

**ООО «КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ЭЛАКС»**

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР  
НИЗКОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ  
СКМ - 21**

**Руководство по эксплуатации**

**КБНМ.468214.021РЭ**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1</b>	Назначение. . . . .	<b>3</b>
<b>2</b>	Состав изделия . . . . .	<b>3</b>
<b>3</b>	Основные технические характеристики . . . . .	<b>4</b>
<b>4</b>	Устройство и работа изделия . . . . .	<b>6</b>
<b>5</b>	Общие указания по применению. . . . .	<b>11</b>
<b>6</b>	Указания мер безопасности . . . . .	<b>11</b>
<b>7</b>	Требования к аппаратным и программным средствам . . . . .	<b>12</b>
<b>8</b>	Инсталляция и деинсталляция программного обеспечения . . . . .	<b>12</b>
<b>9</b>	Подготовка к работе и настройка . . . . .	<b>13</b>
<b>10</b>	Порядок работы с изделием . . . . .	<b>14</b>
	10.1 Главная экранная форма . . . . .	<b>14</b>
	10.2 Работа с архивом измерений. . . . .	<b>15</b>
	10.3 Калибровка измерительных каналов . . . . .	<b>18</b>
	10.4 Время измерения и усреднение. . . . .	<b>22</b>
	10.5 Временная развертка сигнала. . . . .	<b>24</b>
	10.6 Выбор коэффициента усиления. . . . .	<b>26</b>
	10.7 Управление отображением спектрограмм . . . . .	<b>28</b>
	10.8 Проведение измерений . . . . .	<b>29</b>
<b>11</b>	Проверка технического состояния . . . . .	<b>33</b>
<b>12</b>	Техническое обслуживание . . . . .	<b>34</b>
<b>13</b>	Правила хранения . . . . .	<b>34</b>

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Многофункциональный анализатор низкочастотных сигналов СКМ-21, именуемый в дальнейшем анализатор (изделие), предназначен для оценки параметров акустических, вибрационных и маломощных электрических сигналов в централизованном режиме под управлением ПЭВМ.

## 2 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

1. Измерительный блок маломощных электрических сигналов СКМ-21.1 - 1 шт.
2. Измерительный блок акустических и вибрационных сигналов СКМ-21.2 - 1 шт.
3. Компакт-диск со специальным программным обеспечением «СКМ-21ПО» (базовый комплект программного обеспечения) - 1 шт.
4. Кабель подключения блока СКМ-21.1 (СКМ21.2) к USB порту ПЭВМ (USB 2.0 AM/BM) - 1 шт.
5. Руководство по эксплуатации - 1 шт.
6. Комплект аксессуаров блока СКМ-21.1, включающий:
  - универсальный кабель – переходник LEMO-BNC - 1 шт.
  - гальванический контакт подключения несимметричных линий (переходник BNC – гальванический контакт) - 1 шт.
  - гальванический контакт подключения симметричных линий – 1 шт.
  - Т - коннектор для подключения к разъему BNC - 1 шт.
  - заглушка на разъем BNC с сопротивлением 600 Ом - 1 шт.
7. Комплект аксессуаров блока СКМ-21.2, включающий:
  - измерительный микрофон ММ-1 - 1 шт.
  - измерительный акселерометр AP2098-100 (AP98-100) - 1 шт.

- кабель подключения микрофона к блоку СКМ-21.2 (LEMO-XLR) - 1 шт.

- кабель подключения акселерометра к блоку СКМ-21.2 (10-32 - BNC) - 1 шт.

### 3 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1	Режим работы	- централизованный (по шине USB ПЭВМ)
3.2	Виды анализа	- спектральный анализ; - октавный анализ; - 1/3-октавный анализ
3.3	Диапазон спектрального анализа	от 10 Гц до 20000 Гц
3.4	Диапазон октавного анализа	от 22,2 Гц до 20000 Гц
3.5	Диапазон 1/3 октавного анализа	от 17 Гц до 17960 Гц
3.6	Количество независимых каналов	3
3.7	Назначение канала «ЛИН» блока СКМ 21.1	для подключения маломощных источников электрических сигналов, не требующих электропитания или работающих от внешних источников электропитания (симметричных и несимметричных «линий», НЧ электрических и магнитных антенн, токосъемников и пр.)
3.8	Назначение канала «АКС» блока СКМ 21.2	для подключения активных акселерометров с напряжением питания +24 В и стабилизированным током 3мА (ICP акселерометров)
3.9	Назначение канала «МИК» блока СКМ 21.2	для подключения микрофонов с «фантомным» питанием при питающем напряжении +24 В

50	<p>Диапазон измерения уровней:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- звукового давления, дБ относительно 20 мкПа;</li> <li>- виброускорений, дБ относительно <math>10^{-6} \text{ м/с}^2</math>, (<math>\text{м/с}^2</math>);</li> <li>- напряжения переменного тока, дБ относительно 1 мкВ, (В)</li> </ul>	<p>от 25 до 115;</p> <p>от 55 до 150 (от <math>5,6 \cdot 10^{-4}</math> до 31,6);</p> <p>от -34 до 106, (от <math>2 \cdot 10^{-8}</math> до 0,2)</p>
51	<p>Пределы допускаемой погрешности измерений уровней:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- звукового давления, дБ;</li> <li>- виброускорений, дБ относительно <math>1 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}^2</math>;</li> <li>- напряжения переменного тока, дБ относительно 1 мкВ:</li> <li>- в диапазоне от -34 до 0 дБ (от <math>2 \cdot 10^{-8}</math> до <math>10^{-6}</math> В);</li> <li>- в диапазоне от 0 до 106 дБ (от <math>10^{-6}</math> до 0,2 В)</li> </ul>	<p><math>\pm 1,1</math>;</p> <p><math>\pm 1</math>;</p> <p><math>\pm 1,2</math>;</p> <p><math>\pm 0,5</math></p>
52	Класс точности октавных фильтров	1 (по ГОСТ 17168-82)
53	Класс точности 1/3 октавных фильтров	1 (по ГОСТ 17168-82)
54	Частотная характеристика каналов	ЛИН (по ГОСТ 17187-81, ГОСТ 53188.1-2008)
55	<p>Размерность шкал измерения уровней:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- звукового давления;</li> <li>- виброускорений;</li> <li>- напряжения переменного тока</li> </ul>	<p>дБ отн. 20 мкПа или мПа;</p> <p>дБ отн. <math>10^{-6} \text{ м/с}^2</math> или <math>\text{м/с}^2</math>;</p> <p>дБ отн. <math>10^{-6}</math> В или мВ</p>
56	<p>Значения коэффициентов усиления каналов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- канала «МИК»;</li> <li>- канала «АКС»;</li> <li>- канала «ЛИН»</li> </ul>	<p>6 дБ; 26 дБ; 46 дБ; 66 дБ;</p> <p>6 дБ; 26 дБ; 46 дБ; 66 дБ;</p> <p>20 дБ; 40 дБ; 60 дБ; 80 дБ</p>
57	<p>Входное сопротивление:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- канала «МИК»;</li> <li>- канала «АКС»;</li> <li>- канала «ЛИН»</li> </ul>	<p>100 кОм;</p> <p>100 кОм;</p> <p>500 кОм</p>
58	Эффективное значение собственных шумов канала «ЛИН»	не более $7 \text{ нВ/Гц}^{1/2}$
59	Интерфейс работы с ПЭВМ	USB2.0
3.20	Электропитание	от USB порта ПЭВМ

3.21	Потребляемая мощность каждым из блоков	не более 0,8 Вт
3.22	Рабочие условия эксплуатации: - диапазон рабочих температур; - относительная влажность; - атмосферное давление	от плюс 5 до плюс 40 <sup>0</sup> С; до 80% при 25 <sup>0</sup> С; от 84 до 106,7 кПа
3.23	Габариты блока СКМ-21.1	100x50x20 мм
3.24	Габариты блока СКМ-21.2	100x70x20 мм
3.25	Масса блока СКМ-21.1	не более 0,15 кг
3.26	Масса блока СКМ-21.2	не более 0,2 кг

## 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

4.1 Многофункциональный анализатор низкочастотных сигналов СКМ-21 имеет в своем составе два блока (СКМ-21.1 и СКМ-21.2), работающих под управлением ПЭВМ.

4.2 Блок СКМ-21.1 предназначен для анализа маломощных электрических сигналов. Структурная схема блока приведена на рис. 1.

Основными элементами измерительного блока СКМ-21.1 являются:

- управляемый прецизионный усилитель;
- фильтр низкой частоты (ФНЧ);
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- процессор обработки сигналов и управления;
- интерфейсное устройство USB;
- светодиоды «ПИТАНИЕ» и «ПЕРЕГРУЗКА»;
- блок формирования питающих напряжений.

4.3 Блок СКМ-21.2 предназначен для анализа акустических и вибрационных сигналов. Структурная схема блока приведена на рис. 2.

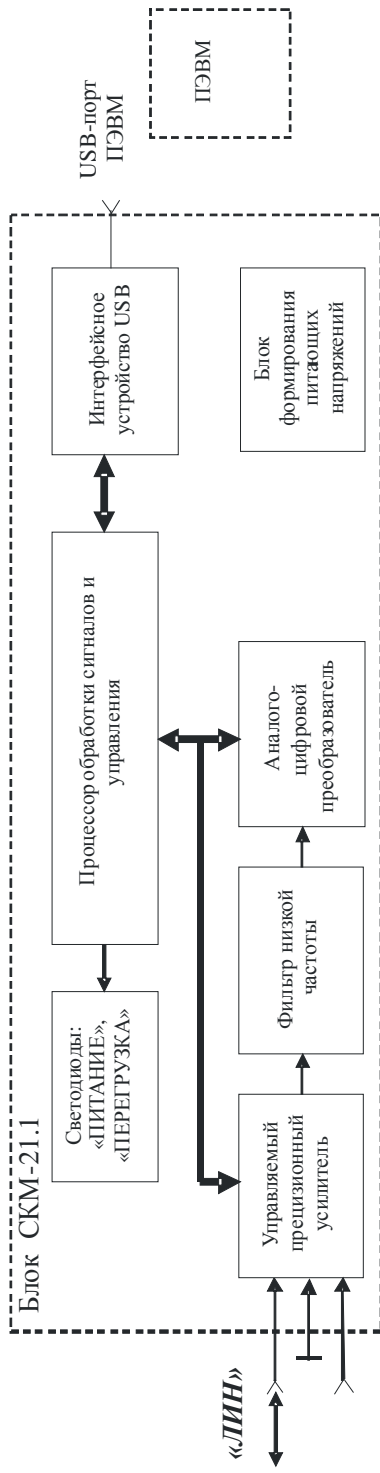


Рисунок 1— Структурная схема блока SKM-21.1

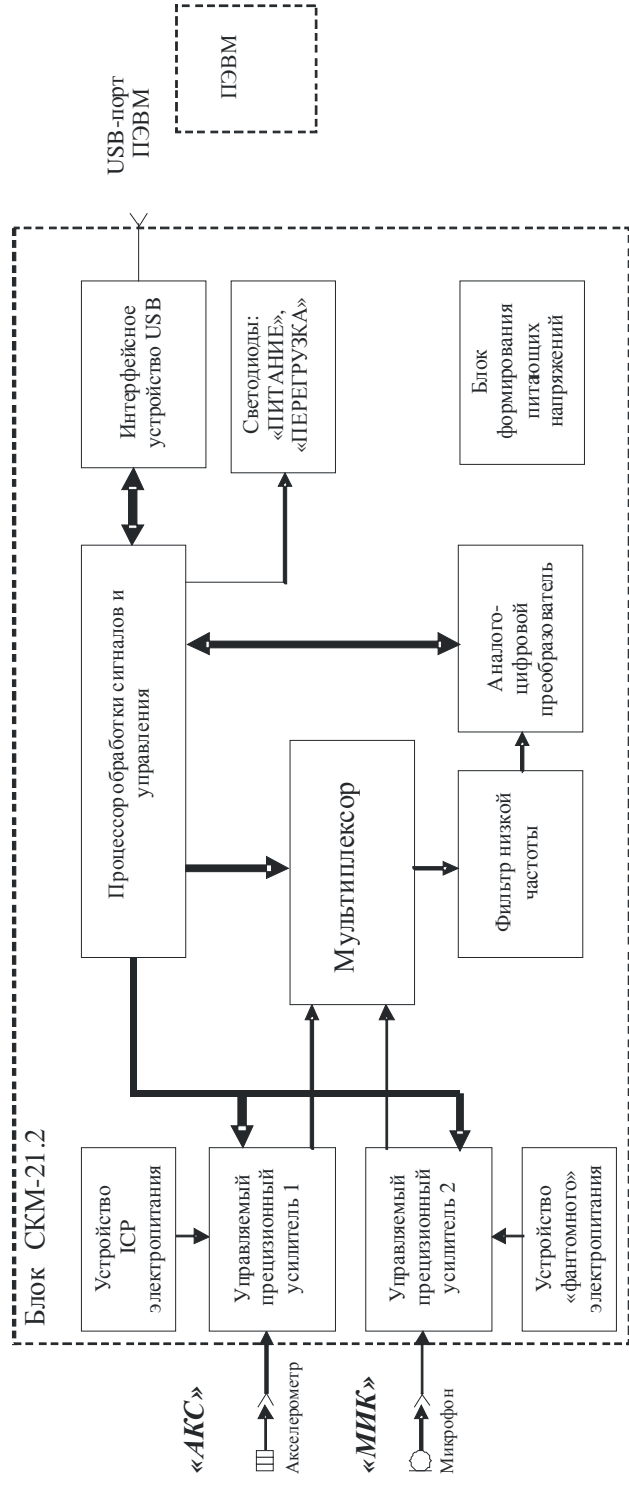


Рисунок 2— Структурная схема блока SKM-21.2

В отличие от блока СКМ-21.1 блок СКМ-21.2 имеет два измерительных канала, поэтому в его состав помимо функциональных блоков анализатора СКМ-21.1 дополнительно входят:

- управляемый прецизионный усилитель 2;
- устройство ИСР электропитания;
- устройство «фантомного» электропитания;
- мультиплексор.

4.4 Назначение функциональных элементов блока СКМ-21.1 следующее.

Управляемый прецизионный усилитель представляет собой малошумящий (эффективное значение собственных шумов не более 7 нВ/Гц<sup>1/2</sup>) прецизионный усилитель с фиксированными значениями коэффициента усиления (см. п. 56), имеющий входные цепи, позволяющие подключать как «симметричные», так и «несимметричные» линии. Значение коэффициента усиления задается командами процессора обработки сигналов и управления.

ФНЧ представляет собой активный НЧ фильтр Баттерворда 10-го порядка с частотой среза 22,8 кГц. Он выполняет функции анти-лайзингового фильтра, устраняющего влияние высокочастотных гармоник на результаты анализа низкочастотных сигналов.

АЦП преобразует аналоговые сигналы, поступающие с ФНЧ в цифровую форму по командам процессора обработки сигналов и управления для их дальнейшей цифровой обработки.

- Процессор обработки сигналов и управления обеспечивает:
- управление работой АЦП и усилителя;
  - управление работой интерфейсного устройства USB;
  - управление работой светодиодов.



Интерфейсное устройство USB обеспечивает информационный обмен между измерительным блоком и управляющей ПЭВМ в стандартном формате USB 2.0.

Устройство электропитания по командам управляющего процессора обеспечивает формирование необходимых для работы всех устройств блока питающих напряжений.

В процессе работы блок СКМ-21.1 по командам управляющей ПЭВМ задает рабочие параметры усилителя, преобразует аналоговые сигналы, поступающие на вход АЦП, в цифровую форму и передает результаты преобразования в память ПЭВМ по шине USB.

Общий вид, размещение светодиодов индикации и разъемов блока СКМ – 21.1 и их назначение приведены на рис. 3 и в табл. 1.

4.5 Блок СКМ-21.2 в отличие от СКМ-21.1 имеет два измерительных канала, поэтому в его состав помимо функциональных элементов, приведенных в п. 4.4, дополнительно входят следующие элементы:

- два управляемых прецизионных усилителя, идентичных усилителю, описанному в п. 4.4. Исключения составляют фиксированные значения коэффициентов их усиления (см. п. 56 настоящего руководства);

- устройство «фантомного» электропитания, имеющее два слабых каналов с питающим напряжением +24В;

- устройство электропитания ИСР устройств, обеспечивающее формирование питающего напряжения (+24В) и стабилизацию тока, питающего датчик;

- мультиплексор, подключающий один из выходов усилителей к входу АЦП через ФНЧ по командам управляющего процессора.

В процессе работы блок СКМ-21.2 по командам управляющей ПЭВМ задает рабочие параметры усилителей и мультиплексора, преобразует аналоговые сигналы, поступающие на вход АЦП, в циф-

ровую форму и передает результаты преобразования в память ПЭВМ по шине USB.

Общий вид, размещение светодиодов индикации и разъемов блока СКМ – 21.2 и их назначение приведены на рис. 4 и в табл. 1.



Рисунок 3 - Общий вид и расположение элементов индикации и разъемов блока СКМ-21.1

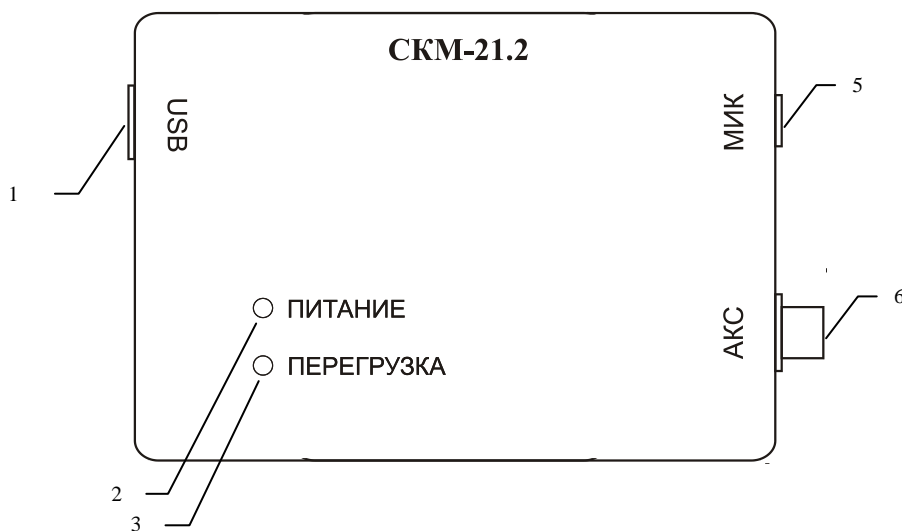


Рисунок 4 - Общий вид и расположение элементов индикации и разъемов блока СКМ-21.2

Таблица 1 - Назначение органов управления и индикации изделия  
СКМ-21

1	«USB»	Разъемы подключения ПЭВМ с использованием штатного USB кабеля
2	«ПИТАНИЕ»	Светодиод индикации включения электропитания (зеленый)
3	«ПЕРЕГРУЗКА»	Светодиод индикации «перегрузки» усилительного тракта (красный)
4	«ЛИН»	Вход измерительного канала для подключения пробников напряжения, измерительных электрической и магнитной антенн, токосъемников
5	«МИК»	Вход для подключения измерительного микрофона
6	«АКС»	Вход для подключения измерительного акселерометра

## 5 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Изделие СКМ-21 рекомендуется использовать для проведения измерений уровней акустических, виброакустических и электрических сигналов речевого диапазона частот при анализе технических каналов утечки информации. Изделие обеспечивает реализацию основных функций 1/3–октавного и октавного анализатора с характеристиками по первому классу точности, а также анализатора спектра в НЧ диапазоне длин волн.

## 6 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При эксплуатации изделия необходимо **исключить короткое замыкание** контактов разъемов каналов «МИК» и «АКС» блока СКМ-

21.2, так как это может привести к выходу из строя устройства электропитания датчиков.

6.2 На вход канала «ЛИН» блока СКМ-21.1 **нельзя подавать постоянное напряжение выше 15 В**, так как это может привести к выходу из строя входных цепей усилителя.

## **7 ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТНЫМ И ПРОГРАММНЫМ СРЕДСТВАМ**

7.1 Изделие СКМ-21 функционирует только под управлением ПЭВМ. Для работы с анализатором используется специальное программное обеспечение (СПО) «СКМ-21 ПО», входящее в комплект поставки изделия (см. п. 2).

7.2 Программное обеспечение «СКМ-21 ПО» разработано в среде программирования Delphi–7.

7.3 СПО «СКМ-21 ПО» функционирует в операционной системе «Windows- XP (NT, Vista, 7)».

7.4 Минимальными аппаратными требованиями по установке и нормальному функционированию СПО являются: ПЭВМ не ниже Pentium-IV-900 МГц с оперативным запоминающим устройством не менее 512 Мбайт, наличие свободного разъема USB и накопителя для компакт-дисков. Рекомендуемое разрешение экрана – не менее 1024x768.

## **8 ИСТАЛЛЯЦИЯ И ДЕИНСТАЛЛЯЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

8.1 Установка программного обеспечения «СКМ-21 ПО» производится в соответствии с пошаговой инструкцией ( *«Инструкция по установке СПО СКМ-21 ПО»*), имеющейся на компакт-диске (см. п. 2).

8.2 Для установки программного обеспечения «СКМ-21 ПО» необходимо выполнить следующие действия:

вставить компакт-диск «СМ-21 ПО» в соответствующий дисковод ПЭВМ и запустить программу установки SETUP.EXE;

в ответ на запрос программы установки задать папку, в которую должна быть инсталлирована программа;

следовать инструкциям программы установки;

установить необходимые драйверы в соответствии с пошаговой инструкцией (см. п. 8.1).

8.3 После завершения инсталляции в выбранной для установки папке будет создана директория с основными файлами, необходимыми для работы СПО. Кроме того, запускающая программа – *СМ21ПО.exe* и необходимые компоненты программы будут зарегистрированы в перечне программ ОС «Windows», а также будет создана «иконка» быстрого старта, которая по желанию пользователя может быть размещена на «Рабочем столе» ОС «Windows».

8.4 В установках операционной системы необходимо в качестве разделителя целой и дробной части чисел установить запятую « , ». Для установки необходимо выбрать кнопку «ПУСК» и последовательно перейти к меню «Панель управления» - «Язык и региональные стандарты» - «Региональные параметры» - «Настройка» - «Числа». В поле «делитель целой и дробной части» установить « , ».

8.5 Деинсталляция программы производится стандартными программными средствами ОС «Windows» и специальных инструкций не требует.

## **9 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И НАСТРОЙКА**

Для подготовки изделия к работе необходимо выполнить следующую последовательность действий.

9.1 Достать блок СМ-21.1 (СМ-21.2) из упаковки (чехла).

9.2 В зависимости от решаемой задачи подключить:

- ко входу канала «МИК» блока СКМ-21.2 измерительный микрофон;
- ко входу канала «АКС» блока СКМ-21.2 измерительный акселерометр;
- ко входу канала «ЛИН» блока СКМ-21.1 устройство подключения к несимметричным (симметричным) линиям, или измерительную электрическую (магнитную) антенну, или токосъемник.

9.3 Включить управляющую ПЭВМ и «запустить» управляющую программу *СКМ21PO.exe*.

9.4 Запуск производится выбором в перечне программ ОС «Windows» управляющей программы *СКМ21PO* или выбором «иконки» быстрого старта *СКМ21PO* на «рабочем столе» ПЭВМ.

9.5 Подключить к управляющей ПЭВМ анализатор СКМ-21.1 (СКМ-21.2) через разъем «USB» с использованием кабеля USB 2.0 AM/BM, входящего в комплект поставки изделия.

9.6 После выполнения пп. 9.1-9.5 инструкции изделие полностью готово к работе. Показателем готовности изделия к работе является появление надписи «СКМ-21.1 ПОДКЛЮЧЕН» («СКМ-21.2 ПОДКЛЮЧЕН») в правом верхнем углу управляющей программы *СКМ21PO* (поз. 5 на рис. 5).

## **10 ПОРЯДОК РАБОТЫ С ИЗДЕЛИЕМ**

### **10.1 Главная экранная форма**

10.1.1 Перед началом работы необходимо установить программное обеспечение в соответствии с п.8, а также подготовить анализатор СКМ-21.1 (СКМ-21.2) и ПЭВМ к работе в соответствии с п. 9 настоящего руководства.

10.1.2 Работа начинается «запуском» программы *СКМ21PO.exe* в соответствии с п. 9.4 настоящего руководства.

После «запуска» программы на монитор «выводится» главная экранная форма СПО «СКМ-21 ПО». Общий вид данной экранной формы при подключении блока СКМ-21.1 приведен на рис. 5, а при подключении блока СКМ-21.2 - на рис. 6. Назначение элементов управления и индикации главной экранной формы приведено в табл.2.

## **10.2 Работа с архивом измерений**

10.2.1 СПО «СКМ-21 ПО» поддерживает файлы специального формата \*.sfd, содержащие все спектрограммы и установки, имевшие место при проведении измерений.

10.2.2 Для работы с архивом измерений в СПО «СКМ-21 ПО» используются три кнопки (см. поз. 1 на рис.5): «НОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ», «ЗАГРУЗИТЬ ИЗ ФАЙЛА» и «СОХРАНИТЬ ФАЙЛ КАК...».

10.2.3 Кнопка «НОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» позволяет «очистить» экран спектрограмм и подготовить аппаратуру к проведению новых измерений.

10.2.4 Кнопка «ЗАГРУЗИТЬ ИЗ ФАЙЛА» позволяет «загрузить» файл с результатами измерений из памяти ПЭВМ в главную экранную форму. При ее нажатии на мониторе появляется диалоговое окно «проводника» ОС «WINDOWS», предлагающее указать имя «открываемого» файла. При выборе файла программа восстанавливает все спектрограммы и установки, имевшие место при проведении измерений.

10.2.5 Кнопка ««СОХРАНИТЬ ФАЙЛ КАК...» позволяет сохранить результаты измерений в памяти ПЭВМ. Кнопка активизируется только после того, как оператор провел хотя бы одно измерение. При нажатии кнопки на мониторе появляется диалоговое окно «проводника» ОС «WINDOWS», предлагающее указать «путь» и имя файла в

памяти ПЭВМ, в котором будут сохранены результаты измерений. После указания файла результаты будут сохранены.

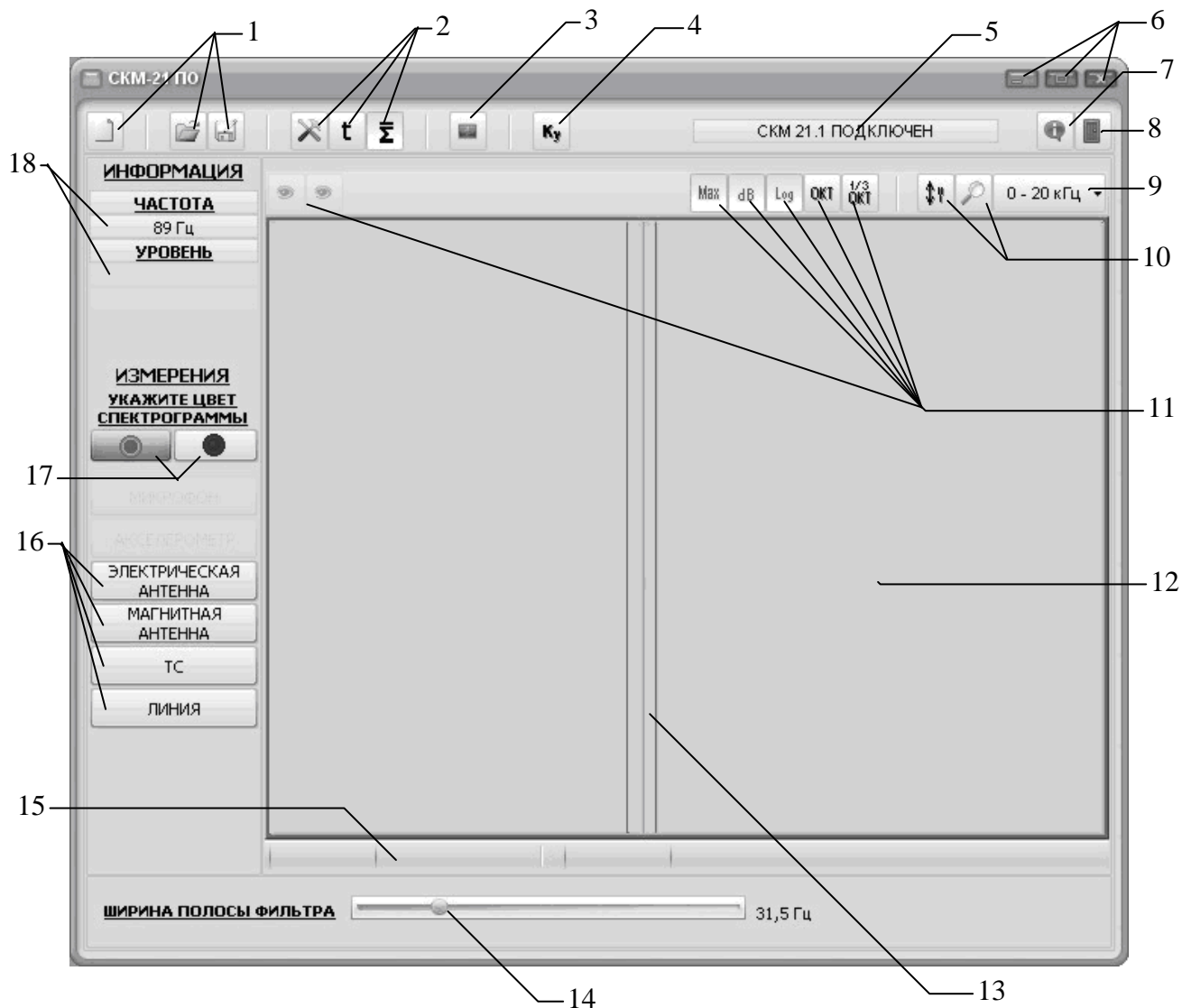


Рисунок 5 – Общий вид главной экранной формы СПО «СКМ-21 ПО» при подключении блока СКМ-21.1





Рисунок 6 – Общий вид главной экранной формы СПО «СКМ-21 ПО» при подключении блока СКМ-21.2

Таблица 2 - Назначение элементов управления и индикации

1	Кнопки работы с архивом измерений
2	Кнопки задания параметров измерений
3	Кнопка вызова окна временной развертки сигналов
4	Кнопка выбора коэффициента усиления
5	Поле отображения состояния интерфейса: управляющая ПЭВМ - анализатор
6	Кнопки управления положением экранной формы
7	Кнопка вызова информационного окна «О программе»
8	Кнопка «выхода» из главной экранной формы»

9	Поле выбора отображаемого частотного диапазона
10	Кнопки масштабирования и навигации экрана отображения спектрограмм
11	Кнопки задания параметров отображения анализируемых сигналов
12	Экран отображения спектрограмм анализируемых сигналов
13	Маркер частоты и частотных границ узкополосного анализа
14	Поле регулировки ширины полосы фильтра узкополосного анализа
15	Поле отображения текущего значения коэффициента усиления и продолжительности измерительного цикла
16	Кнопки «запуска» измерений для различных типов датчиков
17	Поля выбора цвета спектрограмм
18	Информационное поле значений измеряемых параметров

### 10.3 Калибровка измерительных каналов

10.3.1 Кнопка «Калибровка» является первой в ряду кнопок задания параметров измерений (см. поз. 2 на рис.5). Она позволяет производить калибровку датчиков, подключаемых к анализаторам (микрофона, акселерометра, «линейного» канала, а также электрической и магнитной антенны и токосъемника). При нажатии кнопки на монитор выводится экранная форма «КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ», содержащая три вкладки, соответствующие наименованиям измерительных каналов анализаторов. Для проведения калибровки измерительного канала следует открыть вкладку с названием этого канала («МИК», «АКС» или «ЛИН»).

10.3.2 При выборе канала «МИК» на монитор выводится экранная форма, приведенная на рис. 7.

Параметр	Значение	Единица
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ	15,00	мВ/Па
ПОРОГ	0,00002000	Па
КАЛИБРОВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ	0,00	дБ

Рисунок 7 – Общий вид экранной формы «КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ» при работе с каналом «МИК»

Данная экранная форма содержит три строки.

В строке «ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ» устанавливается коэффициент преобразования (чувствительность) измерительного микрофона в соответствии с паспортными калибровочными данными или результатами последней поверки.

В строке «ПОРОГ» устанавливается опорное значение для вычисления уровня акустического давления в дБ. По умолчанию в данной строке установлено стандартное значение для вычисления акустического давления в дБ, равное  $2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Третья строка содержит поле ввода калибровочного коэффициента и кнопку «Сброс».

Для калибровки канала «МИК» необходимо предварительно подать на вход микрофона, подключенного к анализатору СКМ-21, гар-

монический сигнал с достоверно известными, метрологически подтвержденными параметрами (эталонный сигнал). Эталонный сигнал должен лежать в полосе рабочих частот и в пределах динамического диапазона анализатора (для этой цели, как правило, используется пистонфон). Далее следует провести измерение уровня эталонного сигнала в соответствии с п. 10.8 настоящего руководства. Затем необходимо подвести указатель манипулятора «мышь» к полю ввода калибровочного коэффициента и нажать левую кнопку манипулятора. После этого на мониторе появится вспомогательная экранная форма вычисления калибровочного коэффициента, вид которой приведен на рис. 8.

КАЛИБРОВКА

ВВЕДИТЕ ЭТАЛОННОЕ И ИЗМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ  
ДЛЯ МИК

ЭТАЛОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ, дБ 0,00

ИЗМЕРЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ, дБ 0,00 ПРИНЯТЬ

КАЛИБРОВочный КОЭФФИЦИЕНТ = 0,00

Рисунок 8 – Вид вспомогательной экранной формы вычисления калибровочного коэффициента

На появившейся экранной форме в поля «эталонное значение» и «измеренное значение», соответственно, необходимо ввести результаты предварительно проведенного измерения, при этом в нижнем поле экранной формы появится автоматически вычисляемое значение коэффициента. Для запоминания значения калибровочного коэффициента следует нажать кнопку «принять». После нажатия кнопки вспомогательная экранная форма исчезает, а в поле «калибровочный коэффициент» экранной формы «КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО

КАНАЛА» появится сохраненное («принятое») значение. Для обнуления калибровочного коэффициента следует нажать кнопку «СБРОС».

10.3.3 Калибровка канала «АКС» производится аналогично калибровке канала «МИК», порядок которой приведен в разделе 10.3.2. В качестве эталонных для канала «АКС» следует использовать сигналы, формируемые источниками эталонных уровней вибрации - вибростолов, вибростендов и т.п.

10.3.4 При выборе канала «ЛИН» на монитор выводится экранная форма, приведенная на рис. 9.

В верхней части формы находится поле ввода калибровочного коэффициента линейного канала и кнопка «Сброс».

Порядок проведения калибровки данного канала и вычисления коэффициента калибровки идентичен приведенному в п. 10.3.2. В качестве эталонных для канала «ЛИН» следует использовать гармонические сигналы поверенных НЧ генераторов высокого класса точности.

В средней части экранной формы находятся таблицы калибровочных коэффициентов для электрической, магнитной антенн и токосъемника, которые, соответственно, заполняются с использованием паспортных калибровочных таблиц антенн и токосъемника. Таблица заполняется оператором в ручном режиме. Для запоминания введенных значений требуется нажать кнопку «Сохранить» в нижней части экранной формы. Данные, занесенные в таблицы, будут использоваться при проведении соответствующих измерений.

10.3.5 Для возвращения в главную экранную форму необходимо нажать кнопку «Выход».

КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ...

МИК АКС ЛИН

КАЛИБРОВочный КОЭФФИЦИЕНТ 0,00 дБ СБРОС

Таблица калибровочных коэффициентов

Частота	К, дБ электрической антенны	К, дБ магнитной антенны	К, дБ измерительного токосъемника
10 Гц	0,00	0,00	0,00
31 Гц	0,00	0,00	0,00
63 Гц	0,00	0,00	0,00
125 Гц	0,00	0,00	0,00
250 Гц	0,00	0,00	0,00
500 Гц	0,00	0,00	0,00
1 кГц	0,00	0,00	0,00
2 кГц	0,00	0,00	0,00
5 кГц	0,00	0,00	0,00
10 кГц	0,00	0,00	0,00
20 кГц	0,00	0,00	0,00

Сохранить Выход

Рисунок 9 – Общий вид экранной формы «КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ» при работе с каналом «ЛИН»

#### 10.4 Время измерения и усреднение

10.4.1 Второй по счету в группе кнопок установки параметров измерений (см. поз.2 на рис. 5) находится кнопка задания времени измерения (кнопка « t »). Она позволяет выбрать один из двух способов задания времени измерения, предусмотренных в СПО «СКМ-21 ПО» (первый способ - «задание времени измерения в ходе измерения», второй – «заблаговременное фиксирование времени измерения»). При нажатии кнопки на монитор выводится экранная форма «ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ», вид которой приведен на рис. 10.

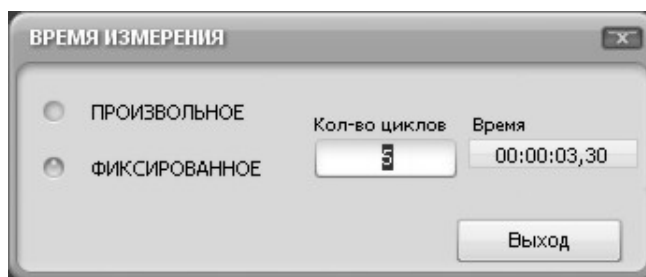


Рисунок 10 – Вид экранной формы «ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ»

10.4.2 Для выбора первого из этих способов («задание времени измерения в ходе измерения») необходимо установить метку в поле «ПРОИЗВОЛЬНОЕ». При выборе первого способа время измерения будет определяться оператором непосредственно в ходе измерения. Так, при запуске измерения (см. п. 10.8) активируется кнопка «СТОП» в поле «запускающих» кнопок (поз. 16 на рис. 5). Измерение заканчивается в момент нажатия оператором кнопки «СТОП». Время измерения фиксируется в поле отображения продолжительности измерительного цикла (поз. 15 на рис. 5).

10.4.3 Для выбора второго способа («заблаговременное фиксирование времени измерения») необходимо установить метку в поле «ФИКСИРОВАННОЕ», при этом в экранной форме «ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ» активируется поле задания числа измерительных циклов («Кол. циклов») с полем отображения времени измерения («Время»). В поле «Кол. циклов» следует установить число реализаций (выборок), усредняемое программой при проведении спектрального анализа. В поле «Время» отобразится время измерения, соответствующее введенному числу измерительных циклов (числу усредняемых выборок). При выборе данного способа измерение (см. п. 10.8) будет заканчиваться автоматически по завершению выбранного оператором числа измерительных циклов.

10.4.4 Для возвращения в главную экранную форму необходимо нажать кнопку «Выход».


10.4.5 Третьей по счету в группе кнопок установки параметров измерений является кнопка усреднения « $\bar{\Sigma}$ ». Если данная кнопка не нажата, то после старта любого измерения будут отображаться результаты спектрального анализа всего диапазона рабочих частот в реальном масштабе времени без усреднения результатов измерений, при этом не имеет значения, какой из способов определения времени измерения был задан.

Если кнопка « $\bar{\Sigma}$ » нажата, то будет производиться усреднение результатов измерений.

При выборе времени измерения «ПРОИЗВОЛЬНОЕ» (см. п. 10.4.2 настоящего руководства) усреднение результатов будет вестись непрерывно до момента нажатия оператором кнопки «СТОП» (см. п. 10.8). После остановки время измерения фиксируется в поле отображения продолжительности измерительного цикла (поз. 15 на рис. 5).

При выборе ««ФИКСИРОВАННОГО» времени измерения (см. п. 10.4.3 настоящего руководства) усреднение результатов будет вестись непрерывно до окончания выбранного оператором числа измерительных циклов (см. п. 10.4.3 настоящего руководства). После остановки время измерения фиксируется в поле отображения продолжительности измерительного цикла (поз. 15 на рис. 5).

## 10.5 Временная развертка сигнала

10.5.1 СПО «СКМ-21 ПО» имеет специальную кнопку («») вызова окна временной развертки сигналов (поз. 3 на рис.5). Она предназначена для активирования в верхней части главной экранной формы окна временной развертки сигналов, вид которого представлен на рис. 11.



Окно временной развертки сигналов



Рисунок 11 – Вид окна временной развертки сигналов

10.5.2 В данном окне будут отображаться осциллограммы всех анализируемых сигналов в реальном масштабе времени. Кнопка используется для визуальной оценки оператором осциллограммы сигнала.

10.5.3 Для работы с осциллограммами в окне временной развертки СПО «СМАРТ» предусмотрено использование процедур масштабирования. Для увеличения какой-либо прямоугольной области окна ее необходимо выделить с использованием указателя манипулятора «мышь», после чего выделенная область будет расширена до границ окна временной развертки. Для возврата масштаба окна в первоначальный вид необходимо нажать кнопку «Сбросить масштаб».

чальное состояние необходимо привести указатель манипулятора «мышь» в пределы границ окна временной развертки, и нажать правую кнопку манипулятора.

## 10.6 Выбор коэффициента усиления

10.6.1 Выход в экранную форму выбора коэффициента усиления производится нажатием кнопки «**Ky**» главной экранной формы (поз. 4 на рис. 5) Данная экранная форма позволяет установить способ выбора и значения коэффициентов усиления измерительных каналов анализатора СКМ-21. Вид данной экранной формы приведен на рис. 12.








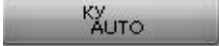




а)

б)

Рисунок 12 – Общий вид экранной формы «ВЫБОР КУ» :  
 а) при подключении блока СКМ-21.1;  
 б) при подключении блока СКМ-21.2 .

10.6.2 В программе «СКМ-21 ПО» предусмотрено два режима управления коэффициентом усиления анализаторов СКМ-21.1 и СКМ-21.2 - ручной и автоматический. Кнопка «**Ky AUTO**» предназначена для выбора способа задания коэффициента усиления. При

нажатом состоянии данной кнопки коэффициент усиления будет подбираться автоматически, а кнопки задания фиксированного значения коэффициента усиления «», «», «» и «» блокируются (см. рис. 9 а). Между запуском процесса измерения и его фактическим началом в ходе паузы в несколько секунд выполняется процедура автоматического подбора коэффициента усиления. Значение коэффициента усиления, полученное в результате автоматического подбора, отображается в специальном поле рядом с кнопкой «».

10.6.3 Если кнопка «» отжата, то коэффициент усиления выбирается в ручном режиме, при этом кнопки задания фиксированного значения коэффициента усиления «», «», «» и «» активируются (см. рис. 9 б). Они соответствуют значениям 20дБ, 40дБ, 60дБ и 80дБ для блока СКМ-21.1 и значениям 6дБ, 26дБ, 46дБ и 66дБ для блока СКМ-21.2. При нажатии любой из этих кнопок будет назначен фиксированный коэффициент усиления и измерение будет начинаться с малой задержкой (порядка одной секунды).

10.6.4 Для исключения некорректных измерений рекомендуется использовать кнопки «Test», которые позволяют визуально оценивать характер анализируемых сигналов по их осциллограмме, выводимой в окне временной развертки сигналов (см. рис. 8). Задавая значения коэффициентов усиления оператор должен добиться, чтобы отображаемый сигнал с одной стороны имел максимально большую амплитуду, а с другой стороны не превосходил диапазон  $-3\text{ В} \dots 3\text{ В}$  и не имел промежутков амплитудного ограничения или каких-либо искажений.

При выборе коэффициента усиления также следует следить за светодиодом «перегрузка» на корпусе блока СКМ-21.1 (СКМ-21.2) или

за предупреждающей о перегрузке надписью в нижней части экрана отображения спектрограмм (поз. 12 на рис.5).

Проведение измерений с перегрузкой приводит к существенным ошибкам в измерениях, а использование необоснованно низких значений коэффициентов усиления снижают потенциально достижимую точность измерений.

## **10.7 Управление отображением спектрограмм**

10.7.1 Для управления отображением спектрограмм предусмотрено несколько групп кнопок (полей):


- кнопки задания параметров отображения анализируемых сигналов (поз. 11 на рис. 5);
- кнопки масштабирования и навигации экрана отображения спектрограмм (поз. 10 на рис. 5);
- поле выбора отображаемого частотного диапазона (поз. 9 на рис. 5);
- поля выбора цвета спектрограмм (поз. 17 на рис. 5).


10.7.2 К кнопкам задания параметров отображения анализируемых сигналов (поз. 11 на рис. 5) относятся семь кнопок (слева направо):

- две кнопки включения-отключения индикации спектрограмм;
- кнопка автоматической установки маркера частоты в точку с максимальным значением уровня сигнала (кнопка «Max»);
- кнопка перевода градуировки оси уровней сигнала (оси ординат) в логарифмический масштаб (кнопка «dB»);
- кнопка включения (отключения) логарифмического частотного масштабирования спектрограмм (кнопка «Log»);
- кнопка переключения спектрального и октавного режимов анализа сигналов (кнопка «ОКТ»);

- кнопка переключения спектрального и 1/3 октавного режимов анализа сигналов (кнопка «1/3 ОКТ»).

10.7.3 К кнопкам масштабирования и навигации экрана отображения спектрограмм (поз. 9 на рис. 1) относятся две кнопки (слева направо):

- кнопка вертикального перемещения спектрограмм сигналов «»;

- кнопка управляемого масштабирования экрана спектрограмм контролируемых сигналов «». Кнопка активна только в режиме спектрального анализа.

Одновременно указанные кнопки не работают. Оператор может либо перемещать экран вдоль вертикальной оси, либо масштабировать его.

Для возврата масштаба экрана спектрограмм в исходное состояние используются правая кнопка манипулятора «мышь».

10.7.4 Поле выбора отображаемого частотного диапазона (поз. 9 на рис. 5) позволяет выбрать в качестве полосы анализа одну из октавных полос частот или весь частотный диапазон. Данное поле блокируется при переключении в режим октавного или 1/3-октавного анализа сигналов.

10.7.5 В СПО предусмотрена возможность проведения двух измерений с построением двух спектрограмм различного цвета. Поля выбора цвета спектрограмм (поз. 17 на рис. 3) позволяют оператору задать цвет для новой спектрограммы (предстоящего измерения).

## **10.8 Проведение измерений**

10.8.1 Перед проведением измерений оператор должен произвести все необходимые подготовительные действия, приведенные в п. 9 настоящего руководства. Показателем готовности изделия к работе

является появление надписи «СКМ-21.1 ПОДКЛЮЧЕН» («СКМ-21.2 ПОДКЛЮЧЕН») в правом верхнем углу управляющей программы *СКМ21PO* (поз. 5 на рис. 5) с одновременной активацией «запускающих» кнопок (поз.16 на рис. 5)

10.8.2 Сделать все установки, необходимые для проведения измерения (см. п.п. 10.3 - 10.7).

10.8.3 «Запустить» измерение с использованием одной из «запускающих» кнопок (поз.16 на рис. 1) в зависимости от используемого анализатора и типа датчика сигналов.

10.8.4 Остановить измерение, если не установлено «ФИКСИРОВАННОЕ» время измерения (см. п. 10.4) нажатием кнопки «СТОП» (поз.2 на рис. 5).

10.8.5 При возникновении «перегрузки» измерительного канала программа выдаст оператору соответствующее сообщение. Также «перегрузка» измерительного канала сопровождается включением красного светодиода «ПЕРЕГРУЗКА» на лицевой панели блоков анализатора (поз. 3 на рис. 3, 4). При проведении измерений оператору рекомендуется использовать результаты, полученные при отсутствии «перегрузки» измерительного канала.

10.8.6 Перемещение маркера частоты (поз.13 на рис. 5) по частотной оси экрана спектрограмм (поз.12 на рис. 5) производится с использованием манипулятора «мышь».

Задание ширины полосы анализа производится с использованием специального регулятора (поз. 14 на рис. 5).

При изменении ширины полосы анализа на экране спектрограмм автоматически отображается изменение границ частотного диапазона. В информационном поле «ЧАСТОТА» (поз. 18 на рис. 5) отображается значение частоты, соответствующее положению маркера частоты. В информационном поле «УРОВЕНЬ» (поз. 18 на рис. 5) отображается

уровень сигнала для красной и зеленой спектрограмм, автоматически пересчитанный к установленной частотной полосе.

10.8.7 При работе в данном режиме после проведения измерений для удобства проведения анализа оператор может использовать кнопки управления отображением спектрограмм (см. п. 10.7 настоящего руководства).

10.8.8 Иллюстрация работы в данном режиме приведена на рис. 13.

10.8.9 Сохранение результатов измерений производится в соответствии с п. 10.3 настоящего руководства.

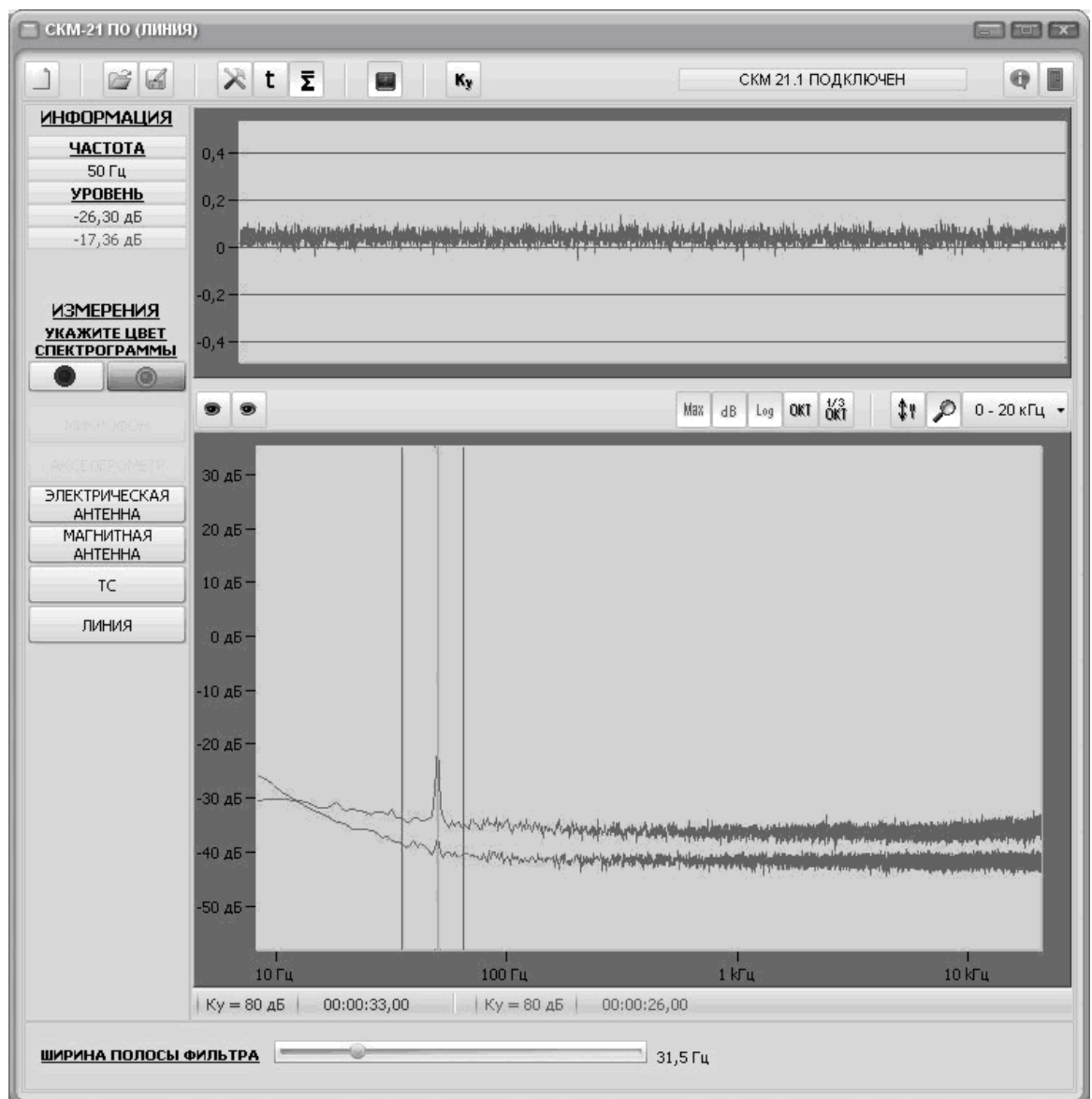


Рисунок 13 – Иллюстрация работы в режиме спектрального анализа

10.9.9 При работе в режимах октавного или 1/3-октавного анализа октавная (1/3-октавная) полоса выбирается с использованием указателя манипулятора «мышь». В информационном поле «ОКТАВА» (поз. 18 на рис. 5) отображается значение среднегеометрической частоты выбранной октавной (1/3-октавной) частотной полосы. В информационном поле «УРОВЕНЬ» (поз. 18 на рис. 5) - уровень сигнала для красной и зеленой спектрограмм автоматически пересчитывается к октавной (1/3-октавной) частотной полосе. Иллюстрация работы анализатора в данном режиме приведена на рис.14.

10.9.10 Сохранение результатов измерений производится в соответствии с п. 10.2 настоящего руководства.

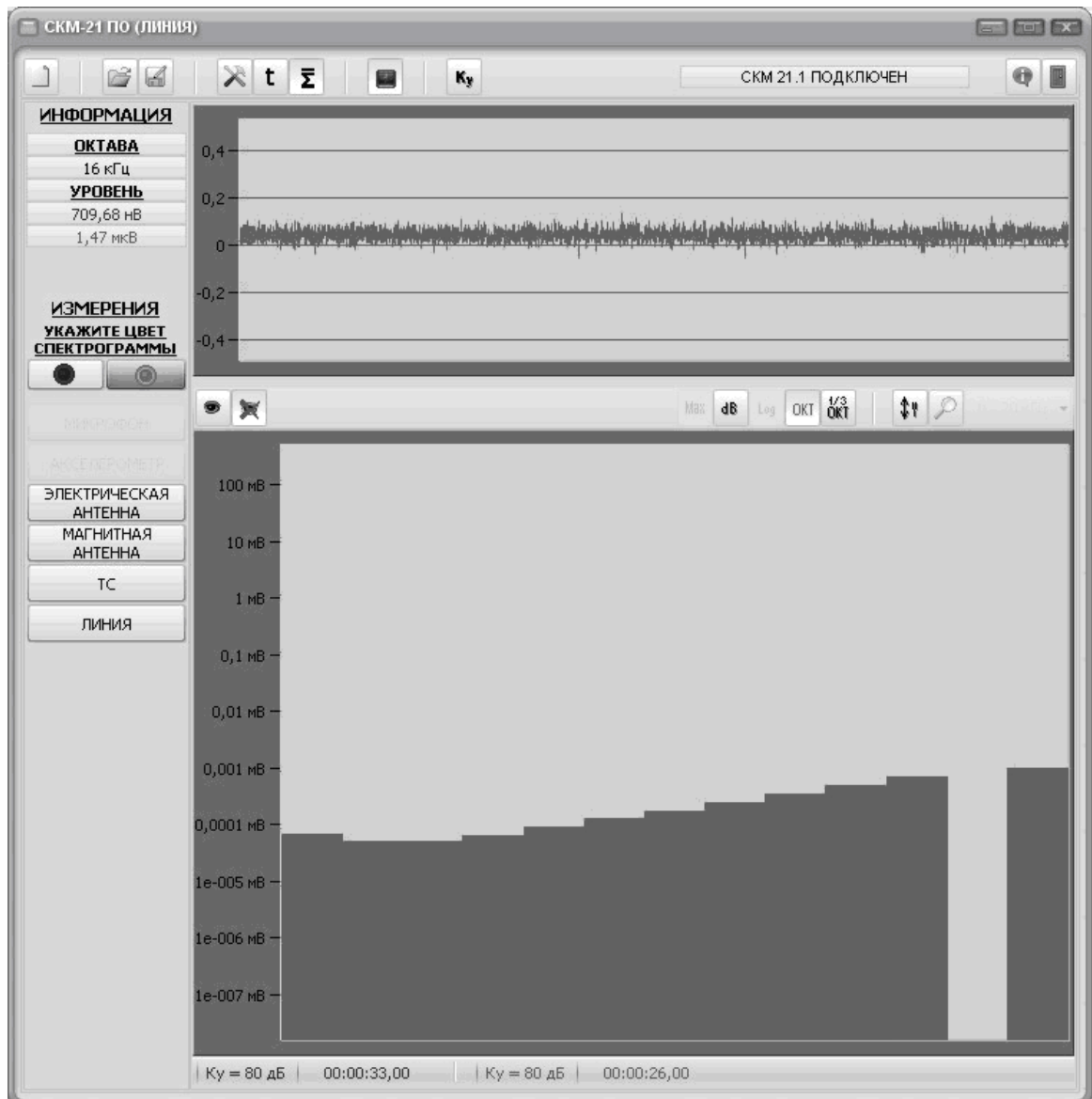


Рисунок 14 – Иллюстрация работы в октавного (1/3-октавного) анализа режимах



## 11 ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

11.1 Проверка технического состояния изделия проводится перед началом эксплуатации прибора после длительного периода времени, в течении которого прибор не эксплуатировался (находился на хранении, транспортировался и т. п.), а также после проведения технического обслуживания прибора.

11.2 Для проверки технического состояния изделия необходимо:

- произвести визуальный осмотр прибора с целью обнаружения возможного возникновения дефектов в его корпусе, на выступающих частях корпуса;
- включить управляющую ПЭВМ и «запустить» управляющую программу *СКМ21PO.exe* (см. п. 9.4);
- подключить к управляющей ПЭВМ блок СКМ-21.1 (СКМ-21.2) через разъем «USB» с использованием кабеля USB 2.0 AM/BM, входящего в комплект его поставки изделия.

11.3 Показателем готовности изделия к работе является появление надписи «СКМ-21.1 ПОДКЛЮЧЕН» («СКМ-21.2 ПОДКЛЮЧЕН») в правом верхнем углу управляющей программы *СКМ21PO* (поз. 5 на рис. 5).

11.4 При успешном завершении всех процедур, предусмотренных п. 11.1-11.3, считается, что изделие имеет удовлетворительное техническое состояние.

11.5 Изделие должно подвергаться периодической поверке органами Государственной метрологической службы. Установленный интервал между поверками – один год. Поверка осуществляется по документу МП 47237-11 «Инструкция. Анализаторы низкочастотных сигналов многофункциональные СКМ-21. Методика поверки», утвержденному руководителем ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» 18 мая 2011 г.

## **12 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

12.1 Техническое обслуживание проводится лицами, обеспечивающими эксплуатацию изделия. Техническое обслуживание заключается во внешнем профилактическом осмотре изделия и очистке разъемов.

12.2 Техническое обслуживание проводится ежемесячно.

12.3 Разъемы изделия очищаются путем протирки с помощью мягкой кисти, смоченной в спирте этиловом ректифицированном.

## **13 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ**

13.1 Изделие должно храниться в отапливаемом помещении при следующих условиях:

- температура окружающей среды от 5<sup>0</sup> С до 40<sup>0</sup> С;
- относительная влажность до 85 % при температуре 25<sup>0</sup> С.

13.2 В помещении, в котором хранится анализатор, должны отсутствовать пары кислот, щелочей и других агрессивных жидкостей.