

УДК 614.87

DOI: 10.46548/21vek-2020-0950-0009

## ПОРТАТИВНАЯ ЭКСПРЕСС-ЛАБОРАТОРИЯ ЭКСПРЕСС-ОБНАРУЖЕНИЯ АГРЕССИВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

© 2020

**Пашинин Валерий Алексеевич**, доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры «Химия и инженерная экология»

*«Российский университет транспорта (МИИТ)»*

*(127994, г. Москва, Российская Федерация, ул. Образцова, д. 9, строение 9, г., e-mail: info@rut-miit.ru)*

**Косырев Павел Николаевич**, к.т.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник

*Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и  
чрезвычайных ситуаций МЧС России*

*(121352, г. Москва, ул. Давыдовская, 7, e-mail: kosyrevp@mail.ru)*

**Зубрев Николай Иванович**, кандидат технических наук,  
профессор кафедры «Высшая математика и Естественные науки»

*Российский университет транспорта (МИИТ)*

*(125190, Россия, г. Москва, Часовая ул., 22/2, e-mail: nZubrev@mail.ru)*

**Панфилова Марина Ивановна**, кандидат химических наук, доцент кафедры ФиСА

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

*(129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, e-mail: 012340@mail.ru)*

**Коростелева Анна Владимировна**, кандидат технических наук,

доцент кафедры «Биотехнологии и техносферная безопасность»

*Пензенский государственный технологический университет*

*(440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11, e-mail: anna-korostelyova@yandex.ru)*

**Аннотация.** В статье рассматривается применение портативной химической экспресс-лаборатории модульного типа для группового экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ на поверхностях объектов и в воде. В качестве агрессивных химических веществ рассматриваются вещества щелочного и кислого характера, окислители, производные диметилгидразина и аммиак. Групповое экспресс-обнаружение агрессивных химических веществ осуществляется путём использования набора четырёх аэрозольных устройств, заполненных соответствующими индикаторными рецептурами на данные группы веществ. После разбрызгивания индикаторных рецептур на поверхности объектов или в пробы воды осуществляют наблюдение за появлением характерного индикационного эффекта от каждой рецептуры. О типе загрязнителя судят по комбинации получаемых индикационных эффектов. Четыре аэрозольных устройства на данные группы веществ размещены в кейсе специальной конструкции, обеспечивающем удобство переноски и их применения.

**Ключевые слова:** аэрозольное устройство, агрессивное химическое вещество, групповое экспресс-обнаружение, проба воды, поверхность объектов, химическая экспресс-лаборатория модульного типа.

## PORTABLE EXPRESS LABORATORY FOR EXPRESS DETECTION OF AGGRESSIVE CHEMICALS

©2020

**Pashinin Valery Alekseevich**, doctor of technical Sciences, Professor,  
Professor of the Department of Chemistry and engineering ecology»

*Russian University of transport (MIIT),*

*(9 Obraztsova str., building 9, Moscow, Russian Federation, 127994, e-mail: info@rut-miit.ru)*

**Kosyrev Pavel Nikolaevich**, candidate of technical Sciences, SNS., leading researcher of

*All-Russian research Institute for civil defense and emergency situations of the EMERCOM of Russia,*

*(7 davydkovskaya str., Moscow, 121352, e-mail: kosyrevp@mail.ru)*

**Zubrev Nikolay Ivanovich**, candidate of technical Sciences,

Professor of the Department of Higher mathematics and natural Sciences »

*Russian University of transport (MIIT),*

*(22/2 chasovaya street, Moscow, 125190, Russia, e-mail: nZubrev@mail.ru)*

**Panfilova Marina Ivanovna**, candidate of chemical Sciences, associate Professor of the Department of FISA

*Research Moscow state University of civil engineering national*

*(26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russia, e-mail: 012340@mail.ru)*

**Korosteleva Anna Vladimirovna**, candidate of Technical Sciences

Associate Professor of the Department of Biotechnology and Technosphere Security

*Penza state University of technology*

*(440039, Russia, Penza, baidukova passage/Gagarin street, 1A / 11, e-mail: anna-korostelyova@yandex.ru)*

**Abstract.** In the article examines the use of a portable modular type chemical express laboratory for group express

detection of aggressive chemicals on the surfaces of objects and in water. The most aggressive chemicals are alkaline and acidic substances, oxidizers, dimethylhydrazine and ammonia derivatives. Group rapid detection of aggressive chemicals is carried out by using a set of four aerosol devices filled with appropriate indicator formulations for these groups of substances. After splashing the indicator formulations on the surface of objects or in water samples, they monitor the appearance of a characteristic indication or indication effect from each formulation. The type of pollutant is judged by the combination of the effects received. Four aerosol devices on these groups of substances are placed in a case of special design, providing the convenience of carrying and their use.

**Keywords:** aerosol device, aggressive chemical, group express detection, water sample, surface of objects, chemical express laboratory of modular type.

**Введение.** Для улучшения охраны труда работников, связанных с контактированием с аварийно-химически опасными соединениями, при аварийных ситуациях, например, при разливе, смешении этих соединений друг с другом с возможным образованием взрыва или возникновения пожара возникает необходимость разработки их методов экспресс обнаружения. Идентификация типа загрязнения агрессивными химическими веществами поверхностей объектов обусловлена также необходимостью выбора соответствующих дегазирующих рецептур для быстрого проведения обеззараживания загрязнённых поверхностей.

В качестве агрессивных химических веществ (АХВ) рассматриваются вещества щелочного и кислого характера, окислители, производные диметилгидразина и аммиак. К производным диметилгидразина и аммиака относится несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил), являющийся основным компонентом ракетного топлива, гидроксил аммония. К агрессивным химическим веществам относят соединения кислого (сильные и слабые кислоты) и щелочного характера (сильные и слабые основания), а также различные окислители (азотная, серная кислоты, перекись водорода и др.)

Для обнаружения веществ кислого и щелочного характера ранее использовался способ с применением индикаторных бумаг и специальных билетов, при проведении которого необходимым условием являлось обязательное присутствие оператора и непосредственный контакт оператора с загрязнённой поверхностью. В условиях проведения анализа работник подвергался вредному воздействию опасных соединений, отрицательно воздействующих на его здоровье. Поэтому **целью** исследования явилась необходимость разработки экспресс-метода определения АХВ.

**Материалы и результаты исследований.** Для экспресс-обнаружения АХВ и соединений урана в 2019 году была рекомендована для МЧС России портативная экспресс-лаборатория модульного типа ПХЛ МТ [1-6]. Модуль № 1 данной лаборатории предназначен для обнаружения загрязнённости поверхностей объектов агрессивными химическими веществами (рис. 1,2). Содержит четыре аэрозольных устройства с индикаторными рецептурами: на АХВ щелочного характера (АУ-2), кислого характера (АУ-3), производные диметилгидразина и аммиака (АУ-5), вещества окислительного характера (АУ-6).



Рисунок 1 – Внешний вид типового модуля ПХЛ МТ в закрытом положении



Рисунок 2 – Модуль № 1 в открытом положении

В модуле используется универсальное аэрозольное устройство (АУ), состоящее из флакона, имеющего распылитель и заполненный специфичной индикаторной смесью на агрессивные химические вещества. На поверхность аэрозольного устройства наносится этикетка методом шелкографии, обеспечивающей сохранение целостности этикетки при попадании на неё различных растворителей. В случае если тип АХВ известен, то для его обнаружения используют соответствующее аэрозольное устройство. Если тип загрязнения поверхностей объектов не известен, то с помощью всех четырёх аэрозольных устройств производится экспресс-обнаружение характера загрязнения поверхности загрязняющими веществами [7]. В его основе лежит нанесение индикаторной смеси с удаленного расстояния от 10 до 15 см с использованием выше перечисленных четырёх типов аэрозольных устройств.

В составе индикаторной смеси используется (масс.%): 0,1 - 0,4 йодид калия, 0,1 - 0,3, глицерина, от 5 - 20, кислоты уксусной 0,3 - 1,5, трехводного ацетата натрия 0,4 - 3; с добавлением до полного объема 100 мл дистиллированной водой [8-11]. Для анализа веществ щелочного характера применяют 0,5-1 масс.% раствор индикатора фенолфталеина в этиловом спирте [12].

При определении веществ кислого характера используют 0,05-0,1 масс.% раствор каждого в отдельности или смеси двух индикаторов метилового красного и метилового желтого в объемном соотношении 1:1 в этиловом спирте. Для обнаружения слабых органических кислот типа уксусной, используют от 0,05 до 0,1 масс.% раствор 4-диэтиламиноазобензола в этиловом спирте [13], а для определения производных диметил- гидразина и аммиака 10- 20 масс.% раствор ацетата кобальта (II) в дистиллированной воде [14,15].

Групповое экспресс-обнаружение типа АХВ достигается тем, что производят распыление четырёх указанных выше индикаторных рецептур на различные участки обследуемой поверхности и проводят наблюдение появляющегося индикаторного эффекта от каждой из четырёх рецептур. А о типе загрязнения поверхности судят по комбинации появляющегося индикаторного эффекта на этих четырёх участках обследуемой поверхности в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Возможный тип загрязнителя поверхности в зависимости от показаний аэрозольных устройств

№ п/п	Типы индикаторов				Возможный тип загрязнителя
	АУ-2	АУ-3	АУ-5	АУ-6	
1	–	–	–	–	Загрязнение отсутствует
2	+	–	–	–	Присутствуют продукты щелочного характера, за исключение аммиака и гидроксида аммония
3	–	+	–	–	Присутствуют продукты кислого характера (соляная, уксусная, фосфорная, разбавленная серная кислоты, и др.)
4	–	–	+	–	Присутствуют производные диметилгидразина
5	–	–	–	+	Присутствуют продукты окислительного характера (хлор, бром, пероксид водорода и др.)
6	+	–	+	–	Присутствует аммиак или гидроксид аммония
7	–	+	–	+	Возможно наличие азотной, концентрированной серной и других кислот, проявляющих окислительные способности

При этом использовано свойство концентрированной азотной и серной кислот, а также разбавленной азотной кислоты проявлять окислительные способности, а аммиака, также как и производных диметилгидразина, проявлять восстановительные свойства. Поэтому при срабатывании только аэрозольного устройства на вещества щелочного характера можно идентифицировать присутствие данной группы веществ, за исключением аммиака и гидроксида

аммония; в случае одновременного срабатывания аэрозольных устройств на щёлочь и производные диметилгидразина можно идентифицировать наличие аммиака и гидроксида аммония (аммиачной воды). Подтверждением присутствия аммиака и аммиачной воды является также характерный резкий запах.

Срабатывание аэрозольного устройства только на кислоты позволяет идентифицировать присутствие продуктов кислого характера (например, соляная кислота, разбавленная серная кислота и др.). Срабатывание аэрозольного устройства только на окислители позволяет идентифицировать наличие продуктов окислительного характера (например, хлор, бром, гипохлорит натрия и др.). В случае одновременного срабатывания аэрозольных устройств на кислоты и окислители можно идентифицировать наличие концентрированной и разбавленной азотной, концентрированной серной, а также других кислот, проявляющих окислительные способности.

Портативная химическая лаборатория ПХЛ МТ может использоваться и для проведения группового экспресс-обнаружения АХВ в воде. Основными источниками возможных чрезвычайных ситуаций и химической опасности являются случаи утечки и попадания в воду АХВ, в том числе являющихся компонентами ракетного топлива [16-18]. Основными компонентами жидкого реактивного топлива в настоящее время являются меланж (смесь концентрированных азотной и серной кислот), используемый в качестве окислителя, и несимметричный диметилгидразин, применяемый в качестве восстановителя.

Следует отметить, что несимметричный диметилгидразин (НДМГ) при взаимодействии с окислителями выделяется большое количество энергии, что может носить взрывной характер. В воде НДМГ довольно быстро разлагается, но как сам НДМГ, так и продукты его частичного разложения, являются токсичными соединениями. Поэтому не исключены случаи получения поражений людьми, попавшими на загрязнённую НДМГ территорию и водоём.

Необходимость обнаружения загрязнённости воды всеми четырьмя группами АХВ обусловлена также выбором соответствующих дегазирующих рецептур для её обеззараживания (дегазации). В настоящее время для их обнаружения используют различные тест-наборы и инструментальные методы анализа. Они, как правило, требуют проведения отбора проб воды с последующим их анализом в специализированных лабораториях. Известен способ обнаружения наличия в воде продуктов кислого и щелочного характера с помощью набора универсальных индикаторных бумаг. Известны способы определения наличия НДМГ путем распыления реагента с использованием аэрозольного устройства, где в качестве реагента используют растворы хлорида, нитрата, сульфата или ацетата кобальта (II) в воде, с многократным пополнением индикатора [15].

Для обнаружения в пробах воды всех четырёх групп АХВ, включающих вещества щелочного ха-

рактера, вещества кислого характера, окислители и производные диметилгидразина необходимо одновременно использовать универсальные индикаторные бумаги, бумаги на окислители и индикаторную рецептуру на НДМГ. Недостатками приведенных выше способов с помощью индикаторных бумаг являются однократность их использования, ограниченный интервал рабочих температур и срок сохранения работоспособности во вскрытом состоянии, необходимость непосредственного контакта с обследуемой пробой. При этом необходимо также использовать дополнительные реактивы и принадлежности.

Предлагаемым техническим результатом является способ обеспечения многократного группового экспресс-обнаружения АХВ в воде. Что достигается расширением эксплуатационных возможностей за счёт использования универсальных аэрозольных устройств с групповыми специфическими индикаторными рецептурами, увеличения рабочего интервала температур и срока хранения индикаторных рецептур, обеспечения многократности использования, удобства и безопасности проведения работ.

При этом о наличии типа АХВ судят по комбинации появляющихся характерных индикационных эффектов в воде в соответствии с характером эталона, нанесённого на этикетке аэрозольного устройства, а для обнаружения веществ щелочного характера, кислого характера, веществ окислительного характера, аммиака и НДМГ используют индикаторные рецептуры, описанные выше.

Недостатком применения хлорида, нитрата или сульфата кобальта является сильное снижение вследствие гидролиза  $pH$  среды, которое приводит к преждевременному приходу в негодность металлических элементов распылительного устройства (металлическая пружина). Поэтому предложено использовать в качестве индикатора раствор ацетата кобальта, при котором изменение  $pH$  раствора происходит незначительно, а проявление коррозионных процессов сильно замедляется.

Для обнаружения присутствия веществ окислительного характера распыляют в четвёртую пробу индикаторную рецептуру для обнаружения окислителей, описанную выше и наблюдают спустя 3 минуты появление коричневого окрашивания. Для подтверждения их присутствия из четвёртой пробы, предварительно перед распылением индикаторной рецептуры на окислители, отбирают три-четыре капли воды, наносят на поверхность белой бумаги, производят нанесение на эти капли методом распыления из аэрозольного устройства 10% раствор соляной кислоты. Затем распыляют на эту поверхность индикаторную рецептуру для обнаружения окислителей и наблюдают наличие или отсутствие характерного синего окрашивания.

О типе загрязнителя в воде судят по комбинации полученных индикационных эффектов.

Одной заправкой рецептур аэрозольных устройств

обеспечивается проведение не менее 100 обнаружений загрязнённости вода. Таким образом, достигается групповое экспресс-обнаружение типа АХВ, повышение чувствительности, многократности, безопасности и надёжности обнаружения.

В предлагаемом способе используются универсальные аэрозольные устройства, описанные выше, в которых распыление индикаторных рецептур осуществляется за счёт многократного нажатия на распылительную головку насоса-распылителя. На рисунке 3 изображен общий вид аэрозольное устройство для обнаружения АХВ щелочного характера.

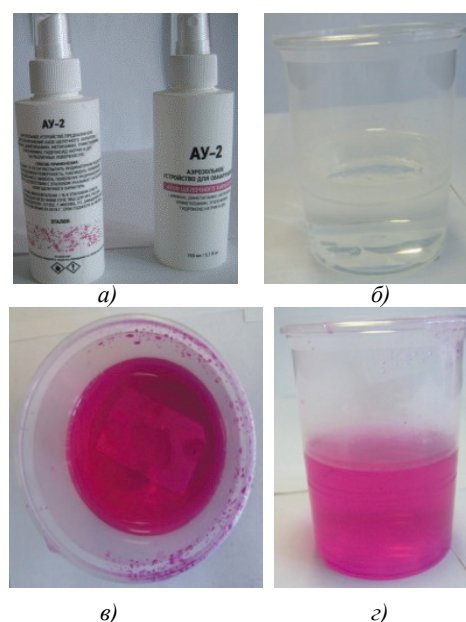


Рисунок 3 – Аэрозольное устройство для обнаружения АХВ щелочного характера и характер индикационного эффекта:

а) АУ-2 (вид спереди и сзади); б) холостая проба; в) со щёлочью (вид сверху); г) – со щёлочью (вид сбоку).

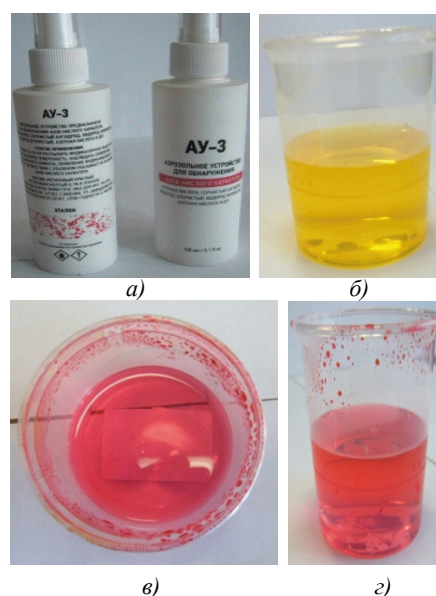


Рисунок 4 - Аэрозольное устройство для обнаружения АХВ кислого характера и характер индикационного эффекта:

а) АУ-3 (вид спереди и сзади); б) холостая проба; в) АХВ кислого характера (вид сверху); г) АХВ кислого (вид сбоку).



На рисунке 4 приведено аэрозольное устройство для обнаружения АХВ кислого характера. На рисунке 5 изображено аэрозольное устройство для обнаружения агрессивных восстановителей (производных диметилгидразина, НДМГ, аммиака и др.). На рисунке 6 приведено аэрозольное устройство для обнаружения АХВ окислительного характера.

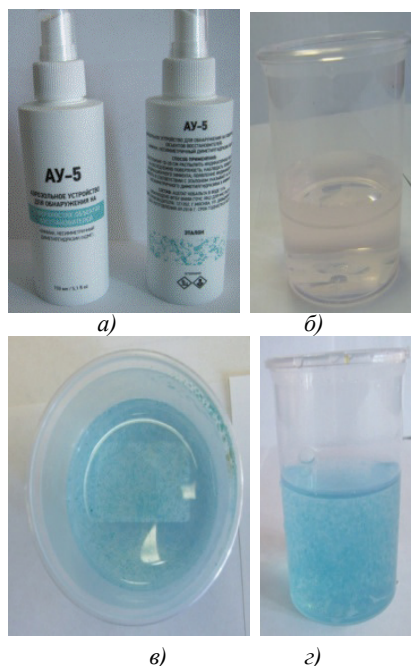


Рисунок 5 - Аэрозольное устройство для обнаружения агрессивных восстановителей (производных диметилгидразина, НДМГ, аммиака и др.):  
а) АУ-5 (вид спереди и сзади); б) холостая проба;  
в) НДМГ (вид сверху); г) НДМГ (вид сбоку).

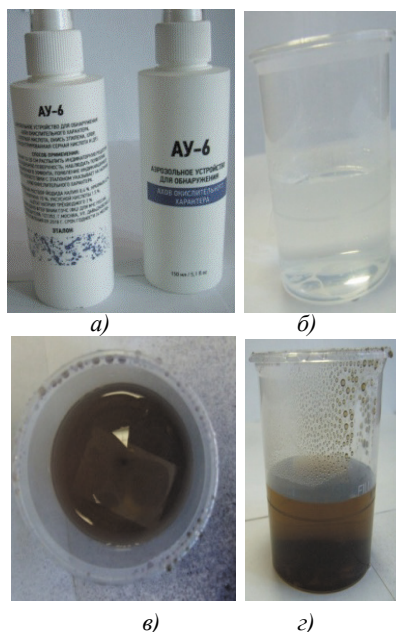


Рисунок 6 – Аэрозольное устройство для обнаружения АХВ окислительного характера:  
а) АУ-6 (вид спереди и сзади); б) холостая проба;  
в) АХВ окислительного характера (вид сверху);  
г) АХВ окислительного характера (вид сбоку).

На рисунке 7 приведен характер индикационного эффекта от веществ окислительного характера, растворённых в воде, при нанесении пробы воды на белую бумагу с её подкислением.

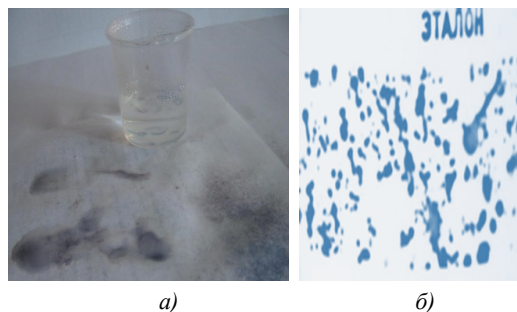


Рисунок 7 – Характер индикационного эффекта от веществ окислительного характера, растворённых в воде, при нанесении пробы на белую бумагу с подкислением:  
а) в воде присутствуют вещества окислительного характера; б) окраска эталона АУ на окислителе.

Преимуществами применения способа с аэрозольным устройством являются: длительный срок хранения индикаторной рецептуры (более 2-х лет); отсутствие необходимости использования дополнительных реактивов для проведения обнаружения; отсутствие необходимости непосредственного контакта оператора с анализируемой пробой; многократность использования одного аэрозольного устройства (не менее 100 раз); расширение работоспособности в интервале температур от 0°С до плюс 40°С.

Аэрозольные устройства с индикаторными рецептурами рекомендованы нами к использованию для обнаружения типа загрязнённости воды различных водисточников известным или неизвестным АХВ. В случае, если тип загрязнения воды известен, то для обнаружения установленного типа АХВ используют одно соответствующее аэрозольное устройство. Для этого в прозрачную стеклянную или пластиковую тару отбирают пробу воды объёмом около 50 мл. Затем в отобранную пробу с помощью соответствующего аэрозольного устройства проводят кратковременное (3-4 нажатия на головку насоса-распылителя) распыление индикаторной рецептуры, раствор перемешивают и наблюдают до появления характерного индикационного эффекта. Чувствительность обнаружения загрязнения воды АХВ составляет не менее 1-2 мг/мл.

Характер индикационного эффекта от продуктов щелочного характера, продуктов кислого характера, производных диметилгидразина и аммиака, продуктов окислительного характера в сравнении с холостой пробой приведен на рисунках 3-6. Использование аэрозольных устройств на щёлочи, кислоты, производные диметилгидразина позволяет непосредственно определить наличия в воде соответственно продукты щелочного, кислого характера, производные диметилгидразина и аммиака. При этом появляется характерный индикационный эффект.

В случае присутствия в воде продуктов окисли-

тельного характера при использовании аэрозольного устройства на окислители спустя 3-4 минуты появляется индикационный эффект коричневого цвета, отличающийся от эталона индикационного эффекта, нанесённого на соответствующее АУ-6 (синего цвета). Это объясняется тем, что в водной среде, имеющей нейтральную или слабо щелочную среду, происходит частичное разложение крахмала индикаторного состава на глюкозу и фруктозу которые с йодом дают коричневое окрашивание.

Поэтому для подтверждения обнаружения в воде продуктов окислительного характера предложено три-четыре капли исследуемой воды нанести на бумагу или фильтр, затем обработать этот участок методом распыления 10 % раствором соляной кислоты для создания кислой среды и потом провести распыление индикаторной рецептуры на окислители. В случае наличия продуктов окислительного характера на поверхности бумаги или фильтра спустя 1-2 минуты появляется характерное синее окрашивание (рис. 7).

Если тип загрязнения АХВ в воде не известен, то осуществляют отбор 4 проб воды и проводят обнаружение последовательно всеми четырьмя указанными ранее аэрозольными устройствами, как указано выше. Обнаружение характера загрязнения при этом осуществляют в соответствии с рекомендациями таблицы 2.

Таблица 2- Возможный характер загрязнения воды АХВ в зависимости от показаний АУ

№ п/п	Типы индикаторов				Возможный тип загрязнителя
	АУ на щёлочи	АУ на кислоты	АУ на Н/Д/МГ и аммиак	АУ на окислители	
1	-	-	-	-	Загрязнение отсутствует
2	+	-	-	-	Присутствуют продукты щелочного характера, за исключение аммиака и гидроксидов аммония
3	-	+	-	-	Присутствуют продукты кислого характера (соляная, уксусная, фосфорная, разбавленная серная кислоты и др.)
4	-	-	+	-	Присутствуют производные гидразина (диметилгидразин, метилгидразин и др.)
5	-	-	-	+	Присутствуют продукты окислительного характера (хлор, бром, пероксид водорода, гипохлорит натрия, гипохлорит кальция и др.)
6	+	-	+	-	Присутствует аммиак или гидроксил аммония (большие концентрации определяются по запаху)
7	-	+	-	+	Возможно наличие азотной или концентрированной серной кислоты и других кислот, проявляющих окислительные свойства.

Если цвет отобранной пробы воды маскирует индикационный эффект, то отбор пробы осуществляют путём погружения в воду обеззоленных фильтров или прикапывания воды на них и обнаружение загряз-

нённости воды осуществляют на этих фильтрах. Обнаружение типа загрязнителя в воде осуществляют по комбинации появляющегося индикационного эффекта от четырёх аэрозольных устройств.

**Заключение.** Таким образом, применение ПХЛМТ для группового экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ на поверхности объектов и в воде следует рекомендовать для промышленного анализа в производственных условиях и чрезвычайных ситуациях

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Посохов Н.Н., Семин А.А. Экспресс-обнаружение соединений урана и аварийно-химически опасных веществ на поверхностях различных объектов, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Технология гражданской безопасности.-2014.- №3 (41) - С.74-78.
2. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Посохов Н.Н., Пушкин И.А. Совершенствование комплекта аэрозольных устройств для экспресс-обнаружения соединений урана и аварийно-химически опасных веществ на поверхностях различных объектов, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), - Технология гражданской безопасности.-2015.-Т 12, № 1 (43) - С.36-40.
3. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Посохов Н.Н., Пушкин И.А., Валуев Н.П. Перспективные методы и средства экспресс-контроля степени зараженности поверхностей, технологии и пути развития, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Технология гражданской безопасности. - 2015. - Т 13, № 4 (50) - С.60-63..
4. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Татаринов В.В., Павлов А.В. Комплект аэрозольных устройств для экспресс-обнаружения отравляющих и аварийно-химически опасных веществ, Вестник Академии военных наук.-2017.- № 2 - С.112-116.
5. Пашинин В.А., Опалёв С.Б. Экспресс-обнаружение загрязнённости поверхностей объектов транспорта аварийно химически опасными веществами и соединениями урана, Всероссийская научная конференция «Транспорт России XXI века», ФГБОУ ВО РУТ (МИИТ), Москва, секция «Обеспечение экологической безопасности», 11.10.2018.
6. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Посохов Н.Н. Портативная химическая экспресс лаборатория модульного типа для индикации агрессивных химических веществ на поверхностях объектов. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), «Технологии гражданской безопасности», Т. 16, 2019 г., № 2 (60), С. 16-22.
7. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Посохов Н.Н., Семин А.А., Фадеев М.В. Патент на изобретение № 2563838 «Способ экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ», приоритет от 24.03.2014, Опубликовано: 20.09.2015 Бюл. № 26.
8. Посохов Н.Н., Пашинин В. А., Косырев П.Н., Семин А.А., Халимова А. С., Фадеев М.В., патент на изобретение № 2568585 «Индикаторный состав для экспресс-обнаружения окислителей», приоритет от 24.03.2014, опубликовано: 20.09.2015 Бюл. №26.
9. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Татаринов В.В., Хоруженко А.Ф. Способ экспресс-обнаружения полноты дезинфекции поверхностей объектов дезинфицирующими веществами окислительного характера, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Технология гражданской безопасности.-2018.-Т 15, № 1(55)- С.40-47.
10. Пашинин В.А., Козлов И.А. Способ и состав индикаторной рецептуры для экспресс-обнаружения качества дезинфекции поверхностей объектов транспорта веществами окислительного характера, Межотраслевой на-

учно-практический журнал «Экология промышленного производства», 2019, № 1, С.63-67.

11. G01N 31/22, G01N 21/78, патент на изобретение № 23182 «Индикатор для полуколичественного определения активного хлора в дезинфицирующих растворах хлорной извести и гипохлоритов натрия и кальция».

12.. Пашинин В.А. Александров А.В. Технология экспресс-обнаружения загрязнённости поверхностей объектов железнодорожного транспорта агрессивными химическими веществами кислого и щелочного характера// Седьмая Всероссийская конференция молодых учёных и специалистов «Будущее машиностроения России», МГТУ им. Н.Э. Баумана, сборник трудов. - Москва, 2014, С. 267-268.

13. Посохов Н.Н., Пашинин В. А., Косырев П.Н., Халимова А. С., патент на изобретение № 2563836 «Применение аэрозольного устройства для экспресс-обнаружения агрессивных химических веществ кислого характера на поверхностях объектов», приоритет от 07.04.2014, опубликовано: 20.11.2015 Бюл. № 32.

14. Посохов Н.Н., Пашинин В. А., Косырев П.Н., Сёмин А.А., Халимова А.С., патент на изобретение № 2563839 «Индикаторный состав для экспресс-обнаружения несимметричного диметилгидразина и аммиака», приоритет от 24.03.2014, опубликовано: 20.09.2015, Бюл. № 26.

15. G01N 21/78, патент на изобретение № 2117935 «Способ определения наличия несимметричного диметилгидразина».

16. Pereezdchikov, I.V. Methodology of complicated system hazard analysis by the use of sharp and fuzzy sets // Chemical and Petroleum Engineering 41(7-8), 2005, pp. 391-395.

17. Pereezdchikov, I.V. Ranking industrial plant hazards // Chemical and Petroleum Engineering 41(5-6), 2005, pp. 340-343.

18. Babenko, S.P., Badin, A.V. About calculation of the deterministic effect of proteinuria in employees of enrichment plants of nuclear industry // Gigienai Sanitariya 97(4), 2018, pp. 315-321.

*Статья поступила в редакцию 20.04.2020*

*Статья принята к публикации 10.06.2020*