

КТИ ГЭП



**КОНСТРУКТОРСКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО И
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**



630090, Новосибирск, пр. Коптюга 3, корпус 6.
тел. (383-2) 33-27-11
факс (383-2) 33-29-04
e-mail: majak@uiggm.nsc.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Мобильный хромато-масс-спектрометр (<i>экспрессное обнаружение взрывчатых, наркотических, отравляющих веществ по "запаху", экологический контроль</i>)	3
"ЭХО-М" высокочувствительный переносной газовый хроматограф для экспресс-анализов	6
"ЭХО-М" высокочувствительный переносной газовый обнаружитель-анализатор взрывчатых веществ	9
"ЭХО-EW" серия высокочувствительных газовых хроматографов со сменными детекторами	12
Поликапиллярные хроматографические колонки (<i>высокая скорость разделения органических веществ, российский приоритет</i>)	15
Спектрометрия нелинейности дрейфа ионов (<i>высокая чувствительность, селективность, разделение смеси веществ за 1-3 сек.</i>)	17
Радиоволновый миноискатель ПР-504А (<i>обнаружение мин с пластмассовыми корпусами, адаптивная подстройка чувствительности под характер грунта</i>)	19
Индукционный металлоискатель УМИ-1 (<i>идентификация меди, золота, алюминия, черных металлов</i>)	21
Экспрессный неразрушающий контроль содержимого закрытых емкостей в полевых условиях (<i>идентификация содержимого снарядов, экологический контроль</i>)..	23
Ядерно-физическая аппаратура поиска мин, установленных в грунт	25



Мобильный хромато-масс-спектрометр (МХМС).

Первый отечественный мобильный хромато-масс-спектрометр для экспрессного анализа летучих органических веществ и газов в различных средах непосредственно на месте отбора проб (в полевых условиях).

Технические характеристики:

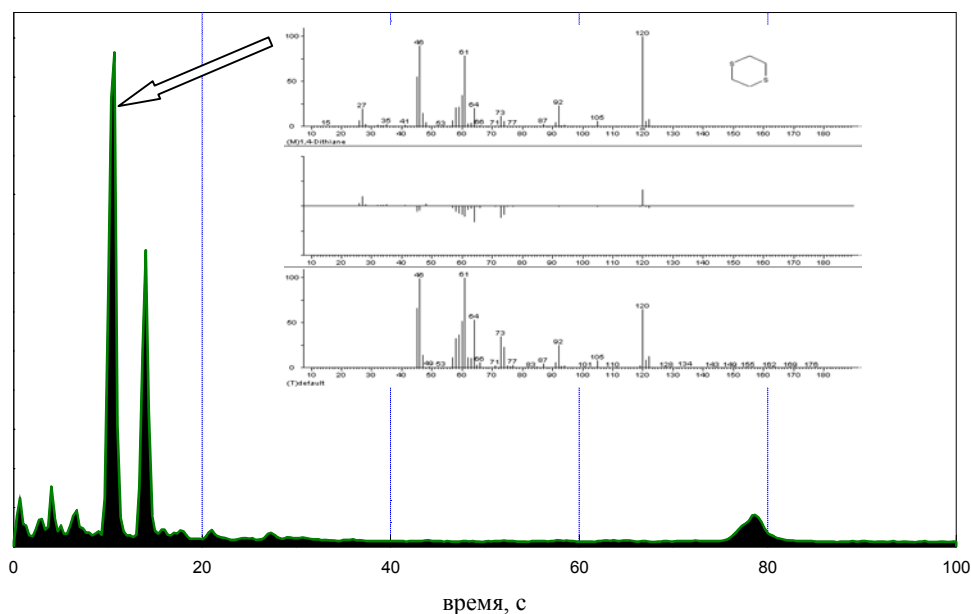
Порог обнаружения в воздухе:	
в режиме автоматического непрерывно-циклического контроля	10^{-5} мг/л
в режиме с обогащением (при времени отбора 10 с)	10^{-7} мг/л
Порог обнаружения в экстрактах	10^{-5} мг/мл
Периодичность измерений	10-100 анализов в час
Габариты	710x435x320 мм
Вес	90 кг
Потребляемая мощность	300 Вт
Условия эксплуатации	полевые, по группе 1.7 ГОСТ В20.39.304-76

Технические особенности МХМС:

- Специальная хроматографическая система для экспрессного автоматического контроля веществ в различных средах с производительностью 10-100 анализов в час.
- Оригинальное комбинированное устройство ввода пробы для анализа газовых и жидких проб.
- Режим автоматического непрерывно-циклического анализа воздуха.
- Автономное устройство для отбора проб воздуха.
- Источник ионизации электронным ударом.
- Масс-анализатор: магнитный, статический с двойной фокусировкой.
- Оригинальная компактная специализированная вакуумная система.
- Интерпретация масс-спектров с помощью базы данных NIST/EPA (до 100 тысяч веществ).
- Программное обеспечение для автоматического обнаружения в пробе заданных веществ.

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МХМС:

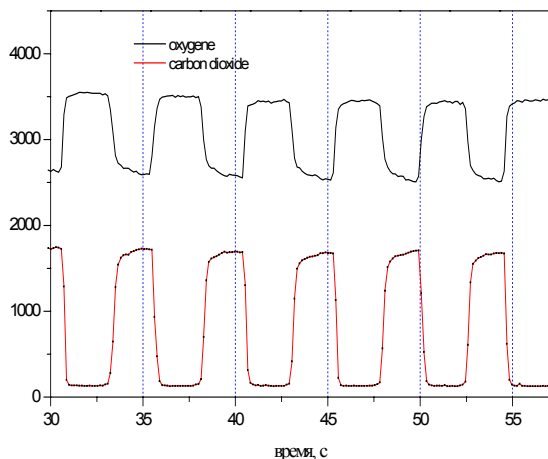
ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕИЗВЕСТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



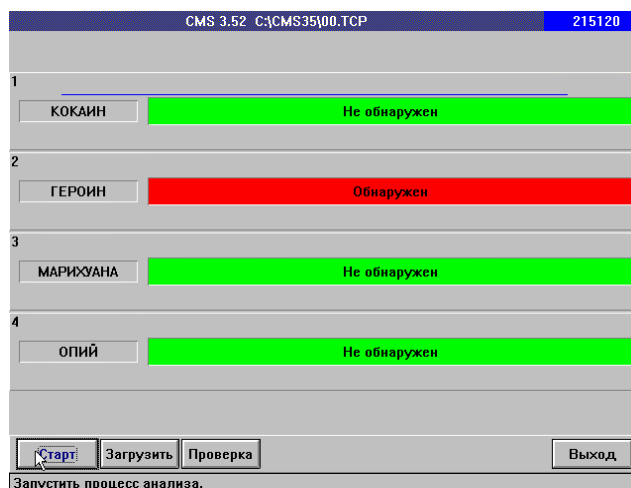
Результаты анализа с помощью ХМС равновесной паровой фазы пробы грунта с места уничтожения ОВ. В пробе идентифицирован 1,4-дитиан (продукт разложения иприта). На

рисунке приведена хроматограмма, реконструированная по полному ионному току (пик дитиана отмечен стрелкой). На вставленном рисунке - результат автоматического сравнения масс-спектра, зарегистрированного на 10-ой секунде хроматограммы и масс-спектра 1,4-дитиана из базы данных.

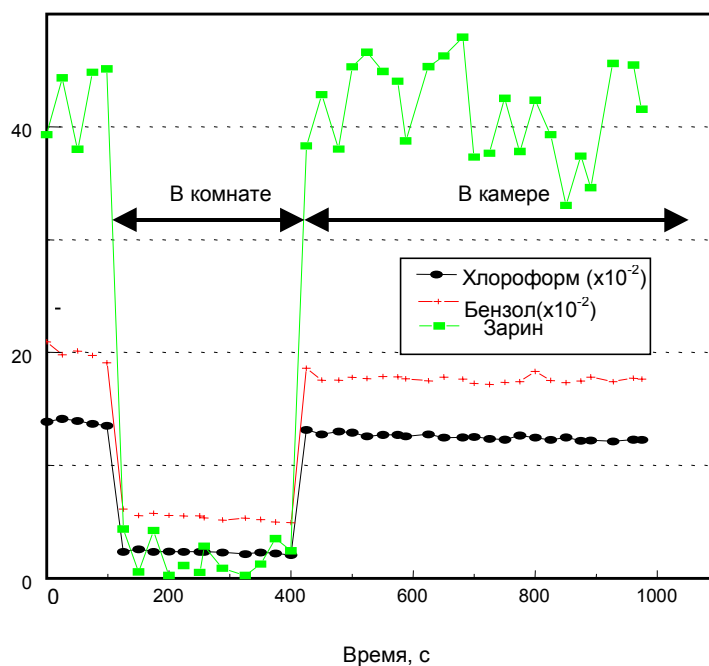
КОНТРОЛЬ ДЫХАНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ



ОБНАРУЖЕНИЕ НАРКОТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ (через каждые 25 секунд)



"ЭХО-М" высококчувствительный переносной газовый хроматограф для экспресс-анализов

Экспресс-анализ микропримесей в газовых средах и растворах



- **Контроль** - опасных загрязнений воздуха, воды, почвы, продуктов питания, кормов, сырья, отходов, выбросов промышленных производств.
- **Поиск** - взрывчатых веществ и взрывных устройств, источников токсичных веществ.
- **Селекция** - проб сложных соединений перед количественной сертификацией.
- **Экспресс-анализ** - на содержание токсичных электрофильных соединений:
 - галогенированных углеводородов;
 - органических хлор- и фосфорсодержащих пестицидов;
 - нитро- и полициклических ароматических соединений.

Области применения:

- экология
- промсанитария и гигиена
- химические, металлургические и другие производства

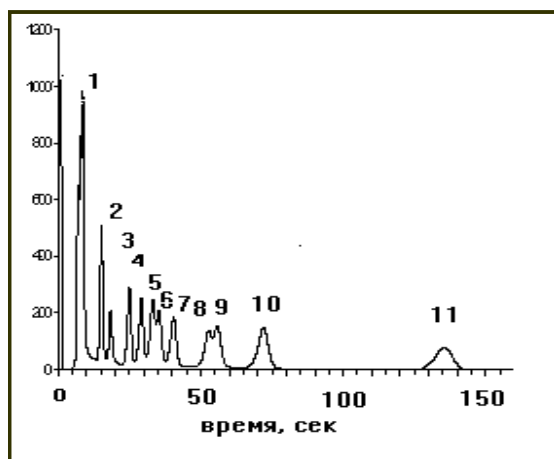
- криминалистика
- сельское хозяйство
- здравоохранение

Принцип действия:

- нетрадиционная экспрессная схема газового хроматографа с поликапиллярными колонками.
- ввод пробы из воздуха с предварительным концентрированием на твердых сорбентах или микрошприцем из раствора
- микропроцессорное управление
- отображение информации на встроенном дисплее
- связь с персональным компьютером типа IBM PC.

Преимущества:

- высокое быстродействие
- низкое энергопотребление
- высокая чувствительность
- возможность дистанционного пробоотбора
- простота в обращении
- малый вес
- возможность создания мобильной энергонезависимой лаборатории



Хроматограмма тестовой смеси пестицидов в метаноле, полученная на переносном газовом хроматографе “ЭХО-М” с ДЭЗ. Поликапиллярная колонка (длина 220 мм, 1100 капилляров с внутренним диаметром 0.04 мм) с неподвижной жидкой фазой SE-30 при температуре 170⁰С, объемная скорость азота 55 мл/мин.

Пики: 1 - слабо разделенные α -НСН, НСВ, β -НСН, γ -НСН, δ -НСН, 2 - гептахлор, 3 - гептаэпоксид, 4 - трансхлордан, 5 - *cis*-хлордан, 6 - транснонахлор, 7 - *p.p'* -DDE, 8 - *p.p'* -DDD, 9 - *o.p'* -DDT, 10 - *p.p'* -DDT, 11 - мирекс

Технические характеристики:

Предел детектирования без концентратора (г в пробе)	$5 \cdot 10^{-13}$
Коэффициент обогащения на концентраторе	до 1000
Эффективность колонки (теоретические тарелки)	1500...2000
Время анализа (сек.)	20...200
Потребляемая мощность (Вт.)	40
Температура колонки (°C)	40...175
Тип детектора	электрозахватный
Газ носитель	аргон, азот
Разделительный элемент	поликapiллapная колонка
Габариты прибора (мм)	450 x 330 x 136
Масса основного блока (кг)	11
Масса пробоотборника (кг)	1

Прибор метрологически аттестован и зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 15155-96.

Работа по созданию хроматографов серии "ЭХО" удостоена Премии Правительства РФ в области науки и техники за 1997год. (Постановление Правительства РФ №382 от 06.04.98 г.)

"ЭХО-М"

высококочувствительный переносной газовый обнаружитель-анализатор взрывчатых веществ



Экспресс-анализ взрывчатых веществ в газовых средах и растворах

- ❑ **Контроль** - помещений, автотранспорта, багажа, почтовых отправлений на наличие скрытых закладок взрывчатых веществ (ВВ);
- ❑ **Поиск** - взрывчатых веществ и взрывных устройств;
- ❑ **Анализ** - причин взрывов, определение и идентификация использованного ВВ.
- ❑ **Определение** - круга лиц, имевших контакт с ВВ.

Экспресс-анализ проб на содержание широкого спектра взрывчатых веществ.

Возможность проведения качественного и количественного анализа ВВ с использованием стандартных методик.

Возможность создания и пополнения баз данных на широкий класс обнаруживаемых веществ и ведения архива хроматограмм.

Автоматическая идентификация ВВ.

Возможность забора пробы на концентратор из труднодоступных мест (узкие щели, трещины и т.д.).



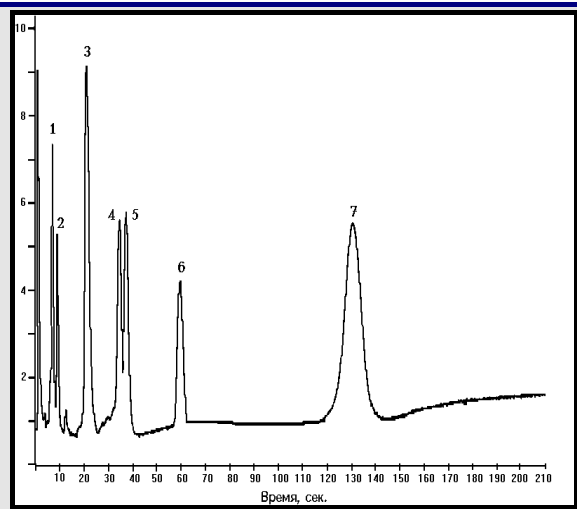
С помощью вихревого пробоотборника пары ВВ отбираются на концентратор из труднодоступных мест (узкие щели, трещины и т.д.).

Принцип действия:

- ❑ нетрадиционная экспрессная схема газового хроматографа с поликапиллярными колонками.
- ❑ ввод пробы из воздуха с предварительным концентрированием на твердых сорбентах или микрошприцем из раствора
- ❑ микропроцессорное управление
- ❑ отображение информации на встроенном дисплее
- ❑ связь с персональным компьютером типа IBM PC.

Преимущества:

- ❑ высокое быстродействие
- ❑ низкое энергопотребление
- ❑ высокая чувствительность
- ❑ возможность дистанционного пробоотбора
- ❑ простота в обращении
- ❑ малый вес
- ❑ Возможность создания мобильной энергонезависимой лаборатории



Хроматограмма паров смеси взрывчатых веществ, полученная на переносном газовом обнаружителе-анализаторе “ЭХО” с ДЭЗ. Поликапиллярная колонка (длина 220 мм, 1100 капилляров внутренним диаметром 0,04 мм) с нанесенной фазой OV-17 при температуре 170°C, объёмная скорость азота 55 мл/мин. Пики: 1 - 2,6-ДНТ, 2 - 2,4-ДНТ, 3 - 2,4,6-ТНТ, 4 - 3,4,5-ТНТ, 5 - 2,3,4-ТНТ, 6 - отклик от гексогена, 7 - тетрил.

Технические характеристики:

Предел детектирования без концентратора (г в пробе)	$5 \cdot 10^{-13}$
Коэффициент обогащения на концентраторе	до 1000
Эффективность колонки (теоретические тарелки)	1000...1500
Время анализа (сек.)	20...200
Потребляемая мощность (Вт.)	40
Температура колонки (°C)	40...175
Тип детектора	электронозахватный
Газ носитель	Аргон, азот
Разделительный элемент	поликapiллiрная колонка
Габариты прибора (мм)	450 x 330 x 136
Масса основного блока (кг)	11
Масса пробоотборника (кг)	1

Прибор метрологически аттестован и **принят на вооружение** органов внутренних дел и внутренних войск МВД России (приказ МВД России №213 от 7.06.95 года).

Работа по созданию хроматографов серии "ЭХО" удостоена Премии Правительства РФ в области науки и техники за 1997год. (Постановление Правительства РФ №382 от 06.04.98 г.)

"ЭХО-EW"

серия высокочувствительных газовых хроматографов со сменными детекторами



Хроматографы ЭХО-EW предназначены для проведения оперативных качественных и количественных анализов широкого класса органических веществ в газообразных или жидких пробах в лабораторных и полевых условиях.



Режимы работы хроматографа контролируются внутренним микропроцессором. Сбор, хранение, обработка и отображение данных осуществляются внешним персональным компьютером с программным обеспечением, работающим в среде Windows.

Технические характеристики:

Диапазон рабочих температур термостатов - от 50 до 200°C.

Хроматограф ЭХО-EW содержит следующие взаимозаменяемые устройства ввода пробы:

- автоматизированный шприцевой ввод;
- автоматизированный петлевой дозатор;
- ввод пробы с выносного концентратора.

В ЭХО-EW могут устанавливаться прямые поликапиллярные колонки (ПКК) с неподвижными жидкими фазами: SE-30, SE-54, Carbowax 20M, OV-61 и микронасадочные колонки.

В ЭХО-EW возможна установка сменных детекторов:

- фото-ионизационного (ФИД)
- комбинированного: аргонного ионизационного и детектора электронного захвата (АИД/ДЭЗ)
- выпускается модификация с пламенно-ионизационным детектором (ПИД).

Порог обнаружения без концентрирования:

для ЭХО-EW с АИД ≈ 100 ppb бензола

для ЭХО-EW с ДЭЗ $\approx 0,1$ ppb CCl_4 .

для ЭХО-EW с ФИД ≈ 25 ppb бензола.

Рабочий диапазон внешних условий:

температура от 0 до 40°C;

относительная влажность 0 - 98%.

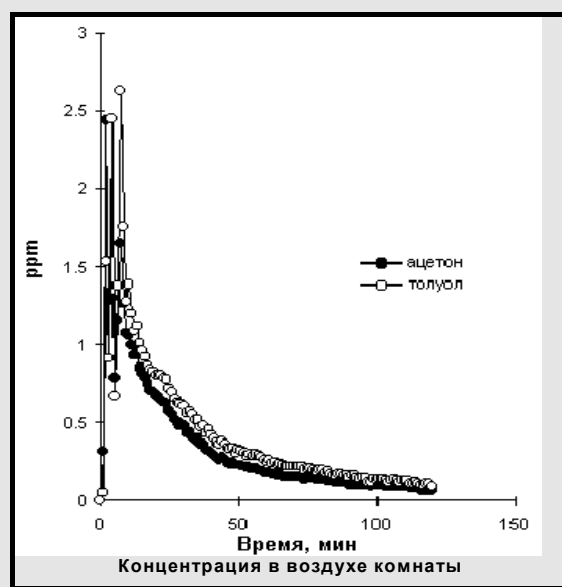
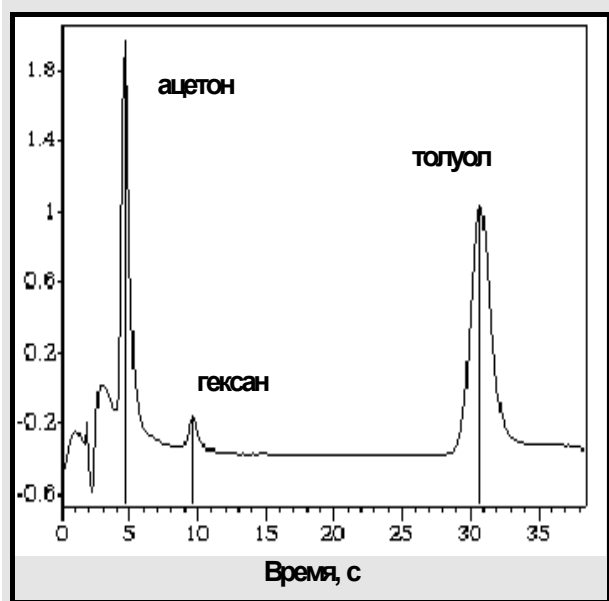
Время выхода на режим 60 минут при температуре колонки 180°C.

Время непрерывной работы: 30 часов при полностью заправленном встроенном газовом баллоне (170 атм);

Питание: 12В постоянного тока от батареи или внешнего преобразователя 220/12В.

Пример использования хроматографа:

Определение растворителей в воздухе комнаты объемом 50 м^3 со слабой вентиляцией при разливе по 1 мл ацетона, гексана и толуола на ГХ ЭХО-EW с ФИД на ПКК длиной 0.22м с 0.8 мкм фазы SE-30 при 450°C , детектор 100°C , ввод -автоматическая петля, 100°C , с периодичностью 1 минута.



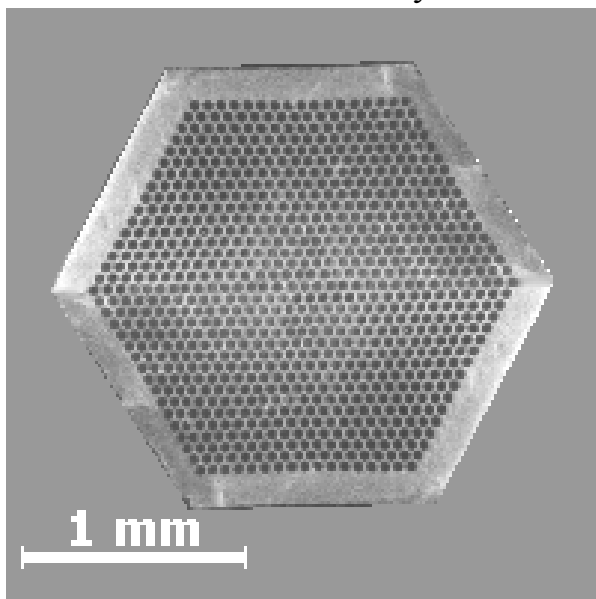
Прибор прошел Государственные испытания и зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 17712-98.

Работа по созданию хроматографов серии "ЭХО" удостоена Премии Правительства РФ в области науки и техники за 1997год. (Постановление Правительства РФ №382 от 06.04.98 г.)

Поликапиллярные хроматографические колонки



- Разделения одновременно на 1000 микрокапиллярных колонках.
- Сокращение времени анализа в несколько десятков раз
- Высокая эффективность колонки в очень широком диапазоне расходов газа-носителя.
- Используя поликапиллярные колонки в Вашем хроматографе Вы можете значительно увеличить его "чувствительность"

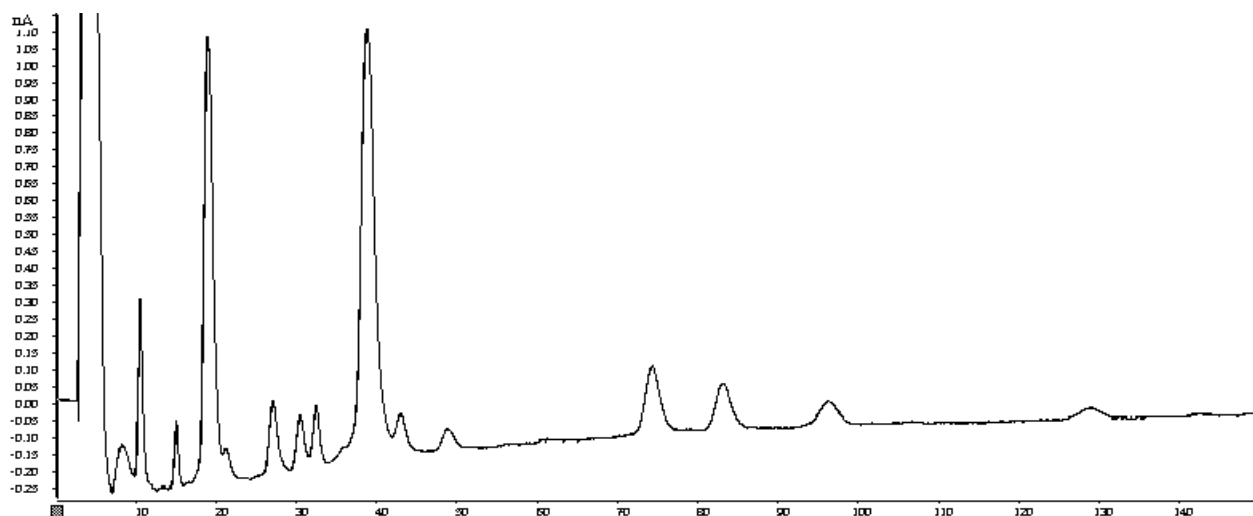
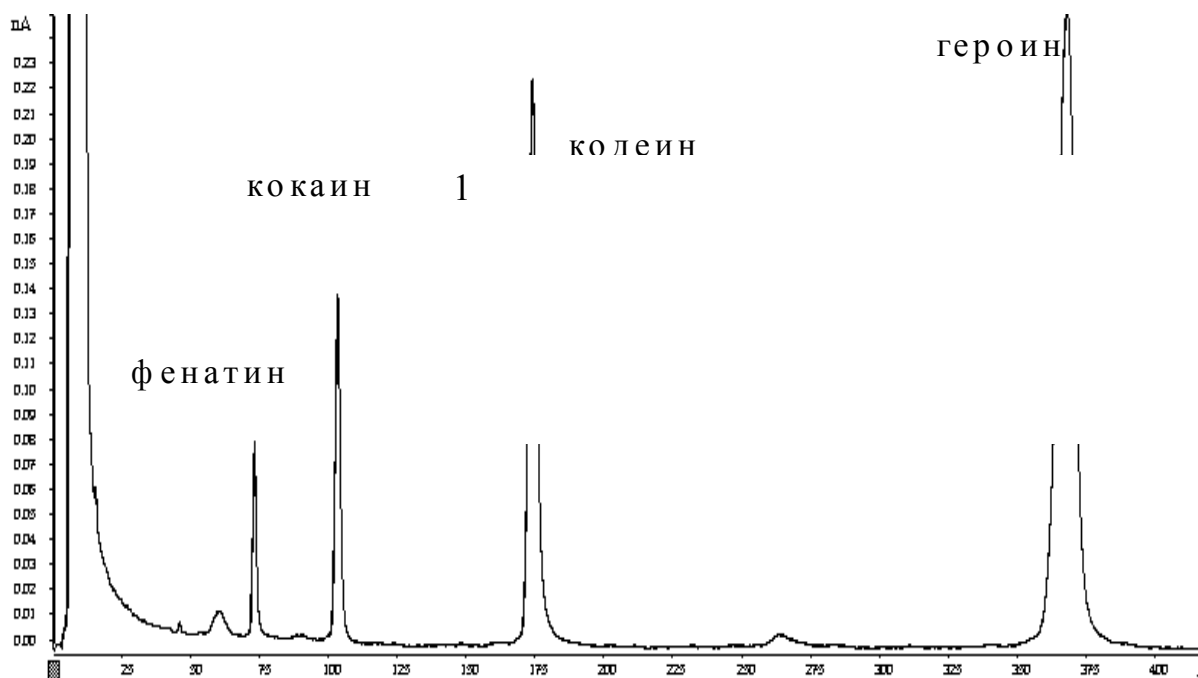


Поликапиллярные колонки (ПКК) представляют собой 1-метровый монолитный пучок из $\approx 10^3$ параллельно работающих 40мкм капилляров с иммобилизованными жидкими фазами. Предназначены для разделения органических соединений с температурами кипения от 60 до 400 °С. Могут применяться в любом газовом хроматографе с капиллярными колонками, а также при несложной модернизации устройства ввода и соединительных фитингов в ГХ работающих с насадочными колонками, например, ЦВЕТ-500, 3700.

Технические характеристики:

- Рабочие температуры: от 30 до 230°C.
- Типы НЖФ: SE-30, SE-54, OV-61, СКТФТ-50Х, Carbowax 20М.
- Расход газа-носителя: от 40 до 200 мл/мин.
- Эффективность: $(9-14) \times 10^3$ т.т.
- Характерные времена разделения: от 20 до 300 секунд.
- Объем анализируемой пробы: 1 мл газообразной, 1 мкл жидкой.

Анализ смеси наркотических веществ на модернизированном хроматографе ЦВЕТ-500М с ПИД на ПКК длиной 1м с 0.2 мкм фазы SE-30 при 210°C, объем пробы 1мкл, ввод с делением потока. Время анализа 400 секунд.



СПЕКТРОМЕТРИЯ НЕЛИНЕЙНОСТИ ДРЕЙФА ИОНОВ.

Спектрометр нелинейности дрейфа ионов (СНДИ).

Назначение:



Непрерывный анализ газов и воздушной среды на содержание следовых количеств и идентификация взрывчатых, наркотических, токсичных и отравляющих веществ.

Область применения:

- оперативный контроль за содержанием микропримесей в атмосфере на уровне следовых количеств, определение районов распространения различных веществ в атмосфере;
- обнаружение и локализация источников промышленных выбросов, утечек различных веществ;
- экспресс-анализ в условиях аварийных ситуаций;
- обнаружение и идентификация взрывчатых, наркотических, токсичных и отравляющих веществ.
- селективная регистрация хроматографической фракции в составе газового хроматографа в качестве детектора.

Принцип работы:

Основан на ионизации исследуемого газа, разделении ионов по сортам в сильном периодическом несимметричном по полярности электрическом

поле. Разделение ионов проводится по зависимости коэффициента подвижности от величины напряженности электрического поля $K(E)$.

Основные аналитические характеристики:

- предел обнаружения (по 2,4,6-тринитротолуолу), не более 5×10^{-14} г/см³;
- время цикла анализа при обнаружении перечня взрывчатых веществ, не более 10 секунд;
- время обнаружения одной компоненты, не более 1 секунды;
- энергопотребление - 20 Вт;
- время подготовки к работе - 15 минут;
- электропитание - 12 В, 220 В.



Радиоволновый миноискатель ПР-504А

Предназначен для обнаружения диэлектрических неоднородностей (полостей, небольших металлических и пластиковых объектов), находящихся:

- в воздухе
- в воде
- в оптически непрозрачных средах на глубинах до 50 см

Области применения:

- поиск металлических и пластиковых мин
- геология
- криминалистика

Технические характеристики:

Глубина обнаружения объектов типа TS-2,5:

в песке до 10 см

в сыром грунте до 12 см

Автоматическая подстройка чувствительности в зависимости от типа грунта.

Различные пороги срабатывания на диэлектрические и

металлические объекты.

Допустимый температурный диапазон работы прибора: от -40°C до +50°C.

Использование любых элементов питания (А373, А343, А316, аккумуляторы)

Время непрерывной работы с элементом питания А373 250 часов

Прибор прошел серию стендовых и полевых испытаний, эксплуатировался в Афганистане.

В сравнении с лучшими американскими образцами (типа AN/PRS 7) по всем вышеуказанным характеристикам имеет лучшие показатели, а возможности автоматической подстройки чувствительности в зависимости от типа грунта и разные пороги срабатывания на диэлектрические и металлические объекты реализованы в ПР-504А впервые в мировой практике.

Индукционный металлоискатель УМИ -1



Портативный универсальный металлоискатель

Предназначен для селективного обнаружения черных, цветных металлов (в том числе золотых крупинок и самородков), находящихся в воде или в грунте на глубине до 50 см.

Особенности прибора:

- Селекция металлов: меди, алюминия, золота, черных металлов
- Высокая чувствительность
- Минимальное потребление энергии
- Идентификация золота, меди, алюминия, черных металлов и ферритов с выводом количественной информации в цифровом виде, а типа металла - в цвете. Дублирование цветовой индикации звуковым сигналом на головные телефоны:
 - высокий тон - для цветных металлов
 - низкий тон - для черных и ферритов

Область применения:

- Поиск мин с металлическими корпусами
- Поиск заглубленных металлических предметов при археологических раскопках
- Геология (определение богатства месторождений золота, поиск

самородков)

- Таможенный досмотр на предмет выявления ценных предметов
- Криминалистика

Технические характеристики:

Глубина обнаружения мелкой монеты достоинством 50 коп.	до 17 см
Расстояние обнаружения и идентификации пластинок из Au, Al и Fe размером 3х3х0,5 мм	До 5 см
Потребляемая мощность, Вт	5
Масса без упаковки и источников питания, кг	3,5
Температурный диапазон работы , °С	-20; +45
Время работы с элементами (ч):	
A373	150
A343	50

Нейтронно-активационный элементный анализ.

Экспрессный неразрушающий контроль содержимого закрытых емкостей в полевых условиях.

В настоящее время на территории многих стран, а особенно в европейских, находится большое количество боеприпасов, которые остались после боевых действий. Причем большой процент этих боеприпасов содержит боевые химические отравляющие вещества. По внешнему виду их чрезвычайно трудно отличить от обычных боеприпасов, содержащих взрывчатые вещества.

Для уверенного выбора технологии уничтожения обнаруженных боеприпасов необходимо предварительно, как правило в полевых условиях, определить тип вещества в боеприпасе.

Наиболее подходящим для этих целей является применение технологии **неразрушающего анализа элементного состава** вещества с использованием импульсного нейтронного излучения.

Аппаратура **NIGAS** использует этот метод для анализа в полевых условиях содержимого отдельных типов боеприпасов и идентификации химических отравляющих и взрывчатых веществ.

Элементный состав содержимого боеприпаса определяется путем регистрации гамма спектров неупругого рассеяния и радиационного захвата нейтронов.

При этом элементы хлор, мышьяк, сера, фосфор и фтор указывают на присутствие отравляющих веществ, а наличие азота используется для идентификации взрывчатых веществ.

В качестве нейтронного источника в аппаратуре NIGAS используется импульсный нейтронный генератор. Гамма-спектрометр позволяет регистрировать отдельно спектры неупругого рассеяния и радиационного захвата в различных временных окнах, а система обработки сигнала работает в режиме реального времени, постоянно выдавая необходимую информацию оператору.

Система NIGAS автоматически по элементному составу идентифицирует химическое вещество, находящееся внутри исследуемого объекта.

Проведенные испытания аппаратуры NIGAS в реальных условиях показали хорошие результаты по идентификации отравляющих, зажигательных, дымовых и взрывчатых веществ внутри старых боеприпасов, а так же в контейнерах и других герметически закрытых емкостях.

Назначение:

Идентификация содержимого снарядов и закрытых емкостей на наличие отравляющих и взрывчатых веществ.

Система может быть адаптирована под задачи идентификации широкого перечня веществ включая и экологические задачи определения вредных элементов в объектах окружающей среды: сточных и промышленных водах и т.п. Достоинством экологического варианта системы является отсутствие какой-либо специальной пробоподготовки.

Основные технические характеристики:

1. Поток нейтронов – $2 \cdot 10^7$ н/с.
2. Источник нейтронов – ИНГ-07 (DD).
3. Используемые ядерные реакции – $(n, n'\gamma)$ и (n, γ) .
4. Определяемые ключевые элементы: H, N, F, P, S, Cl, As.
5. Определяемые вспомогательные элементы: Na, Mg, K, Ca, Ti, Br, Zn, Sr, Sn, Ba, Pb и др. по указанию оператора.
6. Процесс измерения и идентификации полностью автоматизирован.
7. Время единичного анализа от 20 до 300 с.
8. Прибор не содержит радиационного излучения в выключенном состоянии.



Прибор испытан в реальных условиях на снарядах первой мировой войны в Германии (Halshlag), Франции (Laon), Бельгии (Yper, Poellkapelle).



Совместная разработка:

КТИ ГЭП СО РАН
BRUKER SAXONIA ANALYTIK GMB
ВНИИА МинАтом

Серийно выпускается фирмой BRUKER
SAXONIA ANALYTIK GMB.

Ядерно-физическая аппаратура поиска мин, установленных в грунт.

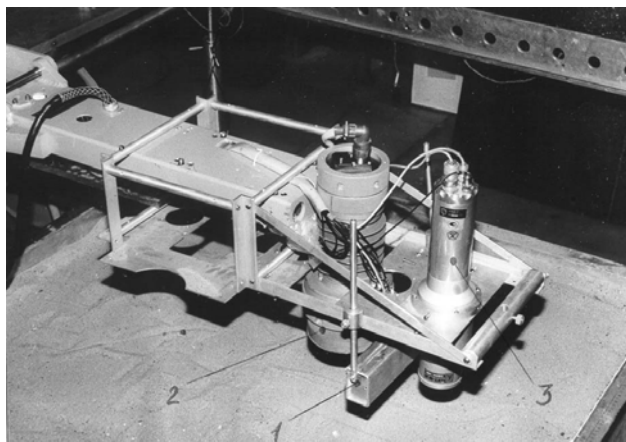
Проблема обнаружения скрытых закладок взрывчатых веществ (ВВ) в настоящее время носит глобальный международный характер и требует скорейшего решения. По оценкам экспертов ООН в ходе локальных войн, вооруженных конфликтов и террористических актов, последних двух десятилетий противоборствующими сторонами на территории 62 стран мира было установлено свыше 100 миллионов скрытых закладок ВВ (мины, фугасы, различного типа взрывные устройства). Среди этого количества около 75% закладок имеют корпус из пластмассы или не имеют такового и содержат минимальное количество металлических деталей. Обнаружение таких закладок ВВ современными миноискателями крайне затруднено.

Перспективным прямым методом поиска ВВ, установленного в грунт, является ядерно-физический метод обнаружения и идентификации, основанный на применении импульсного нейтронного излучения.

Принцип действия:

1. Облучение исследуемой области импульсным потоком нейтронов;
2. Регистрация обратно-рассеянных нейтронов и гамма-квантов радиационного захвата;
3. Обработка полученных данных по определенному алгоритму;
4. В результате зондирования определяются объекты с аномальным содержанием легких элементов (n, n' - метод) и азота (n, γ - метод), являющимися ключевым фактором наличия ВВ.

Поисковый элемент с нейтронным и гамма каналами:



Макет поискового элемента с (n, n') и (n, γ) каналами.

Технические характеристики:

- Масса обнаруживаемого ВВ – от 300 г.
- Время обнаружения $T_0=0,5 - 1$ с.
- Время идентификации $T_{И}=20 - 300$ с.
- Глубина обнаружения - до 30 см.
- Площадь анализируемой поверхности - $0,07 \text{ м}^2$.

Широкозахватный поисковый элемент, установленный на дистанционно управляемый робот носитель.



Макет широкозахватного поискового элемента, установленного на дистанционно управляемый робот носитель.

- Время обнаружения $T_0=0,5 - 1$ с.
- Время идентификации $T_{И}=20 - 300$ с.
- Глубина обнаружения - до 30 см.
- Диаметр зоны захвата - до 70 см.
- Погрешность определения координат объекта - ± 10 см.

Приведенные характеристики соответствуют объекту TS-2,5, установленному в сухой грунт.