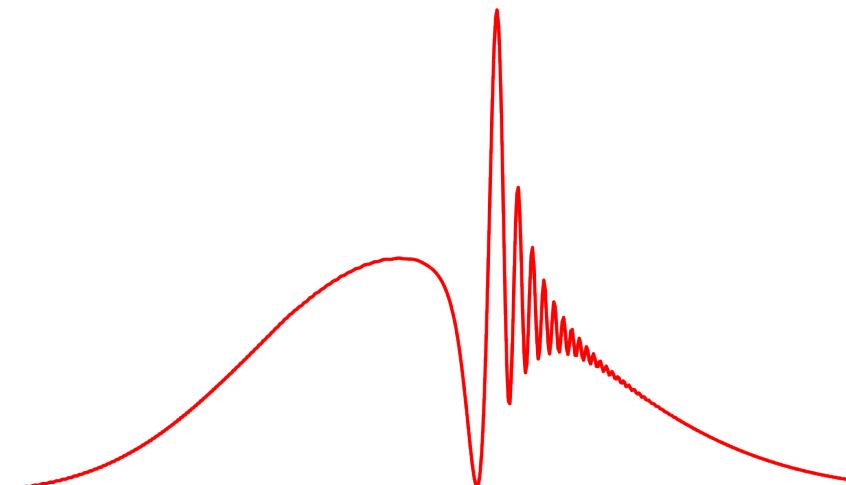


**Устройство для определения свойств жидкостей
и изменения толщины адсорбционного слоя
ЕВА 2.0 (Плазмон-БИО)**

**РУКОВОДСТВО
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**



www.PCbiosensors.com

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ.....	3
КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ	4
НАЗНАЧЕНИЕ	6
МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ.....	8
ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА	8
КОМПЛЕКТНОСТЬ ПРИБОРА ПЛАЗМОН-БИО	10
ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ПРИБОРА ПЛАЗМОН-БИО	11
ПОРЯДОК РАБОТЫ С ПРИБОРОМ ПЛАЗМОН-БИО.....	11
Часть 1: Общие положения	11
<i> 1.1 Подготовка прибора к работе.....</i>	11
<i> 1.2 Протокол работы с прибором Плазмон-БИО.....</i>	12
<i> 1.3 Стандартные операции на приборе Плазмон-БИО</i>	17
<i> 1.4 Возможные артефакты в работе прибора Плазмон-БИО</i>	20
Часть 2: Система управления, индикации и контроля параметров прибора Плазмон-БИО	21
<i> 2.1 CameraView</i>	21
<i> 2.2 PCbioViewer.....</i>	23
Часть 3: Дополнительные части прибора Плазмон-БИО	24
<i> 3.1 Персональный компьютер</i>	24
<i> 3.2 Перистальтический насос</i>	25
ПРИЛОЖЕНИЕ. ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ ДИЗАЙН ЭКСПЕРИМЕНТА	Error! Bookmark not defined.

ВВЕДЕНИЕ

Прежде чем приступать к работе с прибором **Плазмон-БИО**, тщательно изучите настоящее Руководство по эксплуатации (в дальнейшем – Руководство).

Настоящее Руководство описывает прибор **Плазмон-БИО**, работу и правила обращения с ним, и содержит указания по техническому обслуживанию и хранению.

Производитель постоянно совершенствует прибор, в связи с чем описание устройства в настоящем Руководстве может незначительно отличаться отставленной Вам модификации. Это расхождение не влияет на понимание текста и принципов работы с устройством.

Перечень сокращений:

ДПК, держатель проточной кюветы

КМОП, комплементарная структура металл-оксид-полупроводник

ПК, персональный компьютер

ПО, программное обеспечение

ПР, плазмонный резонанс

ФК, фотонный кристалл

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Плазмон-БИО – прибор, предназначенный для анализа жидкостей, позволяет определять влияние жидкостей и аналита(ов), растворенного(ых) в жидкой пробе, на оптические свойства сенсорной пластины на основе фотонного кристалла, для измерения показателя преломления жидкостей и определения концентрации аналита(ов). Устройство комплектуется перистальтическим насосом (Рисунок 1).

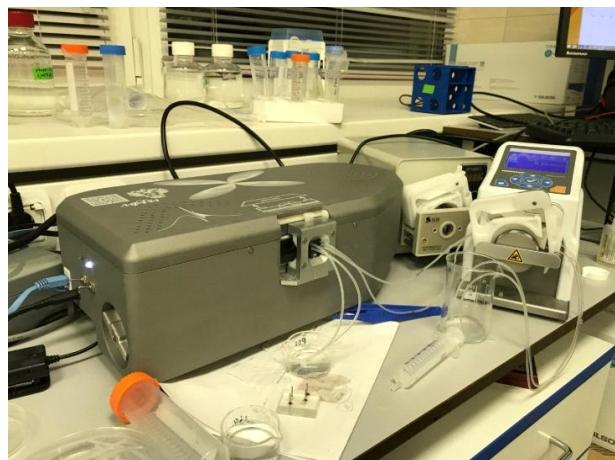


Рисунок 1 - Внешний вид прибора Плазмон-БИО и перистальтического насоса

Внутреннее устройство прибора показано на рисунке 2.



Рисунок 2 - Внутреннее устройство прибора Плазмон-БИО

Исследуемая жидккая проба подается в микрофлюидную кювету, при этом исследуемая жидкость контактирует с чипом - фотонно-кристаллической подложкой (Рисунок 3)

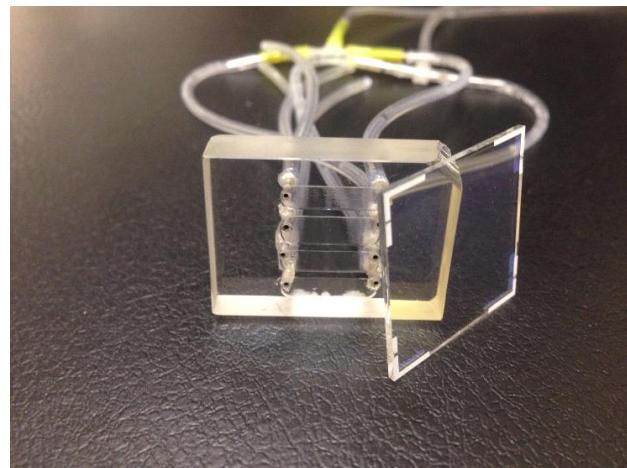


Рисунок 3 - Проточная кювета и прозрачный чип.

Микрофлюидная кювета с чипом крепится к призме прибора с помощью магнитного замка (Рисунок 4), через слой иммерсионного масла.



Рисунок 4 - Призма прибора без подсоединеной ячейки с сенсором и в сборе

Лазер генерирует световой пучок, который через призму попадает на поверхность чипа и, отражаясь от него, считывается КМОП (комплементарная структура металл-оксид-полупроводник)-матрицей. При прохождении жидкости вдоль поверхности сенсора, с обратной стороны по отношению к падающему излучения, за счет явления поверхностного плазмонного резонанса изменяется критический угол отражения, т.е. изменяется

интенсивность отражения света от поверхности сенсора. Явление поверхностного плазмонного резонанса позволяет таким образом различать показатели преломления жидкостей, протекающих по поверхности сенсора.

Управление прибором Плазмон-БИО осуществляется с помощью внешнего персонального компьютера (ПК, не входит в комплект поставки) под управлением операционной системы Windows, на котором предварительно устанавливается программное обеспечение (ПО, входит в комплект поставки на USB флеш-накопителе). Для установки ПО необходимо скопировать содержимое флеш-накопителя на ПК.

Питание прибора осуществляется стабилизированным напряжением постоянного тока 12.6 В.

Температурная область эксплуатации для прибора Плазмон-БИО – от + 10°C до + 40°C при относительной влажности воздуха до 95% (при 25°C).

НАЗНАЧЕНИЕ

Прибор **Плазмон-БИО** предназначен для измерения показателя преломления жидкостей и определения концентрации аналита(ов) растворенного(ых) в жидкой пробе.

Для работы с прибором, анализируемая жидкая проба подается в прибор с помощью перистальтического насоса.

Схема, поясняющая эффект поверхностного плазмонного резонанса на фотонных кристаллах, приведена на рисунке 5.

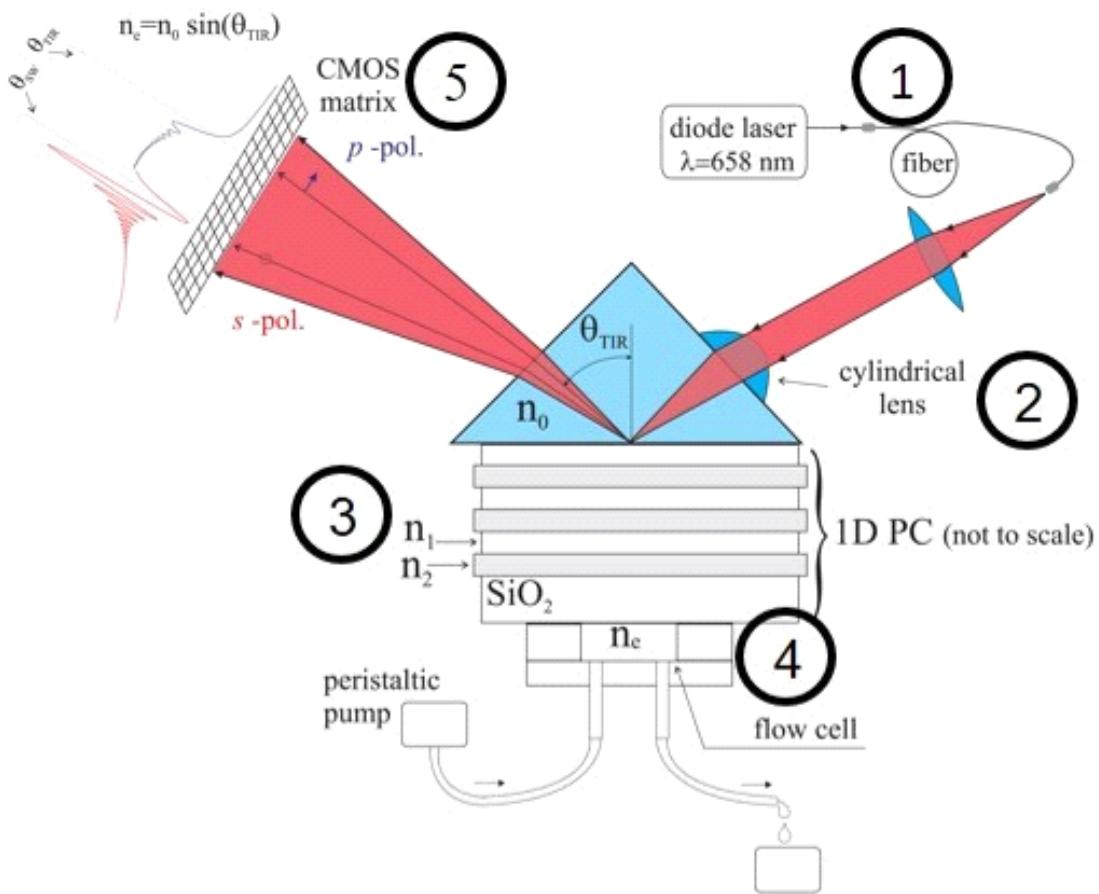


Рисунок 5 - Схема детектора плазмонного резонанса на фотонных кристаллах (ФК). Возбуждающее излучение от источника света (диодный лазер) по оптоволокну (1) попадает на цилиндрическую линзу (2). Попадая на ФК (3), излучение возбуждает плазмоны на разных слоях ФК, с различными по глубине проникновения электромагнитными волнами ослабления. Изменения на поверхности ФК или в объеме жидкости в проточной ячейке (4) детектируются путем измерения углов возбуждения плазмонного резонанса (ПР) на ФК и полного внутреннего отражения с помощью КМОП-сенсора (5).

Расходным материалом, необходимым для работы устройства, являются чипы на основе фотонного кристалла, которые можно использовать несколько раз.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

- 1 Не пытайтесь снять внешнюю крышку устройства.
- 2 Не направляйте на устройство мощные осветительные приборы.
- 3 Не располагайте устройство на неустойчивой или вибрирующей основе.
- 4 Для отсоединения кабелей беритесь за корпус разъема, а не за кабель.
- 5 Перед отключением устройства не забудьте извлечь из него проточную кювету с чипом и протереть поверхность призмы.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА

Таблица 1 - Основные технические характеристики прибора Плазмон-БИО

Аналитический принцип функционирования	Определение изменения критического угла отражения излучения от поверхности фотонного кристалла.
Состав прибора	Плазмон-БИО, перистальтический насос, ПК, ПО.
Количество каналов проточной ячейки для одновременного определения показателей преломления в нескольких образцах жидкой пробы	До 3 + 1 контрольный
Длины волн лазера	632.991 нм (в вакууме)
Спектральный диапазон КМОП матрицы для детекции излучения	- монохромный от <350 до 980 - ближний инфракрасный (расширенный) от <320 до 1000 нм
Предел допустимой относительной погрешности измерения показателя преломления жидкостей	5%

Диапазон измерения показателя преломления жидкостей	1,30 – 1,37
Время выхода на рабочий режим после включения	Не более 10 мин
Электропитание	От сети однофазного переменного тока 100-240В частотой 50 Гц
Потребляемая мощность	Не более 150 Вт
Рабочие условия	Температура +10°C...+40°C Относительная влажность 30% - 90%
Исполнение	Пылевлагозащищенное, IP43
Управление	С помощью внешнего компьютера с предварительно установленным программным обеспечением
Связь с внешним компьютером	Порт Ethernet - 1 шт.
Условия хранения	Температура +10°C...+40°C Относительная влажность 80% (при +25°C)
Размеры, см (Д x Ш x В), не более	40x30x20

КОМПЛЕКТНОСТЬ ПРИБОРА ПЛАЗМОН-БИО

Таблица 2 - Комплектность прибора Плазмон-БИО

1 Плазмон-БИО	1 шт.	
2 Блок питания	1 шт.	
3 Перистальтический насос	1 шт.	
4 Руководство по эксплуатации	1 шт.	
5 Программное обеспечение, находящееся на флеш-накопителе	1 шт.	

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ПРИБОРА ПЛАЗМОН-БИО

Плазмон-БИО может работать от стабилизированного напряжения постоянного тока 12.6 В.

ПОРЯДОК РАБОТЫ С ПРИБОРОМ ПЛАЗМОН-БИО

Часть 1: Общие положения

Предостережения, учитываемые перед началом работы с опытным образцом:

- не открывать крышку, не отсоединив шнур от сети;
- не помещать никаких предметов в оптический блок биосенсора;
- не допускать контакта биосенсора Плазмон-БИО с водой и другими жидкостями, при открытой крышке;
- избегать прямого воздействия солнечного света;
- не использовать прибор вблизи открытого огня и источников тепла;
- подсоединять биосенсор только к источникам питания с указанным напряжением;
- использовать только шнуры питания, поставляемые вместе с Плазмон-Био.

1.1 Подготовка прибора к работе

Прибор Плазмон-БИО должен размещаться на рабочем столе в месте, где нет сильных электрических и магнитных полей. Размещать на этом же столе оборудование, создающего вибрацию, недопустимо. Перед прибором должно быть не менее 15 см свободной поверхности (для размещения штатива для небольших пробирок или флаконов), а над прибором — не менее 30 см в высоту свободного пространства (для циркуляции воздуха).

После подсоединения оптического блока биосенсора к ПК, производится включение в сеть оптического блока биосенсора, ПК и перистальтического насоса.

1.2 Протокол работы с прибором Плазмон-БИО

- 1.2.1 Включить прибор, переключив 2 тумблера на боковой панели. Подождать 30 минут. Включить перистальтический насос. Включить ПК.
- 1.2.2 Запустить программу «CameraView».
- 1.2.3 Очистить видимую часть призмы в оптическом блоке биосенсора мягкой бумажной или тканевой салфеткой, смоченной этиловым спиртом.
- 1.2.4 Очистить проточную кювету мягкими салфетками, смоченными этиловым спиртом и ацетоном. Подсоединить трубы к входному и выходному отверстиям проточной кюветы. Зафиксировать проточную кювету с трубками в магнитном держателе (рисунок 6).
- 1.2.5 Тщательно очистить сенсорный ФК-чип от пыли (обе стороны чипа должны быть чистыми). Поместить небольшую каплю связующего масла на другую сторону сенсорного чипа (с двумя белыми полосками) и прижать ее к стеклянной призме в оптическом блоке биосенсора.
- 1.2.6 Поместить магнитный держатель с проточной кюветой на призму и повернуть рычаг на левой стороне оптического блока биосенсора против часовой стрелки, как показано на рисунке 7. За счет магнитных сил кювета будет прижата к сенсорному чипу, образуя проточную кювету, одной стороной которой служит поверхность сенсорного ФК-чипа.
- 1.2.7 Присоединить выходную трубку проточной кюветы к входной трубке перистальтического насоса с помощью маленького металлического переходника (который будет прилагаться). Опустить входную и выходную трубы в емкости с водой или фосфатным буфером. Исследуемые растворы будут подаваться в проточную кювету перистальтическим насосом.
- 1.2.8 Задать скорость перистальтического насоса примерно 0,2 мл/мин и переключить тумблер в положение «по часовой стрелке» (вправо). После того, как проточная кювета наполнится жидкостью, снизить скорость потока до любой величины не выше 0,1 мл/мин .

1.2.9 Когда проточная кювета наполнится жидкостью, на мониторе появится изображение, аналогичное показанному на рисунке 8.

1.2.10 Нажать кнопку «Начать запись!» в программе «CameraView» (Рисунок 9).

1.2.11 Указать название эксперимента и измерения. Выбрать необходимое число каналов. В случае наличия дефектов в рабочем поле изменить ширину канала так, чтобы дефекты не попадали в область измерения. Нажать кнопку «Запустить измерение» (Рисунок 10). Закончив измерение, нажать кнопку «Остановить запись» (Рисунок 11). Открыть файл результатов в Microsoft Excel, Origin или другой программе для обработки данных. Файл результатов для данного измерения сохраняется по пути /<название образца>/<название измерения>/daResults.dat в папке, названной по дате в формате дд-Мес-гггг (например, 15-Aug-2018) и автоматически создаваемой в C:/PCBiosensors_data/.

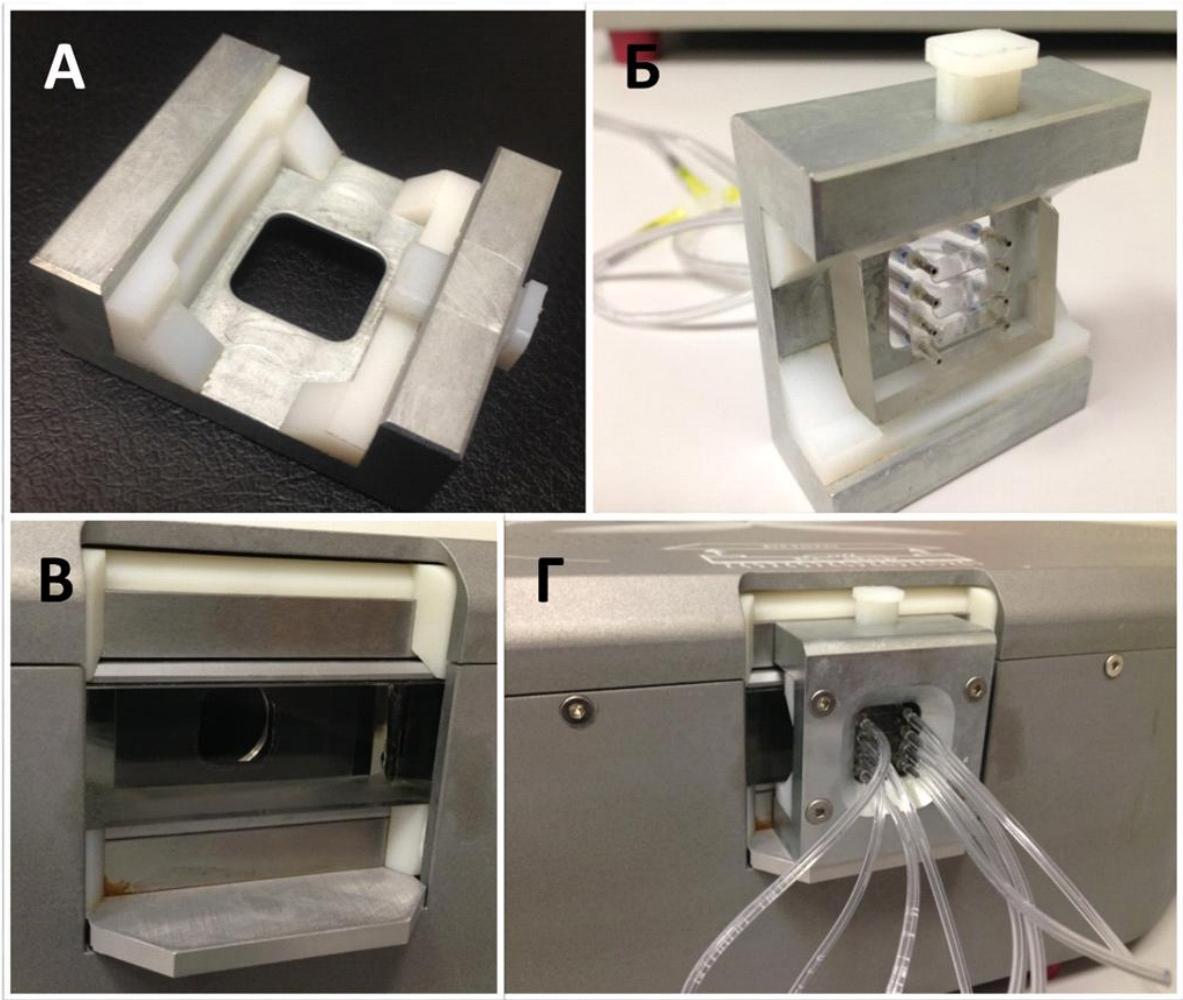


Рисунок 6 – А: Держатель проточной кюветы (ДПК) ; Б: ДПК с проточной кюветой ; В: посадочное место ДПК; Г: установленный ДПК с проточной кюветой

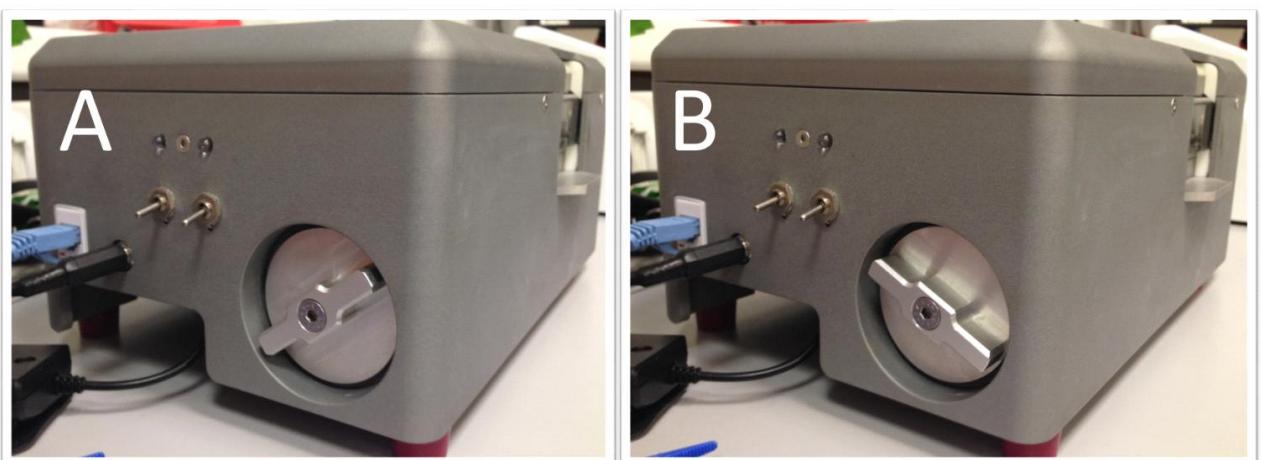


Рисунок 7 – Рычаг магнитного замка. Положение А - замок не активен, В - активен

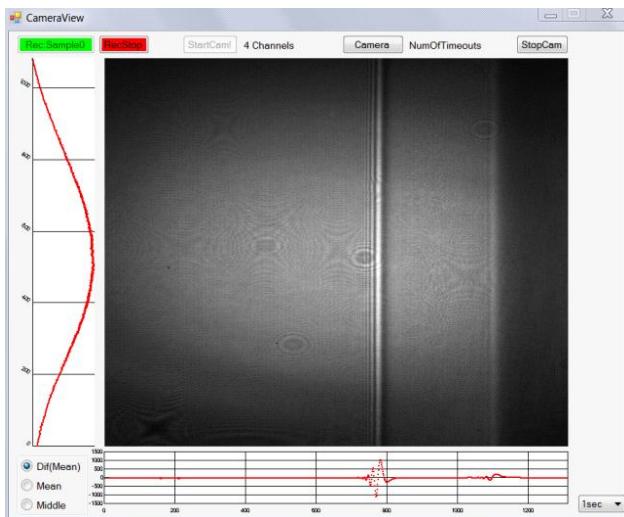


Рисунок 8 – Типичный (дифференциальный) профиль отражения поверхности сенсора опытного образца прибора Плазмон-БИО

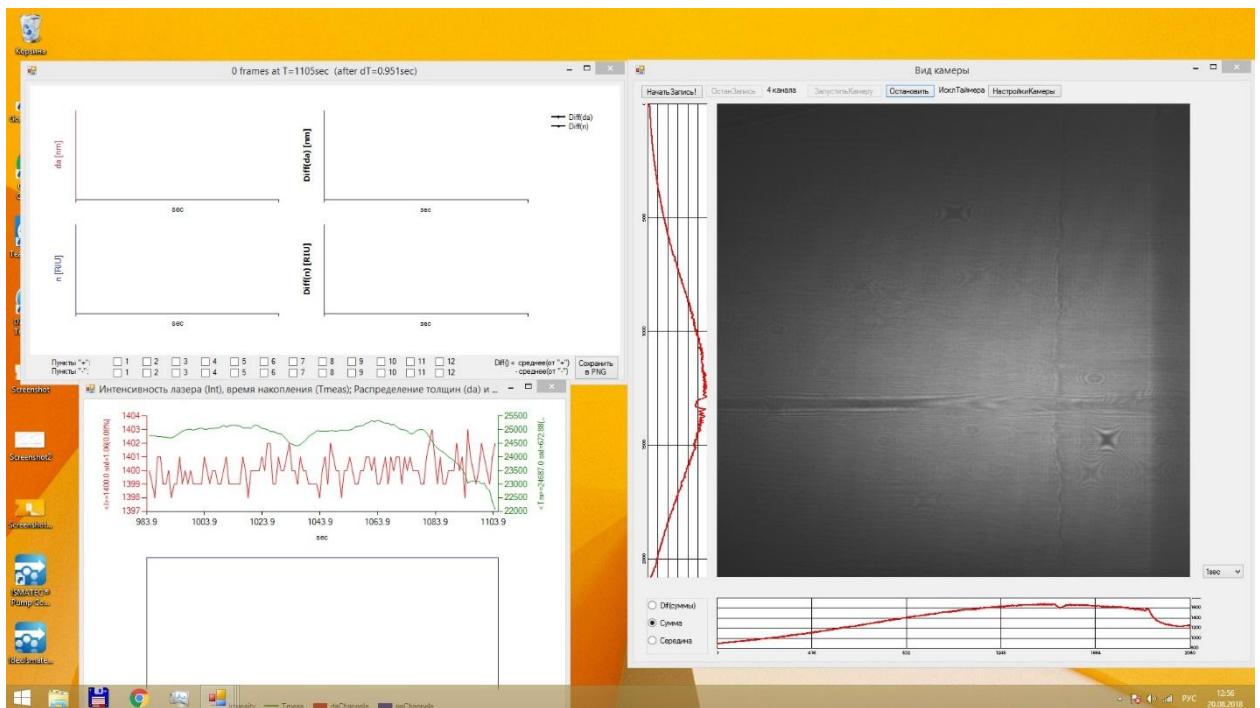


Рисунок 9 - Вид окон программы «CameraView» до начала измерения

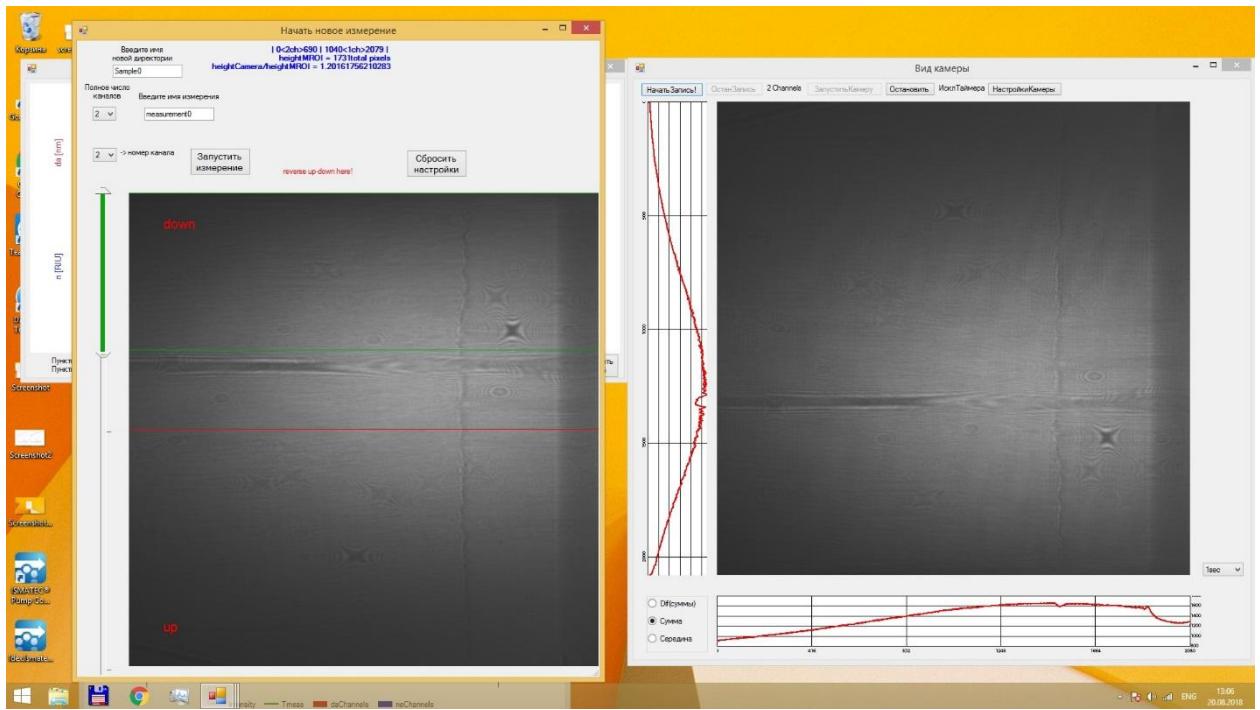


Рисунок 10 - Настройка измерения в программе «CameraView»

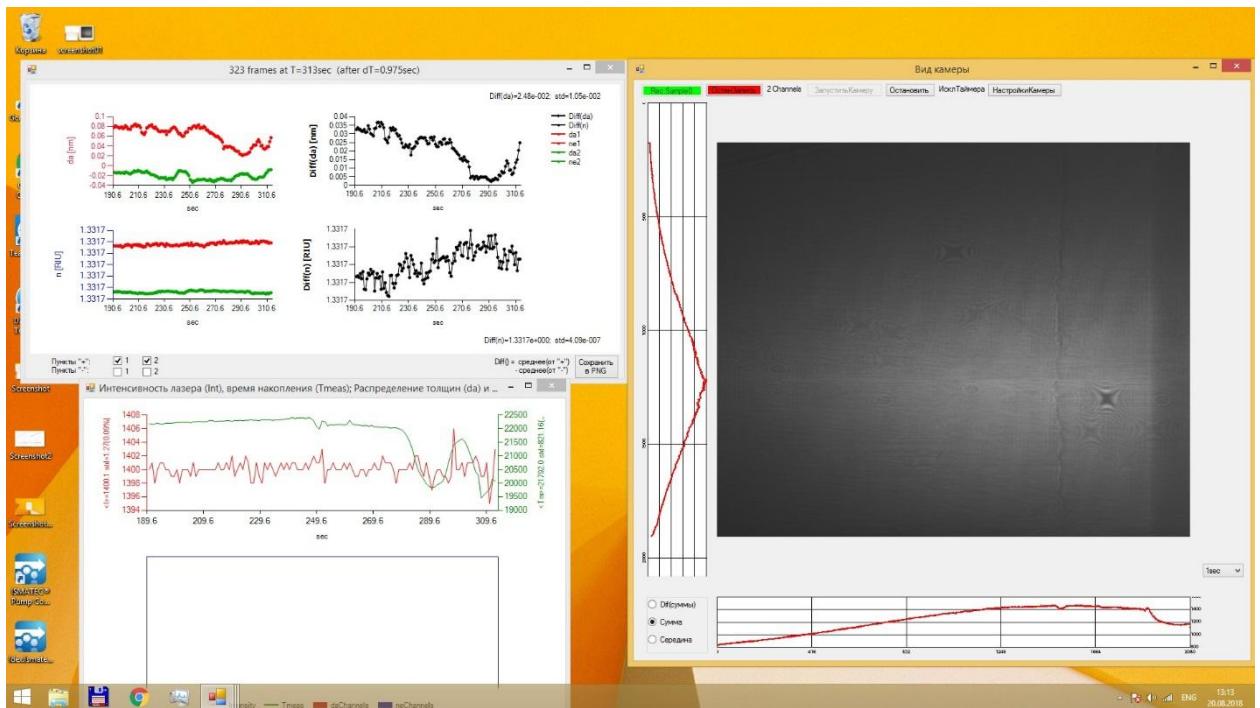


Рисунок 11 – Программа «CameraView» в процессе измерения. Измерение идет по двум каналам

1.3 Стандартные операции на приборе Плазмон-БИО

1.3.1 Очистка сенсорного чипа

Сенсорный чип представляет собой стеклянную пластину с пленкой ФК на одной из сторон. Поскольку верхний слой ФК-сенсора, получаемый осаждением, состоит из SiO_2 , он легко очищается от образца, оставшегося от предыдущего измерения. Один сенсорный чип можно использовать для большого количества измерений.

Очистить сенсорный чип мягкими бумажными или тканевыми салфетками, смоченными этиловым спиртом и ацетоном, для полного удаления масла. После предварительной очистки сенсорный чип необходимо обработать ультразвуком один раз в ацетоне и дважды в этиловом спирте (20–30 мин на каждую обработку).

Для ускорения и улучшения качества подготовки образцов можно использовать приспособление для плазменной очистки (например, Harrick Plasma PDC-32G). Перед измерением, образец и проточная кювета должны быть подвергнуты плазменной очистке в течение 1 мин при средней мощности и при давлении воздуха 0,4 мм рт. ст.

Нельзя использовать режим с высокой мощностью для очистки образца и проточной кюветы. Такая обработка создает угрозу разрушения верхнего слоя структуры ФК.

1.3.2 Установка сенсорного чипа

Для хорошей оптической связи между призмой и сенсорным чипом необходимо использовать связующее масло.

Оптической связи в оптическом блоке биосенсора можно добиться двумя различными методами.

Первый метод займет несколько секунд, при этом сенсорный чип надо держать за края большим и указательным пальцами.

Второй метод займет около 2 мин, при этом для помещения сенсорного чипа в магнитный держатель можно использовать пинцет.

1.3.2.1 Очистить сенсорный ФК-чип от пыли (обе стороны чипа должны быть чистыми). Поместить небольшую каплю связующего масла на другую сторону сенсорного чипа (с двумя белыми полосками) и прижать ее к стеклянной призме в оптическом блоке биосенсора.

Для этой цели предпочтительно воспользоваться маслом с высокой вязкостью, например: Cargille laboratories (www.cargille.com) IMMERSION LIQUID n=1.5167 (длина волны=5893 Å) t°=25°C, BK-7 matching liquid.

Поднести магнитный держатель с проточной кюветой к призме с сенсорным чипом и повернуть рычаг на левой стороне оптического блока биосенсора против часовой стрелки. За счет магнитных сил кювета будет прижата к сенсорному чипу, образуя проточную кювету, одной стороной которой будет служить поверхность сенсорного ФК-чипа.

1.3.2.2 Поместить проточную кювету в магнитный держатель, затем установить сенсорный чип на кювету с помощью пинцета. Нажать пластмассовую кнопку, чтобы зафиксировать сенсорный чип. Поднести магнитный держатель с проточной кюветой и сенсорным чипом к призме и повернуть рычаг на левой стороне оптического блока биосенсора против часовой стрелки.

Масло с низкой вязкостью впрыснуть пипеткой через отверстие в держателе проточной кюветы. Объем впрыскиваемого масла будет задаваться с помощью волюметра. Для заполнения пространства между призмой и сенсорным чипом (40 мкл) достаточно впрыснуть 70 мкл масла. Объем задается поворотом регулировочного колесика или кнопки пипетки. Нужно протолкнуть держатель наконечника в наконечник легким вращательным движением, добившись прочного герметичного соединения. Для работы с маслом надо обрезать наконечник лезвием на расстоянии 10–14 мм от конца (этот наконечник можно будет использовать для впрыскивания масла многократно). Пипетку держать вертикально.

Ввести новый наконечник марки Gilson Diamond Tip в отверстие держателя проточной кюветы. Этот пластиковый наконечник предназначен для одноразового использования; его нельзя очистить и использовать повторно.

Поместить нижнюю часть наконечника пипетки в пузырек с маслом с низкой вязкостью и заполнить наконечник. Впрыснуть масло из этого наконечника в наконечник, введенный в отверстие. Подождать 1–2 мин. При заполнении пространства между призмой и сенсорным чипом чип должен потемнеть, что видно сквозь проточную кювету.

1.3.3 Удаление сенсорного чипа

1.3.3.1 Повернуть рычаг на левой стороне оптического блока биосенсора по часовой стрелке. Отделить магнитный держатель с проточной кюветой от призмы. Сдвинуть сенсорный чип вертикально вдоль призмы. Очистить сенсорный чип мягкой бумажной или тканевой салфеткой, смоченной этиловым спиртом и ацетоном, для полного удаления масла. После этого сенсорный чип необходимо обработать ультразвуком один раз в ацетоне и дважды в этиловом спирте (20–30 мин на каждую обработку).

1.3.3.2 Очистить призму и проточную кювету мягкой бумажной или тканевой салфеткой, смоченной этиловым спиртом и ацетоном.

1.3.3.3 После измерения очистить или заменить входные трубки.

1.3.3.4 Для очистки трубки, подсоединить ее к перистальтическому насосу с помощью стандартного металлического переходника. Опустить конец трубки в емкость с этиловым спиртом. Включить перистальтический насос на 3–5 мин при высокой скорости потока (40–60 мкл/мин).

1.3.4. Введение образца

При необходимости измерить небольшие по амплитуде изменения показателя преломления на поверхности фотонного кристалла, направление потока не меняется, а исследуемый образец вводится во входной резервуар. В этом случае, непрерывный поток сквозь проточную кювету не прерывается и не изменяется.

При необходимости заменить входной резервуар разработана следующая процедура, позволяющая не допустить образования пузырьков воздуха в системе:

- (а) поменять направление потока с помощью перистальтического насоса;
- (б) вынуть входную трубку из старого резервуара и поместить ее в новый, содержащий новый исследуемый образец;
- (в) снова поменять направление потока на противоположное с помощью перистальтического насоса.

1.4 Возможные артефакты в работе прибора Плазмон-БИО

1.4.1 Резкие скачки данных

Резкие скачки сигнала прибора могут быть вызваны:

- мелкими пузырьками воздуха в проточной кювете;
- изменением направления потока;
- вибрациями стола, на котором установлен прибор.

Для решения проблемы была разработана следующая процедура.

1.4.1.1 Промыть насос при умеренной скорости потока (не выше 15 мкл/мм).

В случае проблем с пузырьками воздуха, включить высокую скорость потока (25–35 мкл/мм) на несколько секунд. Высокая скорость потока обычно помогает удалить пузырьки воздуха, которые могли попасть в систему.

1.4.1.2 Если сенсорный чип установлен неправильно (видны пузырьки воздуха между призмой и чипом или в проточной кювете), удалить сенсорный чип и тщательно промыть поверхность призмы, проточную кювету и сенсорный чип. Прочистить или заменить трубку входа.

1.4.1.3 Чтобы снизить вероятность скачков сигнала, использовать для промывки кюветы дейонизированную воду и тщательно очищать сенсорный чип и проточную систему.

1.4.1.4 Избегать установки прибора на поверхности, которые могут быть подвержены вибрациям.

1.4.2 Сенсорный чип

Если проточная кювета заполнена жидкостью, но изображение на мониторе отличается от показанного на рисунке 8, это может означать, что, либо сенсорный чип плохо очищен, либо в проточной кювете есть пузырьки воздуха. Присутствие самых небольших загрязнений на поверхности сенсорного чипа может исказить форму линий интерференции. В этом случае необходимо извлечь сенсорный чип и тщательно его промыть.

Часть 2: Система управления, индикации и контроля параметров прибора Плазмон-БИО

В ПО Плазмон-БИО используются две независимые программы, одна для контроля параметров прибора и проведения анализа, а другая для анализа и обработки данных. Разделение функций между двумя различными программами позволяет проводить анализ данных на компьютерах без подключения прибора, что актуально, например, при удаленной работе, а также проводить независимые обновления ПО как в части управления прибором, так и в части обработки экспериментальных данных.

2.1 CameraView

Пример трех окон запущенной программы «CameraView», используемой для управления процессов анализа и записи данных, представлен на рисунке 9.

«CameraView»

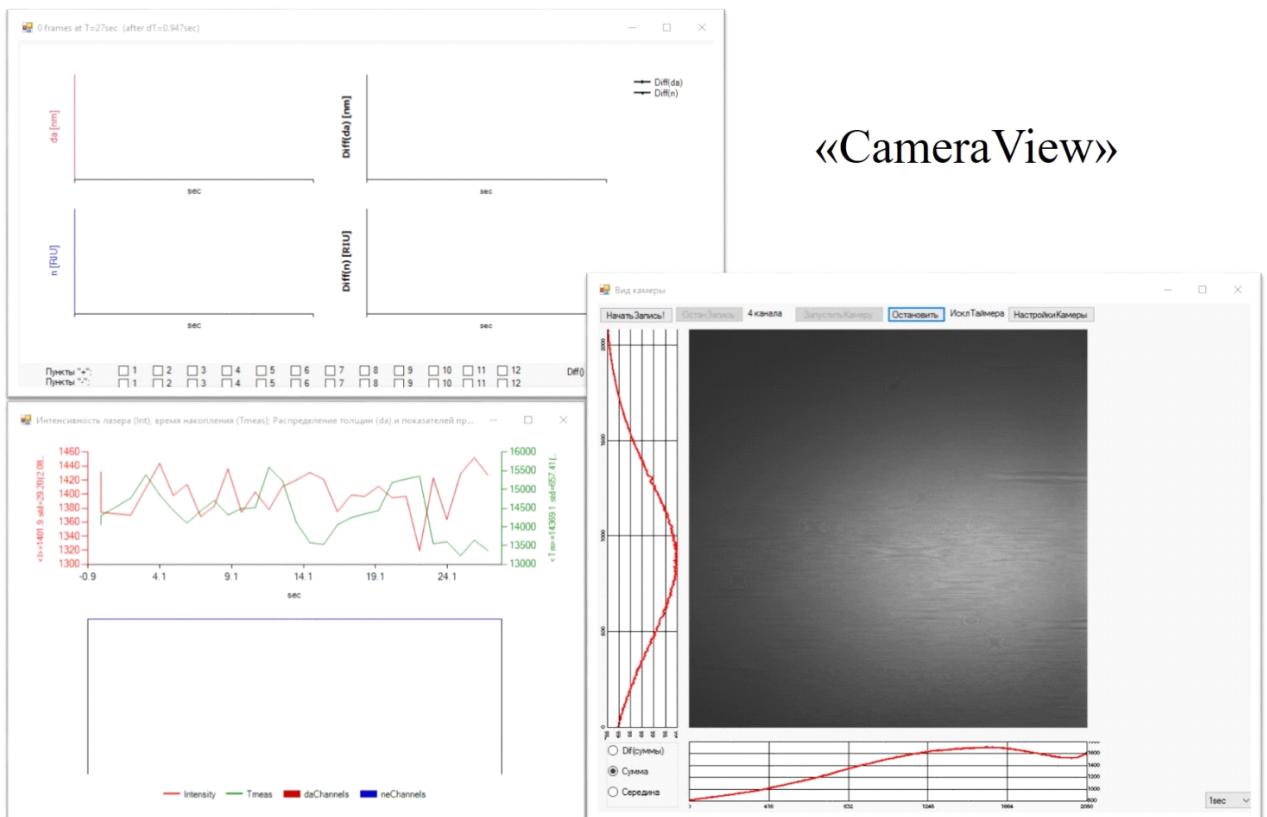


Рисунок 9 – Три окна программы «CameraView»

Включение программы управления прибором возможно только после включения и инициализации компонент прибора Плазмон-БИО. Программа отображает картинку, детектируемую КМОП матрицей, X и Y проекции зоны наблюдения образца, и основные элементы контроля и управления.

Если вертикальная линия SW четкая и прямая, то образец чист и гомогенен. Линия TIR также должна быть прямой и гомогенной, при использовании одноканальной проточной кюветы.

Если качество картинки удовлетворительно, то можно запускать запись, после чего появится окно «Начать запись», в котором будет возможен выбор числа каналов регистрации, их пространственного расположения и выбор компьютерного диска для записи данных.

Компьютерное окно «Данные» показывает RI (Refractive Index) и толщину приповерхностного слоя для каждого из каналов отдельно (в различных цветах), а два других показывают (в черно-белом изображении) их комбинацию в соответствии с формулой «значение «положительных каналов»

– значение «отрицательных каналов». По умолчанию, все каналы, отмеченные как «положительные каналы» и, таким образом, изначально «черно-белые», покажут среднее значение величины $da[nm]$ и $n[RIU]$.

2.2 PCbioViewer

Программа «PCbioViewer» служит для анализа и обработки данных. Вид окна просмотра данных представлен на рисунке 10.

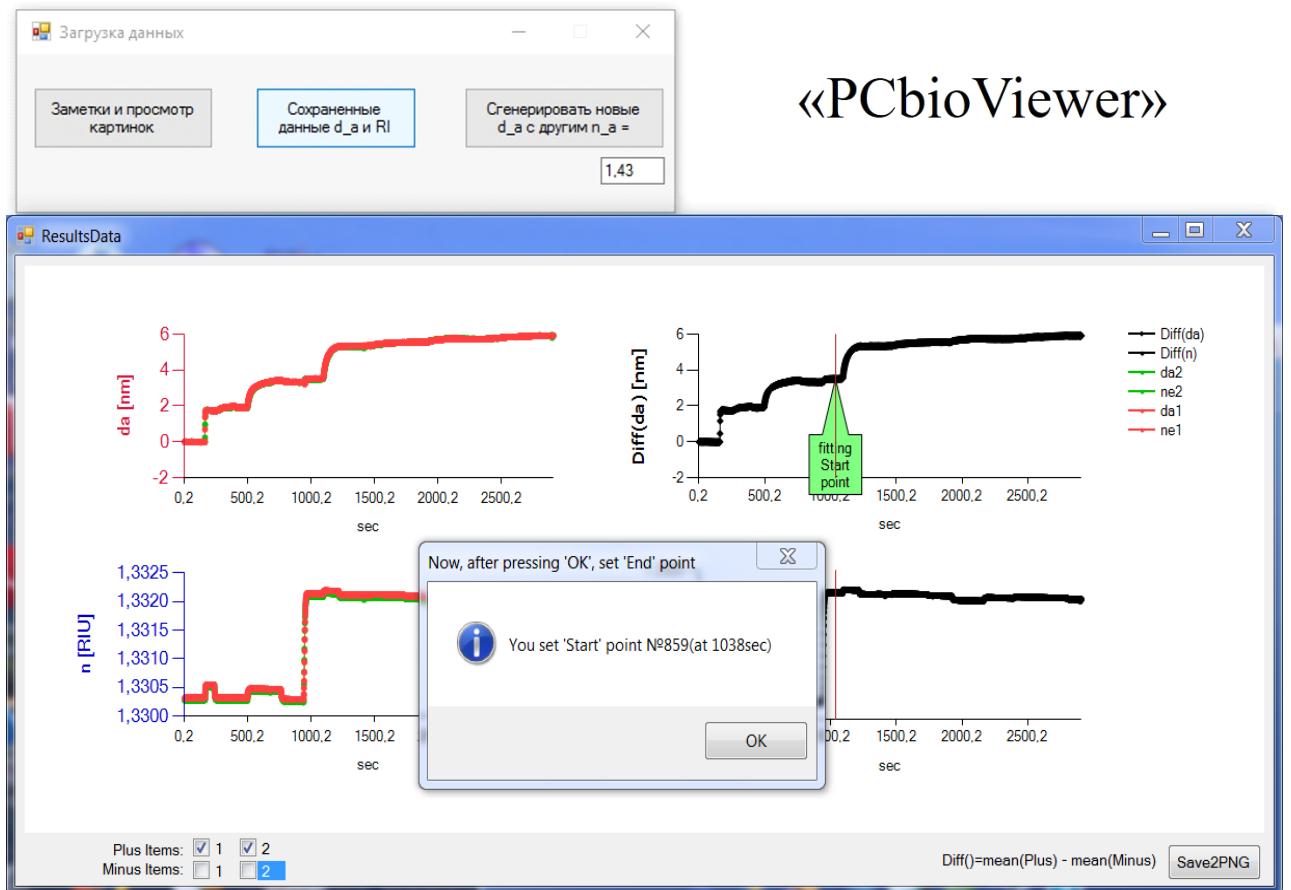


Рисунок 10 – Вид окна программы анализа и обработки данных

Окно позволяет выбирать и масштабировать нужный раздел данных. Выбранная группа экспериментальных точек открывается в отдельном окне, где можно выбирать метод аппроксимации. В программе предусмотрено несколько таких методов, подробное описание параметров аппроксимации можно наблюдать в окне, представленном, на рисунке 11.

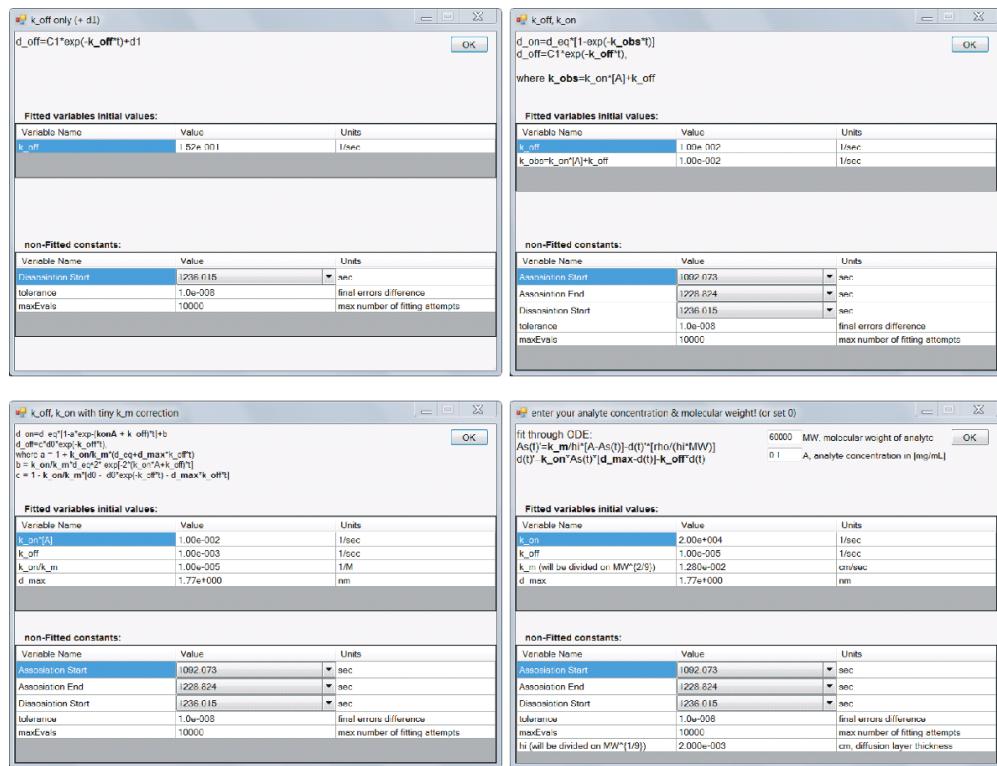


Рисунок 11 – Предлагаемые методы обработки данных прибора Плазмон-БИО

Часть 3: Дополнительные части прибора Плазмон-БИО

3.1 Персональный компьютер

Прибор Плазмон-БИО комплектуется ПО, необходимым для управления процессом работы прибора. Программное обеспечение опытного образца прибора установлено на компьютер Lenovo ThinkCentre M900, технические характеристики которого представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Технические характеристики персонального компьютера, управляющего процессом работы опытного образца прибора Плазмон-БИО

Параметр	Значение
Модель	Lenovo ThinkCentre M900
Процессор	Intel ® Core™ i7-6700T
Оперативная память	8.00 Гб
Операционная система	Windows 10 Pro
Тип системы	64-разрядная операционная система

3.2 Перистальтический насос

Для подачи жидкости из контейнера с образцом в проточную кювету используется перистальтический насос марки Ismatec Reglo ICC, который позволяет прокачивать жидкость через три канала, с возможностью независимой регулировки скорости потока в каждом канале. Технические характеристики перистальтического насоса приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Технические характеристики перистальтического насоса Ismatec Reglo ICC

Параметр	Значение
Тип мотора	Шаговый двигатель
Скорость вращения, обороты/минута	0.1-100
Настройка скорости вращения, обороты/минута	0.01
Интерфейс подключения к компьютеру	USB 2.0, Mini-B, RS-232
Количество независимых каналов	3
Электропитание	100-240 В, 50/60 Гц
Габаритные размеры, мм	205 x 125 x 170
Вес, кг	2.7

При использовании проточной кюветы с четырьмя отверстиями и скорости потока в перистальтическом насосе равной 10 мм/с, жидкость в системе движется со скоростью ~ 500 мкл/мин. Эта объемная скорость потока соответствует линейной скорости потока сквозь проточную кювету ~ 10 мм/с.

Использование микротрубок с малым внутренним диаметром (0,51 мм) позволяет сократить расход образца, т.к. на стандартную длину подключения (около 15 см) приходится не более 30 мкл жидкости.

Возможность независимой регулировки скорости потока через каждый канал позволяет анализировать образцы различной вязкости и менять временное разрешение анализа для каждого отдельного образца.