

## История развития отечественных средств химической разведки

А.Н. Петухов<sup>✉</sup>, В.В. Вильчик, Т.В. Шустикова, Д.М. Имамов, М.С. Молчанов

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» Министерства обороны Российской Федерации, 156015, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Горького д. 16

✉ e-mail: varhbz@mil.ru

Представлена краткая история развития средств химической разведки и контроля Рабоче-Крестьянской Красной Армии, Советской и Российской армий, ранее в обобщенном виде не освещалась в открытой печати. **Цель работы** – дать краткую историческую ретроспективу развития средств химической разведки и контроля начиная с Первой мировой войны и до настоящего времени. **Источниковая база.** Открытые документальные источники, содержащие информацию о хронологии принятия на снабжение технических средств химической разведки; технические описания, руководства и инструкции по эксплуатации таких средств, а также открытая научная литература, содержащая информацию об их устройстве и принципах действия. **Метод анализа** – описательный. **Обсуждение результатов.** Важнейшим фактором, оказавшим наибольшее влияние на развитие средств индикации, стало развитие химического оружия. Анализ приведенных данных показал, что в довоенный период использовался исключительно химический метод индикации. С конца 1950-х гг., в войсковых, так и в специальных средствах химической разведки наряду с химическим методом, стал активно использоваться биохимический, что было инициировано появлением фосфорорганических ОВ (ФОВ). Ионизационный метод впервые реализован в начале 1970-х гг., дистанционный метод (лазерное зондирование) – в конце 1980-х гг. Спектрометрия ионной подвижности применяется с конца 1990-х гг., хромато-масс-спектрометрия и ИК-Фурье спектроскопия – с начала 2000-х гг. Технология полупроводниковых сенсоров освоена в серийных приборах с конца 2000-х гг. **Заключение.** В целом развитие отечественных средств индикации идет в канве общемировых тенденций. Одной из современных тенденций является разработка комбинированных устройств на основе сочетания нескольких методов индикации. В настоящее время ведущее положение занимают технические средства дистанционной химической разведки и приборы, принцип действия которых основан на спектрометрии ионной подвижности и хромато-масс-спектрометрии.

**Ключевые слова:** идентификация химических веществ; история системы средств химической разведки; методы и средства индикации; отравляющее вещество; химическая разведка; химическое оружие.

**Библиографическое описание:** Петухов АН, Вильчик ВВ, Шустикова ТВ, Имамов ДМ, Молчанов МС. История развития отечественных средств химической разведки. Вестник войск РХБ защиты. 2024;8(1):78–100. EDN:aqsbxt.

<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2024-8-1-78-100>

**Прозрачность финансовой деятельности:** авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов:** нет.

**Финансирование:** Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» Министерства обороны Российской Федерации.

Поступила 11.07.2023 г. Исправленный вариант 15.03.2024 г. Принята к публикации 27.03.2024 г.

## The History of the Development of Domestic Chemical Intelligence Tools

Aleksey N. Petukhov<sup>✉</sup>, Vadim V. Vilchik, Tamara V. Shustikova, Dinis M. Imamov, Mikhail S. Molchanov

The Federal State Official Military Educational Establishment of Higher Education "Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Defense by name of Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko" (FSOMEEHE "MA RCB Defense"),  
Gorkogo Street 16, Kostroma, 156015, Russian Federation  
✉ e-mail: varhbz@mil.ru

This article is dedicated to the history of the development of chemical reconnaissance and control means of the Workers' and Peasants' Red Army, the Soviet and Russian armies. This plot has never been covered previously in open literature. **The aim of the work** is to give a sketch of the development of chemical reconnaissance and control means from the First World War to the present day. **The source base** - documentary sources containing information about the chronology of acceptance for supply of chemical reconnaissance technical means, technical descriptions, manuals and operating instructions, as well as literature containing information about the design and principles of operation of these means. **The method of analysis** is descriptive. **The discussion of the results.** The most important factor that has influenced the development of means of indication was the development of chemical weapons. An analysis of information sources showed that before the Second World War, exclusively the chemical indication method was used. Since the late 1950s, due to the appearance of the organophosphorus agents, along with the chemical methods of indication, the biochemical methods began to be actively used both in military and in special means of chemical reconnaissance. The ionization method was first implemented in the early 1970s, the remote method (laser sensing) – in the late 1980s. Ion mobility spectrometry has been used since the late 1990s, gas chromatography-mass spectrometry and FT-IR spectroscopy – since the early 2000s. The technology of semiconductor sensors has been used in serial devices since the late 2000s. **Conclusion.** In general, the development of domestic chemical reconnaissance and control means goes in line with global trends. One of the modern trends is the development of combined devices based on a combination of several indication methods. Currently, the leading position is occupied by technical means of remote chemical reconnaissance and instruments, the operating principles of which are based on ion mobility spectrometry.

**Keywords:** chemical exploration; identification of chemicals; history of the chemical intelligence system; methods and means of indication.

**For citation:** Petukhov AN, Vilchik VV, Shustikova TV, Imamov DM, Molchanov MS. The History of the Development of Domestic Chemical Intelligence Tools. *Journal of NBC Protection Corps.* 2024;8(1):78–100. EDN:aqsbxt. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2024-8-1-78-100>

**Financial disclosure:** The author has no financial interests in the submitted materials or methods.

**Conflict of interest statement:** The authors declare no conflict of interest.

**Funding:** The Federal State Official Military Educational Establishment of Higher Education "Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Defense by name of Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko" of the Ministry of Defence of the Russian Federation.

Received July 11, 2023. Corrected March 15, 2024. Accepted March 27, 2024

Специализированных публикаций, посвященных истории развития отравляющих веществ (ОВ) как в отечественной, так и зарубежной военно-исторической литературе относительно много. При этом, не менее интересной и важной темой является история развития средств противодействия ОВ: их индикации, защиты и дегазации. Данные направления гораздо меньше освещены в от-

крытой литературе, особенно отечественной. В рамках одной публикации можно рассмотреть лишь одну из перечисленных выше областей.

*Цель работы* – дать краткую историческую ретроспективу развития средств химической разведки и контроля начиная с Первой мировой войны и до настоящего времени.

#### Источниковая база и методы исследования

Проведен анализ открытых документальных источников, содержащих информацию о хронологии принятия на снабжение технических средств химической разведки, технических описаний, руководств и инструкций по эксплуатации, а также литературы, содержащей информацию об устройстве и принципах действия этих средств.

В ходе исследования решались следующие задачи:

- предложить периодизацию истории развития средств химической разведки и контроля.
- рассмотреть основные причины, определяющие направления развития средств химической разведки и контроля.
- определить основные тенденции развития средств химической разведки и контроля.

#### Дореволюционный период

Дореволюционный период развития средств химической разведки и контроля совпадает со временем Первой мировой войны. В статье И.В. Рыбальченко [1] отмечается, что первый опыт создания средств индикации ОВ связан с попыткой использования физических методов. Индикационные эффекты, наблюдаемые в этих устройствах, были связаны с изменением цвета пламени (детектор газов Бунзена-Кирхгофа и его аналоги типа «медно-пламенного фонаря-детектора»), температуры (сигнализатор Круга-Фишера-Центнершвера) или электропроводности среды (А.А. Яковкин и П.П. Лазарев) [1]. Общим недостатком данных подходов являлась низкая чувствительность и значительная инерционность создаваемых средств индикации. При этом следует упомянуть, что боевые ОВ времени Первой мировой войны надежно обнаруживались органолептическим методом, а также посредством простых и доступных цветных химических реакций. И.В. Рыбальченко [1] приводит 16 наиболее эффективных индикаторных реакций на обнаружение ОВ периода Первой мировой войны, включая хлор, фосген, дифосген, синильную кислоту, галоидцианы, иприт и люизит.

Упоминание о возможности использования для обнаружения боевых ОВ индикаторных («реактивных») бумажек можно найти в «Кратком руководстве по газовому делу», изданному в 1917 г. в Одессе. В нем указывается, что индикация осуществляется «с помощью заранее заготовленных влажных табличек из полосок разных реактивных бу-



Рисунок 1 – Фронтная вагон-лаборатория  
(фотография из архива ФГКВУВО  
«ВА РХБ защиты» Минобороны России)

мажек: лакмусовой, йодкрахмальной, фенолфталеиновой, гваяколовой, палладиевой, анилиновой, с азотнокислым серебром и т.п. По изменению цвета полосок можно судить о характере газа» [2].

Обобщением опыта применения химического оружия на фронтах Первой мировой войны и разработкой действенных мер по укреплению противохимической обороны занимался профессор Н.А. Шилов. Он возглавил разработку фронтных вагон-лабораторий (рисунок 1).

Первые подвижные военно-химические лаборатории в период 1915–1917 гг. накопили обширный опыт по военно-химическому делу в России и стали прообразом современных полевых химических лабораторий. Однако эффективных средств индикации ОВ для массового применения разработано не было. Отдельно можно отметить полевой газоопределитель Прокофьева, предназначенный для обнаружения хлора и фосгена. Он представлял собою стеклянную трубку, в которую, при помощи резиновой груши, засасывался наружный воздух. В трубке, разделенной на две камеры, размещались «реактивные бумажки», изменяющие от воздействия ОВ свой цвет: в одной камере на хлор, а в другой на фосген [3].

#### Период до появления фосфорорганических ОВ

Второй период истории развития средств индикации значительно более продолжительный. Он начинается в 1920-х гг., после окончания Гражданской войны и стабилизации экономической ситуации. Химическая служба Рабоче-Крестьянской Красной Армии (РККА) создана 13 ноября 1918 г. В числе фун-

даментальных работ, посвященных разработке средств и способов индикации в СССР, можно отметить труды Е.В. Алексеевского [4], И.М. Коренмана [5], В.В. Стромского и И.С. Адамовича [6].

В этом периоде продолжились попытки создать детекторы, работающие на физических принципах. В частности, были созданы камеры теплопроводности – прообраз современного катарометра и детектора на основе ионизационной камеры с радиоактивным источником (прибор Мальзалле 1935 г.), они позволяли обнаруживать пары иприта, фосгена, хлорпикрина и дифенилхлорарсина [1]. Были заложены основы для развития ионизационного метода индикации и спектрометрии ионной подвижности. Однако до окончания Второй мировой войны детекторы, основанные на физических методах индикации, не использовались ни в одной армии мира. Данное обстоятельство можно объяснить относительной технической сложностью массовой реализации рассматриваемого подхода и отсутствием необходимости создания таких средств при наличии более простых способов обнаружения, таких как аналитические реакции.

В 1928 г. в структуре Института химической обороны им. Осоавиахима (ИХО) был сформирован отдел синтеза и анализа ОВ, на базе которого в последующем были созданы отделы радиационной, химической и биологической разведки. За период с 1928 г. до 1941 г.



Рисунок 2 – Малый прибор химика-разведчика (насос-мех) из состава сумки химика-разведчика для работы с индикаторными трубками (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

основными направлениями работы в области индикации ОВ являлись: поиск новых колориметрических методов обнаружения ОВ, а так же разработка методик систематического анализа и индикации ОВ в рамках полевых химических лабораторий.

В эти годы отделом были разработаны сумки химика-разведчика СХР-1, СХР-2, СХР-3 (рисунок 2), химическая автолаборатория АЛ-2 (рисунок 3) и газоопределитель ПГТ-1 [7]. Химическая автолаборатория АЛ-2 (армейское средство химической разведки) предназначалась для определения и анализа ОВ и образцов химического вооружения противника, а также для контроля состояния химического имущества<sup>1</sup>. За разработку нового метода определения иприта на основе реактива Т-135, сотрудник отдела Е.П. Быков был награжден Наркомом обороны К.Е. Ворошиловым памятным подарком – серебряными часами [7].

Позднее ИХО был переименован в Научно-исследовательский химический институт (НИХИ РККА). Здесь были разработаны полевые химические лаборатории (ПХЛ), которые размещались на машинах в виде портативных чемоданов и сумок, прибор химической разведки ПХР (ПХР-40) с набором индикаторных трубок для определения всех известных к тому времени ОВ (таблица 1) и устройством для отбора проб ОВ из воздуха и почвы [7].

Кроме того, в предвоенные годы на снабжение РККА поступили газоопределители ПГГ и Г-4 и газоопределитель начсостава ГН [1].

В 1941 г. НИХИ РККА был эвакуирован в г. Ташкент, откуда вернулся в 1943 г. [7].



Рисунок 3 – Химическая автолаборатория АЛ-2 (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

<sup>1</sup> Руководство по работе в химической лаборатории (АЛ-2) обр. 1939 г. М.: Воениздат НКО СССР, 1941. 92 с.

Таблица 1 – Индикаторные трубки прибора химической разведки [8]

Маркировка трубки	Какое отравляющее вещество обнаруживается
Синяя	Фосген и дифосген
Черная	Синильная кислота
Зеленая	Хлорциан
Желтая	Мышьяковистый водород
Белая	Фосген, синильная кислота, иприт, люизит и др. кислые ОВ, мышьяковистый водород
Красная	Иприт и люизит

Отдел синтеза и анализа ОВ в военные годы занимался совершенствованием простых средств индикации. В этот период были разработаны новые образцы приборов химической разведки и индикаторных трубок: ПХР-43, ИТ-9, ИТ-12, ИТ-14. Исследовали возможность их применения на наземных подвижных объектах (химическим разведывательным дозором на мотоцикле, а также в приборе забора проб и индикации ОВ самолетом-истребителем) [7].

В период Великой Отечественной войны на снабжении Красной Армии состояли следующие технические средства химической разведки и полевой индикации: индикаторная коробка ИК, сумки химика-разведчика СХР-3<sup>2</sup> (СХР-4<sup>3</sup>), прибор химической разведки ПХР-40, полевая химическая лаборатория ПХЛ. Для определения наличия на местности стойких ОВ имелись индикаторные барабаны ИБ-1 и ИБ-2, индикация ОВ осуществлялась с помощью индикаторных порошков ИП-1 или ИП-2 [9, 10].

Индикаторная коробка являлась простейшим прибором индикации ОВ. Ими снабжались все части и подразделения Сухопутных войск для целей войсковой химической разведки. Индикация ОВ осуществлялась с помощью индикаторной бумаги, смачиваемой перед применением увлажняющей жидкостью [9].

Сумка химика-разведчика СХР-3 предназначалась для обнаружения ОВ в воздухе, на местности и на предметах вооружения и снаряжения, а также для отбора проб ОВ. Ею снабжались химики-разведчики подразделений и частей химической защиты [9].

Прибор химической разведки ПХР-40 предназначался для определения стойких и

нестойких ОВ в воздухе, на местности, предметах вооружения и снаряжения, а также для забора проб земли (снега) и дыма из воздуха. Им снабжались части и подразделения химической защиты [9].

Полевая химическая лаборатория (ПХЛ) [10] являлась средством начальника химической службы (НХС) стрелковой дивизии. Она предназначалась для определения ОВ и ядовитых дымов, отбора проб зараженной почвы, воды, пищевых продуктов (фуража) и исследования их на содержание ОВ и ядов, а также отбора проб дыма и газообразных ОВ из воздуха и их анализа [9].

Для решения более сложных задач химической разведки в распоряжении НХС армии имелась химическая автолаборатория АЛ-2, в штате которой было 3 специалиста, а в химическом управлении (отделе) фронта – химическая вагон-лаборатория. Она представляла собой поезд, состоящий из трех классов и одного товарного вагонов. Штат лаборатории составлял 15 человек. Она предназначалась для систематического наблюдения и изучения, применяемых противником средств нападения и защиты, а также для консультаций общевойсковых начальников и лиц химической службы по вопросам боевого применения химических войск [9].

В ходе войны развитие средств химической разведки шло, главным образом по пути технического и конструктивного улучшения. По-видимому, это объясняется тем, что боевые действия велись без применения химического оружия, а все известные до войны ОВ были учтены в имевшихся средствах индикации.

По окончании Великой Отечественной Войны разработки в области войсковой индикации были продолжены. Появление высокотоксичных фосфорорганических ОВ определило характер и направления развития всей системы технических средств химической разведки и контроля на десятилетия вперед.

### Период после появления фосфорорганических ОВ

История развития средств химической разведки и контроля в послевоенный период богаче событиями по сравнению с довоенным этапом, что объясняется более высоким уровнем развития науки и техники.

Совершенствование приборов химической разведки осуществлялось путем модернизации имевшихся на снабжении средств, а

<sup>2</sup> Инструкция по пользованию сумкой химика-разведчика. (СХР-3). Хим. упр. РККА. М.: Воениздат, 1940. 16 с.

<sup>3</sup> Инструкция по пользованию сумкой химика-разведчика (СХР-4). М.: Воен. изд-во, 1942. 31 с.

также путем создания принципиально новых приборов. Прибор химической разведки ПХР-46 был разработан на базе ПХР-40. Введенные в его комплект новые индикаторные трубки позволили определять табун, хлорацетофенон, бромбензилцианид и адамсит. В 1954 г., на снабжение поступил еще более совершенный прибор ПХР-54.

В 1946 г. на снабжение Советской армии приняли переносную полевую химическую лабораторию ПХЛ-46, предназначенную для ведения химической, санитарно-химической и ветеринарно-химической разведок. В 1954 г. она была заменена на ПХЛ-54. Последняя комплектовалась индикаторными трубками не только для обнаружения основных ОВ, но и окиси углерода (ИТ-28), азотистых ипритов (ИТ-13), люизита (ИТ-37), CS (ИТ-30), хлорацетофенона (ИТ-30), адамсита (ИТ-15) и, в более поздних модификациях, трубкой на ВЗ (ранние версии которой маркировались двумя желтыми кольцами).

С 1955 г. вопросы разработки, заказа в промышленности, снабжения и эксплуатации в войсках приборов радиационной и химической разведки и контроля решались Управлением начальника химических войск МО СССР (УНХВ). В связи с этим в июне 1955 г. в составе научно-технического комитета (НТК) был создан отдел технических средств радиационной и химической разведки (5-й отдел). Из других отделов НТК в 5-ый отдел перешли С.А. Нацаренус и Н.К. Карпухин, а из войск прибыл Ф.Е. Горелов. Они, в дальнейшем, и осуществляли руководство разработкой приборов химической разведки [11].

В связи с появлением на вооружении армий западноевропейских государств и США высокотоксичных фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ) отдел разрабатывает новое направление исследований по созданию средств индикации этих веществ. Беспрецедентный уровень токсичности ФОВ задал высокие требования к средствам химической разведки и контроля, прежде всего по быстродействию и чувствительности.

В 1956 г. на полигоне в Шиханах была создана лаборатория по испытаниям средств радиационной и химической разведки. Руководителем лаборатории являлся Е.П. Краснюк, а инженером – Е.А. Богданов [7].

В это время разрабатывались, проходили испытания и подготовку к производству новые приборы химической разведки – полуавтоматический прибор химической разведки ППХР (Свердловский завод химреактивов) и автоматический газосигнализатор паров ОВ – ГСП-1 (ОКБ завода «Киевприбор»).

С принятием этих образцов на снабжение была открыта новая страница в развитии средств химической разведки – переход от ручных средств индикации (индикаторные трубки, порошки, бумажки) к автоматическим приборам непрерывного химического контроля [11].

Разработанный и принятый на снабжение в 1950-е годы первый автоматический газосигнализатор ГСП-1, позволявший определять фосфорорганические ОВ, хлорциан, синильную кислоту, фосген и дифосген основывался на химическом методе индикации и обладал недостаточной чувствительностью в отношении фосфорорганических ОВ. Аналогичная аналитическая реакция на ФОВ легла в основу индикаторной трубки ИТ-32, чувствительность которой также была недостаточной [12].

ГСП-1, размещаемый, в том числе, на машинах химической разведки можно считать первым массовым специализированным (не войсковым) прибором химической разведки частей и подразделений радиационной, химической и биологической (РХБ) защиты. В дальнейшем идеи, положенные в основу этого изделия, породили серию ленточных газосигнализаторов-фотоколориметров.

В последующие годы совершенствование приборов химической разведки было ориентировано в направлении повышения чувствительности и автоматизации. В 1956 г. руководством МО СССР была поставлена задача освоения серийного производства автомобильной химической лаборатории АЛ-3 на предприятиях Моссовета. Главным исполнителем определили авторемонтный завод «Аремз-1». С 1957 г. началось серийное производство АЛ-3. Комплект реактивов к автолаборатории (КРАЛ-3) изготавливался на Черкасском заводе химических реактивов [11].

Таким образом, на смену химической автолаборатории АЛ-2 поступила более современная лаборатория АЛ-3, имевшая большие возможности по анализу ОВ в различных пробах. Вместо вагона-лаборатории была создана фронтальная стационарная лаборатория СФИХЛ (стационарная фронтальная исследовательская химическая лаборатория).

С 1946 г. по 1962 г. разработаны:

- первые химические разведывательные машины: химический разведывательный бронетранспортер БТР-40рх (рисунки 4), ГАЗ-69рх (рисунки 5) и БРДМ-рх, созданный на основе бронированной разведывательно-дозорной машины (рисунки 6), производство которого находилось на базе завода «Заря» в г. Дзержинске Горьковской области [11];



Рисунок 4 – Внешний вид БТР-40ХР (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 6 – Общий вид разведывательной химической машины БРДМ-рх (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 5 – Боевая химическая разведывательная машина ГАЗ-69рх (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 7 – Прибор химической разведки ПХР-46 (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

- приборы химической разведки ПХР-46 (рисунок 7) и ПХР-54. Новые индикаторные трубки приборов позволяли определять табун, хлорацетофенон, бромбензилцианид и адамсит [13];

- упрощенный прибор индикации (УПИ) который являлся упрощенной версией приборов ПХР-46 и ПХР-54 (рисунок 8);

- полевые химические лаборатории ПХЛ-46, ПХЛ-54, АЛ-3 (разработчики В.Я. Снегирев, Л.В. Бровкин, Е.П. Быков, В.С. Стахорский, А.М. Львов, В.И. Ключевский). За разработку полевой химической лаборатории ПХЛ-54 (рисунок 9) сотрудники отдела В.Я. Снегирев и Л.В. Бровкин в 1956 г. были удостоены Государственной премии [7];

- автоматический газосигнализатор ГСП-1, разработчиками которого являлись П.Д. Балашов, Н.Н. Наговский, Я.П. Костюковский, Л.И. Усова [7] (рисунок 10).

В 1961 г. в составе Научно-исследовательского химического института был создан отдел средств радиационной, химической и



Рисунок 8 – Внешний вид и индикаторные трубки УПИ (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

бактериологической разведки (3 отдел), в который вошла лаборатория по испытаниям средств радиационной и химической разведки Шиханского полигона. Начальником отдела был назначен В.С. Стахорский [7].

Таким образом, основой средств индикации ОВ, как и в довоенный период, продолжал оставаться химический метод.



Рисунок 9 – Полевая химическая лаборатория ПХЛ-54 (фотография из архива ФГКВООУО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 10 – Внешний вид ГСП-1М (фотография из архива ФГКВООУО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

Однако в связи с принятием на вооружение иностранными государствами высокотоксичных фосфорорганических соединений, подходы к индикации, основанные на данном методе, себя уже не оправдывали, так как от средств индикации требовался совершенно иной уровень чувствительности. Данное обстоятельство послужило толчком к разработке подходов, основанных на биохимическом методе.

Биохимический метод основывался на реакции ингибирования ФОВ ферментов группы холинэстераз. Это ферменты из

класса гидролаз карбоновых кислот, субстратами которых являются сложные эфиры холина с уксусной, пропионовой или масляной кислотой. Для регистрации аналитического эффекта были предложены колориметрические, люминесцентные и электрохимические методы [1]. Данный подход обладал непревзойденным уровнем чувствительности, однако при этом характеризовался относительно низким быстродействием. В СССР он впервые реализован в газосигнализаторе ГСП-11 и индикаторной трубке ИТ-44<sup>4</sup> из состава ВПХР.

В конце 1960-х гг., в связи с общим сокращением численности Вооруженных Сил, отдел технических средств радиационной и химической разведки (4-ый отдел НТК УНХВ), как и другие отделы НТК, был значительно сокращен. В то время в отделе работали В.И. Соколов (начальник отдела), Н.К. Карпухин и С.В. Савин, служащие Л.И. Усов и Б.И. Березкин [11].

В этот период был разработан и принят на снабжение автоматический газосигнализатор второго поколения ГСП-11 (на смену ГСП-1 и ГСП-1М), основанный на биохимическом методе индикации фосфорорганических отравляющих веществ в малых концентрациях (рисунок 11). Чувствительность ГСП-11, в отличие от ГСП-1(М), полностью соответствовала требованиям по обнаружению ФОВ в воздухе. Газосигнализатор ГСП-11 был включен в комплектацию химических разведывательных машин [11].

В 1960-е гг. был разработан ряд образцов комплексного назначения. Это химические разведывательные машины на базе многоцелевых бронетранспортеров БРДМ, МТ-ЛБ и автомобиля высокой проходимости ГАЗ-69, а также армейская химическая и радиометрическая лаборатория АЛ-4 в унифицированных кузовах КУНГ-2 на шасси автомобиля высокой проходимости ЗИЛ-157К [11].

Разработкой универсальной химической и радиометрической лаборатории, получившей впоследствии наименование АЛ-4 (рисунок 12), занималось специальное

<sup>4</sup> Определение ФОВ трубкой ИТ-44 было основано на их способности ингибировать фермент холинэстеразу (ХЭ), катализирующий гидролиз бутирилхолинотиокарбата в слабощелочной среде до масляной кислоты и холинового спирта. Выделяющаяся кислота изменяла pH реакционной среды, в результате чего наблюдался переход окраски pH-индикатора фенолового красного, входящего в состав индикаторной рецептуры, от малиновой до желтой. Для определения ФОВ в воздухе использовали две индикаторные трубки, одна из которых – контрольная. В опытной трубке, через которую предварительно просасывался анализируемый воздух, при наличии ФОВ происходило ингибирование фермента, что приводило к снижению скорости расщепления субстрата бутирилхолинотиокарбата, более медленному изменению pH-среды до кислой и, соответственно, более медленному переходу окраски на наполнителе от малиновой до желтой. В контрольной трубке, где сохранялась каталитическая активность фермента ХЭ, наблюдалось более быстрое изменение окраски pH-индикатора до желтой за счет выделяющейся масляной кислоты (**Примечание редакции**).





Рисунок 11 – Внешний вид газосигнализатора ГСП-11 (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 12 – Автомобильная радиометрическая и химическая лаборатория АЛ-4М (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 13 – Войсковой прибор химической разведки ВПХР (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 14 – Полуавтоматический прибор химической разведки ППХР (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

конструкторское бюро (СКБ) Минздрава СССР. От НТК опытно-конструкторские работы курировал Н.К. Карпухин. Опытный образец и установочная партия из трех машин были изготовлены и испытаны на заводе «Аремз-1». С 1962 г. АЛ-4 была запущена в серийное производство. КРАЛ-4 к ней изготавливался на Черкасском заводе химических реактивов [11].

ВПХР – войсковой прибор химической разведки пришел на смену поздним модификациям ПХР и, хотя оба прибора обладали одинаковыми возможностями – определяли зарин, зоман, VX (ИТ-44), синильную кислоту, хлорциан, фосген, дифосген (ИТ-45) и иприт (ИТ-36), у ВПХР было существенное преимущество – химическая грелка, позволяющая проводить определение ФОВ и иприта при низких температурах (рисунок 13)<sup>5</sup>.

Полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР) (рисунок 14) по существу являлся автоматизированным ВПХР, в котором ручное просасывание воздуха через индикаторные трубки заменено на механизированное посредством электрического насоса, а также добавлен электроподогрев трубок для работы в зимних условиях<sup>6</sup>.

Позднее, для определения вещества ВЗ приборами ВПХР и ППХР, была разработана индикаторная трубка ИТ-46, маркированная одним коричневым кольцом, кассеты с которой позднее штатно входили в комплектацию газоопределителя ПГО-11.

Основной недостаток биохимического метода обнаружения ФОВ компенсировался применением ионизационного метода индикации, обладающим очень высоким уровнем

<sup>5</sup> Прибор химической разведки войсковой (ВПХР). ГО.57.00.000 ТО: техническое описание и инструкция по эксплуатации. 1974. 51 с.

<sup>6</sup> Полуавтоматический прибор химической разведки ППХР № 3973-И: описание и инструкция по эксплуатации, 1973. 130 с.

быстродействия. Этот метод основан на использовании ионизационной камеры атмосферного давления, в которой располагается источник ионизирующего излучения ( $\alpha$ -частиц) и электроды, к которым приложено электрическое напряжение. Поток воздуха проходит между электродами и будучи ионизированным создает ионизационный ток, характеристики которого изменяются в зависимости от состава примесей, содержащихся в атмосфере. Конструкция и параметры ионизационной камеры оптимизированы для обеспечения максимальной чувствительности по отношению к ФОВ на фоне типовых мешающих примесей, характерных для полевых условий [1]. Данный метод был впервые массово реализован в СССР в приборе ПРХР. Ионизационный метод существенно уступает биохимическому по чувствительности и обладает относительно невысокой специфичностью.

К середине 1960-х гг. в ряде НИР, проведенных в Военной академии химической защиты (ВАХЗ), в/ч 61469 и промышленности, была показана техническая возможность создания широкодиапазонного рентгенометра и единого прибора радиационной и химической разведки, основанного на ионизационном принципе.

Результаты исследований, полученных в конце 1960-х годов, позволили разработать и принять на снабжение прибор радиационной и химической разведки ПРХР, который важным элементом вошел в системы защиты бронированных объектов от оружия массового поражения (одной из функций прибора было управление исполнительными механизмами средств коллективной защиты)<sup>7</sup>. Разработчик ПРХР – Минский приборостроительный институт [11].

Прибором ПРХР (рисунок 15) оборудовалась бронированная гусеничная техника (танки Т-72, тягачи МТ-ЛБ и т.д.) [14]. Он предназначался для сигнализации и автоматического управления исполнительными механизмами системы коллективной защиты подвижных объектов военной техники. В его состав входил датчик Б-2, принцип действия которого основывался на ионизационном методе индикации, он позволял определять в воздухе пары зарина и зомана в боевых концентрациях с высоким быстродействием (несколько секунд). В это же время для определения VX в капельножидком состоянии был принят комплект индикаторных пленок АП-1 (рисунок 16).

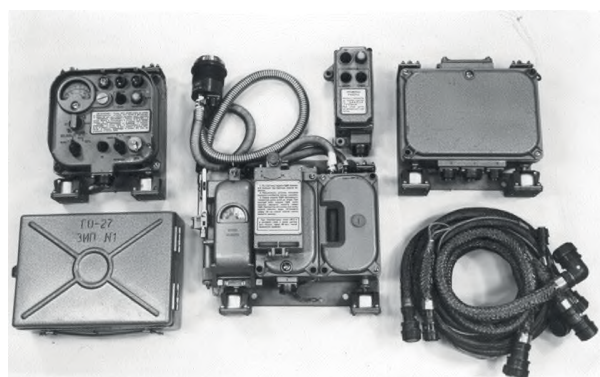


Рисунок 15 – Внешний вид прибора ПРХР  
(фотография из архива ФГКВУВО «ВА РХБ защиты»  
Минобороны России)



Рисунок 16 – Комплект индикаторных пленок АП-1  
(фотография из архива ФГКВУВО «ВА РХБ защиты»  
Минобороны России)

Все приборы радиационной и химической разведки до принятия на снабжение проходили тщательные всесторонние испытания в условиях, приближенных к реальному применению ядерного и химического оружия [11].

В 1971 г. в ВАХЗ на базе 3 кафедры создана кафедра войсковой индикации под руководством доктора химических наук, профессора инженер-полковника Чеботарева Олега Владимировича. Кафедра просуществовала 40 лет, вплоть до 2011 г., когда было принято решение о ее реорганизации путем укрупнения структурных подразделений в ВА РХБЗ.

В 1972 г. в войска поступила разведывательная химическая машина РХМ на базе многоцелевого транспортера-тягача легко бронированного МТ-ЛБ (рисунок 17) [13]. В 1980 г. приняли командную версию машины РХМ-К, выполненную на той же базе.

В конце 1970-х гг. на вооружение были приняты новые образцы колесной техники:

<sup>7</sup> Прибор радиационной и химической разведки ПРХР ГО-27.: техническое описание Тг1.570.000 ГО, 1988. 124 с.



Рисунок 17 – Разведывательная химическая машина РХМ (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 18 – Общий вид УАЗ-469 рх (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 19 – Внешний вид БРДМ-2рхб (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 20 – Внешний вид прибора ГСА-12 с блоками питания БП-26 и БП-127/220 (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

УАЗ-469рхб<sup>8</sup> (рисунок 18) и БРДМ-2рхб на базе бронированной разведывательно-дозорной машины (рисунок 19)<sup>9</sup>.

В 1970-х годах в конструкторском бюро им. М.Л. Миля Министерства авиационной промышленности была начата разработка специализированного вертолета воздушной радиационной и химической разведки на базе многоцелевого вертолета Ми-24. В результате этой работы в 1982 году на вооружение ВС СССР приняли вертолет Ми-24Р.

В конце 1970-х гг. на замену ГСП-11 был принят газосигнализатор ГСА-12 (рисунок 20)<sup>10</sup>. Принцип действия прибора так же был основан на проведении биохимической реакции, однако в ней применялся иной

индикаторный реагент, который значительно снизил вероятность ложных срабатываний прибора на атмосферные примеси, встречающиеся в полевых условиях. По той же причине в середине 1980-х гг. взамен индикаторной трубки ИТ-44 была принята трубка ИТ-51. ГСА-12 оборудовались разведывательные химические машины, кроме того он входил в состав комплексного прибора химической разведки КПХР, принятого в 1981 г. КПХР предназначался для установки в стационарные сооружения и помимо высокочувствительного датчика обнаружения паров ОВ типа зарин и VX (ГСА-12) комплектовался быстродействующим датчиком обнаружения этих веществ, а также датчиком обнаружения аэрозолей ОВ типа VX.

<sup>8</sup> Химическая разведывательная машина УАЗ-469рх: техническое описание и инструкция по эксплуатации, 1967. 55 с.

<sup>9</sup> Химическая разведывательная машина БРДМ-2рх: техническое описание и инструкция по эксплуатации ГО.1.02.00 ТО № 5830. 1983. 63 с.

<sup>10</sup> Газосигнализатор автоматический ГСА-12: техническое описание и инструкция по эксплуатации Ра 2.840.089 ТО/6181. 1983. 155 с.

В начале 1980-х гг. в войска поступила модернизированная автомобильная радиационная и химическая лаборатория АЛ-4М на шасси ЗИЛ-131. С 1985 г. взамен ПХЛ-54 выпускалась полевая химическая лаборатория ПХЛ-1, исполненная на базе ГАЗ-66 (рисунок 21).

На замену ППХР приняли полуавтоматический газоопределитель ПГО-11 (рисунок 22)<sup>11</sup>, способный работать от автономного источника электропитания.

В середине 1980-х гг. на снабжение поступил первый войсковой газосигнализатор ГСА-1 для определения паров ФОВ (рисунок 23). Принцип действия прибора основывался на ионизационном методе



Рисунок 21 – Внешний вид автолаборатории ПХЛ-1 (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 22 – Газоопределитель полуавтоматический ПГО-11 (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 23 – Внешний вид сигнализатора ГСА-1 (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

индикации. Газосигнализатор также комплектовался источником автономного питания.

В 1980-е гг. на вооружение приняли машины РХБ разведки на базе гусеничного малогабаритного бронированного транспорта-тягача ГТ-МУ для применения в районах Крайнего севера и Дальнего Востока – РХМ-С, затем РХМ-2С, который также использовался воздушно-десантными войсками (рисунок 24), а в 1990 г. – РХМ-2С-01 (на основе ГТ-МУ-1).



Рисунок 24 – Внешний вид РХМ-2 (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

<sup>11</sup> Газоопределитель полуавтоматический ПГО-11. Техническое описание и инструкция по эксплуатации, 1988. 42 с.

В 1991 г. в войска поступил комплекс приборов химической разведки КПХР-2, выпускавшийся в стационарном и бортовом исполнении. Первый предназначался для оснащения специальных фортификационных сооружений, второй – для оборудования разведывательных химических машин и вертолетов. В его состав входили газосигнализаторы автоматические ГСА-21Б и ГСА-12, а также сигнализатор аэрозолей автоматический СА-11Б.

В 1990 г. на замену ГСА-12 был принят ГСА-13, который не имел принципиальных конструктивных отличий от предшественника, но обладал более высоким быстродействием при несколько сниженных значениях чувствительности<sup>12</sup>.

Существенно повысить оперативность обнаружения облаков ОВ и обеспечить заблаговременное оповещение об угрозе поражения позволяет применение приборов на основе дистанционных методов индикации. Такие методы можно разделить на две группы – активные и пассивные. В случае активных методов производится зондирование атмосферы лазерным излучением с последующей регистрацией обратного, отраженного или рассеянного молекулами определяемого вещества излучения (т.н. лазерная локация). При пассивных методах регистрируется собственная тепловая эмиссия молекул. В конце 1980-х гг. в войска поступил комплекс наземной дистанционной химической разведки КДХР-1Н (рисунок 25) [11], принцип действия которого основан на активной локации. Пас-



Рисунок 25 – Комплекс наземной дистанционной химической разведки КДХР-1Н «Даль» (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 26 – Общий вид РХМ-4 в походном положении (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

сивный метод в Советском Союзе впервые реализован в приборе химической разведки дистанционного действия ПХРДД-1 в конце 1990-х, им дооснастили КДХР-1Н.

В начале 1990-х гг., взамен БРДМ-2рх и БРДМ-2рхб, на вооружение поступила машина РХБ разведки на базе БТР-80 – РХМ-4<sup>13</sup> (рисунок 26).

#### Постсоветский период

Сложная экономическая ситуация в стране, не помешала работам по совершенствованию приборной базы системы средств химической разведки. Разработки в этой области курировал 2-ой отдел средств РХБ разведки НТК. В частности, при участии И.Г. Коротеева был принят на снабжение войсковой лабораторный комплекс АЛ-5 на базовом шасси КамАЗ-4310с, также под его руководством разработаны приборы ГСА-2, ГСА-14 и КПХР-3 [11].

В середине 1990-х гг. на замену ГСА-1 приняли ГСА-2 (рисунок 27), способный передавать сигнал о химическом заражении по радиоканалу.

На замену ПРХР поступил малогабаритный приборный комплекс управления и контроля для системы защиты танков, БМП и базовых шасси от оружия массового поражения ПКУЗ-1<sup>14</sup> (в более поздней модификации ПКУЗ-1А)<sup>15</sup> (рисунок 28), в состав которого входил газосигнализатор ОВ вероятного противника ПКУЗ-1-2, основанный на ионизационном методе индикации.

В конце 1990-х гг. в войска поступил ряд простейших средств химического контроля. Это индивидуальное средство химического

<sup>12</sup> Газосигнализатор автоматический ГСА-13: техническое описание и инструкция по эксплуатации Ра 2.840.189 ТО, 1990. 62 с.

<sup>13</sup> Машина РХМ-4: техническое описание и инструкция по эксплуатации, 1988. 118 с.

<sup>14</sup> Газосигнализатор ПКУЗ-1-2: техническое описание ГС.2.840.002 ТО, 1988. 57 с.

<sup>15</sup> Приборный комплекс ПКУЗ-1А: руководство по эксплуатации АЕД1.570.001 РЭ, 2008. 89с.



Рисунок 27 – Внешний вид ГСА-2 (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 28 – Внешний вид ПКУЗ-1А (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

контроля ИСХК (рисунок 29), позволявшее обнаруживать ФОВ с помощью всех видов противогазов, войсковой индивидуальный комплект химического контроля ВИКХК (рисунок 30), а также, на замену пленки АП-1 – комплект химического контроля КХК-2, представлявший собой набор индикаторных бумаг для обнаружения аэрозоля и капель ФОВ (рисунок 31) [11].

Развитие науки и технологии способствовало внедрению в войсковую индикацию новых физико-химических методов.

Ранее отмечалось, что ионизационный метод индикации при высоком уровне быстродействия характеризуется относительно низкой специфичностью. Дальнейшее его совершенствование привело к появлению нового подхода к индикации ОВ, названному спектрометрией ионной подвижности, который позволил существенно повысить специфичность. Приборы, основанные на



Рисунок 29 – Индивидуальное средство химического контроля (ИСХК) (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 30 – Войсковой индивидуальный комплект химического контроля (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 31 – Комплект химического контроля (КХК-2) (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

этом методе, также имеют в своем составе ионизационную камеру с источником ионизирующего излучения (обычно это  $\beta$ -источник), а получаемые ионы затем перемещаются (дрейфуют) по ион-дрейфовой трубке в приложенном вдоль ее оси постоянном электрическом поле в направлении коллекторного электрода. Ионы, обладающие разной подвижностью, двигаются с различными скоростями, в результате чего происходит их разделение на группы. Таким образом они в разное время достигают коллекторного электрода и поочередно разряжаются на нем индуцируя появление электрического тока, который и регистрируется прибором. Ионный ток как функция времени дрейфа представляет собой спектр подвижности ионов, который позволяет распознать вещества. Первые серийные приборы данного типа были созданы в 1980-х гг., в частности портативный прибор Chemical Agent Monitor (САМ) (Великобритания, 1984), который применялся для групповой индикации ОВ [1]. В Российской Федерации данный метод впервые реализован в многоцелевом сигнализаторе паров ОВ и СДЯВ (сильно действующих ядовитых веществ) (ГС)<sup>16</sup> из состава комплекта приборов химической разведки КПХР-3 (принят взамен КПХР-2Б в 1998 г.). Помимо газосигнализатора в состав комплекта входит сигнализатор аэрозолей VX (СА)<sup>17</sup> (рисунок 32).

Для укомплектования РХМ-4 поступили газосигнализаторы ГСА-14 (рисунок 33) (комбинированный прибор, имевший низкое последствие, поскольку сочетал в себе иони-



Рисунок 32 – Комплекс наземной дистанционной химической разведки КДХР-1Н «Даль» (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

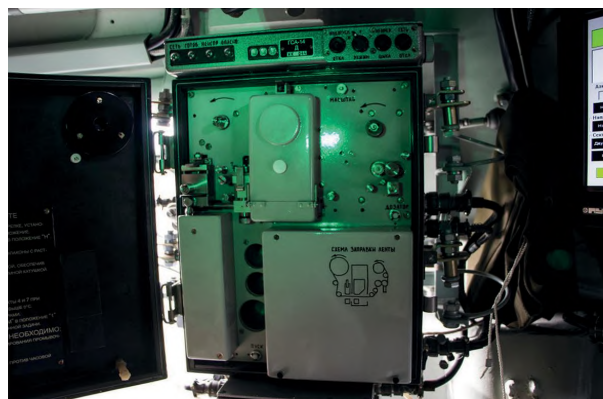


Рисунок 33 – Комплекс наземной дистанционной химической разведки КДХР-1Н «Даль» (фотография из архива ФГКВУОВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

зационную камеру и биохимический газосигнализатор ленточного типа<sup>18</sup>) и КПХР-3. КДХР-1Н доукомплектовали первым пассивным дистанционным прибором химической разведки – ПХРДД-1 (рисунок 34).

На замену Ми-24Р в 1997 г. приняли вертолет автоматизированной радиационной, химической и биологической разведки Ми-24РА.

Следует отметить явную тенденцию в направлении разработки комбинированных приборов, сочетающих в себе несколько методов индикации, которая сохраняется до настоящего времени. Также стала активно осваиваться ниша дистанционных приборов химической разведки.

В начале 2000-х гг. на снабжение поступили: войсковой газосигнализатор ГСА-3 (рисунок 35) (комбинированный прибор, сочетающий ионизационный и электрохимический методы индикации<sup>19</sup>), хромато-масс-спектрометр бортовой (ХМСБ) (рисунок 36) – первый мобильный хромато-масс-спектрометр, предназначенный для оснащения полевых лабораторий и плоские индикаторные элементы ИПЭ (рисунок 37) в качестве альтернативы индикаторным трубкам ВПХР.

Несколько позже взамен ГСА-3 на снабжение поступил комплект приборов для войскового оповещения о радиоактивном и химическом заражении КП-РХ, в состав которого входил прибор радиационного и химического контроля ГСА-3М.

<sup>16</sup> КПХР-3. Газосигнализатор ГС: руководство по эксплуатации 5И1.550.084 РЭ1, 1997. 97 с.

<sup>17</sup> Сигнализатор аэрозолей: техническое описание гЯ.2.840.012 ТО. 1997. 31 с.

<sup>18</sup> Газосигнализатор автоматический ГСА-14 : руководство по эксплуатации 5И1.550.081 РЭ, 2004. 140 с.

<sup>19</sup> Газосигнализатор ГСА-3: руководство по эксплуатации НЛПК/413445/004 РЭ. 48 с.



Рисунок 34 – Внешний вид прибора химической разведки дистанционного действия ПХРДД-1 (URL:<http://www.vitalyukuzmin.net/Military/RKhBZ-Troops/i-fH3XZQC/>; дата обращения:19.11.2023 г.)



Рисунок 36 – Аналитический блок МХМС на амортизационной платформе и ПЭВМ (фотография из архива ФГКВООУО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 35 – Внешний вид ГСА-3 (фотография из архива ФГКВООУО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 37 – Индикаторные плоские элементы (фотография из архива ФГКВООУО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

В 2003 г., взамен РХМ-2С, на вооружение поступила разведывательная химическая машина для воздушно-десантных войск РХМ-5 на базе БМД-3, которую в 2017 г. сменила РХМ-5М на основе базового шасси БТР-МДМ.

В середине 2000-х гг. приняли на вооружение РХМ-6<sup>20</sup> (рисунок 38), оснащенную прибором химической разведки дистанционного действия ПХРДД-2<sup>21</sup>, представлявшим собой устройство пассивного типа на основе ИК-Фурье (инфракрасной) спектроскопии [15], (рисунок 39). Тогда же в войска поступил комплекс лазерной наземной дистанционной, радиационной, химической и биоло-

гической разведки КЛН-РХБР (рисунок 40) на базе КамАЗ-6350 (взамен КДХР-1Н). В тот же период на вооружение приняли машину выявления и контроля радиационной и химической обстановки РХМ-7, выполненную на базовом шасси танка Т-72Б.

С 2008 г. в войсках появилась полевая химическая, биологическая и радиометрическая лаборатория дивизионного звена ПХЛ-2 (рисунок 41) на базе КамАЗ-6350, оснащенная ХМСБ, КПХР-3 и прибором газового контроля универсальным УПГК-ЛИМБ-СИ<sup>22</sup>. Она поступила на замену полевых лабораторных комплексов ПХЛ-1 и АЛ-5. В 2006 г.

<sup>20</sup> Машина РХМ-6: техническое описание и инструкция по эксплуатации. 2007. 131 с.

<sup>21</sup> Прибор химической разведки ПХРДД-2. ГО.2.85.00: руководство по эксплуатации ТУФН.201159.001 РЭ № 005. 2006. 54 с.

<sup>22</sup> Прибор газового контроля универсальный УПГК-ЛИМБ: руководство по эксплуатации ИМЛ.09.00.00.000 РЭ. 2003. 34 с.





Рисунок 38 – Общий вид РХМ-6 (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 39 – Внешний вид ПХРДД-2 (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России) [32]



Рисунок 40 – Внешний вид многоцелевого подвижного комплекса дистанционной РХБ разведки КЛН-РХБР (фотография из архива ФГКВООУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

приняли лабораторию радиометрическую и химическую автомобильную АЛ-4К на базовом шасси КАМАЗ-4350.

Ближе к концу 2000-х гг. на снабжение поступили: ПХРДД-3<sup>23</sup> (рисунок 42) – первый войсковой дистанционный прибор [16], принцип действия которого аналогичен ПХРДД-2, а также газосигнализатор общевойсковой автоматический ГСА-4<sup>24</sup> (рисунок 43) – первое устройство индикации на основе полупроводниковых сенсоров (взамен ГСА-3).

Для проведения химического контроля зараженности поверхностей вооружения и военной техники отравляющими веществами с целью определения необходимости проведения специальной обработки был разработан общевойсковой газосигнализатор ГСА-5 [17] (рисунок 44), принцип действия которого основан на спектрометрии ионной подвижности<sup>25</sup>.

В последние годы на вооружение приняты разведывательные химические машины РХМ-8 на базе ГАЗ-233114 «Тигр-М» (рисунок 45) и РХМ-9 на базе КАМАЗ-63969 «Тайфун-К» (рисунок 46), оснащенные газосигнализаторами ГС-Б, ГС-Н, сигнализатором аэрозолей бортовым (СА-Б), а также прибором дистанционного действия панорамного типа ПХРДД-4 [18]. Кроме того, РХМ-9 укомплектовывается хромато-масс-спектрометром бортовым (ХМС-Б).

Газосигнализатор автоматический бортовой (ГС-Б)<sup>26</sup> и газосигнализатор автоматический носимый (ГС-Н)<sup>27</sup> функционируют на основе метода спектрометрии ионной подвижности. Прибор химической разведки дистанционного действия ПХРДД-4 представляет собой ИК-Фурье спектро радиометр панорамного типа. К настоящему времени завершена разработка первого войскового панорамного прибора химической разведки дистанционного действия ПХРДД-5.

Также для оснащения машин химической разведки на снабжение поступил комплекс химического контроля автоматизированный (КХКА), представляющий собой бортовой хромато-масс-спектрометр, оснащенный устройством отбора воздушных, жидких и твердых проб.

<sup>23</sup> Прибор химической разведки ПХРДД-3. ГО.1.26.10: руководство по эксплуатации ЦПКЖ201159.001 РЭ. 2007. 86 с.

<sup>24</sup> Газосигнализатор ГСА-4: руководство по эксплуатации ИСУЯ.413213.002 РЭ. 2009. 29 с.

<sup>25</sup> Газосигнализатор автоматический общевойсковой ГСА-5: руководство по эксплуатации ИЮВТ.413542.001 РЭ. 2014. 131 с.

<sup>26</sup> Газосигнализатор ГС-Б: Руководство по эксплуатации ИЮВТ.413442.019РЭ. 2019. 55 с.

<sup>27</sup> Газосигнализатор ГС-Н: Руководство по эксплуатации ИЮВТ.413442.018РЭ. 2019. 56 с.



Рисунок 41 – Внешний вид ПХЛ-2 (фотография из архива ФГКВОУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 44 – Общий вид ГСА-5 (фотография из архива ФГКВОУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

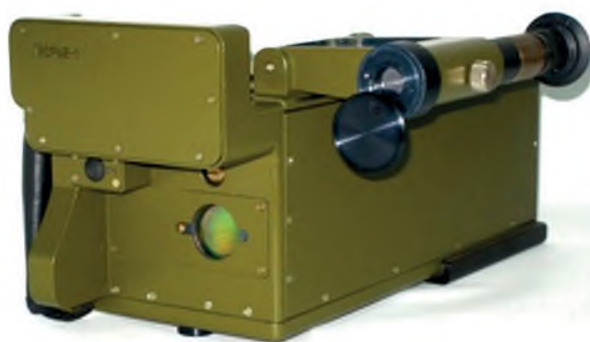


Рисунок 42 – Прибор химической разведки дистанционного действия ПХРДД-3 (фотография из архива ФГКВОУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 45 – Разведывательная химическая машина РХМ-8 (фотография из архива ФГКВОУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 43 – Газосигнализатор автоматический ГСА-4 (фотография из архива ФГКВОУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)



Рисунок 46 – Разведывательная химическая машина РХМ-9 (фотография из архива ФГКВОУВО «ВА РХБ защиты» Минобороны России)

Следует отметить, что постсоветский этап истории развития средств химической разведки отличается наибольшим разнообразием реализованных методов индикации и принятых на снабжение образцов, а также высоким техническим уровнем их исполнения. Это можно связать как с ростом общего уровня научного и технического

развития в мире, так и с научно-производственной базой, заложенной в советский период.

Хронология появления в войсках средств химической разведки и контроля, полевых химических лабораторий и разведывательных химических машин отражена в таблице 2.

Таблица 2 – Хронология принятия на снабжение (вооружение) средств химической разведки и контроля, полевых химических лабораторий и разведывательных химических машин (данные авторов)

Название	Дата принятия (год)	Метод индикации (для приборов)/оснащение приборами химической разведки (для машин)
АЛ-2	1939 г.	химический
СХР-3	1940 г.	химический
ПХР-40	1940 г.	химический
СХР-4	1942 г.	химический
ПХР-43	1943 г.	химический
ПХР-46	1946 г.	химический
ПХЛ-46	1946 г.	химический
ПХР-54	1954 г.	химический
УПИ	1950-е	химический
ПХЛ-54	1954 г.	химический
ИТ-13-37	1956 г.	химический (люизит и азотистый иприт)
ИТ-15-30	1956 г.	химический (адамсит и хлорацетофенон)
ИТ-45	1957 г.	химический (фосген, дифосген и синильная кислота, хлорциан)
ГСП-1	10.10.1957 г.	химический
АЛ-3	1957 г.	химический
БТР-40ХР	1958 г.	ГСП-1; ПХР-54; КПО-1
ИТ-44	19.11.1959 г.	биохимический (ОВ типа зарин и зоман)
БРДМ-рх	23.01.1960 г.	ГСП-1; ПХР-54; КПО-1
ГАЗ-69рх	26.06.1962 г.	ГСП-11; ППХР; ПХР-54; КПО-1
ППХР	31.03.1962 г.	химический/биохимический
ВПХР	26.10.1963 г.	химический/биохимический
АЛ-4	22.07.1965 г.	химический/биохимический
ГСП-11	23.08.1965 г.	биохимический
БРДМ-2рх	05.07.1968 г.	ГСП-11, ППХР, ВПХР, КПО-1
ПРХР	06.07.1972 г.	ионизационный
РХМ	03.03.1972 г.	ГСП-11; ППХР; ВПХР; КПО-1
АП-1	30.03.1973 г.	химический
ИТ-46	30.03.1973 г.	химический (ОВ типа «ВZ»)
КРПП	10.03.1976 г.	ГСП-11, ВПХР
ИТ-47	08.09.1977 г.	химический (CS)
ГСА-12	23.12.1979 г.	биохимический
УАЗ-469рх	ноябрь 1979 г.	ГСП-11 (ГСА-12); ППХР; ВПХР; КПО-1
БРДМ-2рхб	15.07.1979 г.	ГСП-11 (ГСА-12); ВПХР; КПО-1
РХМ-К	21.01.1980 г.	ПРХР, ВПХР, КПО-1
ПГО-11	15.04.1981 г.	химический/биохимический
КПХР	25.04.1981 г.	биохимический
АЛ-4М	26.06.1981 г.	химический/биохимический
ИТ-48	21.10.1982 г.	химический (ОВ типа «CR»)
ИТ-49	04.11.1983 г.	химический (ОВ типа «CS»)
РХМ-С	19.07.1983 г.	ВПХР, ГСА-12, КПО-1
РХМ-2С	14.01.1984 г.	ГСА-12; ППХР; ПРХР; ВПХР; КПО-1
ПХЛ-1	07.04.1985 г.	химический/биохимический
ГСА-1	02.05.1985 г.	ионизационный
ИТ-51	26.09.1985 г.	биохимический (ОВ типа зарин, зоман и VX)
ПХЛ-54М	1988 г.	биохимический/химический
КДХР-1Н	23.12.1989 г.	дистанционный активный ГСА-12; ПГО-11; КПО-1
ГСА13	1990 г.	биохимический
РХМ-4(01)	22.09.1990 г.	ГСА-12(ГСА-13); ПГО-11; ВПХР; КПО-1
РХМ-2С-01	17.09.1990 г.	ПРХР, ГСА-12, ВПХР, ППХР, КПО-1

Продолжение таблицы 2

Название	Дата принятия (год)	Метод индикации (для приборов)/оснащение приборами химической разведки (для машин)
ГСА-13	01.03.1990 г.	биохимический
КПХР-2С	30.11.1991 г.	биохимический, сенсор
КПХР-2Б	30.11.1991 г.	биохимический, сенсор
ПКУЗ-1	16.08.1992 г.	ионизационный
АЛ-5	24.08.1994 г.	хроматография, масс-спектрометрия, химический/биохимический
ГСА-2	21.11.1996 г.	ионизационный
КХК-2	27.02.1997 г.	химический
ИСХК	27.02.1997 г.	биохимический
МИ-24РА	21.10.1997 г.	ГСА-13, КПХР-2Б, ГСА-1, ПГО-11
ВИКХК	17.07.1998 г.	химический/биохимический
ГСА-14	17.07.1998 г.	ионизационный/биохимический
КПХР-3	26.12.1998 г.	спектрометрия ионной подвижности/сенсор
ПХРДД-1	14.08.1998 г.	дистанционный пассивный
ГСА-3	04.01.2001 г.	ионизационный/электрохимический
МХР	26.07.2001 г.	ВПХР, УПГК, ГСА-1, ПГО-11
ХМСБ	18.09.2002 г.	хромато-масс-спектрометр
ИПЭ	28.10.2003 г.	химический/биохимический
РХМ-5	19.06.2003 г.	ГСА-14Б, КПХР-3, ГСА-2, ВПХР
ПХРДД-2	18.02.2004 г.	дистанционный пассивный
КП-РХ	23.03.2005 г.	ГСА-3М, ПХРК
РХМ-7	23.03.2005 г.	КПХР-3, ВПХР
РХМ-6	10.08.2006 г.	ГСА-14Б; ПХРДД-2Б; ВПХР; КПХР-3; КПО-1
АЛ-4К	28.10.2006 г.	химический/биохимический
КРПП-К	28.10.2006 г.	ГСА-12, ВПХР
КЛН-РХБР	10.08.2006 г.	дистанционный активный
ГСА-5	2007 г.	спектрометрия ионной подвижности
ПХЛ-2	08.04.2008 г.	ХМСБ, УПГК, КПХР-3, ВПХР, ВИКХК
ГСА-4	08.04.2008 г.	электрохимический сенсор
ПХРДД-3	2010 г.	дистанционный пассивный
ИТ-52	2014 г.	биохимический
КХКА	2015 г.	хромато-масс-спектрометр
ПХРДД-4	2017 г.	дистанционный пассивный
РХМ-5М	2017 г.	КПХР-3, ВПХР, ПХРДД-3,
ВПХР-2М	02.10.2019 г.	химический/биохимический
РХМ-8	30.06.2021 г.	ГС-Б, ГС-Н, СА-Б, ПХРДД-4
РХМ-9	14.01.2022 г.	ГС-Б, ГС-Н, СА-Б, ПХРДД-4, ХМС-Б
ПХРДД-5	пока не принят	дистанционный пассивный панорамного типа

*Примечание.*  
Средства химической разведки войск РХБ защиты (химических войск, химической службы) выделены серым фоном, войсковые средства химической разведки – на белом фоне.

В настоящее время доминирующее положение занимают средства химической разведки, основанные на физико-химических методах анализа: спектрометрии ионной подвижности (газосигнализаторы ГС-Б, ГС-Н), хромато-масс-спектрометрии (ХМС-Б) и ИК-Фурье спектроскопии, реализованной в приборах дистанционного действия панорамного типа (ПХРДД-4). Химический

и биохимический метод остался в нише простейших средств индикации, но, вероятно, в дальнейшем будет вытеснен технологией химических и биохимических сенсоров.

В 2000-х гг. упор делали на развитие дистанционных средств химической разведки, совершенствование войсковых газосигнализаторов и оснащение полевых химических

лабораторий универсальными приборами, определяющими широкий спектр химических веществ.

В 2010-е гг. в состав специального оборудования машин химической разведки включили приборы химической разведки дистанционного действия панорамного типа.

В настоящее время наблюдается тренд на универсализацию технического оснащения машин химической разведки: они комплектуются хромато-масс-спектрометрами (ранее применялись только в составе полевых химических лабораторий) и спектрометрами ионной подвижности (как возимыми, так и выносными). В ближайшее время на снабжение поступит первый войсковой прибор химической разведки дистанционного действия панорамного типа.

За рубежом также распространены устройства, в которых реализован метод спектрометрии ионной подвижности (JCAD SLA, JUNO (США), ChemProX (Финляндия)) и масс-спектрометрии (M908 (США)) [19].

Кроме того, там наблюдается тенденция разработки компактных устройств для личного пользования, основанных на различных аналитических методах. В частности, портативные приборы на основе инфракрасной спектроскопии – HazMatID Elite (Великобритания) и спектроскопии комбинационного рассеяния света – ACE-ID (Smiths Detection), Progeny ResQ и ResQ COL (Rigaku Analytical Devices), Resolve (Cobalt). Биохимический метод индикации реализован в спрее-индикаторе Agentase C2 фирмы FLIR Systems (США) который позволяет выявлять ОВ на различных поверхностях даже в следовых количествах [19].

К комбинированным системам, объединяющим преимущества различных методов индикации можно отнести прибор химического контроля Gemini (Thermo Scientific, США), в котором используются: инфракрасная спектроскопия с Фурье преобразованием и спектроскопия комбинационного рассеяния света; а также портативный хромато-масс-спектрометр Griffin G510 (FLIR Systems), комбинирующий методы газовой хроматографии и масс-спектрометрии [19].

Среди современных западных средств дистанционного обнаружения ОВ можно выделить следующие: прибор JSLSCAD (США), мобильную систему iMCAD, комплекс химической разведки Second Sight (Франция), газосигнализатор RAPIDplus (США), систему обнаружения опасных химических веществ PORTHOS (США), а также активный лидар Falcon 4G (Словакия) [19]. Первые четыре устройства относятся к приборам пассивного типа, регистрирующим инфракрасное излучение, как и изделия линейки ПХРДД. Лидар использует перенастраиваемые углекислотные лазеры.

#### Заключение

В целом развитие отечественных средств индикации ОВ идет в канве общемировых тенденций. Одной из современных тенденций является разработка комбинированных устройств на основе сочетания нескольких методов индикации. В настоящее время ведущее положение занимают технические средства дистанционной химической разведки и приборы, принцип действия которых основан на спектрометрии ионной подвижности и хромато-масс-спектрометрии.

#### Список источников/References

1. Рыбальченко ИВ. Идентификация токсичных химикатов. Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. 2002;46(4):64–70.  
Rybalchenko I.V. Identification of toxic chemicals. Journal of Russian Chemical Society named after Mendeleev. 2002;46(4):64–70.
2. Краушанов СН. Химия удушливых газов. Краткое руководство для инструкторов и монтеров по газовому делу. Вып.1. Одесса. 1917.  
Kraushanov S.N. The Chemistry of Suffocating Gases. A Short Guide for Instructors and Fitters in the Gas Business. Issue 1. Odessa: 1917 (in Russian).
3. Авинович ЯЛ. Химическая война и оборона СССР. М.; 1927.  
Avinovitsky Ya L Chemical warfare and defense of the USSR. Moscow; 1927 (in Russian).
4. Алексеевский ЕВ. Аналитическая химия отравляющих веществ. М.; 1933.
5. Alekseevsky EV. Analytical chemistry of toxic substances. Moscow; 1933 (in Russian).
6. Коренман ИМ. Индикация боевых отравляющих веществ. Горький; 1942.  
Korenman IM. Indication of chemical warfare agents. Gorky; 1942 (in Russian).
7. Стромский ВВ, Адамович ИС. Индикация БОВ. М.; 1939.  
Stromsky VV, Adamovich IS. Indication of chemical warfare agents. Moscow; 1939 (in Russian).
8. Старков ЕГ, Ковтун ВА, Полищук ИП, Смирнов АМ, Колесников ВФ, Борисов ЮИ и др. Войска радиационной, химической и биологической защиты 100 лет. Военно-исторический очерк, посвященный сто-

летию со дня образования войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации. М.; 2018.

Starkov EG, Kovtun VA, Polishchuk IP, Smirnov AM, Kolesnikov VF, Borisov YuI, et al. *The Troops of Radiation, Chemical and Biological Protection are 100 Years Old. Military-Historical Essay Dedicated to the Centenary of the Formation of the Radiation, Chemical and Biological Protection Troops of the Armed Forces of the Russian Federation.* Moscow; 2018 (in Russian).

9. Кнунянц ИЛ, Соборовский ЛЗ. *Технические средства индикации боевых отравляющих веществ.* М.; 1943.

Knunyants IL, Soborovsky LZ. *Technical Means of Indication of Chemical Warfare Agents.* Moscow: 1943 (in Russian).

10. Батуев СЯ, Горбатов ИИ, Захаров ГГ. *История химических войск и химической службы Советской армии (1918–1945 гг.). Часть I.* М.; 1983.

Batuev SY, Gorbатов II, Zakharov GG. et al. *History of Chemical Troops and Chemical Service of the Soviet Army (1918-1945). Part I.* Moscow; 1983 (in Russian).

11. *Военно-химическое дело.* М.; 1947.

*Military chemical affairs.* Moscow; 1947 (in Russian).

12. Глудин ВМ, Мазничко АА, Ильин ЛН, Токарев КФ, Шукалин ПН. *Мы защитили Россию (исторический очерк о создании и деятельности научно-технического комитета, Управления заказов, производства и снабжения и Управления биологической защиты УНВ РХБ и защиты МО РФ).* М.; 2000.

Gludin VM, Maznichko AA, Ilyin LN, Tokarev KF, Shukalin PN. *We have Defended Russia (a historical essay on the creation and activities of the Scientific and Technical Committee, the Department of Orders, Production and Supply and the Department of Biological Protection of the Department of the Chief of the Radiation, Chemical and Biological Protection Troops of the Ministry of Defense of the Russian Federation).* Moscow; 2000 (in Russian).

13. Стерлин РН, Чеботарев ОВ. *Боевые отравляющие вещества и технические средства химической разведки.* М.; 1966.

Sterlin RN, Chebotarev OV. *Chemical Warfare Agents and Technical Means of Chemical Reconnaissance.* Moscow; 1966 (in Russian).

14. *Военно-химическое дело.* М.; 1950.

*Military Chemical Business.* Moscow; 1950 (in Russian).

15. Дмитриев ДМ. *История химических войск и химической службы Советской армии (1946–1977 гг.). Часть II.* М.; 1982.

Dmitriev DM. *History of chemical troops and chemical service of the Soviet Army (1946–1977). Part II.* Moscow; 1982 (in Russian).

16. Горчаковский СН, Дроздов МС, Ивлев ОА, Кочиков ИВ. Дистанционный газовый анализ атмосферы при помощи пассивного Фурье-спектрометра. Конструкция и тестовые испытания. *Известия РАН, Энергетика.* 1999;2:111–9.

Gorchakovskiy SN, Drozdov MS, Ivlev OA, Kochikov IV. et al. *Remote gas analysis of the atmosphere using a passive Fourier spectrometer. Design and testing.* News of the Russian Academy of Sciences, Energy. 1999;2:111–9.

17. Бойко АЮ, Дворук СК, Корниенко ВН, Кочиков ИВ, Лельков МВ, Морозов АН. Портативный Фурье-спектрометрический с неохлаждаемым фотоприемником. *Вестник МГПУ им. Н.Э. Баумана, Сер Естественные науки.* 2006;2:94–107.

Boiko AYU, Dvoruk SK, Kornienko VN, Kochikov IV, Lelkov MV, Morozov AN. Portable Fourier spectroradiometer with an uncooled photodetector. *Bulletin of Moscow State Pedagogical University named after N.E. Bauman, Ser Natural Sciences.* 2006; 2:94–107.

18. Иноземцев ВА, Ефимов ИН, Позвонков АА., Самородов АС, Пономарев ВН, Колбинева СС. Применение современных технических средств химической разведки и контроля для обнаружения и идентификации взрывчатых веществ. *Вестник РХБ защиты.* 2022;6(3):355–64. EDN:DVOLJH.

<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-4-355-364>

Inozemcev VA, Efimov IN, Pozvonkov AA, Samorodov AS, Ponomarev VN, Kolbinaeva SS. Application of Modern Technical Means of Chemical Reconnaissance and Control for the Detection and Identification of Explosives. *Journal of NBC Protection Corps.* 2022;6(3):355–64. EDN:DVOLJH.

<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-4-355-364>

19. Башкин СВ, Карфидов АО, Корниенко ВН, Лельков МВ, Миронов АЮ, Морозов СИ. Панорамный Фурье-спектрометр с многоэлементным фотоприемным устройством на спектральный диапазон 7–14 мкм. *Оптика и спектроскопия.* 2016;121(3):485–91. EDN:WHYWUJ.

Bashkin SV, Karfidov AO, Kornienko VN., Lelkov MV, Mironov AYU, Morozov SI. Panoramic Fourier spectrometer with a multi-element photodetector device for the spectral range of 7–14 microns. *Optics and spectroscopy.* 2016;121(3):485–91. EDN:WHYWUJ.

<https://doi.org/10.7868/S0030403416090051>

20. Лопатина НБ, Фролов ДВ. Основные направления развития средств радиационной, химической и биологической разведки зарубежных стран. *Вестник войск РХБ защиты*. 2020;4:470–83.

Lopatina NB, Frolov DV. The Principal Trends of the Development of Radiological, Chemical and Biological Detection Equipment of Foreign Countries. *Journal of NBC Protection Corps*. 2020;4:470–83. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-470-483>

#### **Вклад авторов / Authors' contributions**

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: **А.Н. Петухов** – формирование концепции статьи, сбор, анализ и систематизация информации, изложенной в научной литературе, написание текста, редактирование рукописи; **В.В. Вильчик** – критические обсуждения материалов статьи; **Т.В. Шустикова** – составление рисунков; **Д.М. Имамов** – редактирование текста рукописи; **М.С. Молчанов** – анализ данных научной литературы. / All the authors confirm that they meet the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) criteria for authorship. The most significant contributions were as follows. *A.N. Petukhov* – elaboration of the concept of the paper; collection, analysis and systematization of scientific literature; writing and editing of the article; *V.V. Vilchik* – critical discussion of the article; *T.V. Shustikova* – prepared the pictures; *D.M. Imamov* – edited the manuscript; *M.S. Molchanov* – analysed scientific literature.

#### **Сведения о рецензировании / Peer review information**

Статья прошла двустороннее анонимное «слепое» рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе / The article has been double-blind peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

#### **Об авторах / Authors**

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» Министерства обороны Российской Федерации, 156015, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Горького д. 16.

*Петухов Алексей Николаевич*. Старший преподаватель кафедры, канд. биол. наук, доцент.

*Вильчик Вадим Викторович*. Доцент кафедры, канд. техн. наук.

*Шустикова Тамара Владимировна*. Научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории.

*Имамов Динис Миннигалеевич*. Младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории.

*Молчанов Михаил Сергеевич*. Старший преподаватель кафедры, доцент.

**Контактная информация для всех авторов:** varhbz@mil.ru

**Контактное лицо:** Петухов Алексей Николаевич; varhbz@mil.ru

The Federal State Official Military Educational Establishment of Higher Education “Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Defense by name of Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko” of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Gorkogo Street 16, Kostroma, 156015, Russian Federation.

*Aleksey N. Petukhov*. Senior Lecturer of the Department. Candidate of Biological Sciences, Associate Professor.

*Vadim V. Vilchik*. Associate Professor of the Department. Cand. Sci. (Techn.).

*Tamara V. Shustikova*. Researcher of the Scientific and Researcher Department.

*Dinis M. Imamov*. Junior Researcher of the Scientific and Researcher Department.

*Mikhail S. Molchanov*. Senior Lecturer of the Department. Associate Professor.

**Contact information for all authors:** varhbz@mil.ru

**Contact person:** Aleksey N. Petukhov; varhbz@mil.ru