

Дата поступления рукописи в редакцию: 05.02.2026 г.

DOI: 10.24412/2782-3849-2026-2-393-396

Дата принятия рукописи в печать: 12.03.2026 г.

ВАСИЛЬЕВ Роман Викторович,
старший преподаватель кафедры безопасности в ЧС,
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург,
старший преподаватель кафедры
техносферной и экологической безопасности
Уральского государственного аграрного
университета, г. Екатеринбург,
e-mail: mail@law-books.ru

СРЕДСТВА ХИМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ И КОНТРОЛЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются назначение и место технических средств химической разведки и контроля в системе обеспечения химической безопасности и мониторинга. Приведена классификация приборов по назначению, принципам действия и условиям применения; раскрыты ключевые метрологические характеристики и типовые эксплуатационные ограничения. Отдельное внимание уделено пробоотбору и подготовке проб как факторам, определяющим достоверность результатов, а также принципам построения мобильных и стационарных систем контроля. Обсуждаются актуальные направления развития: миниатюризация, многокомпонентность, применение сетевых систем датчиков, повышение селективности и помехоустойчивости, а также перенос подтверждающего анализа в полевые условия.

Ключевые слова: химическая разведка, химический контроль, газоанализ, детекторы, сенсоры, пробоотбор, мониторинг.

VASILIEV Roman Viktorovich,
Senior Lecturer at the Department of Emergency Safety,
Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry
of Emergency Situations of Russia, Yekaterinburg,
Senior Lecturer at the Department
of Technosphere and Environmental Safety
of the Ural State Agrarian University, Yekaterinburg

MEANS OF CHEMICAL EXPLORATION AND CONTROL: CURRENT STATE, CLASSIFICATION AND DEVELOPMENT DIRECTIONS

Annotation. The article discusses the purpose and place of chemical exploration and control equipment in the chemical safety and monitoring system. The classification of devices according to their purpose, principles of operation and conditions of use is given; key metrological characteristics and typical operational limitations are disclosed. Special attention is paid to sampling and sample preparation as factors determining the reliability of the results, as well as the principles of building mobile and stationary control systems. Current areas of development are discussed: miniaturization, multicomponent, the use of network sensor systems, increased selectivity and noise immunity, as well as the transfer of confirmatory analysis to field conditions.

Key words: chemical exploration, chemical control, gas analysis, detectors, sensors, sampling, monitoring.

Усложнение техносферы и расширение спектра химических веществ, применяемых в промышленности, транспорте, энергетике, коммунальном хозяйстве и лабораторной практике, закономерно приводят к повышению требований к системам химической безопасности [1].

Опасные химические воздействия могут формироваться как в результате аварийных выбросов, утечек, нарушений технологических режимов, пожаров и вторичных реакций, так и вследствие хронического поступления загрязняющих примесей в окружающую среду. В таких условиях ключевыми являются:

чевым ресурсом управления рисками становится информация: где именно находится опасный фактор, какова его природа, какова концентрация, как она меняется во времени и пространстве, и какие меры необходимо принять [2].

Информационную основу таких решений обеспечивают технические средства химической разведки и контроля. В инженерно-прикладном смысле под химической разведкой целесообразно понимать комплекс мероприятий по оперативному выявлению факта химической опасности и первичной оценке обстановки (установление наличия или отсутствия загрязнения, ориентировочная идентификация, оценка масштабов) [3]. Химический контроль связан с подтверждающими измерениями, уточнением состава и концентраций, контролем эффективности защитных и дегазационных мероприятий, а также с регламентированным мониторингом по установленным методикам и нормативам [4]. На практике граница между разведкой и контролем определяется не столько видом прибора, сколько требуемой точностью, временем получения результата, уровнем доказательности данных и условиями применения.

К типовым сценариям применения относятся: контроль воздуха рабочей зоны и промышленных площадок, санитарно защитных зон; экологический мониторинг атмосферного воздуха, водных объектов и почв; оперативное обследование помещений и инфраструктурных объектов при подозрении на утечки; контроль технологических и аварийных выбросов; анализ неизвестных проб и лабораторное подтверждение; оценка эффективности очистки, сорбции и дегазационных мероприятий.

Реальная химическая обстановка, как правило, многокомпонентна: одновременно могут присутствовать вещества с близкими физико химическими свойствами и перекрывающимися откликами сенсоров. Это формирует три ключевые группы требований:

- Оперативность. Время отклика и выдачи результата должно соответствовать динамике процесса (утечка, распространение облака, локальный очаг).
- Селективность и достоверность. Требуется различать вещества со сходными спектральными, ионными и электрохимическими откликами, снижая вероятность ложных срабатываний.
- Чувствительность. Предел обнаружения должен быть ниже целевых уровней контроля (гигиенические нормативы, технологические пороги, уровни опасности), а измерения должны учитывать кратковременные пики концентраций.

Одним универсальным методом одновременно обеспечить максимальную оперативность, высокую селективность и низкие пределы обнаружения затруднительно. Поэтому практические системы строятся по принципу многоуровневости: от простых индикаторов и сигнализаторов (быстро, относительно дешево, но ограничено по информативности) — к переносным многокомпонентным газоанализаторам — и далее к лабораторным методам высокой точности (хроматография, масс спектрометрия, высокоразрешающая спектроскопия), обеспечивающим подтверждение и доказательность.

Даже самый совершенный анализатор не компенсирует ошибок пробоотбора. В химической разведке и контроле пробоотбор — это не вспомогательный этап, а часть измерительного метода [5]. Для газовой среды важны: изокINETичность (при аэрозолях), материал пробоотборной линии (сорбция/десорбция), длина и температура трассы (конденсация), потери на стенках, влияние влажности. Для поверхностей — выбор способа смыва/протирки, площадь отбора, растворитель, контроль фоновых загрязнений. Для воды и почв — консервация проб, предотвращение деградации и потерь летучих компонентов, стандартизованная экстракция. Нередко именно пробоотбор определяет достижимый предел обнаружения и воспроизводимость.

Ключевой особенностью средств химического контроля является необходимость связывать показания прибора с физически обоснованной измеряемой величиной (концентрацией, массовой долей, поверхностной плотностью загрязнения), то есть обеспечивать прослеживаемость к эталонам и применение валидированных методик. Для средств химического контроля принципиально важно связывать показания прибора с измеряемой величиной (концентрацией, массовой долей, поверхностной плотностью загрязнения), обеспечивая прослеживаемость и применение валидированных методик. Для оперативной разведки допустимы упрощенные индикаторные шкалы, однако при переходе к управленческим решениям (ограничение доступа, запуск вентиляции/очистки, подтверждение устранения утечки) возрастает роль: градуировки и периодической поверки (калибровки); учета влияющих факторов (температура, влажность, давление, матричные эффекты); оценивания неопределенности измерений; документирования результатов (логирование, привязка ко времени и координатам, сохранение условий измерений).

Эксплуатационные ограничения включают: взрывоопасные среды (требования по взрывозащите), наличие пыли и аэрозолей, электромагнитные помехи, необходимость автономного пита-

ния, требования к времени прогрева, стойкость сенсоров к «отравлению» и старению, а также обслуживание (замена ламп, фильтров, колонок, сорбентов).

Технические средства проведения химической разведки и контроля классифицируются:

По уровню применения. Индикаторные средства (индикаторные трубки, тест-полоски, экспресс-наборы для воды или поверхностей). Сигнализаторы (пороговые устройства, ориентированные на «есть/нет» и предупреждение). Переносные газоанализаторы и мультисенсорные приборы (количественная оценка, выборка компонентов, логирование). Стационарные системы контроля (непрерывный мониторинг, интеграция с АСУ ТП и системами безопасности). Лабораторные средства подтверждающего анализа (газовая или жидкостная хроматография, масс-спектрометрия, спектроскопия высокого разрешения).

По физическому принципу действия: электромеханические сенсоры; каталические и инфракрасные датчики; фотоионизационные детекторы; ионная подвижная спектрометрия; хроматографические методы; масс-спектрометрия; спектроскопия.

Технические средства химической разведки и контроля наиболее эффективны в составе комплексных решений, где экспресс уровень (индикация/сигнализация) дополняется инструментальными измерениями и подтверждающим анализом. Мобильные решения востребованы при обследовании объектов и локализации источника, а стационарные — при непрерывном контроле технологических процессов и санитарно-защитных зон. Для современных систем характерны: многоканальность (несколько целевых веществ/групп), регистрация и хранение данных, интеграция с геопривязкой и диспетчеризацией, а также использование алгоритмов фильтрации помех и сопоставления показаний разных сенсорных модулей.

Ключевые направления развития технических средств химической разведки и контроля включают: повышение селективности экспресс-методов за счет гибридных сенсорных массивов и алгоритмов распознавания; миниатюризация хроматографии и масс-спектрометрии для полевого подтверждения; рост устойчивости сенсоров к загрязнению и старению, самодиагностика; стандартизация протоколов данных и интеграция в цифровые платформы мониторинга; развитие дистанционных (оптических) методов для контроля протяженных объектов и открытых пространств.

В заключении отметим, что Технические средства химической разведки и контроля образуют многоуровневую систему, в которой экс-

пресс индикация и сигнализация обеспечивают оперативность, переносные анализаторы — практический компромисс между скоростью и информативностью, а лабораторные методы — подтверждающую точность и доказательность. Наиболее результативный подход достигается сочетанием корректного пробоотбора, метрологически обеспеченных измерений и рационального выбора приборов под конкретные сценарии с учетом влияющих факторов и эксплуатационных ограничений. Современные тенденции связаны с повышением селективности и автономности, развитием сетевых мониторинговых решений и переносом подтверждающего анализа ближе к месту отбора проб.

Список литературы:

- [1] Карапузиков, А. А. Средства защиты населения в результате химических аварий / А. А. Карапузиков, Н. П. Мураев // Актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов различного назначения : Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 26–27 сентября 2023 года / Под редакцией А.В. Чупшева, А.И. Зябировой, Д.П. Козлова, Р.В. Петровского. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 84–87. – EDN NKJTWN.
- [2] Нормативы по специальной подготовке для подразделений радиационной и химической разведки спасательных воинских формирований. Современное состояние, проблемы, пути их решения, итоги научно-исследовательской работы / А. В. Вишняков, П. Л. Шишкин, А. Ю. Акулов, Н. П. Мураев // Технологии гражданской безопасности. – 2017. – Т. 14, № 2(52). – С. 58–63. – EDN YSYUYT.
- [3] Смурыгин, А. В. Особенности ведения радиационной, химической и биологической разведки / А. В. Смурыгин, Э. Н. Бакин // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2017. – Т. 1. – С. 176–180. – EDN VLNYEM.
- [4] Неварко, С. М. Перспективные технические средства контроля радиационной, химической и биологической обстановки в условиях современных вызовов и угроз / С. М. Неварко, М. Г. Щербаков // Проблемы противодействия техногенным, биогенным, социокультурным угрозам и пути их решения : Сборник материалов научно-практической конференции, Москва, 24 ноября 2022 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2023. – С. 68–80. – EDN VQYXRC.
- [5] Мобильный комплекс химического контроля как основа технического оснащения мобильной диагностической группы 33 ЦНИИИ

Министерства обороны Российской Федерации / В. А. Иноземцев, А. К. Жохов, А. Ю. Бойко [и др.] // Вестник войск РХБ защиты. – 2021. – Т. 5, № 1. – С. 54-64. – DOI 10.35825/2587-5728-2021-5-1-54-64. – EDN RNLGLD.

References:

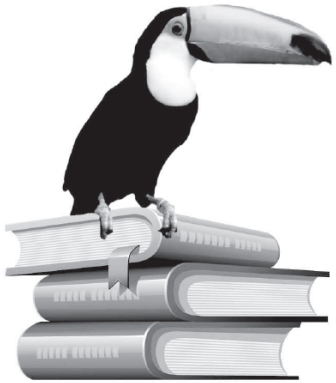
[1] Karapuzikov, A. A. Means of protecting the population as a result of chemical accidents/A. A. Karapuzikov, N. P. Muraev//Topical issues of ensuring fire safety of facilities for various purposes: Collection of articles IV of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Penza, September 26-27, 2023/Edited by A.V. Chupsheva, A.I. Zyabirova, D.P. Kozlova, R.V. Petrovsky. - Penza: Penza State Agrarian University, 2023. - S. 84-87. – EDN NKJTNW.

[2] Standards for special training for units of radiation and chemical reconnaissance of rescue military formations. The current state, problems, ways to solve them, the results of research work/A. V. Vishnyakov, P. L. Shishkin, A. Yu. Akulov, N. P. Muraev//Civil Security Technologies. – 2017. – Т. 14, NO. 2 (52). – S. 58-63. – EDN YSYUYT.

[3] Smurygin, A. V. Features of radiation, chemical and biological reconnaissance/A. V. Smurygin, E. N. Bakin//Problems of ensuring safety in eliminating the consequences of emergency situations. – 2017. – VOL. 1. – S. 176-180. – EDN VLNYEM.

[4] Nevarko, S. M. Promising technical means of controlling the radiation, chemical and biological situation in conditions of modern challenges and threats/S. M. Nevarko, M. G. Shcherbakov//Problems of countering technogenic, biogenic, sociocultural threats and ways to solve them: Collection of materials of a scientific and practical conference, Moscow, November 24, 2022. - Moscow: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia, 2023. - S. 68-80. – EDN VQYXRC.

[5] Mobile chemical control complex as the basis for the technical equipment of the mobile diagnostic group 33 TsNIII of the Ministry of Defense of the Russian Federation/V. A. Inozemtsev, A. K. Zhokhov, A. Yu. Boyko [et al.]//Bulletin of the RCB protection troops. – 2021. – Т. 5, NO. 1. – S. 54-64. – DOI 10.35825/2587-5728-2021-5-1-54-64. – EDN RNLGLD.



**ЮРИДИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ЮРКОМПАНИ»**

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, Е-Library.

ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru