

**СПЕКТРОМЕТР ЛАЗЕРНЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ
КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
РАЗМЕРОВ МИКРОЧАСТИЦ В БИОЛОГИЧЕСКИХ
ЖИДКОСТЯХ**

Л К С - 0 3 - “ИНТОКС”

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
УИЕЮ. 941 412. 003 РЭ**

Санкт-Петербург

2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания	3
2. Назначение	3
3. Технические данные	4
4. Комплектность	5
5. Устройство и принцип работы	6
6. Указание мер безопасности	12
7. Подготовка к работе	13
8. Порядок работы	18
9. Техническое обслуживание	36
10. Возможные неисправности и способы их устранения	37
Приложение 1. Инструкция по приготовлению поверочных суспензий.	38

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Настоящее руководство предназначено для изучения устройства и принципа работы спектрометра лазерного корреляционного компьютеризированного для определения размеров микрочастиц в биологических жидкостях ЛКС-03-”ИНТОКС” (в дальнейшем - спектрометр) и содержит сведения, необходимые для правильной эксплуатации спектрометра.

НЕ ПРИСТУПАЙТЕ К РАБОТЕ, НЕ ОЗНАКОМИВШИСЬ С НАСТОЯЩИМ РУКОВОДСТВОМ!

1.2. При эксплуатации спектрометра необходимо дополнительно руководствоваться инструкцией по применению в медицинской практике УИЕЮ. 941 412.003 Д1.

1.3. Спектрометр рассчитан на обслуживание персоналом средней квалификации.

1.4. Разработчик и изготовитель спектрометра проводит обязательное обучение персонала, а также по желанию пользователя обучение инженерно-технических работников из обслуживающего персонала.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Спектрометр предназначен для измерения диаметров частиц в растворах при исследовании сыворотки и плазмы крови, ликвора, мочи и других биологических жидкостей.

2.2. Спектрометр предназначен для применения в клиничко-диагностических и санитарно-гигиенических лабораториях крупных больниц и научно-исследовательских учреждениях Минздрава РФ.

2.3. Спектрометр соответствует по устойчивости к механическим воздействиям группе 2 ГОСТ Р50444, по электробезопасности классу 1 типу В ГОСТ 12.2.025, по зависимости от возможных последствий отказа в процессе эксплуатации классу В ГОСТ РД 50-707.

По режиму применения спектрометр относится к изделиям многократного циклического использования.

2.4 Условия эксплуатации спектрометра соответствуют номинальным значениям климатических факторов внешней среды для вида климатического исполнения УХЛ 4.2 по ГОСТ Р 50444 и ГОСТ 15150.

- Температура окружающего воздуха от 10 до 35 °С
- Относительная влажность воздуха от 65 до 80% при 25 °С.
- Атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.).

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

- 3.1. Диапазон размеров исследуемых частиц от 0.05 до 2 мкм;
- 3.2. Пределы допускаемого значения систематической составляющей относительной погрешности при определении диаметра сферических частиц - не более $\pm 20\%$.
- 3.3. Предел допускаемого СКО случайной составляющей относительной погрешности при определении диаметра сферических частиц - не более 10%;
- 3.4. Длина волны излучения лазера - 0.6328 мкм.
- 3.5. Абсолютная погрешность поддержания температуры 37 °С в кювете не более $\pm 0,5$ °С
- 3.6. Спектрометр работает от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением (220 \pm 22) В.
- 3.7. Мощность, потребляемая спектрометром, не более 220 ВА, а при номинальном режиме работы не более 200 ВА.
- 3.8. Масса: спектрометра не более: - 10 кг;
- 3.9. Габаритные размеры не более: оптического блока – 441x220x86 мм;
блока питания – 220x150x90 мм
- 3.10 Средняя наработка спектрометра на отказ не менее 2500 ч.
Критерии отказов - несоответствие спектрометра пп. 3.2, 3.3.
- 3.10. Средний срок службы спектрометра не менее 5 лет при средней интенсивности эксплуатации 6 ч. в сутки.
- 3.11. Предельное состояние спектрометра - состояние, при котором восстановление его невозможно или экономически нецелесообразно.

4. КОМПЛЕКТНОСТЬ

- 4.1. Комплект поставки спектрометра должен соответствовать указанному в таблице 1.

Таблица 1.

N	Наименование	Обозначение документа	Количество шт.
1	Блок оптический	УИЕЮ. 941 537.001	1
	Блок питания	УИЕЮ. 941 537.001	1
2	Персональный компьютер		1
Запасные части			
3	Вставка плавкая ВП1-1 1,0 А	АГО.481.303ТУ	2
Принадлежности			
4	Диск оптический с программным обеспечением спектрометра	УИЕЮ. 200 259.001	1
5	Кабель USB тип А – тип В		2
6	Кабель питания		1
7	Кабель сетевой		1
Эксплуатационная документация			
7	Паспорт	УИЕЮ. 941412.003 ПС	1
8	Руководство по эксплуатации	УИЕЮ. 941412.003 РЭ	1
9	Инструкция по поверке	УИЕЮ. 941412.003 ДЗ	1

Примечание: Персональный компьютер поставляются по согласованию с Заказчиком.

5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

5.1 Физические основы метода лазерной корреляционной спектроскопии.

Суть метода лазерной корреляционной спектроскопии заключается в определении спектральных характеристик квазиупруго рассеянного (рассматривается рэлеевское рассеяние) изучаемой системой света по спектру флуктуаций интенсивности регистрируемого излучения. При этом возможны две схемы измерений: гомодинная, когда регистрируется исключительно свет, рассеянный системой и гетеродинная, в которой регистрируются биения между рассеянным светом и опорным детерминированным излучением намного большей интенсивности. Спектр флуктуаций интенсивности излучения является Фурье-образом корреляционной функции флуктуаций интенсивности регистрируемого поля.

Для простейшей модели рассеяния света единственной точечной частицей на больших по сравнению с длиной волны расстояниях от частицы, а также вдали от рассеивающего объема, рассеянная волна в точке пространства \mathbf{s} может быть представлена в виде

$$\mathbf{E}(\mathbf{s}, \mathbf{t}) \sim e^{-i\mathbf{q}\mathbf{r}(\mathbf{t})} e^{i(\omega_0 \mathbf{t} - \mathbf{k}\mathbf{s})}, \quad (1)$$

где $\mathbf{r}(\mathbf{t})$ – радиус-вектор точечной частицы в момент времени \mathbf{t} , \mathbf{k} – волновой вектор рассеянной волны, \mathbf{q} – переданный волновой вектор, равный разности волновых векторов падающего и рассеянного излучения.

$$\mathbf{q} = (4\pi n / \lambda) \sin \theta / 2, \quad (2)$$

где n – показатель преломления, θ – угол рассеяния.

Парная корреляционная функция амплитуды регистрируемого поля $G^{(1)}(\tau)$ по определению имеет вид

$$G^{(1)}(\tau) \sim \langle e^{-i\mathbf{q}\mathbf{r}(0)} e^{i\mathbf{q}\mathbf{r}(\tau)} \rangle. \quad (3)$$

Явный вид $G^{(1)}(\tau)$ может быть получен после вычисления среднего значения $e^{i\mathbf{q}\Delta\mathbf{r}(\tau)}$, где $\Delta\mathbf{r}(\tau)$ – смещение частицы за время τ . Пусть $P(\Delta\mathbf{r}, \tau)$ – вероятность того, что частица сместится на $\Delta\mathbf{r}$ за время τ , тогда

$$G^{(1)}(\tau) \sim \int P(\Delta\mathbf{r}, \tau) e^{i\mathbf{q}\Delta\mathbf{r}} d^3 \Delta\mathbf{r} \quad (4)$$

В жидкости $P(\Delta\mathbf{r}, \tau)$ обычно удовлетворяет уравнению диффузии

$$\mathbf{P} = \mathbf{D} \nabla^2 \mathbf{P} - \nabla \mathbf{V} \mathbf{P}, \quad (5)$$

где \mathbf{D} – коэффициент диффузии, \mathbf{V} – скорость дрейфа частиц под действием внешних сил. Если \mathbf{V} не зависит от \mathbf{r} и τ , то после преобразования Фурье в формуле (5)

$$G^{(1)}(\tau) = \mathbf{A} e^{-\mathbf{D} q^2 \tau - i\mathbf{q}\mathbf{V} \tau} \quad (6)$$

Соответственно, гетеродинный спектр, равный Фурье-образу корреляционной функции, представляет собой кривую Лоренца,

$$I^{(1)}(\omega) = \frac{1}{\pi} A \frac{Dq^2}{(\omega - qV)^2 + (Dq^2)^2} \quad (7)$$

центрированную на частоте qV (доплеровское смещение) и с полушириной на полувысоте Dq^2 (диффузионное уширение Γ).

Коэффициент диффузии D зависит от гидродинамических размеров рассеивателя, поэтому, определив полуширину спектра, можно найти его размер. В частности, если рассеивающая частица является сферической, то

$$D = \frac{k_B T}{6 \pi \eta R_h} \quad (8)$$

где η – вязкость раствора, k_B – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура, R_h – гидродинамический радиус частицы.

В случае непрерывных распределений частиц по размерам гетеродинный спектр будет иметь вид

$$I^{(1)}(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{A(\Gamma)\Gamma d\Gamma}{\omega^2 + \Gamma^2} \quad (9)$$

где $A(\Gamma)$ – функция распределения интенсивностей рассеяния частиц по характерным для них диффузионным уширениям.

Распределение интенсивностей рассеяния частиц по их диффузионным уширениям и, соответственно, по их размерам, может быть получено в результате обращения интегрального уравнения (9).

5.2. Конструкция



Рис. 1. Внешний вид спектрометра ЛКС-03

Внешний вид спектрометра ЛКС-03 приведен на рис. 1.

Спектрометр состоит из: блока оптического, блока питания и персонального компьютера.

5.2.1. Блок оптический

Блок оптический спектрометра состоит из металлического основания, на котором установлены лазер с блоком питания, фотоприемное устройство, оптические элементы: шеврон, устройство переноса изображения, диафрагмы, светофильтр и кюветный узел. Кроме того, внутри корпуса размещаются печатные платы сигнального процессора (DSP) усилителей, антиалиасного фильтра и 1-Wire интерфейса цифрового термометра, разъемы для подключения блока питания.

На передней части оптического блока (Рис. 2) расположены индикатор состояния платы DSP и ручка регулировки уровня сигнала.



Рис 2 Передняя панель оптического блока спектрометра.

На левой боковой панели оптического блока расположен 2 разъема USB типа В для подключения к компьютеру платы DSP и цифрового термометра.(Рис. 3).



Рис 3 Левая панель оптического блока спектрометра.

Доступ к кювете осуществляется через сдвижной люк на верхней панели прибора (Рис. 2). На задней панели прибора расположены ввод шнура питания лазера, разъем питания электронных плат и технологический разъем.

На передней панели блока питания расположены (слева на право) разъемы питания лазера, электронных плат, а также розетка предохранителем для сетевого кабеля и тумблер включения прибора (Рис. 4)



Рис 4 Блок питания.

5.3. Схема электрическая принципиальная

5.3.1. Схема электрическая принципиальная УИЕЮ. 941412.003 ЭЗ спектрометра и состоит из источника питания лазера с излучателем и блока питания электроники, платы фотоприемника с предусилителем, платы усилителей и антиалиасного фильтра, платы выходного усилителя с дифференциальным выходом, платы DSP и платы интерфейса цифрового термометра.

5.3.2. Источник питания лазера предназначен для электропитания излучателя лазера газового ЛГН-207А. Кроме того источник питания лазера содержит сетевой П-образный фильтр для фильтрации напряжения сети с частотой 50 Гц и высоковольтный Г-образный фильтр для фильтрации помехи с частотой высоковольтного преобразователя.

5.3.3. Источник питания электроники предназначен для формирования постоянного стабильного напряжения ± 9 вольт.

5.3.4. Фотоприемник с платой предусилителя предназначен для приема опорного лазерного луча и рассеянного исследуемым образцом света и преобразования фототока в напряжение сигнала.

5.3.5. Платы аналоговой электроники предназначены для усиления сигнала ограничения полосы частот (фильтрации) анализируемого сигнала и сопряжения с платой DSP.

5.3.6. Плата DSP E14-440 (фирмы LCard) предназначена для:

1. преобразования фильтрованного анализируемого сигнала из аналоговой формы в цифровую;
2. обеспечения непрерывности АЦ-преобразования сигнала.

Управление работой платы ЦОС осуществляется оператором с помощью специально разработанной компьютерной программы. Программа способна обслуживать платы L780, E14-440 и USB3000. Плата DSP снабжена

разъемами для ввода аналоговых сигналов и интерфейсом для стыковки с компьютером.

Основные технические характеристики платы E14-440:

1. Число входов аналогового сигнала: 16 (используется 1)
2. Частота дескретизации АЦП: 400 000 Гц;
3. Число уровней дискретизации АЦП (количество двоичных разрядов): ± 8192 (14);
4. Амплитуда входного сигнала: ± 5 В.

5.4 Принцип работы

В спектрометре реализованы методы лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС), основанные на измерении спектров мощности квазиупруго рассеянного света. Известно, что рассеяние света на частицах, совершающих броуновское движение, сопровождается увеличением ширины спектра исходного излучения – диффузионным уширением. Так как собственная ширина спектра лазерного излучения очень мала, ширина спектра рассеянного света пропорциональна коэффициенту трансляционной диффузии, связанному аналитически с размером рассеивающих частиц по известной формуле Эйнштейна - Стокса.

В спектрометре использована гетеродинная схема измерений ЛКС, которая регистрирует биения между рассеянным и опорным лучами лазерного излучения и позволяет проводить спектральные измерения в диапазоне относительно низких частот от 1 до 100000 Гц.

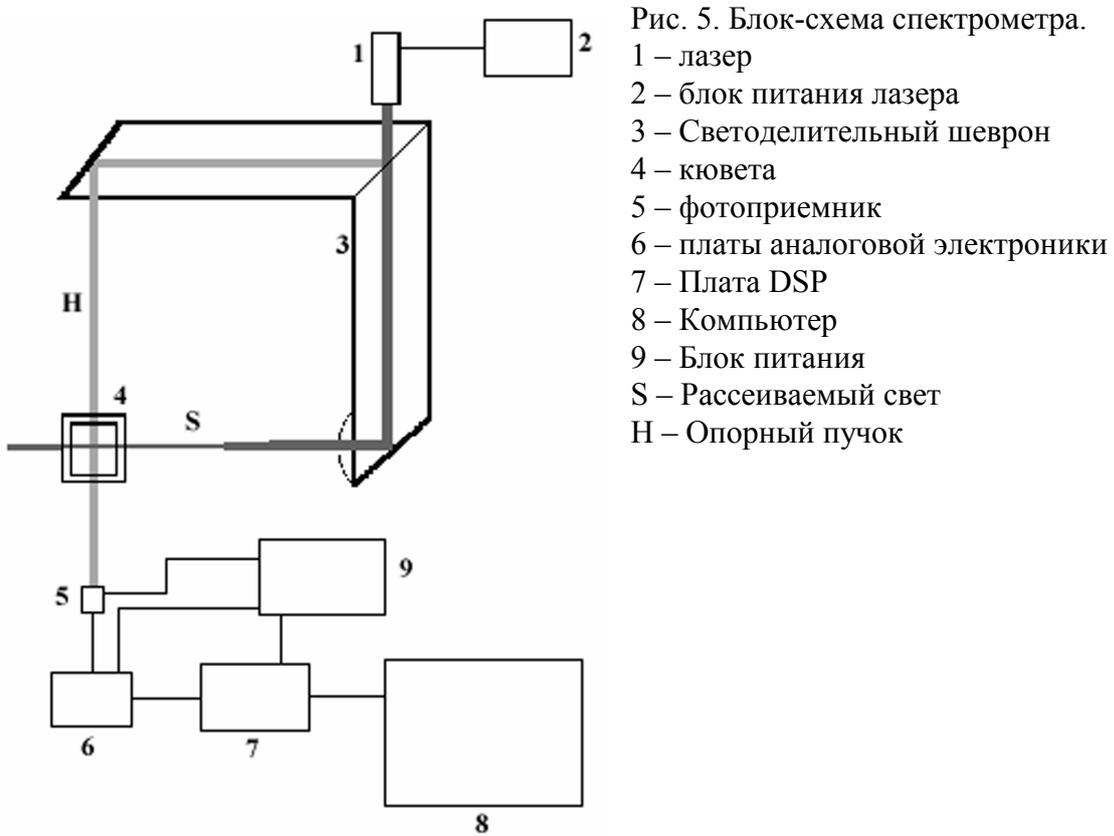
В случае полидисперсной системы, когда вклад в рассеяние дают частицы с разными коэффициентами диффузии, задача определения функции распределения рассеивающих частиц по размерам (ФРР) сводится к сложной математической обработке экспериментальных спектров, в процессе которой приходится решать плохо обусловленную обратную спектральную задачу. Устойчивость решения этой задачи достигается с помощью математического метода регуляризации. Полученные после процедуры регуляризации ФРР заносятся в компьютерную базу данных для проведения дальнейшего статистического многопараметрового анализа.

Если задана физическая модель, описывающая поведение частицы в растворе (жесткая сфера, эллипсоид вращения, статистический клубок), ФРР могут использоваться для определения процентного содержания частиц данного размера в общей массе рассеивающих частиц образца.

Блок-схема спектрометра приведена на рис.5. Источником света является гелий-неоновый лазер (1). Исходный луч лазера разделяется с помощью светоделительного шеврона (3) на два луча: рассеиваемый (S) и опорный (H). Рассеиваемый луч S фокусируется с помощью линзы 3 на исследуемом образце. Исследуемый образец заливается в измерительную кювету (4). В качестве фотоприемника используется PIN фотодиод с преобразователем ток-напряжение (5).

С фотоприемника (5) сигнал поступает на платы аналоговой электроники (6) и DSP (7), питание лазера 1 осуществляется от собственного источника питания, (2).

С платы DSP сигнал в цифровой форме поступает в компьютер (8) для дальнейшей математической обработки. Питание фотоприемника, и аналоговой электроники осуществляется блоком питания (9).



6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

- 6.1 По степени защиты от поражения электрическим током спектрометр соответствует ГОСТ 12.2.025 и выполнен по классу защиты 1 тип В,
- 6.2. По лазерной безопасности спектрометр соответствует требованиям ГОСТ Р50723.
- 6.3. К работе со спектрометром допускаются лица, ознакомившиеся с настоящим Руководством и правилами технической эксплуатации и безопасного обслуживания электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ), а также прошедшие обучение у представителей предприятия-изготовителя.
- 6.4. Следует помнить, что после отключения питания на клеммах внутри блока питания может скапливаться остаточный заряд. Поэтому, перед проведением ремонтных работ необходимо разрядить конденсаторы БП.
- 6.5. Во избежание перегрева электрорадиоэлементов и для обеспечения пожарной безопасности спектрометр должен располагаться не ближе 1 м от отопительных и нагревательных приборов, и не ближе 10 см от предметов, ограничивающих доступ воздуха.
- 6.6. Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала спектрометр подключается к сети переменного тока с помощью двухполюсной вилки и розетки, имеющих заземляющие контакты. Заземляющие контакты розетки подключаются к устройству защитного заземления. Установка защитного заземления и проверка его омического сопротивления должны проводиться квалифицированными электриками.
- 6.7. Категорически запрещается:
 - включать блок питания спектрометра без нагрузки (с отсоединенным оптическим блоком).
 - работать с незаземленным спектрометром;
 - включать спектрометр в сеть постоянного тока или в сеть, параметры которой не соответствуют требованиям п.3.6; использовать в качестве защитного заземления водопроводную, отопительную, газовую, канализационную сети, трубопроводы горючих жидкостей, заземлители молниеотводов и т.п.;
 - подключать спектрометр к сети, если выключатель сети находится во включенном положении; производить смену плавких вставок при подключенном к сети спектрометре;
 - оставлять включенный спектрометр без присмотра.

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ПЕРВОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ

- 7.1. После транспортирования или хранения спектрометра при отрицательных значениях температуры воздуха перед распаковыванием спектрометр необходимо выдержать в сухом отапливаемом помещении не менее 4 ч.
- 7.2. При подготовке спектрометра к работе освободить его от упаковочных материалов, при этом обращать внимание на манипуляционные знаки, нанесенные на упаковку, проверить комплектность в соответствии с разделом 4 настоящего руководства (наличие и целостность).

При первичном вскрытии упаковки принять меры к сохранению упаковочного листа и упаковки.
- 7.3. Изучить устройство, принцип работы и правила эксплуатации спектрометра согласно настоящему руководству.
- 7.4. Установить спектрометр на рабочем месте на специально отведенный для него стол с рабочей поверхностью не меньше 150x65 см.
- 7.5. На рабочем месте, где установлен спектрометр, не должно быть механических вибраций и сильных электромагнитных полей.
- 7.6. **Перед включением спектрометра в сеть переменного тока провести следующие операции:**
 - провести внешний осмотр спектрометра, убедиться в отсутствии механических повреждений и неисправностей;
 - проверить исправность вставки плавкой и соответствие ее номинальному значению;
 - проверить соответствие напряжения питающей сети переменного тока, указанному в п.3.6. настоящего паспорта, и на шильдике на задней стенке оптического блока или блока питания;
 - подключить оптический блок к блоку питания
 - выключатель сети установить в положение “Выкл.”.
- 7.7. Включить компьютер и установить программное обеспечение спектрометра. Для этого вставить в дисковод прилагаемый оптический диск и запустить программу «**QELSpecSetup.exe**» и следовать указаниям мастера установки программы.
- 7.8. Соединить между собой блок оптический и компьютер.
- 7.9. После открытия окна мастера установки нового оборудования отказаться от поиска драйверов, выбрав пункт «**Нет не в этот раз**», а на следующем этапе выбрать пункт «установка из указанного места» и указать путь: [каталог, в котором установлена программа QELSpec]\Drivers.

Для установки драйверов сети 1-Wire для управления цифровым термометром следует выйти из мастера установки оборудования и запустить программу «install_1_wire_drivers_x86_v401.msi»

- 7.10 Включить спектрометр и запустить программу «QELSpec.exe».
- 7.11 Нажать кнопку «Настройки» и перейти на вкладку «Устройства». Выбрать из доступных вкладок «E14-440» (Рис. 6) Проконтролировать положение переключателя «Частота АЦП» Он должен находиться в положении «400 кГц». Если переключатель находится в другом положении установить его в правильное положение.

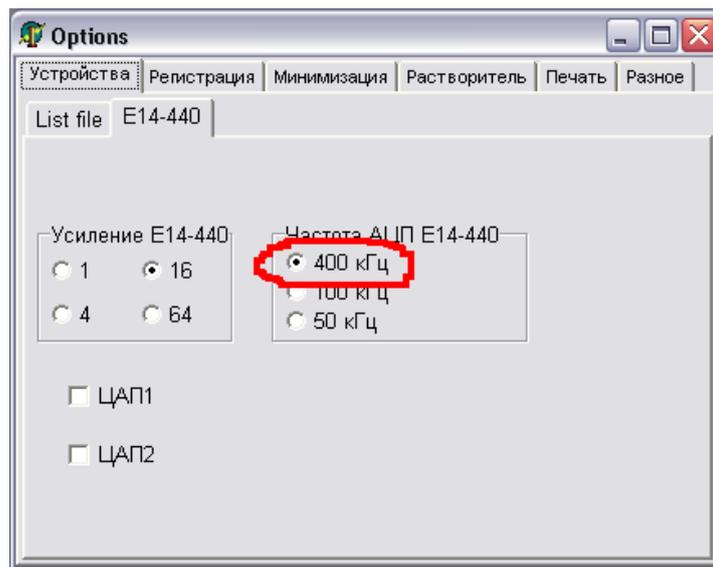


Рис. 6 Вид окна «Настройки», вкладка «Устройства», «E14-440»

- 7.12 Перейти на вкладку разное и снять флажок на пункте «Сообщения об ошибках устройств» в противном случае при каждом запуске программа будет выдавать сообщения об ошибках не установленных плат DSP L780 и USB3000. После проделанных операций закрыть окно «Настройки»

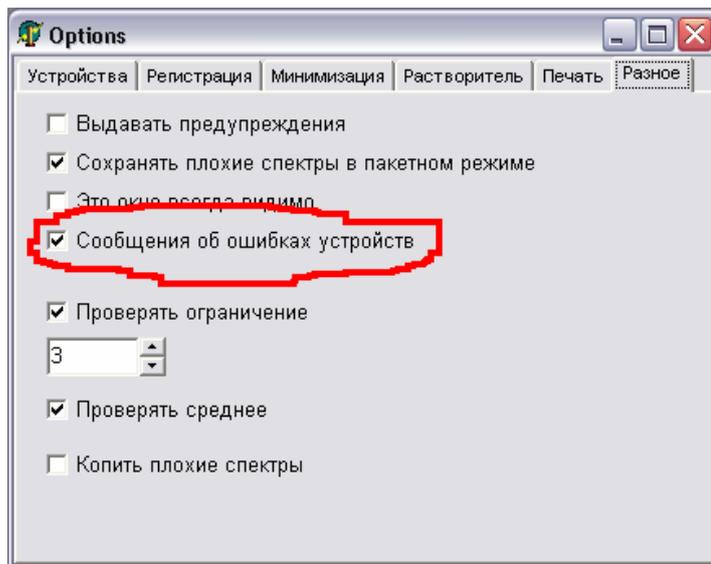


Рис. 7 Вид окна «Настройки», вкладка «Разное»

- 7.13 Проконтролировать поле «Образец» (Рис. 8). При правильно установленных драйверах платы DSP в поле не должна присутствовать надпись «model». Наличие такой надписи означает, что программа не взаимодействует с драйвером платы DSP. Чаще всего, такое случается, если установленная плата DSP не выбрана. В этом случае выполните п. 7.11 настоящего руководства. Если проблема устранена, поле будет либо пустым, либо в нем появится название одного из образцов биологических жидкостей. В противном случае убедитесь, что драйверы платы DSP установлены правильно и функционируют нормально (Плата DSP, например E14-440 должна присутствовать в списке «Диспетчера устройств» операционной системы). Если переустановка драйверов не решает проблемы, обратитесь к изготовителю прибора.



Рис. 8 Поле «Образец» в главном окне программы.

- 7.14 Проконтролировать информационное поле «Температура» (Рис. 9). Если цвет поля красный – не функционирует цифровой термометр. Убедитесь, что драйверы сети «1-Wire» установлены правильно и функционируют нормально (Устройство 1-Wire» должно присутствовать в списке

«Диспетчера устройств» операционной системы). Если переустановка драйверов не решает проблемы, обратитесь к изготовителю прибора.

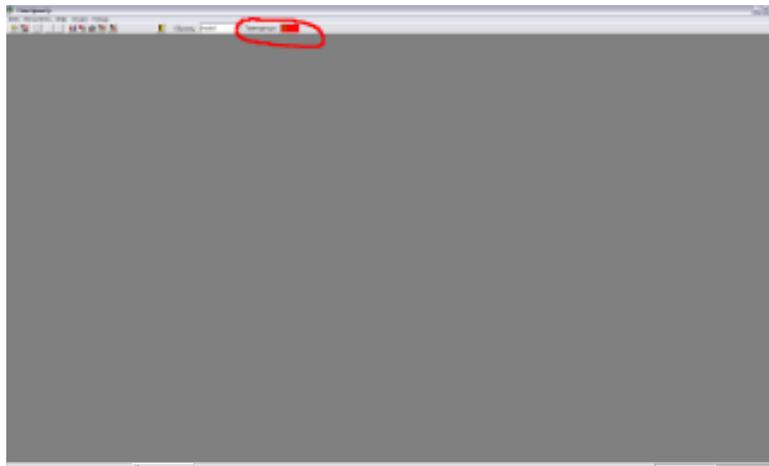


Рис. 9 Поле «Температура» в главном окне программы.

- 7.15 В главном меню выбрать пункт «Инструменты» и перейти на вкладку «АЧХ» (Рис. 10). В главном окне откроется окно «АЧХ»

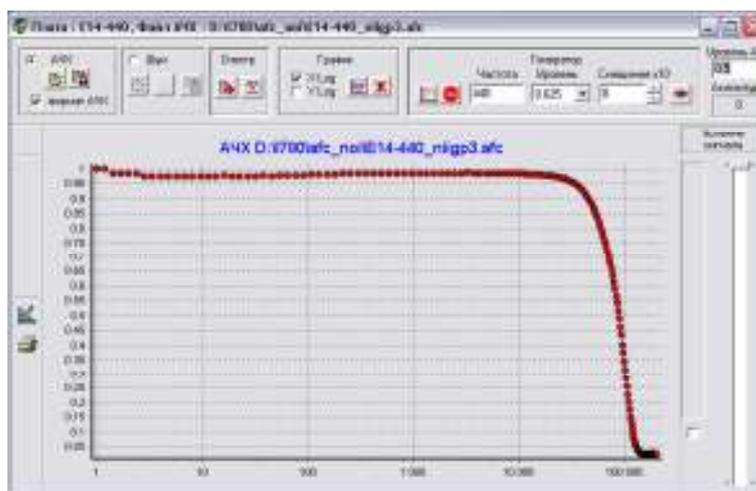


Рис. 10 Окно «АЧХ»

- 7.16 Поставить переключатель «АЧХ-Шум» в положение «АЧХ»



Нажать кнопку «Загрузить АЧХ»
 каталогу, в котором установлена
 и выбрать файл **xxx.afc**. В окне «АЧХ» появится загруженная амплитудно-частотная характеристика прибора.



В окне диалога указать путь к программе «QELSpec» и

- 7.17 Перевести переключатель «АЧХ-Шум» в положение «Шум»



Нажать кнопку «Загрузить Шум»
 каталогу, в котором установлена



программа «QELSpec» и выбрать файл **xxx.noi**. В окне «АЧХ» появится загруженная спектральная плотность

шума прибора (Рис. 11). Закрывать окно «АЧХ» Прибор готов к проведению измерений.

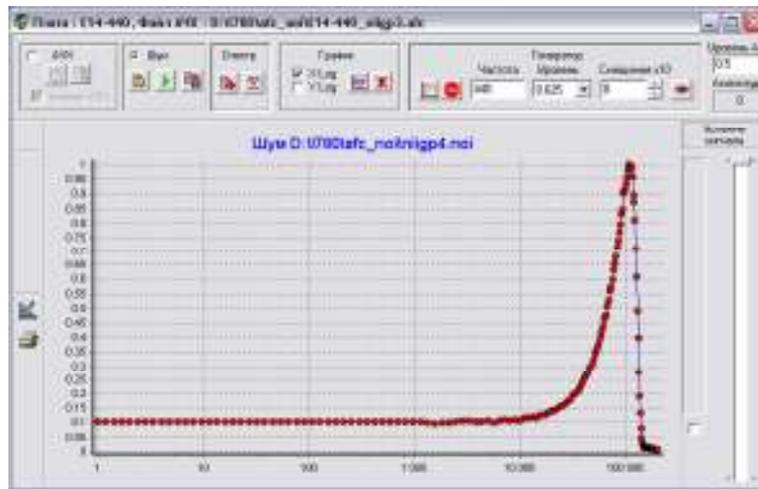


Рис. 11 Вид загруженной спектральной плотности шума.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Подготовка к выполнению измерений.

Для подготовки к выполнению измерений необходимо:

- 8.1.1. Перевести тумблер “Сеть” на передней панели блока питания в положение “Вкл.”.
- 8.1.2. Включить компьютер, загрузить операционную систему и программное обеспечение спектрометра, выбирая манипулятором «мышь» (далее – мышь) соответствующую иконку с надписью «**QELSpec**».
- 8.1.3. Открыть люк на верхней панели оптического блока. Для этого указательным и средним пальцами нажать на крышку люка в районе красной метки, а большим пальцем сдвинуть крышку за ручку от себя.
- 8.1.4. Вынуть кювету из держателя (Рис 12) и произвести ее промывку в соответствии с п.9..
- 8.1.5. Заполнить кювету образцом биологической жидкости с помощью автоматической микропипетки. Объем кюветы приблизительно 0.1 мл.
- 8.1.6. Поместить кювету в держатель, обратив внимание, чтобы штифт на корпусе держателя вошел в отверстие на крышке кюветы (Рис. 12) и закрыть крышку оптического блока, потянув за ручку на себя.

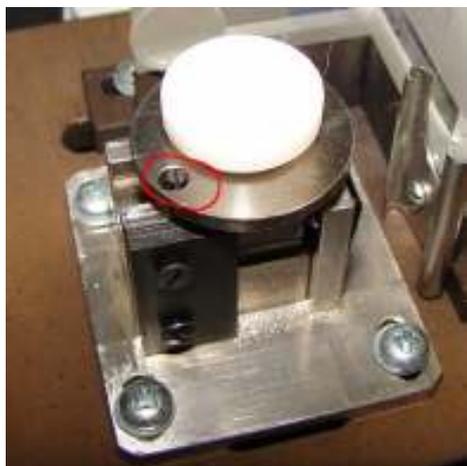


Рис. 12 Кювета в держателе



Рис. 13 Заполнение кюветы образцом

- 8.1.7. Приготовление образцы для поверки проводить согласно приложению 3 паспорта «Методика приготовления поверочных суспензий» или для исследования согласно инструкции по применению спектрометра в медицинской практике УИЕЮ.941412.003 Д1, методическими рекомендациями или другим документам.
- 8.1.8. Время прогрева спектрометра до проведения измерений составляет не менее 30 мин.

8.2. Подготовка к выполнению измерений.

Перед выполнением измерений произвести следующие операции:

8.2.1. Открыть крышку оптического блока и извлечь

8.2.2. Дважды промыть кювету дистиллированной водой и заполнить ее исследуемой жидкостью в объеме 0,1 мл.

8.2.3. Поместить кювету обратно в держатель и закрыть крышку во избежание попадания в кювету пыли и постороннего света.

8.3. Описание программы и работа с ней.

8.3.1. Главное окно программы

В главном окне программы расположена главная панель с основным меню и управляющими кнопками (Рис. 14). Переход из одного режима меню в другой осуществляется следующим образом: подведите стрелку мыши к соответствующему режиму и нажмите левую кнопку. Кроме того, после измерения в главном окне открывается окно «**Spectrum**», в котором отображается измеренный спектр сигнала, а после окончания регуляризации окна «**Deviation**», где выведен график отклонения экспериментальных точек от теоретической кривой, «**Distribution**», где отображается результат регуляризации – гистограмма распределения частиц по размерам и «**Pick List**», где этот результат представлен в табулированной форме, в которой представлена таблица средних размеров по каждой моде распределения с их относительными вкладами в светорассеяние и в массу в процентах. С помощью переключателя «**XLog**» можно изменять масштаб оси X с линейного на логарифмический и обратно.



Рис. 14 Вид главного окна программы

Поместив значок мыши на кривую в окне (например «Spectrum») и нажав правую кнопку можно получить маркировку экспериментальных точек. Переключатель «Маркер» позволяет визуализировать либо номер точки (N), либо значение частоты (X), либо значение мощности спектра (Y) (Рис. 15).

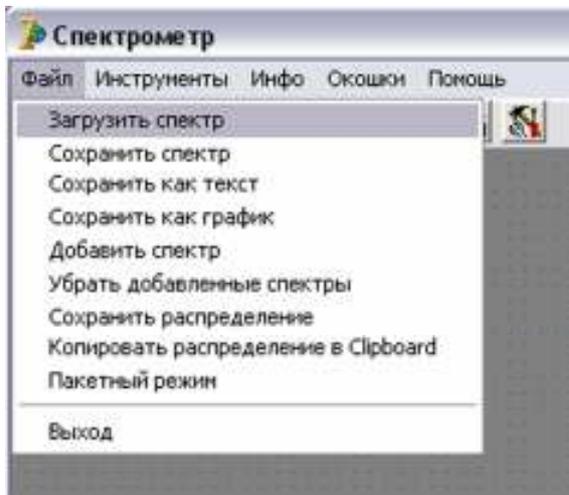


Рис. 15. Вид окна «Spectrum» с маркированными экспериментальными точками.

Главное меню программы предоставляет оператору следующие возможности:

8.3.2 Меню

«**Файл**» – работа с файлами: открытие и сохранение файлов спектров и распределений, экспорт спектров в различном виде (текст, рисунок).



«**Загрузить спектр**» – открывает окно диалога загрузки файла спектра («xxx.spe»). Позволяет открыть файл спектра для обработки.

«**Сохранить спектр**» – открывает окно диалога сохранения измеренного спектра в формате «xxx.spe». В случае, если при измерении спектра форма «Данные обследуемого» (Рис. 19) была заполнена, в качестве имени файла программа предлагает использовать комбинацию фамилии обследованного и даты отбора пробы.

«**Сохранить как текст**» – открывает окно диалога сохранения измеренного спектра в формате «xxx.txt». Позволяет перевести данные спектра в текстовый формат. Данные представлены как столбцы «Значение X» (частота), Значение Y (мощность), разделенные знаком табуляции.

«**Сохранить как график**» – Позволяет сохранить измеренный спектр как растровый рисунок в формате «xxx.bmp».

«Добавить спектр» «Убрать добавленные спектры» позволяют загрузить несколько спектров на один график для сравнения и убрать с графика дополнительные спектры.

«Сохранить распределение» – позволяет сохранить гистограмму распределения частиц по размерам в виде специального файла «xxx.dbr» В один файл .dbr может быть записано множество гистограмм распределения. Выбор данного пункта меню вызывает открытие формы «Данные обследуемого» (Рис. 16) Если сохраняемое распределение первое необходимо нажать кнопку «Имя файла». При нажатии данной кнопки открывается окно диалога сохранения, в котором можно указать, куда и под каким именем записать файл .dbr. Для записи распределения в файл необходимо нажать кнопку «Вывод». При этом данные о распределении дописываются в конец файла, окно формы закрывается. Необходимо отметить, что чрезвычайно желательно перед записью распределения заполнять все поля формы. В поле образец обычно переносится информация о типе измеряемой биологической жидкости, указанном в поле «Образец» главного окна. Однако это поле доступно для редактирования.

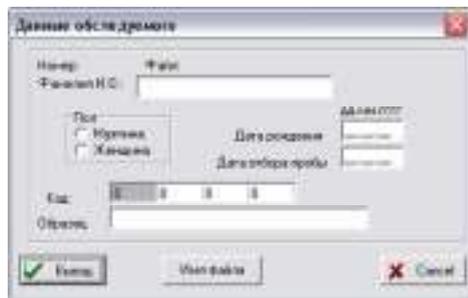


Рис. 16 Вид информационного окна «Данные обследуемого»

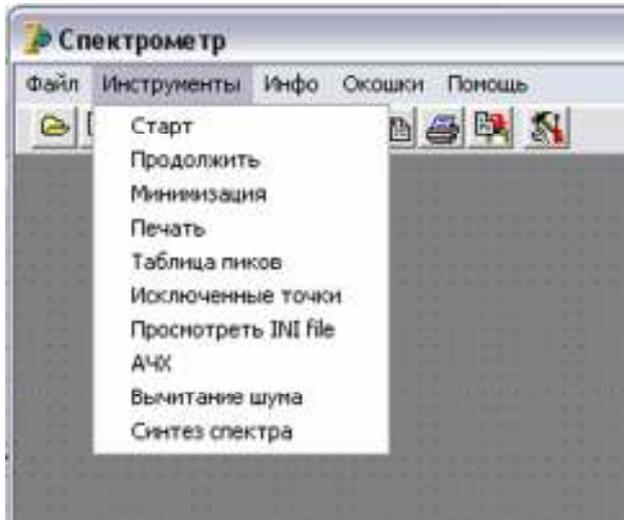
«Копировать распределение в Clipboard» – пункт зарезервирован для дальнейшего развития программы

«Пакетный режим» – режим обработки пакета заранее измеренных спектров и записи результатов (гистограмм распределения) в один .dbr файл. При запуске пакетного режима открывается окно диалога загрузки. Отличие данного окна от стандартного состоит в том, что с помощью кнопок «Shift» и «Ctrl» можно выделить более одного файла для загрузки и обработки. Выделенные файлы образуют «пакет». После нажатия на кнопку «Открыть», открывается окно диалога сохранения, где необходимо указать, куда и под каким именем записать файл .dbr. После нажатия кнопки «Сохранить» начинается последовательная обработка пакета спектров и запись результатов обработки в файл. Прогресс отображается на специальном индикаторе, а имена обработанных файлов в специальном окне «Batch» (Рис. 17)



Рис. 17 Вид окна прогресса пакетного режима. Внизу индикатор прогресса

«**Инструменты**» – включение различных режимов измерений и обработки, дополнительные возможности при работе программы.



«**Старт**» – Запускает режим накопления спектра. При выборе данного пункта меню сначала открывается форма «Данные обследуемого» (Рис. 19). Перед началом измерений все поля формы должны быть заполнены. В поле «Образец» обычно присутствует информация о типе измеряемой биологической жидкости, соответствующая информации из поля «Образец» в главном окне программы. Поле «Код» позволяет производить кодирование

признаков, задаваемых оператором (диагноз, стадия, форма заболевания и т.д.), в виде пяти целых чисел, максимальное значение каждого не превышает 255.)

После заполнения всех полей и нажатия на кнопку «ОК» открывается окно «**Watch**». Прекращение накопления происходит по нажатию кнопки «Стоп» или по достижению заданного количества циклов накопления. В окне расположен экран на котором визуализируется накапливающийся спектр. Справа от экрана расположена панель с элементами управления платой DSP. В режиме накопления спектра управление не активно. Внизу расположен счетчик принятых реализаций, а под ним счетчик исключенных реализаций, индикатор прогресса накопления и выключатели визуализации нулевой линии и сохранения максимального значения мощности спектра.



Рис. 18 Вид окна «Watch» в режиме накопления спектра

«**Продолжить**» – Запускает режим накопления в случае досрочной остановки с того места, где было остановлено накопление.

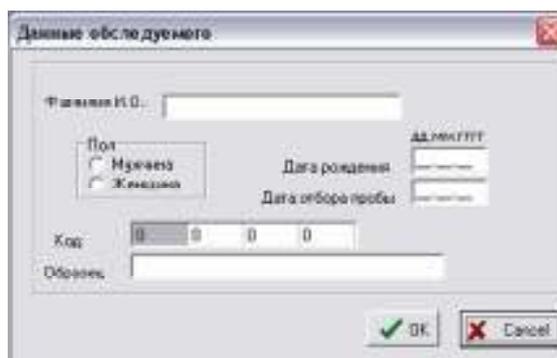


Рис. 19 Вид информационного окна «Данные обследования»

«**Окошки**» – позволяет расположить 4 основных окна каскадом или заполнив все поле основного окна программы

«**Помощь**» – Вызов справки.

8.3.3 Управляющие кнопки.



«**Загрузить спектр**» – дублирует соответствующий пункт меню «Файл»



«**Сохранить спектр**» – дублирует соответствующий пункт меню «Файл»



«**Монитор**» – Служит для настроек сигнала перед регистрацией спектра. Открывает окно «**Watch**» позволяющее проконтролировать и настроить сигнал с прибора для оптимальной регистрации спектра. (Рис. 20).

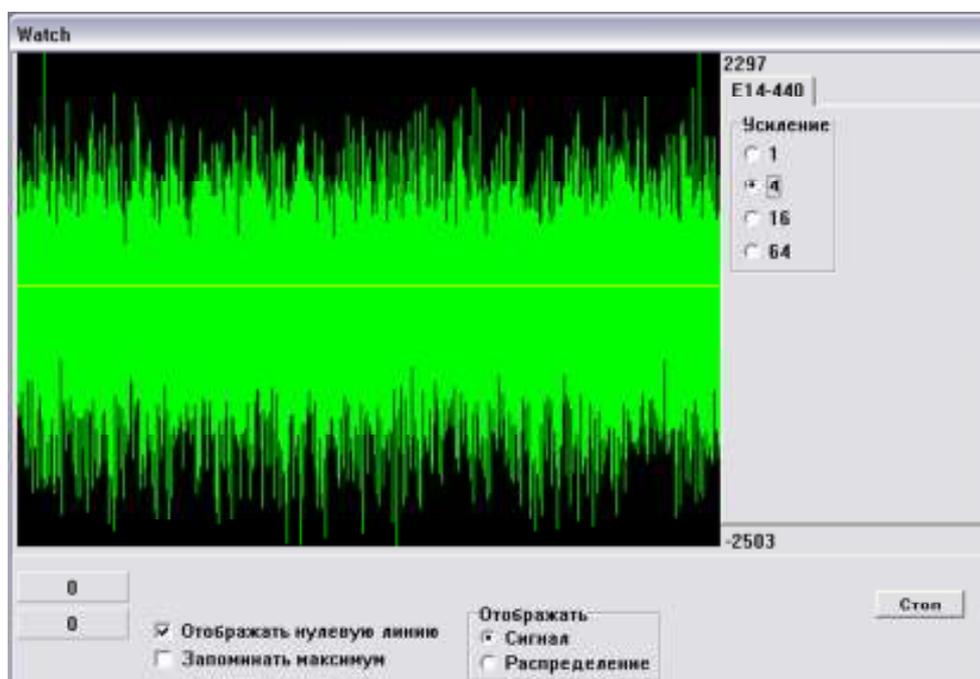


Рис. 20 Вид сигнала спектрометра в окне «Watch» в режиме «Монитор»

Окно похоже на соответствующее окно, возникающее в режиме накопления спектра (Рис. 18). Отличия заключаются в отсутствии индикатора прогресса накопления, наличии переключателя «Сигнал/Распределение», позволяющего визуализировать распределение амплитуд в реализации сигнала (Рис. 21). Панель управления платой DSP в режиме «Монитор» активна и позволяет устанавливать уровень усиления сигнала с шагом $\times 4$. Выход из режима «Монитор» осуществляется нажатием кнопки «Стоп».

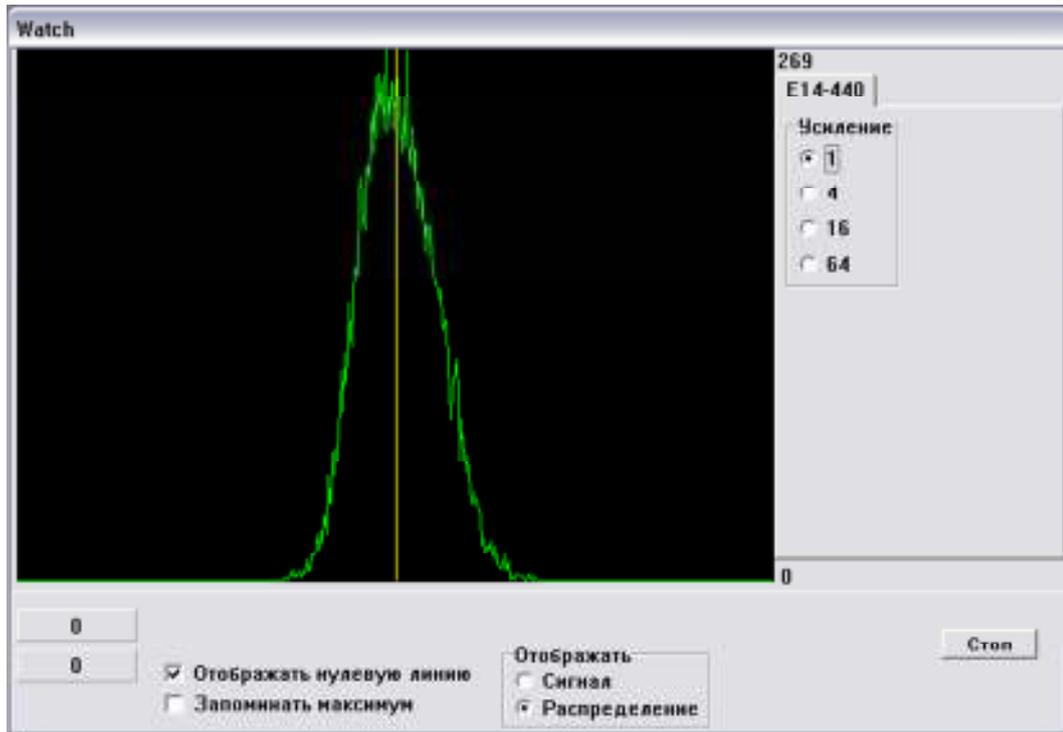


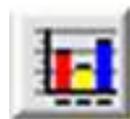
Рис. 21 Вид распределения амплитуд сигнала спектрометра в окне «Watch» в режиме «Монитор»



«Зарегистрировать спектр» – дублирует пункт «Старт» меню «Инструменты»



«Продолжить регистрацию» – дублирует пункт «Продолжить» меню «Инструменты»



«Получить распределение» – дублирует пункт «Минимизация» меню «Инструменты»



«Копировать распределение в Clipboard» – дублирует соответствующий пункт меню «Файл»



«Печать» – дублирует соответствующий пункт меню «Инструменты»



«Сохранить распределение» – дублирует соответствующий пункт меню «Файл»



«Настройки» – открывает окно «Options» для управления устройствами и настроек программы



«Выход» – завершает работу программы, дублирует соответствующий пункт меню «Файл»

8.3.4 Описание настроек. (Только для опытных пользователей)

В окне **Options** расположены 6 вкладок: «Устройства», «Регистрация», «Минимизация», «Растворитель», «Печать» и «Разное»

Вкладка «Устройства» (Рис.22).

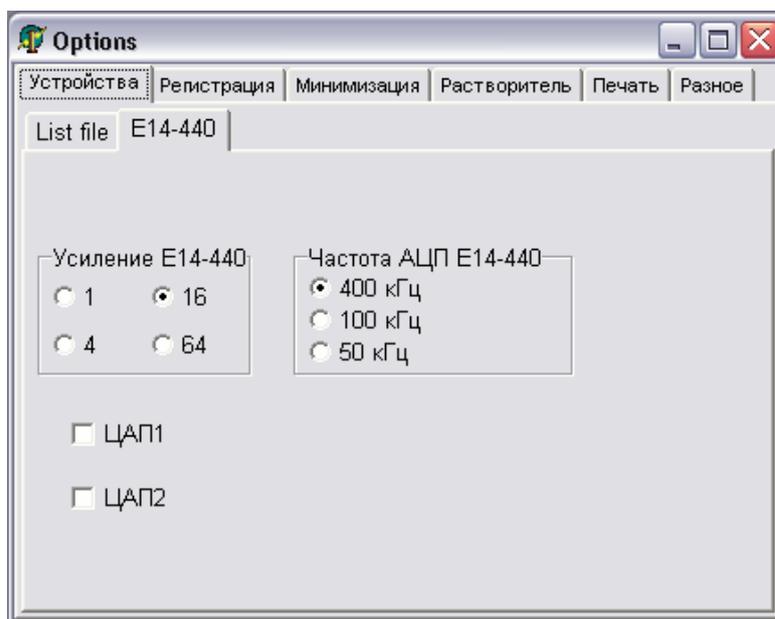


Рис. 22 Вид окна «Options» с вкладкой «Устройства»

На данной вкладке отображаются все платы DSP подключенные к данному компьютеру. Кроме того, имеется виртуальное устройство называемое «List file». В данном случае информация в программу поступает не с реальной платы DSP, а из файла, в который эта информация была записана с помощью другой программы. На вкладках реальных устройств расположены органы управления устройством. Так на вкладке платы E14-440 расположены переключатели устанавливающие частоту дискретизации АЦП, уровень усиления сигнала, а также выключатели 2х цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП), позволяющие включить или выключить данные элементы платы.

Вкладка «Регистрация» (Рис.23).

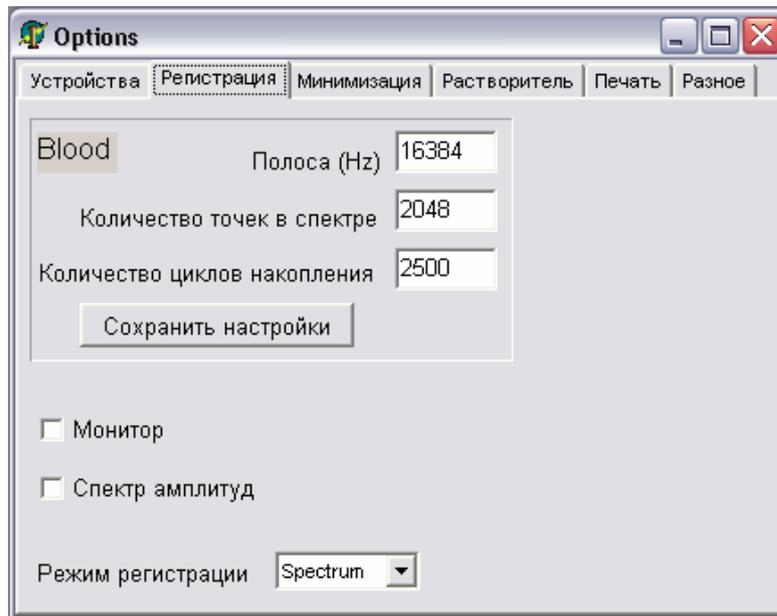


Рис. 23 Вид окна «Options» с вкладкой «Регистрация»

На данной вкладке определяются параметры спектра оптимальные для исследования тех или иных биологических жидкостей. Это частотная полоса спектра, определяющая границу гистограммы распределения частиц по размерам со стороны мелких частиц, количество точек в спектре – параметр вместе с частотной полосой определяющий частотное разрешение (Гц/точку), которое в свою очередь, определяет границу гистограммы со стороны крупных частиц, и количество циклов накопления, влияющих на «гладкость» спектра, которая существенно влияет на устойчивость регуляризации. Наш более чем 30ти летний опыт исследования биологических жидкостей позволил определить оптимальное соотношение этих параметров для крови, мочи и рото-глоточных смывов. Эти стандартизованные группы параметров предустановлены в программе под именами «Кровь», «Моча» и «РГС». Выбор их может быть осуществлен в поле «Образец» главного окна программы. Для создания группы параметров для любой другой биологической жидкости необходимо ввести соответствующие значения в поля «**Полоса (Hz)**», «**Количество точек в спектре**» и «**Количество циклов накопления**» и нажать кнопку «**Сохранить настройки**». В появившемся окне необходимо ввести название биологической жидкости и нажать кнопку «ОК».

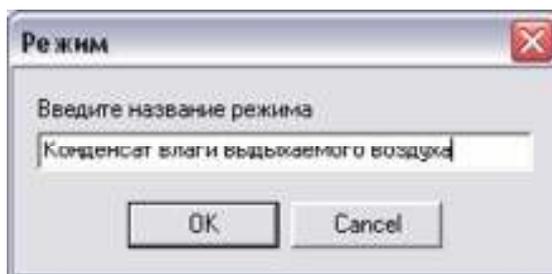


Рис. 24 Вид окна для ввода названия биологической жидкости

Мы не рекомендуем менять параметры предустановленных биологических жидкостей, так как это затрудняет сравнение данных получаемых на разных приборах.

Кроме вышеописанных органов управления на вкладке находится выключатель «Спектр амплитуд» позволяющий накапливать не спектр мощности (когда спектр является функцией квадрата амплитуды исходного сигнала от частоты), а спектр амплитуды сигнала (когда спектр является функцией модуля амплитуды исходного сигнала от частоты). Этот режим практически никогда не применяется при исследовании биологических жидкостей.

Выключатель «Монитор» и поле «Режим регистрации» также никогда не используются в реальных исследованиях. Это технологические приспособления, используемые при настройке и тестировании прибора.

Различные служебные параметры. Они определяют режим работы спектрометра и мат.обработки спектров. Существенными при исследованиях сыворотки и плазмы крови являются значения параметров:

Вкладка «Минимизация» (Рис. 25)

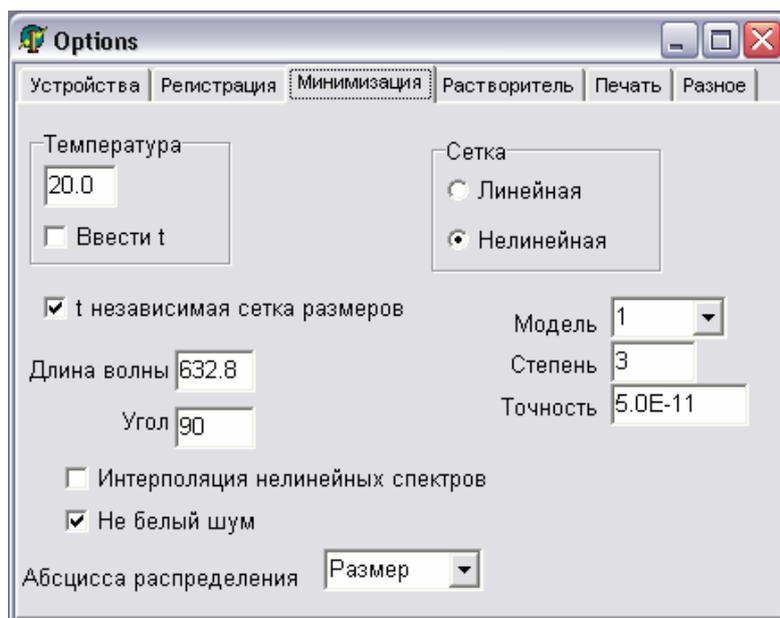


Рис. 25 Вид окна «Options» с вкладкой «Минимизация»

Вкладка содержит параметры, необходимые для правильного расчета размеров частиц при работе процедуры регуляризации и элементы позволяющие управлять работой этой процедуры.

Поле «Температура» позволяет при обработке спектров отказаться от использования данных цифрового термометра прибора и ввести значение температуры вручную. Для этого необходимо включить выключатель «Ввести t» и ввести необходимое значение температуры в соответствующее поле. **Следует помнить, что выключатель «Ввести t» будучи один раз включенным сохраняет**

свое значение даже после выхода из программы. Поэтому пользоваться им необходимо с осторожностью и не забывать выключать его, в случаях, когда необходимость в нем отпала.

Выключатель «**t независимая сетка размеров**» позволяет получить единую шкалу размеров на гистограмме распределения частиц по размерам. Когда данный параметр выключен, частоты лоренцианов, задающие шаг размеров частиц на гистограмме, формируются в программе по линейному или логарифмическому закону. Если в процессе измерений температура меняется, то по формуле Эйнштейна-Стокса меняется и шаг размеров на гистограмме. Поэтому, при измерении образцов биологических жидкостей при разной температуре, будет меняться и шкала размеров, что не удобно при сравнении гистограмм. Поэтому мы создали режим, учитывающий температуру на этапе формирования частотной сетки лоренцианов. При включенном режиме частотная сетка корректируется в зависимости от температуры и, таким образом, шкала размеров на гистограмме всегда остается постоянной и соответствует температуре 20°C. *Мы рекомендуем всегда пользоваться этим режимом.*

Переключатель «**Сетка**» Позволяет выбрать закон формирования частотной сетки при работе модуля регуляризации. Возможно формирование сетки по линейному или логарифмическому закону. В первом случае сетка позволяет получить достаточно высокое разрешение по размерам, но имеет малый динамический диапазон – менее 3 декад (размеры измеряемых частиц не могут отличаться более чем в 100 – 500 раз). Во втором случае разрешение ниже – всего 8 значений размеров на декаду, но динамический диапазон составляет более 4 декад. (размеры частиц могут отличаться более чем в 10000 раз). Так как биологические жидкости сильно полидисперсны (в крови например могут одновременно присутствовать и мономерные белки диаметром от 4 нм и филаменты фибрина диаметром более 2000 нм) *мы рекомендуем использовать нелинейную сетку.*

Поля «**Длина волны**» и «**Угол**» задают длину волны излучения лазера и угол рассеяния. Зависят только от типа применяемого лазера (используемые в настоящее время He-Ne газовые лазеры ЛГН-207А имеют длину волны 632.8 нм). Угол рассеяния определяется конструкцией прибора и всегда близок к 90°. Однако он может незначительно меняться в зависимости от юстировки прибора. *Менять эти параметры пользователю категорически не рекомендуется.*

Выключатель «**Интерполяция нелинейных спектров**» используется для совместимости со старой версией программы. Дает возможность обрабатывать спектры, полученные на приборах со старой программой.

Выключатель «**Не белый шум**» дает возможность учитывать спектральную плотность шума прибора. Для использования этого инструмента необходим загруженный спектр шума см. п 7.17 настоящего руководства. *Мы рекомендуем использовать этот режим при исследовании слабо рассеивающих жидкостей или измерении мелких частиц, например мономерных белков в низких концентрациях.*

Поле «**Абсцисса распределения**» позволяет получить гистограмму распределения частиц либо по размерам, либо по молекулярной массе. Для получения правильного молекулярно-массового распределения необходимо задать параметры «Модель» и «Степень». Выбор этих параметров определяется форм фактором рассеивающих частиц. Подробнее о получении молекулярно-массового распределения и параметрах определяемых форм-фактором частиц можно узнать в монографии *Лебедев А. Д., Левчук Ю. Н., Ломакин А. В., Носкин В. А. Лазерная корреляционная спектроскопия в биологии. Киев, «Наукова думка», 1987, 256 с. Для большинства биологических жидкостей параметр «Модель» равен 1, а «Степень» – 3.*

Поле «**Точность**» определяет глубину минимизации или количество циклов при подгонке. Чем меньше значение данного параметра, тем большее время требуется на обработку спектра. *Мы рекомендуем установить значение данного параметра от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-11}$.*

Вкладка «**Растворитель**» (Рис. 26).

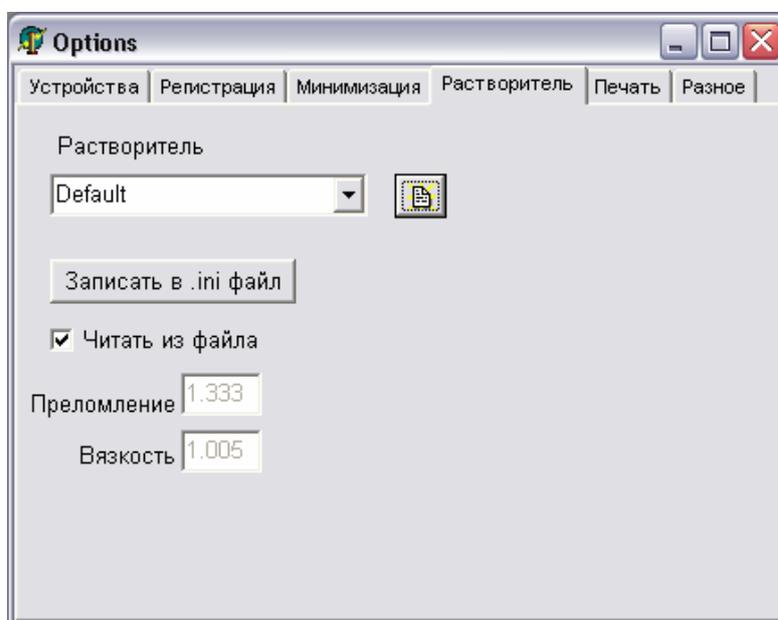


Рис. 26 Вид окна «Options» с вкладкой «Растворитель»

Вкладка позволяет определить параметры «Вязкость» и «Показатель преломления» растворителя и их зависимость от температуры. Эти значения могут быть введены вручную или прочитаны из файла **xxx.slv**. Для ввода значений из файла необходимо включить режим «Чтение из файла», нажать кнопку  и в открывшемся окне диалога указать путь к файлу **xxx.slv**. Затем нажать кнопку «**Записать в ini файл**». В этом случае данные на растворитель введенные из файла будут сохраняться даже при повторной загрузке программы. Для ввода данных вручную необходимо выключить режим «**Читать из файла**». Выбор загруженных файлов .slv из списка осуществляется в поле «**Растворитель**». По умолчанию «Default» в программе введены данные для воды. Поэтому для большинства исследований биологических жидкостей нет необходимости ни загружать данные из файла, ни вводить их вручную.

Вкладка «Печать» (Рис. 27).

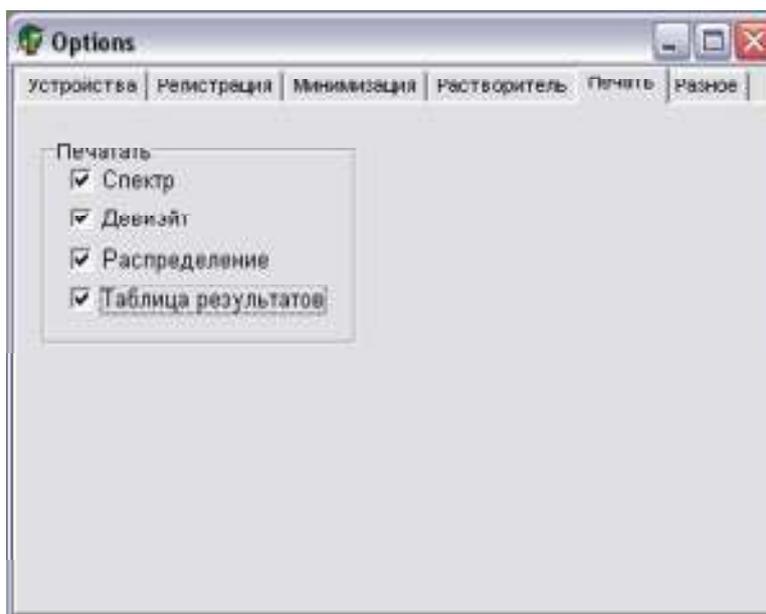


Рис. 27 Вид окна «Options» с вкладкой «Печать»

Вкладка «Печать» предназначена для выбора окон, выводимых на печать. Выводятся окна отмеченные на этой вкладке.

Вкладка «Разное» (Рис. 28)

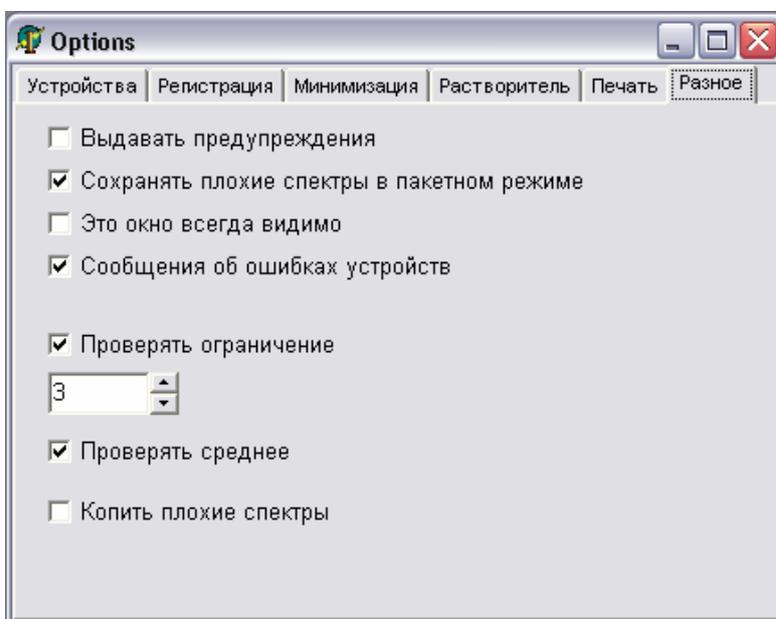


Рис. 28 Вид окна «Options» с вкладкой «Разное»

На данной вкладке расположены элементы управления, не относящиеся ни к одной из вышеописанных вкладок.

«Выдавать предупреждения» и **«Сообщать об ошибках устройств»** Если эти режимы включены, программа выдает сообщения об отсутствии или некорректной работе плат DSP, драйверов, отсутствии необходимых динамических библиотек и т. п. Используются при настройке и тестировании прибора и программы.

«Сохранять плохие спектры в пакетном режиме» Если режим выключен распределения частиц по размеру, полученные при обработке таких спектров не сохраняются в .dbg файле. Если режим включен, в файле сохраняются результаты обработки всех спектров.

«Это окно всегда видимо» при включении этого режима окно «Options» при открытии располагается поверх всех окон.

«Проверять ограничения» если этот режим включен из реализации исключаются события, выходящие за пределы динамического диапазона АЦП (± 8191). Число в поле определяет количество таких превышений, следующих подряд.

«Проверять среднее» включение этого режима позволяет исключить реализации с сильным отклонением постоянной составляющей от 0. Алгоритм режима состоит в следующем: после измерения реализации вычисляется средняя амплитуда сигнала и дисперсия амплитуды. Если среднее значение амплитуды отличается от 0 более чем на 1 дисперсию, такая реализация исключается, и спектр по ней не вычисляется. Количество исключенных реализаций индицируется с помощью специального счетчика при накоплении спектра в окне «Watch»

«Копить плохие спектры» включение данного режима позволяет получить спектр по исключенным реализациям. В этом случае после сохранения измеренного спектра программа предлагает сохранить и спектр рассчитанный из исключенных реализаций. Режим технологический и необходим для анализа данных, исключаемых из анализа с помощью предыдущего режима

8.4. Измерение спектра.

8.4.1 Нажать кнопку «Монитор», установить переключатель «Сигнал/Распределение» в положение «Сигнал» (Рис. 20)

8.4.2 Проконтролировать уровень сигнала на предмет превышения амплитуды сигналы динамического диапазона АЦП.

8.4.3 Установить переключатель «Сигнал/Распределение» в положение «Распределение».

8.4.4 Подкорректировать уровень сигнала, таким образом, чтобы не было превышения динамического диапазона АЦП. Превышение динамического диапазона АЦП в режиме «Распределение» Выглядит как прямые линии на концах распределения (Рис. 29). Проконтролировать смещение и флуктуации постоянной составляющей сигнала (Рис. 30). Значительные флуктуации постоянной составляющие приведет к большому количеству исключенных реализаций и значительному увеличению времени измерения образца.

8.4.5 Выключить режим «Монитор», нажатием кнопки «Стоп».

8.4.6 Нажать кнопку «Зарегистрировать спектр» Заполнить форму «Данные обследуемого» (Рис. 19) После заполнения всех полей окна нажмите кнопку ОК. Появится окно с накапливаемым спектром. Контролировать накопление по экрану в окне «Watch». В случае необходимости остановить накопление, нажав кнопку «Стоп» а затем продолжить нажав кнопку «Продолжить регистрацию».

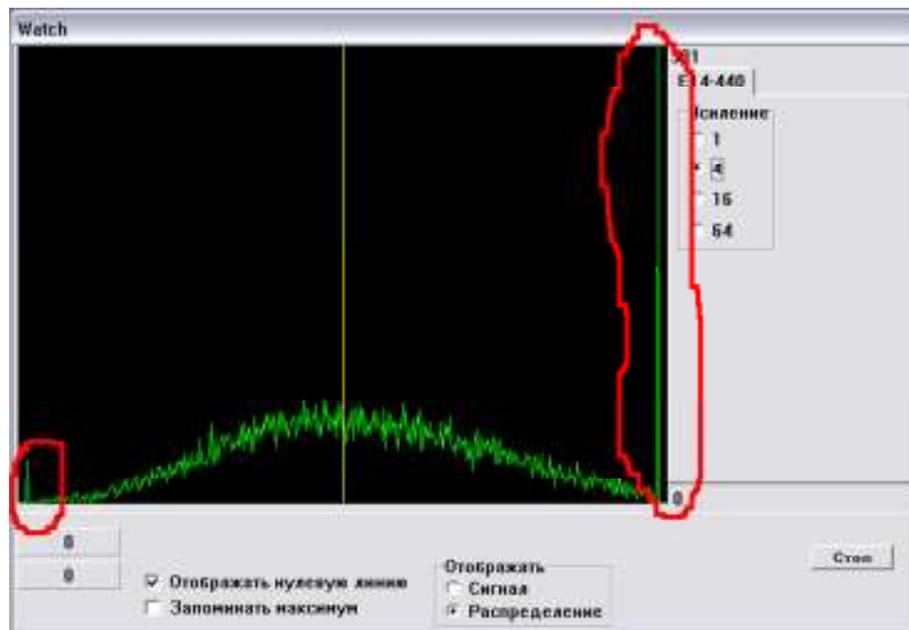


Рис 28 Неверная настройка уровня сигнала: превышение динамического диапазона АЦП

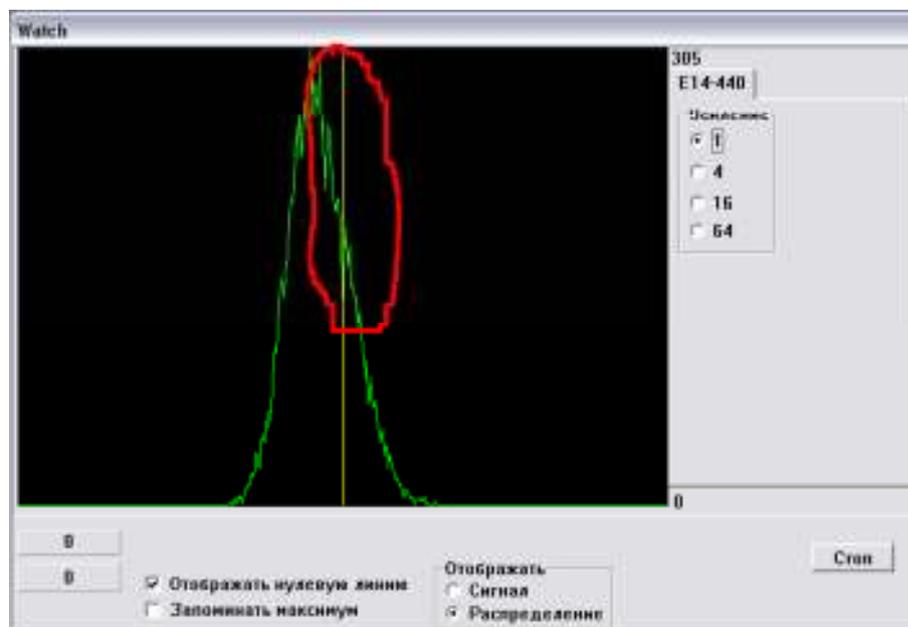


Рис 29 Неверная настройка сигнала: отклонение постоянной составляющей от 0

8.4.7 После окончания накопления регистрации спектра откроется окно «Spectrum» с зарегистрированным спектром.

8.4.8 Сохранить зарегистрированный спектр, нажав кнопку «Сохранить спектр». В открывшемся окне диалога указать путь к каталогу, где будут храниться файлы спектров. В случае, полного заполнения формы «Данные обследования» в качестве имени файла программа предложит комбинацию фамилию обследуемого и даты отбора пробы. Имя файла может быть изменено.

8.5. Обработка результатов измерений.

8.5.1 Можно обрабатывать спектры, только что накопленные или загруженные с диска. Для загрузки спектра необходимо нажать кнопку «Загрузить спектр» и в открывшемся окне диалога выбрать нужный спектр.

8.5.2 Установить параметры (или проверить правильно ли они были установлены при загрузке программы) в окне «Options» вкладка «Минимизация» «Модель» = 1, «Степень» = 3 при анализе плазмы крови и других биологических жидкостей.

8.5.3 Нажмите кнопку «Минимизация». Обработку спектра можно остановить повторно нажав кнопку «Минимизация». Полученное после минимизации распределение будет представлено в окне «Distribution». Ось абсцисс - это диаметры частиц в логарифмическом масштабе, ось ординат - относительные единицы. В окне «Pick List» будет представлена таблица, характеризующая полученное распределение. Каждая строка характеризует соответствующую моду в распределении. Столбцы, представленные в таблице означают:

Ср. диам (Расс., нм) - средний диаметр соответствующей моды (усредненный по светорассеянию).

% (Расс) - процентный вклад в светорассеяние.

Ср. диам (Вес., нм) - средний диаметр соответствующей моды (усредненный по массовому распределению).

% (Вес) - массовое соотношение рассеивающих частиц в процентах.

Ср. частота. (Hz) - среднее значение частоты соответствующей моды.

Существуют две возможности представления распределения: распределение по светорассеянию (**Размер**) или распределение по массе (**Масса**). Переход от одного распределения к другому осуществляется в поле «Абсцисса распределения» на вкладке «Минимизация» окна «Options».

8.6. Запись распределения в базу данных .

- 8.6.1 Нажать кнопку «Сохранить распределение» или используйте пункт «Сохранить распределение» в меню **Файл** основного меню Появляется форма «Данные обследуемого», аналогичное, окну, появляющемуся при измерении спектров.
- 8.6.2 Ввести имя файла базы данных с расширением .dbf. Для этого нажмите клавишу «Имя файла», расположенную внизу. Появится окно диалога, в котором необходимо указать имя файла базы данных, диск и каталог. Если запись будет производиться в уже существующую базу данных, то ее необходимо выбрать в соответствующем каталоге. Имя текущего файла базы данных будет показано в верхней части окна в строке «Файл». Слева будет показан номер текущей записи.
- 8.6.3 Когда вся информация будет введена, нажмите оконную клавишу «Выход». Распределение будет сохранено.

8.7 Пакетный режим обработки.

Для создания баз данных существует пакетный режим обработки спектров с автоматической записью распределений в базу данных.

- 8.7.1 Для реализации пакетного режима выбрать пункт «Пакетный режим» меню «Файл». Появится диалоговое окно в котором необходимо выбрать (отметить с помощью **Ctrl** и левой клавиши на мыши) все спектры для пакетной обработки. Нажать клавишу «Открыть»,
- 8.7.2 Появится новое диалоговое окно, в котором необходимо либо выбрать файл уже существующей базы данных , либо ввести имя нового файла базы.
- 8.7.3 Нажать кнопку «Сохранить». Начнется обработка спектров и запись их в базу данных. Откроется окно «Batch» (Рис 17). Прогресс отображается на индикаторе внизу окна. В окне отображаются имена обработанных файлов спектров. *Перед пакетной обработкой необходимо проверить, правильно ли установлены параметры для обработки спектров.*

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

- 9.1. Техническое обслуживание проводится с целью обеспечения работоспособности спектрометра в период его эксплуатации и перед консервацией для хранения или транспортировки. Техническое обслуживание проводит персонал, обслуживающий спектрометр.
- 9.2. Промывка кюветы спектрометра.
 - 9.2.1. Промывку кюветы следует проводить между двумя разными образцами - только дистиллированной водой; после окончания работы - 0,5% раствором моющего средства типа "Лотос" с последующей многократной промывкой дистиллированной водой.
 - 9.2.2. Для промывки кюветы и извлечения из нее образца применяется микропипетка объемом 100 или 200 мкл.
 - 9.2.3. Дезинфекцию наружных поверхностей спектрометра следует проводить периодически, в порядке, установленном в учреждении, эксплуатирующем спектрометр. Рекомендуемый метод по ОСТ 42-21-2- обработка 3% раствором перекиси водорода ГОСТ 177 с добавлением 0,5% раствора моющего средства типа "Лотос" ГОСТ 25644.

10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Перечень наиболее часто встречающихся неисправностей и способы их устранения приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Способы устранения
При включении блока питания в сеть не светится лампа в выключателе	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствует напряжение в сети питания 2. Перегорела вставка плавкая 3. Неисправен сетевой кабель 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверить наличие напряжения в сети питания 2. Заменить вставку плавкую 3. Определить место неисправности и устранить ее
При включении блока питания лазера в сеть нет свечения лазера	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствует напряжение в сети питания 2. Перегорела вставка плавкая блока оптического 3. Неисправен сетевой кабель блока оптического 4. Неисправны лазер и/или блок питания лазера 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверить наличие напряжения в сети питания 2. Заменить вставку плавкую 3. Определить место неисправности и устранить ее 4. Обратиться на предприятие-производитель для замены лазера
3. При работе с программой “QELSpec” при первом запуске в режиме “Монитор ” или “Регистрация спектра ” программа выдает сообщение об ошибке	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ошибка включения платы DSP/ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выполните пп. 7.9 – 7.16 настоящего руководства

10.2. Другие возможные неисправности спектрометра не являются специфическими и могут быть устранены только специалистами предприятия-изготовителя.

Приложение 1
(Рекомендуемое)

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ ПОВЕРОЧНЫХ СУСПЕНЗИЙ

1. Приготовление поверочной суспензии М005 производится следующим образом.
 - 1.1 Раствор стандартного образца типа М ОМИКС развести в 10^4 раз.
2. Приготовление поверочной суспензии М200 производится аналогичным образом.

Примечание: При проведении очередной поверки спектрометра ЛКС-03 следует приготавливать свежие поверочные суспензии, т.к. приготовленные согласно настоящей инструкции суспензии не подлежат длительному (более 24 часов) хранению и/или замораживанию.