ИССЛЕДОВАНИЕ АМОРФНЫХ ГИДРОГЕНИЗИРОВАННЫХ ПЛЕНОК УГЛЕРОДА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ В ГАЗОВОМ РАЗРЯДЕ

Докладчик: Чепкасов С. Ю.
инженер КОФ ФФ НГУ
Соавтор, руководитель: Золкин А. С.
к .ф.-м.н., доцент КОФ ФФ НГУ

Структура доклада:

1. Введение

2. Экспериментальная часть

3. Результаты и их обсуждения
   3.1. Комбинационное рассеяние света
   3.2. Эллипсометрия

4. Выводы

1. Введение

Уникальные свойства a-C:H пленок:

- Высокая твердость
- Низкие износ и коэффициент трения
- Высокое удельное сопротивление
- Большой коэффициент теплопроводности
- Прозрачность в видимом и инфракрасном диапазоне
  и т.д.

Применение:

- Формирование диэлектрика МДП-структур
- Катоды на основе автоэлектронной эмиссии
- Теплоотводы в микроэлектронике
- Защитные, просветляющие покрытия для солнечных элементов
  и т.д.

Цель работы

Работа была направлена на решение следующих задач:

1. Осаждение углеродных пленок при различных напряжениях тлеющего разряда
2. Исследование полученных пленок при помощи спектроскопии комбинационного рассеяния света и эллипсометрии
3. Выявление зависимости структуры и оптических параметров от условий осаждения

2. Экспериментальная часть

Условия осаждения

Рабочее вещество	Пары этанола
Давление, торр	0,15
Напряжение разряда, В	600-1380
Плотность ионного тока, мкА/см^2	0,18-11
Расстояние катод-подложка, см	0,2
Время осаждения, мин	60
Материал подложки	кремний

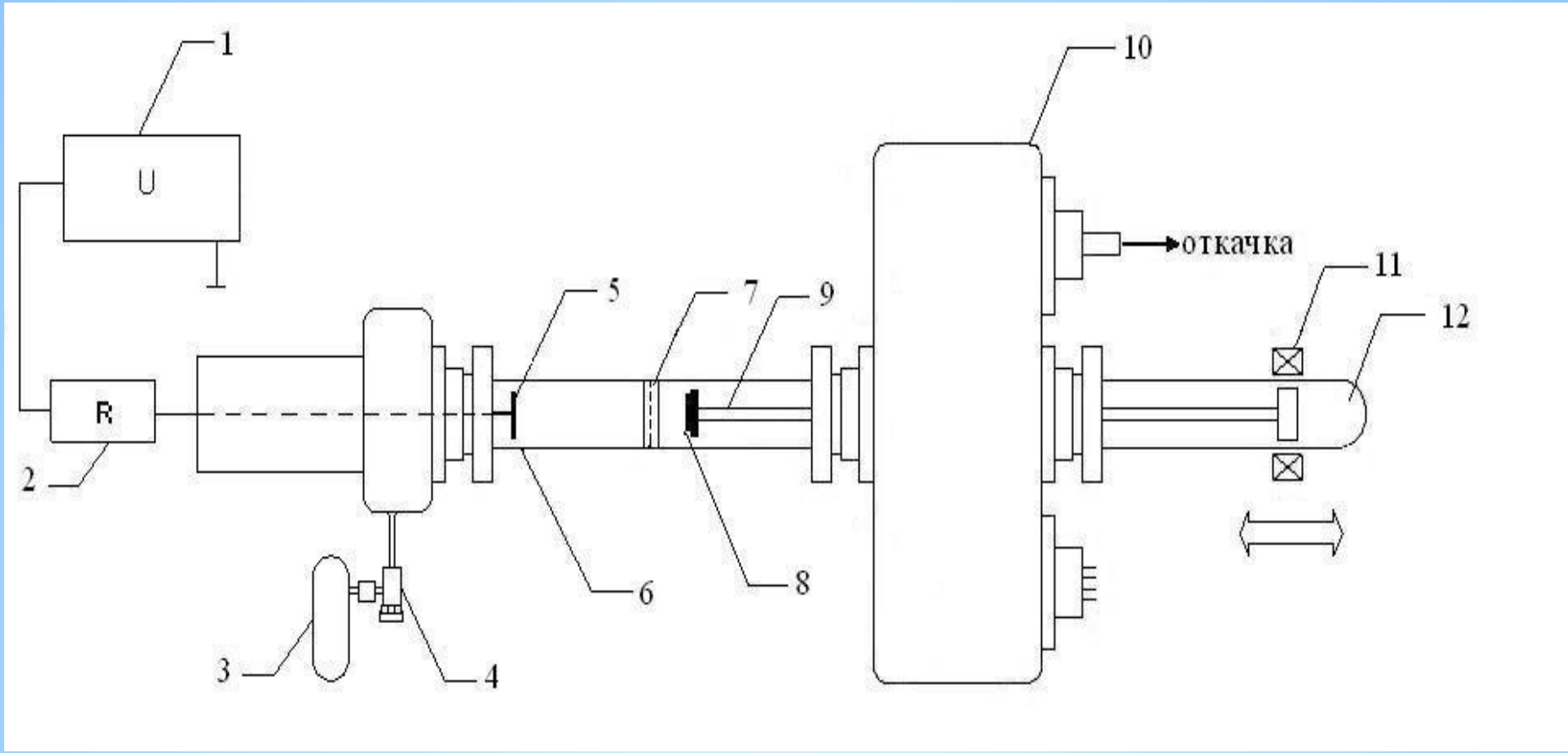

Рис.1. Экспериментальная установка.
1 – высоковольтный источник напряжения; 2 – балластное сопротивление; 3 – сосуд с этанолом; 4 – натекатель; 5 – анод; 6 – кварцевая разрядная трубка; 7 – катод; 8 – держатель подложек; 9 – металлический шток; 10 – вакуумная камера; 11 – постоянный магнит; 12 – стеклянная трубка

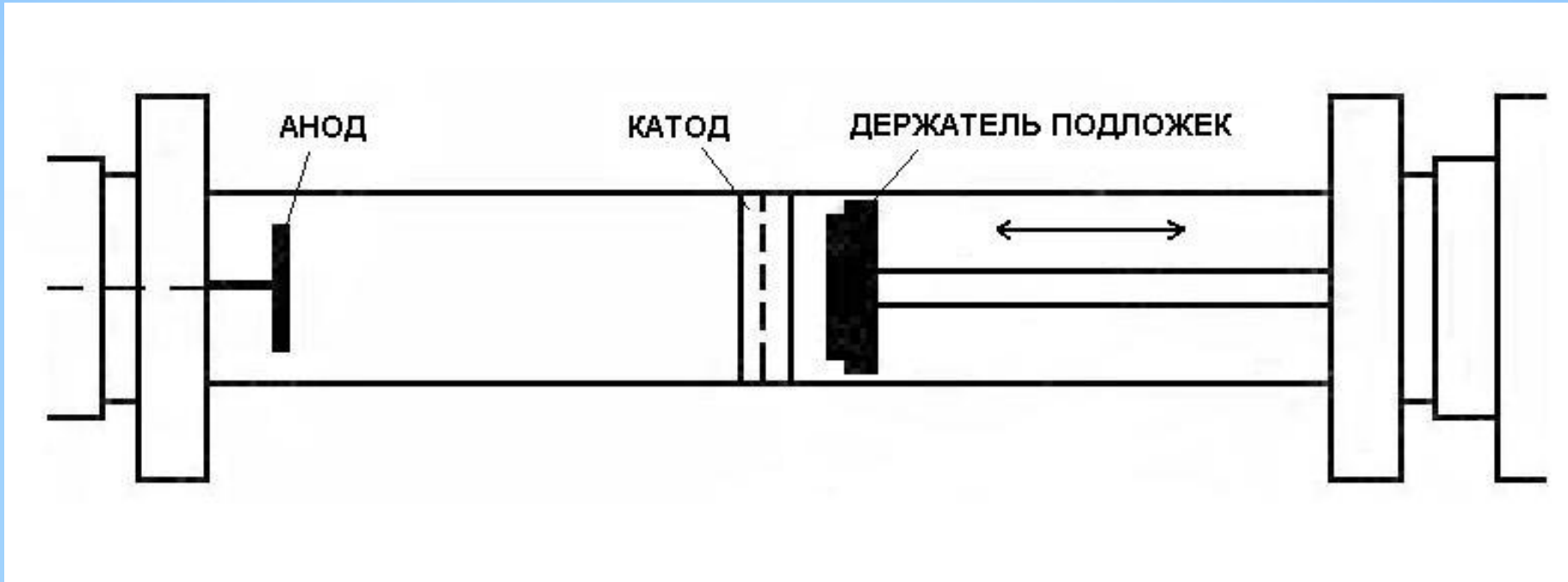

Рис. 2. Разрядный промежуток

3. Результаты и их обсуждения

3.1. Комбинационное рассеяние света

Для определения структуры и фазового состава осажденных углеродных пленок использовалась спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС).

Современный спектрометр T64000. Производство Horiba Jobin Yvon.
- длина волны возбуждения падающего излучения – 514,5 нм
- диапазон измерений – 800-2200 см$^{-1}$

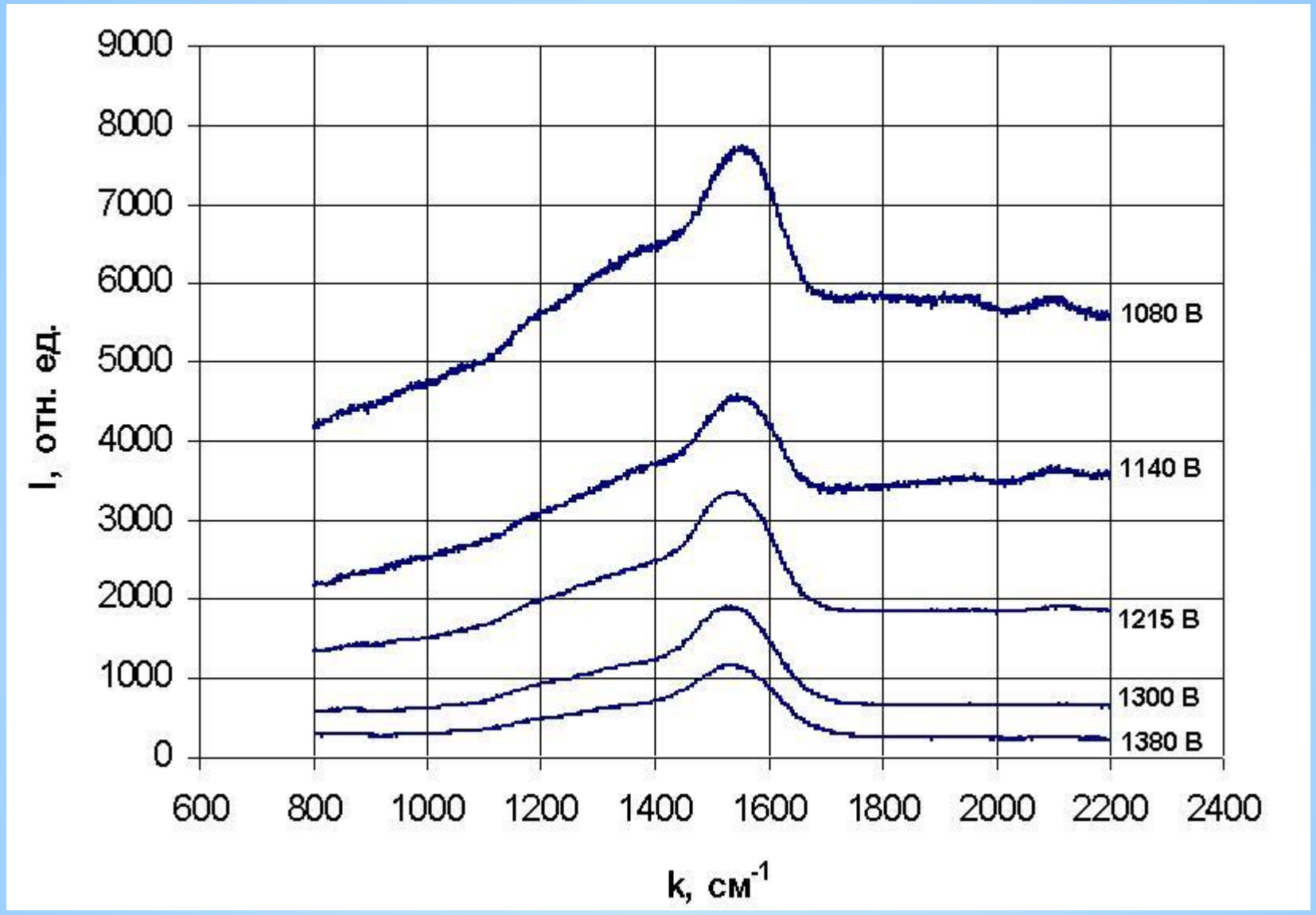

Рис. 3. Спектры КРС пленок, осажденных при напряжениях разряда от 1080 до 1380 В. Давление паров этанола 0,15 торр. Расстояние катод-подложка 0,2 см

Таблица 1. Изменение положения полос D и G при различных напряжениях разряда

№	Напряжение разряда, В	Положение полосы D, $см^{-1}$	Положение полосы G, $см^{-1}$
1	1380	1355	1541
2	1300	1376	1543
3	1215	1337	1541
4	1140	1370	1557
5	1080	1370	1560
9	680	1383	1590
10	600	1397	1542

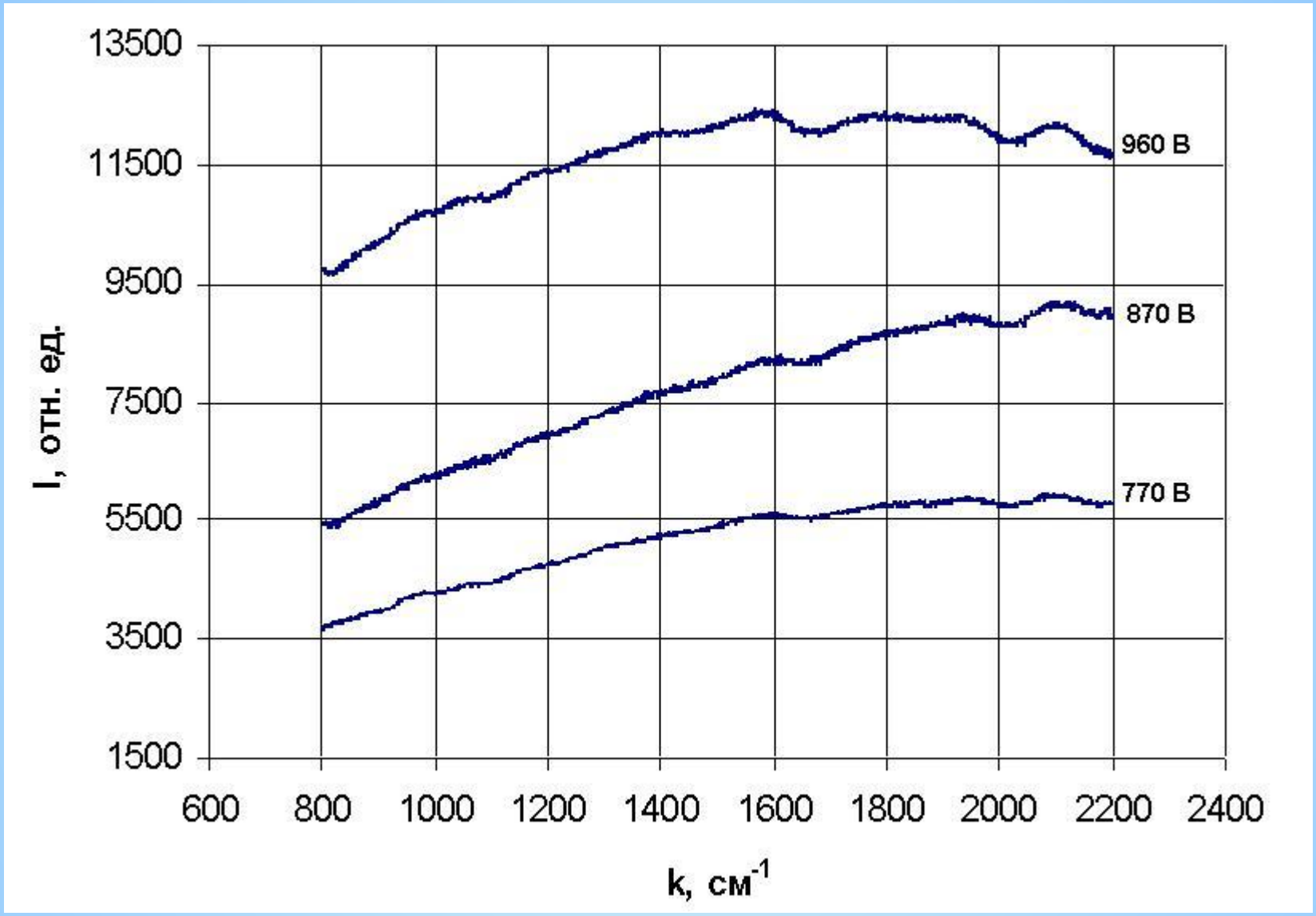

Рис. 4. Спектры КРС пленок, осажденных при напряжениях разряда 770, 870 и 960 В. Давление паров этанола 0,15 торр. Расстояние катод-подложка 0,2 см

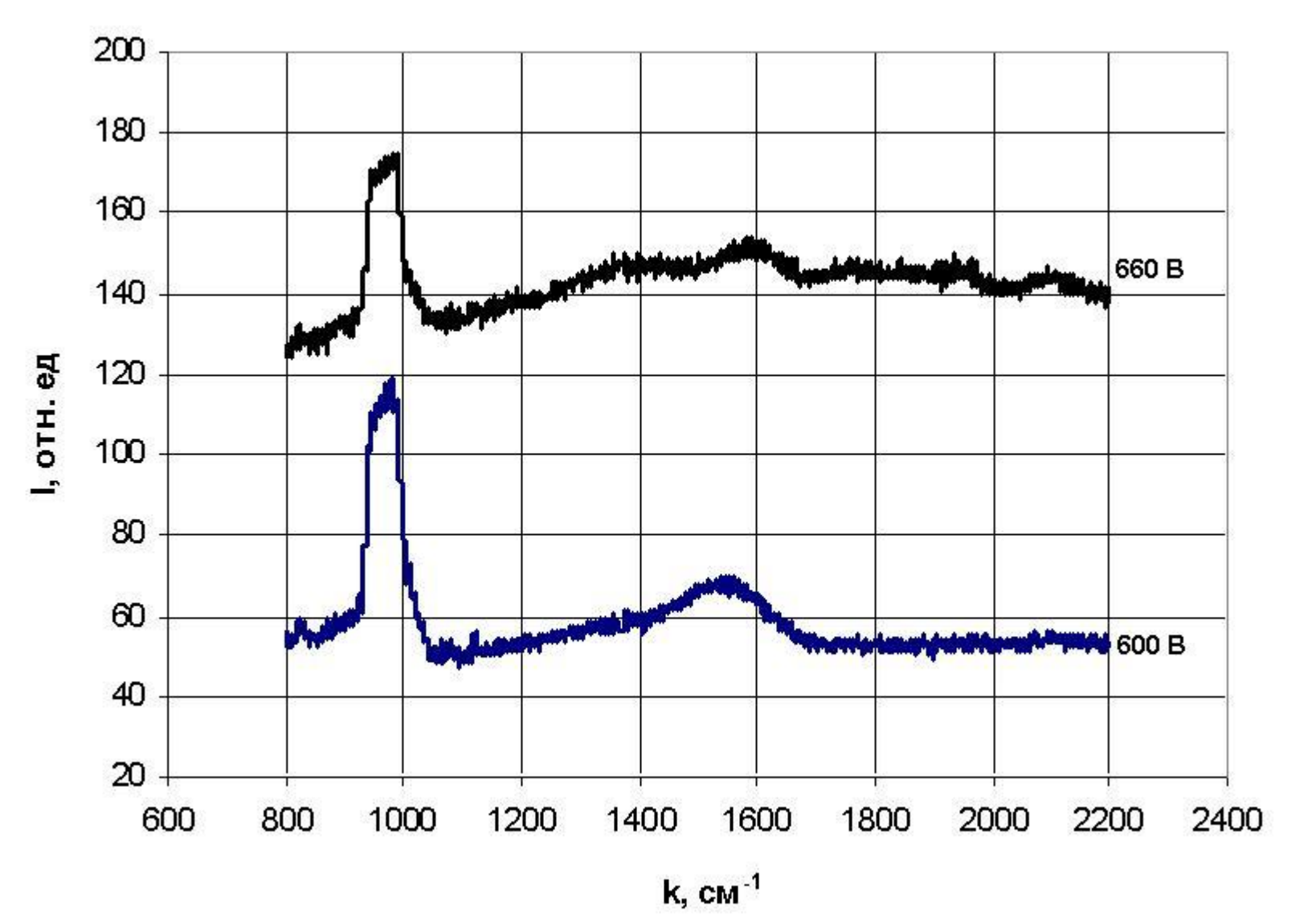

Рис. 5. Спектры КРС пленок, осажденных при напряжениях разряда 600 и 680 В. Давление паров этанола 0,15 торр. Расстояние катод–подложка 0,2 см

3.1. Эллипсометрия

Можно ли узнать тенденцию изменения структуры?
Пленка растет послойно или изотропно?

Метод эллипсометрии может подсказать дополнительную информацию о выращенных слоях.

- Толщина
- Показатель преломления
- Показатель поглощения

Сканирующий лазерный эллипсометр «Микроскан» с He-Ne лазером. Производство ИФП СО РАН
- длина волны - 632,8 нм
- угол падения - 55º

Таблица 2. Результаты эллипсометрических измерений образцов, полученных при напряжениях разряда от 1080 до 1380 В

№	Напряжение разряда, В	Показатель преломления		Показатель поглощения		Толщина пленки, нм	
		Слой 1	Слой 2	Слой 1	Слой 2	Слой 1	Слой 2
1	1380	1,52	2,15	0,1	0,29	220	250
2	1300	1,55	2,1	0,04	0,27	180	340
3	1215	1,54	1,94	0,06	0,15	200	270
4	1140	1,6	1,85	0,04	0,27	180	340
5	1080	1,56	2,1	0,03	0,06	240	210

Таблица 3. Результаты эллипсометрических измерений образцов, полученных при напряжениях разряда от 600 до 960 В

№	Напряжение разряда, В	Показатель преломления	Показатель поглощения	Толщина пленки, нм
6	960	1,56	0,03	540
7	870	1,6	0,01	350
8	770	1,55	0,02	330
9	680	1,59	0	96
10	600	1,84	0	48

Выводы:

1. Обнаружен рост нанокластеров со структурой колец или коротких цепей в системе углеродных sp^2-связей структуры.

2. Образцы, полученные при средних напряжениях (770-960 В), имели высокий люминесцентный фон, что свидетельствует об увеличении содержания водорода в пленках.

3. Образцы, полученные при высоких напряжениях разряда (1080–1380 В), являются двухслойными, и каждый слой обладает своей толщиной и оптическими параметрами.

Благодарю всех за внимание