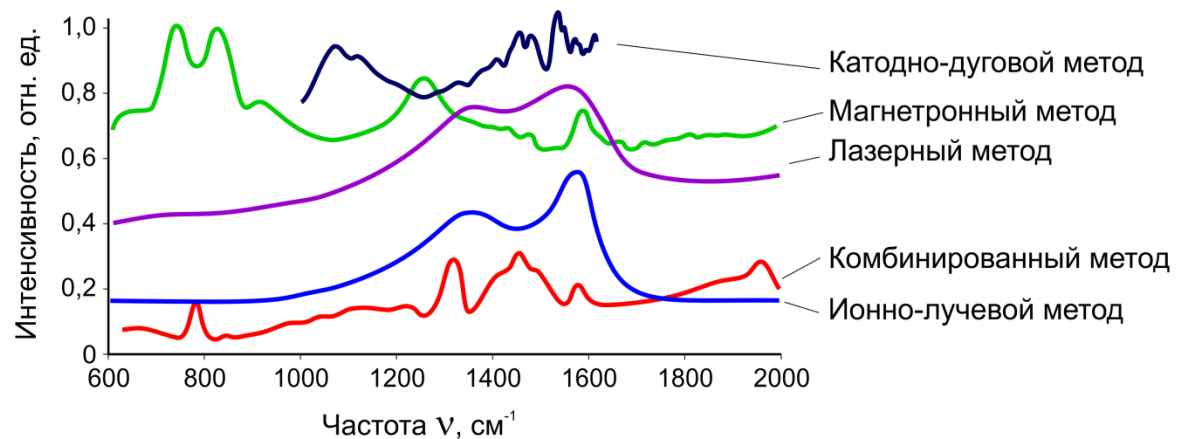
д) катодно-дуговой метод

Оптические характеристики покрытий на основе углерода, сформированных ионно-лучевым и лазерным методами

Спектры пропускания покрытий

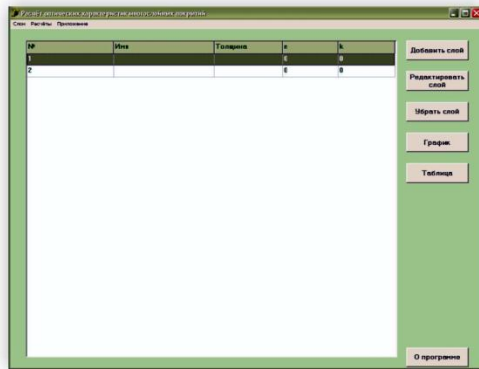


Спектры комбинационного рассеяния покрытий

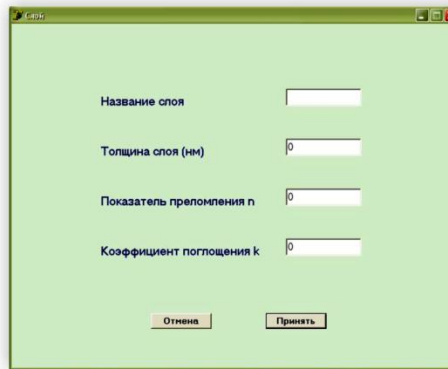


Программа для определения конфигурации и расчёта оптических характеристик многослойных покрытий

Главная форма приложения



Окно добавления слоя



Настройка параметров системы

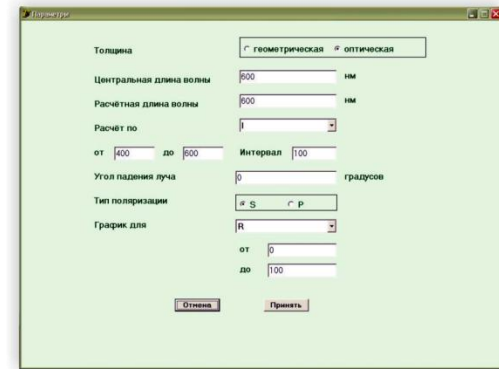
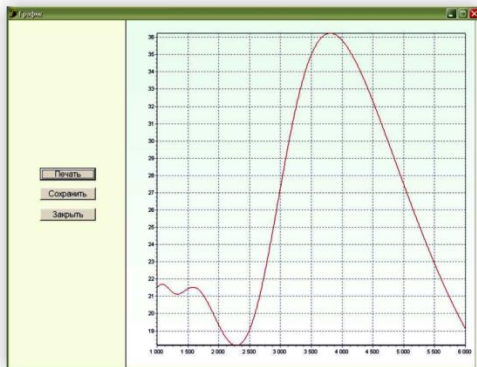


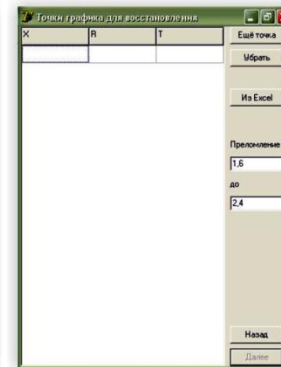
График зависимости R (%) от частоты (нм)



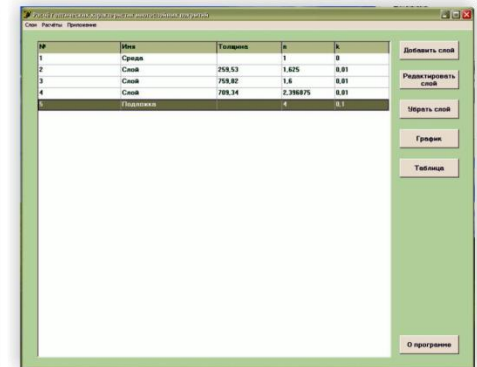
Таблица

Длина волны	R, %	T, %	R_s град	T_s град	A, %
1 000.000	21.514	0.002	179.500	358.430	78.484
1 010.000	21.551	0.002	179.500	358.500	78.446
1 020.000	21.587	0.003	179.500	358.720	78.411
1 030.000	21.620	0.003	179.500	358.860	78.377
1 040.000	21.648	0.003	179.500	359.000	78.348
1 050.000	21.672	0.004	179.500	359.140	78.324
1 060.000	21.691	0.004	179.500	359.270	78.306
1 070.000	21.703	0.004	179.500	359.400	78.293
1 080.000	21.709	0.005	179.500	359.530	78.286
1 090.000	21.709	0.005	179.500	359.660	78.286
1 100.000	21.702	0.006	179.510	359.780	78.292
1 110.000	21.690	0.006	179.510	359.900	78.304
1 120.000	21.672	0.006	179.510	0.017	78.322
1 130.000	21.648	0.007	179.510	0.132	78.345
1 140.000	21.621	0.008	179.510	0.244	78.371
1 150.000	21.590	0.008	179.510	0.355	78.402
1 160.000	21.556	0.009	179.510	0.463	78.435
1 170.000	21.520	0.009	179.510	0.569	78.471
1 180.000	21.482	0.010	179.510	0.672	78.508
1 190.000	21.444	0.011	179.510	0.774	78.546
1 200.000	21.405	0.012	179.510	0.874	78.583
1 210.000	21.368	0.012	179.510	0.971	78.620

Точки графика для восстановления

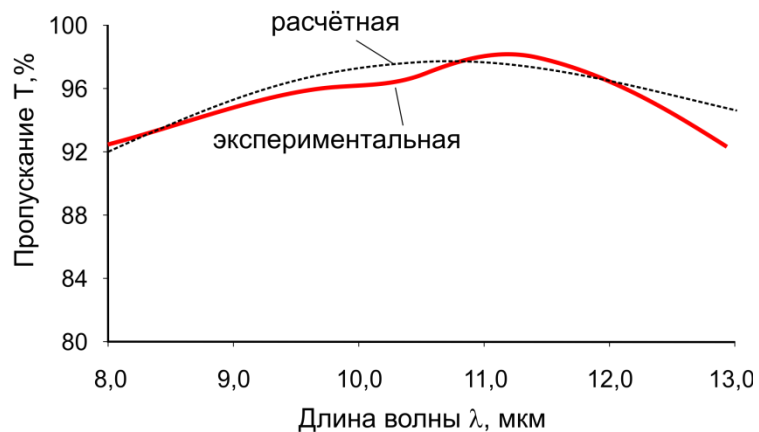
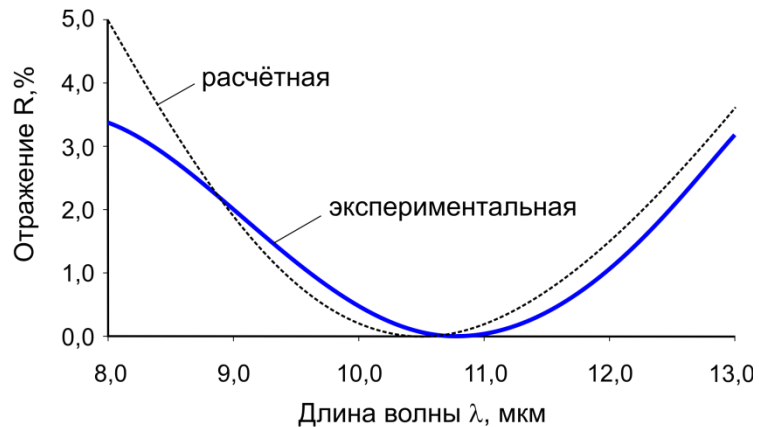


Результат поиска конфигурации многослойной системы



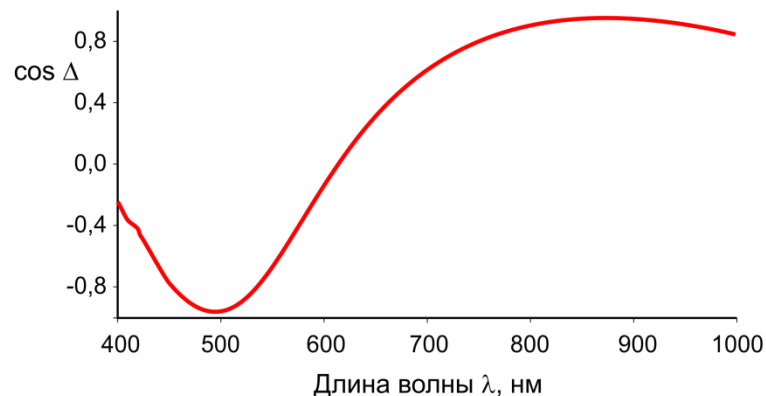
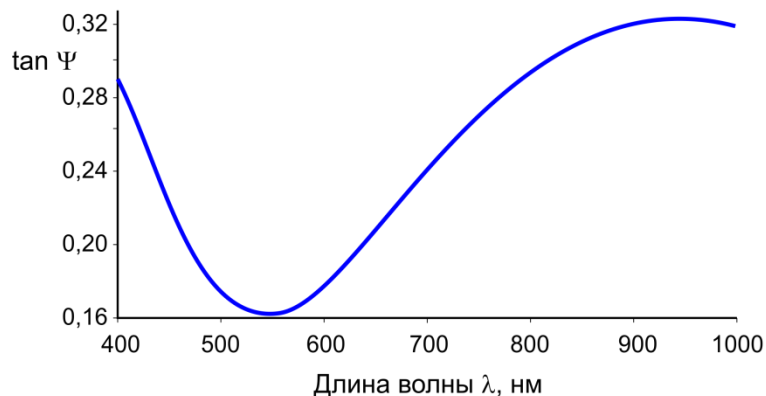
Расчёт интерференционных покрытий функционального назначения для ИК-области спектра

Зависимость коэффициентов отражения и пропускания в ИК-области

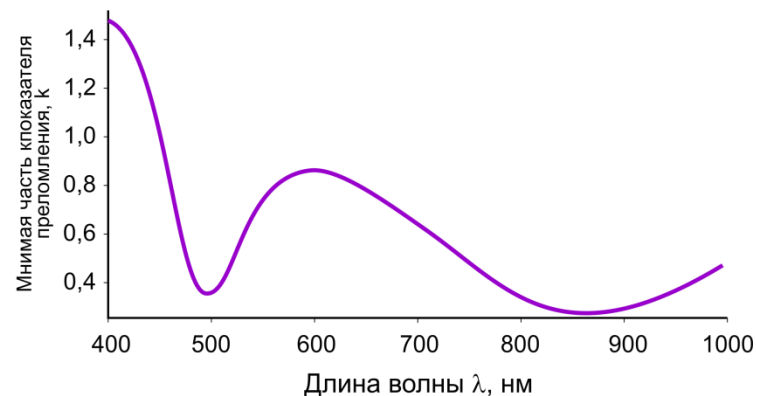
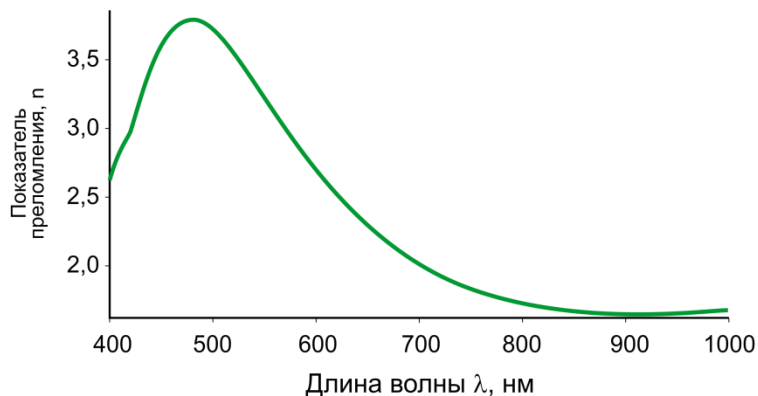


Оптические характеристики покрытий на основе углерода, сформированных из плазмы импульсного катодно-дугового разряда

Значения $\tan \Psi$ и $\cos \Delta$ по данным спектральной эллипсометрии

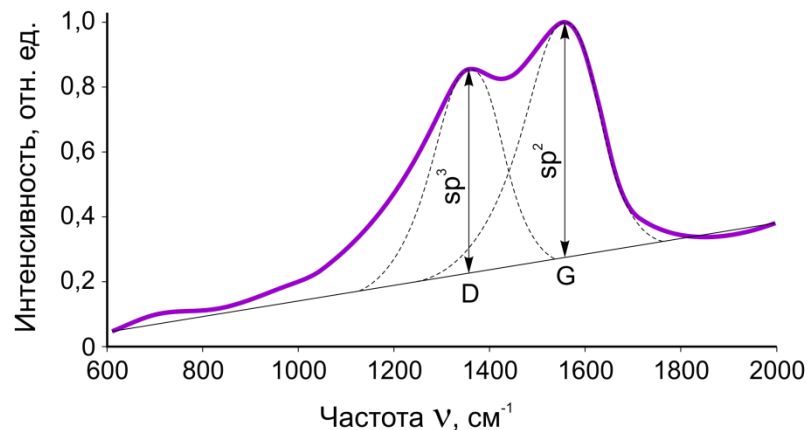


Зависимость оптических характеристик от длины волны в видимой области спектра

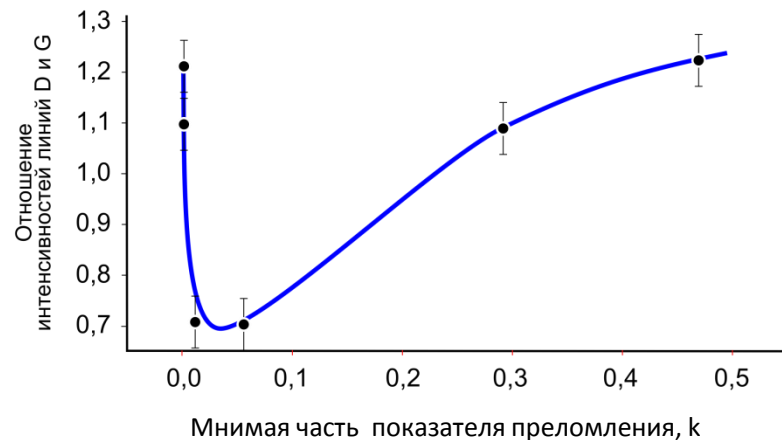
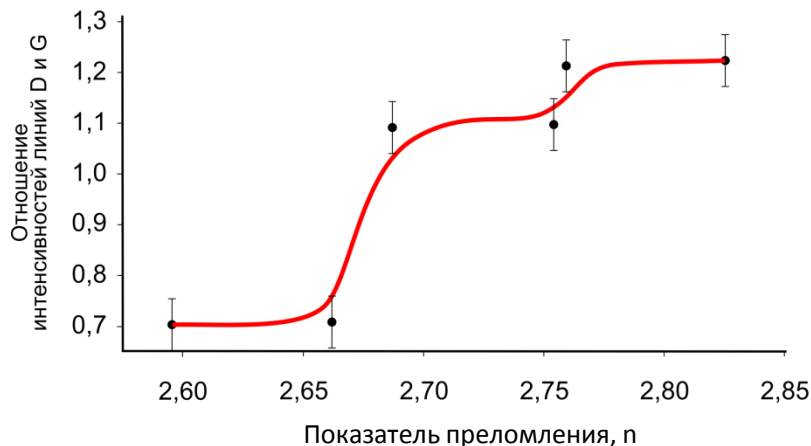


Оптические характеристики покрытий на основе углерода, сформированных из плазмы импульсного катодно-дугового разряда

Оценка содержания алмазной фазы



Зависимости отношения интегральных интенсивностей I_D/I_G от показателя преломления



Внебюджетное финансирование и заинтересованность предприятий



**РКУП "ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике"
РУП Гомсельмаш (г. Гомель)**



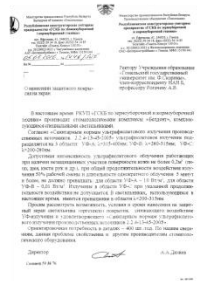
УФ-фильтры для источников света стоматологических комплексов «Белдент»

Хозяйственный договор по разработке технологии нанесения тонких углеродных покрытий, обладающих заданными оптическими характеристиками в области УФ-диапазона для производства специальных источников света, стоматологических комплексов «Белдент»

Плановое финансирование на 2011 год - **7,05 млн. руб.**



Письмо-запрос



Письмо поддержки



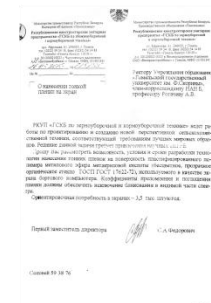
Нанесение тонких углеродных износостойких антибликовых покрытий на экраны бортовых компьютеров

Хозяйственный договор по разработке технологии нанесения тонких углеродных покрытий, обладающих заданными оптическими характеристиками в области УФ-диапазона для производства специальных источников света, стоматологических комплексов «Белдент»

Плановое финансирование на 2011 год - **7,95 млн. руб.**

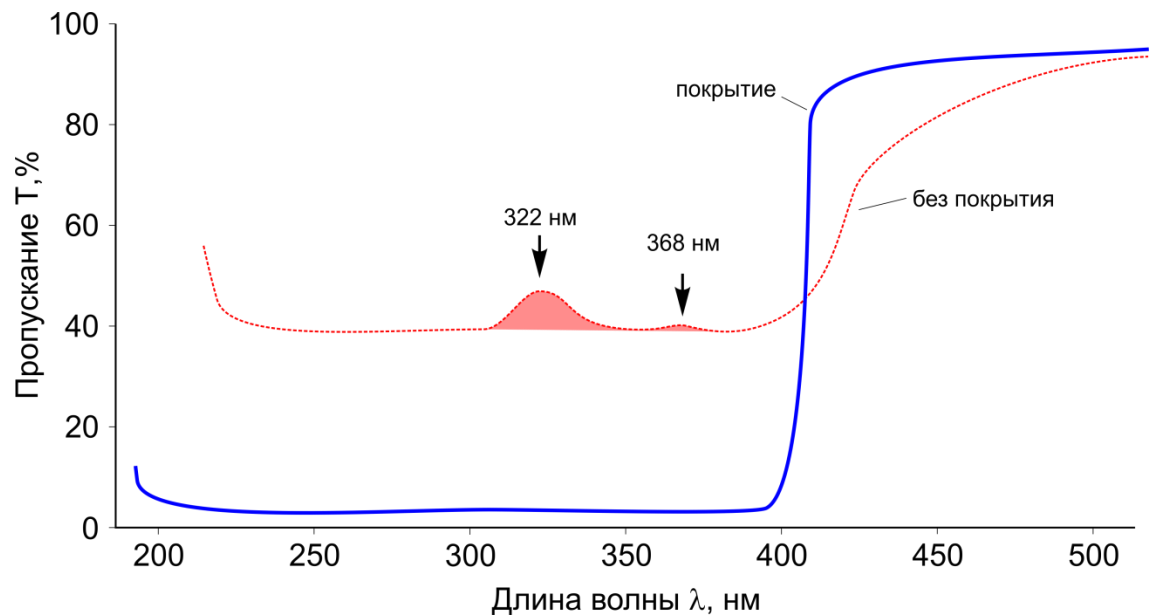


Письмо-запрос



www.gomel.by

Создание УФ-фильтров на основе углеродных слоёв



Состав покрытия	Максимальное значение коэффициента отражения	Область спектрального отражения, мкм
$V_1H V_1$ (трёхслойное)	45	0,22 - 0,4
$(V_1H)^2V_1$ (пятислойное)	68	0,22 - 0,4
$(V_1H)V_1$ (n равно 3;4;5;6 и 7)	80 - 98	0,22 - 0,4
$(V_1H)^8V_1$ (семнадцатислойное)	99	0,2 - 0,4

