

ПРОТОКОЛ

проведения испытаний обнаружителя следовых количеств взрывчатых веществ
«СЛЕД-В» на основе хромато-спектрометрии ионной подвижности

Москва 2015

1. Объект испытаний

Обнаружитель следовых количеств взрывчатых веществ «СЛЕД-В» на основе хромато-спектрометрии ионной подвижности.



Фото 1. Обнаружитель «СЛЕД-В».

Технические характеристики прибора "След-В"

Метод анализа:	хромато-спектрометрия ионной подвижности.
Виды проб:	микрочастицы на поверхностях, жидкие пробы.
Анализируемые вещества:	ТНТ, ДНТ, гексоген, октоген, нитроглицерин, ТЭН, тетрил, аммиачная селитра, пластиды.
Предел обнаружения:	сотни пикограмм (10^{-10} г).
Длительность анализа:	не более 20 с.
Габариты:	365 × 430 × 220 мм.
Масса:	16,5 кг.
Наработка (ресурс):	9000 ч без технического обслуживания.
Питание:	220 В от сети переменного тока, 12 В от бортовой сети.
Условия эксплуатации:	температура от 5 до 40 °С, влажность до 80 % при 25 °С.
Дополнительно:	переконфигурирование прибора на обнаружение новых веществ.

Преимущества прибора «СЛЕД-В»

- Чувствительность на уровне лучших мировых аналогов
- Отсутствие радиоактивных источников ионизации
- Быстрое восстановление после перегрузки по анализируемой пробе
- Длительное время работы без технического обслуживания
- Отсутствие необходимости в расходных материалах
- Удобные многоразовые регенерируемые пробоотборные элементы
- Возможность работы от бортовой сети автомобиля

2. Цель испытаний

2.1 Испытания выполняются с целью проверки эффективности обнаружения следовых количеств основных взрывчатых веществ (далее по тексту – ВВ), используемых в террористических целях.

3. Объем испытаний

3.1 Оценка минимальных следовых количеств ВВ, которые способен обнаруживать прибор «СЛЕД-В».

4. Время и место проведения испытаний

4.1 Испытания проводились 14 декабря 2015 года.

4.2 Место проведения испытаний – помещение ООО «ВЛИБОР Системс» (г. Москва).

5. Участники испытаний

5.1 ООО «Влибор Системс», г. Москва, Россия.

5.2 ЗАО «СПЕЦПРИБОР», г. Тула, Россия.

5.3 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (ФГБОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева»), г. Москва, Россия.

5.4 ООО «Полимастер» (г. Минск, Республика Беларусь).

6. Материально-техническое обеспечение

6.1 Для испытаний использовались исходные растворы ВВ (тротила, гексогена, ТЭНа, октогена) в ацетонитриле концентрацией 10 мг/мл (производства АО «ГосНИИ«Кристалл», г. Дзержинск Нижегородской обл.), а также раствор аммиачной селитры в ацетонитриле для высокоэффективной жидкостной хроматографии концентрацией 10 мг/мл.

6.2 Для испытаний использовались ВВ, подготовленные ФГБОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева»:

- тротил 5 г;
- октоген 5 г;
- пластичное ВВ на основе гексогена (ПВВ-7) или гексоген, массой 5 г;
- черный дымный порох 5 г;
- бездымный порох «Сокол» 1 г;
- порох типа «Н» 1 г;
- нитроцеллюлоза 1 г;
- тротил-гексоген (ТГ) 1 г;
- тринитрофенол (пикриновая кислота), массой 1 г
- тринитрофенилметилнитрамин (тетрил), массой 1 г.
- нитроглицерин (НГЦ) 1 г;
- этиленгликольдинитрат (ЭГДН) 1 г;
- диэтиленгликольдинитрат (ДЭГДН) 1 г;
- тетранитрат пентаэритрита (ТЭН) 1 г;
- динитронафталин – смесь изомеров (ДНН) 1 г;
- динитротолуол 1 г;
- тринитрорезорцин 1 г;
- трициклоацетонпероксид (ТЦАП) 0.1 г;
- гексаметилентрипероксиддиамин (ГМТД) 0.1 г;
- тетразен 0.1 г;
- тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), массой 0,1 г.

6.3 Исходные растворы ВВ (пункт 6.2) в ацетонитриле концентрацией 10 мг/мл, подготовленные ФГБОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева».

6.4 Вспомогательное оборудование:

- микрошприцы объемом 1 мкл с ценой деления 0,1 мкл;
- пипетки или пипет-дозаторы на 100 и 1000 мкл;
- стеклянные виалы объемом 5 мл с герметичными крышками;
- шприцы объемом 5 мл;
- разовые пластиковые стаканы;
- пенициллиновые стеклянные пузырьки объемом 10 мл с пробками;
- бумага для офисной техники.

6.5 Для фиксации объектов испытаний использовалась цифровая фотокамера «Nicon D3200».

7 Условия проведения испытаний

7.1 Испытания проводились при комнатной температуре и относительной влажности менее 80 % в помещении, не загрязненном дымом, парами ВВ, кислот и других химически активных веществ.

7.2 Исходные растворы ВВ разбавлялись до необходимой концентрации непосредственно перед выполнением пункта 3.1. Для обеспечения равномерного распределения веществ в растворителе, разбавленные растворы исследовались не ранее, чем через 0,5 часа после приготовления.

7.3 Проверку параметров обнаружителя производили в соответствии с техническими условиями производителя.

7.4 Для испытаний использовались образцы, не имевшие ранее контакта с ВВ.

8. Безопасность проведения испытаний

8.1 Все манипуляции с материалами (пункты 6.1–6.3) осуществляли специалисты ЗАО «СПЕЦПРИБОР» и ФГБОУ высшего профессионального образования РХТУ им. Д.И. Менделеева».

9. Порядок проведения испытаний

9.1 Путем последовательных разбавлений исходных растворов ВВ в десять раз доводилась концентрация каждого растворенного ВВ до 10^{-6} г/мл (10^{-9} г/мкл).

9.2 Микрошприцем набирался 1 мкл раствора ВВ последнего разбавления (что соответствует содержанию в пробе 10^{-9} г ВВ) и наносился непосредственно на пробоотборный элемент прибора.

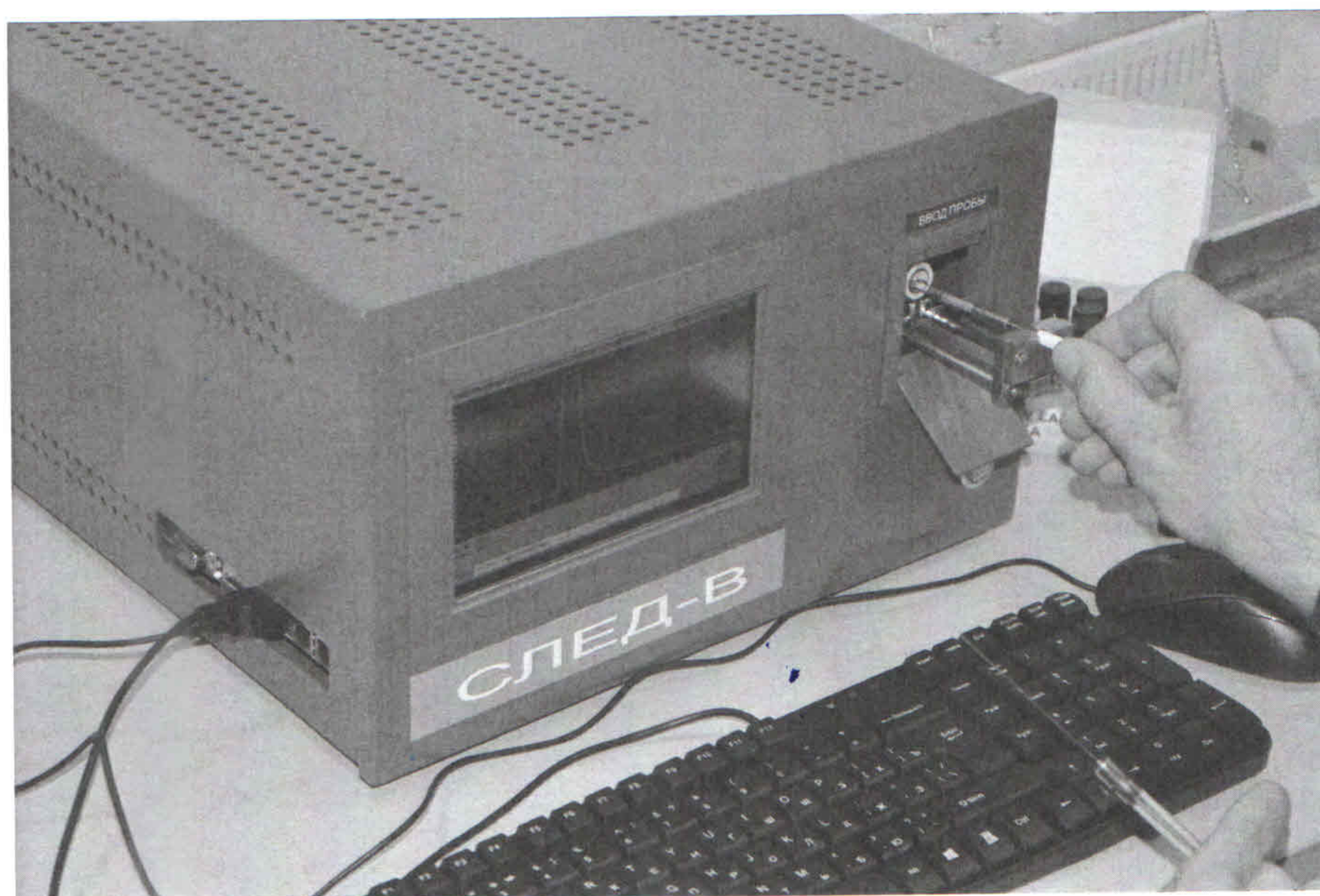


Фото 2. Ввод пробы в обнаружитель.

9.3 После испарения растворителя проводился анализ пробы и регистрировались результаты анализа.

9.4 Для каждого ВВ повторялись указанные выше этапы, переходя от меньшего содержания ВВ в пробе к большему.

9.5 Фиксировались массы ВВ, на которые обнаружитель выдает устойчивый сигнал тревоги (из пяти замеров четыре положительных).

10. Результаты испытаний

10.1. Протокол № 1

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Тротил (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя.

Результаты испытаний:

10.1.1. Введена проба массой **1 нг**. Тротил **обнаружен**.

10.1.2. Введена проба массой **0.5 нг**. Тротил **не обнаружен**.

10.1.3. Введена проба массой **0.6 нг**. Тротил **обнаружен**.

10.2. Протокол № 2

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Тетранитрат пентаэритрита (ТЭН) (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя.

Результаты испытаний:

10.2.1. Введена проба массой **0.5 нг**. ТЭН **не обнаружен**.

10.2.2. Введена проба массой **0.7 нг**. ТЭН **обнаружен**.

10.3. Протокол № 3

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Аммиачная селитра (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя.

Результаты испытаний:

10.3.1. Введена проба массой **300 нг**. Аммиачная селитра **не обнаружена**.

10.3.2. Введена проба массой **400 нг**. Аммиачная селитра **не обнаружена**.

10.3.3. Введена проба массой **500 нг**. Аммиачная селитра **не обнаружена**.

10.3.4. Введена проба массой **700 нг**. Аммиачная селитра **не обнаружена**.

10.3.5. Введена проба массой **800 нг**. Аммиачная селитра **не обнаружена**.

10.3.6. Введена проба массой **1000 нг**. Аммиачная селитра **обнаружена**.

10.4. Протокол № 4

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Гексоген (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя.

Результаты испытаний:

10.4.1. Введена проба массой **1 нг**. Гексоген **обнаружен**.

10.4.2. Введена проба массой **0.8 нг**. Гексоген **обнаружен**.

10.4.3. Введена проба массой **0.6 нг**. Гексоген **обнаружен**.

10.4.4. Введена проба массой **0.4 нг**. Гексоген **обнаружен**.

10.4.5. Введена проба массой **0.2 нг**. Гексоген **обнаружен**.

10.4.6. Введена проба массой **0.1 нг**. Гексоген **не обнаружен**.

10.5. Протокол № 5

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Черный дымный порох (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.5.1. Введена проба массой **1 мкг**. Черный дымный порох **не идентифицирован**.

10.5.2. Введена проба массой **2 мкг**. Черный дымный порох **идентифицирован**. Данные пробы введены в базу данных обнаружителя.

10.5.3. Введена проба массой **2 мкг**. Черный дымный порох **обнаружен**, но идентифицирован как аммиачная селитра.

10.6. Протокол № 6

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Тринитрофенол (пикриновая кислота) (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.6.1. Введена проба массой **1 нг**. Пикриновая кислота **не обнаружена**.

10.8.2. Введена проба массой **8 нг**. Динитронафталин **обнаружен**. Данные введены в базу данных обнаружителя.

10.8.3. Введена проба массой **8 нг**. Динитронафталин **обнаружен**.

10.9. Протокол № 9

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Нитроглицерин (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.9.1. Введена проба массой **1 нг**. Нитроглицерин **обнаружен**. Данные пробы введены в базу данных обнаружителя.

10.9.2. Введена проба массой **1 нг**. Нитроглицерин **обнаружен**.

10.9.3. Введена проба массой **0.8 нг**. Нитроглицерин **не обнаружен**.

10.10. Протокол № 10

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Этиленгликольдинитрат (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.10.1. Введена проба массой **1 нг**. Этиленгликольдинитрат **не обнаружен**.

10.10.2. Введена проба массой **2 нг**. Этиленгликольдинитрат **не обнаружен**.

10.10.3. Введена проба массой **5 нг**. Этиленгликольдинитрат **не обнаружен**.

10.10.4. Введена проба массой **50 нг**. Этиленгликольдинитрат **не обнаружен**.

10.10.5. Введена проба массой **500 нг**. Этиленгликольдинитрат **обнаружен**. Данные введены в базу данных обнаружителя.

10.10.6. Введена проба массой **500 нг**. Этиленгликольдинитрат **обнаружен**, но идентифицирован как аммиачная селитра.

10.11. Протокол № 11

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Диэтиленгликольдинитрат (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.11.1. Введена проба массой **2 нг**. Диэтиленгликольдинитрат **не обнаружен**.

10.11.2. Введена проба массой **5 нг**. Диэтиленгликольдинитрат **обнаружен**. Данные введены в базу данных обнаружителя.

10.11.3. Введена проба массой **5 нг**. Диэтиленгликольдинитрат **обнаружен**, но идентифицирован как аммиачная селитра.

10.12. Протокол № 12

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Тетразен (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.12.1. Введена проба массой **200 нг**. Тетразен **не обнаружен**.

10.12.2. Введена проба массой **1000 нг**. Тетразен **не обнаружен**.

10.13. Протокол № 13

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Тринитрофенилметилнитрамин (тетрил) (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.13.1. Введена проба массой **1 нг**. Тетрил **обнаружен**. Данные введены в базу данных обнаружителя.

10.13.2. Введена проба массой **0.7 нг**. Тетрил **обнаружен**.

10.13.3. Введена проба массой **0.5 нг**. Тетрил **обнаружен**.

10.13.4. Введена проба массой **0.3 нг**. Тетрил **обнаружен**.

10.13.5. Введена проба массой **0.1 нг**. Тетрил **обнаружен**.

10.14. Протокол № 14

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Трициклоацетонпероксид (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.14.1. Введена проба массой **500 нг**. Трициклоацетонпероксид **не обнаружен**.

10.14.2. Введена проба массой **1000 нг**. Трициклоацетонпероксид **не обнаружен**.

10.15. Протокол № 15

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Гексаметилентрипероксиддиамин (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.15.1. Введена проба массой **500 нг**. Гексаметилентрипероксиддиамин **обнаружен**.

10.15.2. Введена проба массой **50 нг**. Гексаметилентрипероксиддиамин **обнаружен**. Данные введены в базу данных обнаружителя.

10.15.3. Введена проба массой **30 нг**. Гексаметилентрипероксиддиамин **обнаружен**.

10.15.4. Введена проба массой **20 нг**. Гексаметилентрипероксиддиамин **обнаружен**.

10.15.5. Введена проба массой **10 нг**. Гексаметилентрипероксиддиамин **не обнаружен**.

10.19.2. Введена проба массой **2 нг**. Тротил и гексоген **обнаружены**, идентифицирован также черный дымный порох.

10.20. Протокол № 20

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Порох типа «Н» (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.20.1. Введена проба массой **1000 нг**. Порох типа «Н» **обнаружен**, но идентифицирован как гексоген.

10.21. Протокол № 21

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Порох типа «Н» (следовые количества сухого вещества). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.21.1. Введена проба сухого вещества. Порох типа «Н» **обнаружен**, но идентифицирован как гексоген.

10.22. Протокол № 22

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 1.

Тест-объект: Бездымный порох «Сокол» (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.22.1. Введена проба массой **1000 нг**. Бездымный порох «Сокол» **обнаружен**, но идентифицирован как черный дымный порох.

10.23. Протокол № 23

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 2.

Тест-объект: Октоген (из раствора).

Результаты испытаний:

10.23.1. Введена проба массой **10 нг**. Октоген **обнаружен**.

10.23.2. Введена проба массой **5 нг**. Октоген **обнаружен**.

10.23.3. Введена проба массой **3 нг**. Октоген **не обнаружен**.

10.24. Протокол № 24

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 2.

Тест-объект: Октоген (следовые количества сухого вещества).

Результаты испытаний:

10.24.1. Введена проба сухого вещества. Октоген **обнаружен**.

10.25. Протокол № 25

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 2.

Тест-объект: Тринитрофенол (пикриновая кислота) (из раствора).

Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствовало**, введено впервые при анализе в Режиме 1.

Результаты испытаний:

10.25.1. Введена проба массой **1 нг**. Пикриновая кислота **не обнаружена**.

10.25.2. Введена проба массой **100 нг**. Пикриновая кислота **обнаружена**, но идентифицирована как гексоген (пики совпадают).

10.25.3. Введена проба массой **50 нг**. Пикриновая кислота **обнаружена**, но идентифицирована как гексоген (пики совпадают).

10.25.4. Введена проба массой **20 нг**. Пикриновая кислота **обнаружена**, но идентифицирована как гексоген (пики совпадают).

10.25.5. Введена проба массой **10 нг**. Пикриновая кислота **не обнаружена**.

10.26. Протокол № 26

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 2.

Тест-объект: Тринитрофенол (пикриновая кислота) (следовые количества сухого вещества). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствовало**, введено впервые при анализе в Режиме 1.

Результаты испытаний:

10.26.1. Введена проба сухого вещества. Пикриновая кислота **обнаружена**, но идентифицирована как гексоген (пики совпадают).

10.27. Протокол № 27

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 2.

Тест-объект: Тринитрорезорцинат свинца (ТНРС) (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.27.1. Введена проба массой **500 нг**. ТНРС **не обнаружен**.

10.27.2. Введена проба массой **1000 нг**. ТНРС **не обнаружен**.

10.28. Протокол № 28

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 2.

Тест-объект: Нитроцеллюлоза (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.28.1. Введена проба массой **500 нг**. Нитроцеллюлоза **не обнаружена**.

10.28.2. Введена проба массой **1000 нг**. Нитроцеллюлоза **обнаружена**, но идентифицирована как пикриновая кислота. Много пиков, результаты трудновоспроизводимы ввиду большой зависимости от исходного сырья для нитроцеллюлозы.

10.29. Протокол № 29

Обнаружитель: СЛЕД-В, Режим 2.

Тест-объект: Трициклоацетонпероксид (из раствора). Вещество в базе данных обнаружителя **отсутствует**.

Результаты испытаний:

10.29.1. Введена проба массой **1000 нг**. Трициклоацетонпероксид **обнаружен**, но пики слабо выражены и совпадают с аммиачной селитрой. Идентификация как индивидуального вещества не представляется возможной.

11. Выводы

11.1 Технические характеристики обнаружителя следовых количеств взрывчатых веществ «СЛЕД-В» на основе хромато-спектрометрии ионной подвижности соответствуют техническим условиям производителя.

11.2 Обнаружитель позволяет пополнять базу данных информацию на основе результатов анализа не известных ему взрывчатых веществ.

11.3 Аммиачная селитра, черный дымный порох, этиленгликольдинитрат, диэтиленгликольдинитрат, тринитрорезорцин идентифицируются как одно и то же вещество. Целесообразно в библиотеке обнаружителя объединить их в одну группу «Нитраты». При обнаружении одного из указанных веществ обнаружитель будет идентифицировать его как «Нитраты».

11.4 На имеющихся режимах затруднено обнаружение иницирующих взрывчатых веществ (солей металлов) и пероксидов.