



Фото 2015 года



Фото 2015 года



ТЕМА НОМЕРА:

ПРОБЛЕМЫ СОБЛЮДЕНИЯ
КОНВЕНЦИЙ О ЗАПРЕЩЕНИИ
ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО
ОРУЖИЯ

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ФГБУ «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации

ВЕСТНИК ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ

JOURNAL OF NBC PROTECTION CORPS

В НОМЕРЕ:

Том 4, № 4
октябрь-декабрь
2020

- Оптимизация технологии выполнения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия
- Забытая биологическая война на Корейском полуострове – технические детали
- Современные биологические угрозы (англ.)

Наша замечательная Россия

Река Уссури, Приморский край



Река Уссури – самая большая водная артерия Приморского края и один из крупных притоков реки Амур. Берет начало в южной части горной системы Сихотэ-Алинь, стекая двумя ручьями с южных склонов горы Снежной (1682 м). Основная часть реки течет по Западно-Приморской равнине в направлении с севера на юг, впадая у села Казакевичево (40 км к югу от Хабаровска) в один из рукавов Амура. Протяженность реки – 897 км, площадь водосбора – 193 тыс. км². Питание преимущественно дождевое – до 60 %, снеговое (в многоснежные зимы) – до 30–35 %, остальное – подземное. Бассейн реки Уссури занимает 82 % площади Приморья. Через реку Сунгача Уссури соединяется с озером Ханка. По Уссури на большем ее протяжении проходит российско-китайская граница. Со 2 по 15 марта 1969 г. на реке в районе острова Даманский шли бои с китайскими войсками. Фотография верхнего ряда сделана в центральной части Уссурийской низменности, в районе поселка Горные Ключи. На фотографиях нижнего ряда: в центре – пойменная часть долины реки Уссури, она пересечена балками, частично заболочена. Фотография слева – вспугнутые мной тетерева, их в пойме много, особенно по окраинам небольших рощ, озер и болот. Приближение человека они чувствуют издали. Фотография справа – заливное озерцо, оставшееся после весеннего паводка. В начале августа многие из них покрываются цветущими лотосами.

Фотографии М.В. Супотницкого



Журнал издается
с 2017 года

ВЕСТНИК ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ

ISSN 2587-5728
(Print)

Том 4, № 4
2020 г.

Рецензируемый научно-практический журнал, специализирующийся на освещении химических и биологических угроз Российской Федерации, научных достижений по основным направлениям деятельности и задачам войск РХБ защиты ВС РФ, повышении профессионального уровня специалистов войск РХБ защиты ВС РФ, возрождении интереса к их истории и привлечении молодых ученых к работе в научно-исследовательских организациях войск РХБ защиты ВС РФ

Учредитель и издатель

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«27 Научный центр»
Министерства обороны
Российской Федерации
(27 НЦ МО РФ)

Выходит ежеквартально

Главный редактор

д-р техн. наук, доц. Петров С.В. (Москва)

Заместители главного редактора

канд. биол. наук, снс Супотницкий М.В. (Москва)
канд. техн. наук, доц. Колесников Д.П. (Москва)

Ответственный секретарь

Шило Н.И. (Москва)

Научный редактор

канд. биол. наук Лебединская Е.В. (Москва)

Редакционная коллегия

член-корреспондент РАН, д-р биол. наук, проф.
Аминин Д.Л. (Владивосток)
д-р мед. наук, проф. Дармов И.В. (Киров)
д-р биол. наук, проф. Ефременко Е.Н. (Москва)
д-р биол. наук, проф. Завьялова Н.В. (Москва)
д-р техн. наук, проф. Мухин В.М.
(Электросталь)
д-р мед. наук, проф. Рембовский В.Р.
(Санкт-Петербург)
д-р хим. наук Родин И.А. (Москва)
д-р хим. наук, проф. Рыбальченко И.В. (Москва)
д-р хим. наук Савельева Е.И. (Санкт-Петербург)

Редакционный совет

Председатель –
канд. воен. наук Кириллов И.А. (Москва)

Заместители председателя:

канд. экон. наук Кикоть С.Г. (Москва)
канд. хим. наук, доц. Ковтун В.А. (Москва)

Члены редакционного совета:

д-р воен. наук Иноземцев В.А. (Вольск)
д-р техн. наук, проф. Кондратьев В.Б. (Москва)
канд. мед. наук Туманов А.С. (Киров)
д-р хим. наук, проф. Холстов В.И. (Москва)

Дизайн, верстка: Сластилова Л.М. (Москва)

Адрес редакции:

27 НЦ МО РФ, 105005, г. Москва,
Бригадирский пер., д. 13.
Тел.: 8 (499) 265-42-90, e-mail: 27nc@mail.ru.
Издание зарегистрировано Федеральной
службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации средства
массовой информации
ПИ № ФС 77-69472 от 25.04.2017 г.
Все права защищены. При перепечатке
материалов и размещении их на
интернет-ресурсах ссылка на журнал
обязательна.

Подписано в печать: 27.12.2020 г. Тираж 500 экз.
Отпечатано в типографии:
ФГУП «ЦНИИХМ им. Д.И. Менделеева»,
115487, г. Москва, ул. Нагатинская, д. 16 А.
Тел.: 8 (499) 661-80-46, e-mail: ntrved@cniimh.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Редакционная статья

И.А. Кириллов 403

Проблемы соблюдения конвенций о запрещении химического и биологического оружия

Оптимизация технологии выполнения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия
В.П. Капашин, В.Г. Мандыч, А.Ю. Кармишин, И.Н. Исаев, А.С. Лякин,
И.В. Коваленко, В.Д. Назаров 404

Биологическая безопасность и защита от биологических угроз

Современные биологические угрозы – там, где прошлые прогнозы встречаются с будущим (англ.)
Я. Лакота 421
Технология CANARY: принципы работы биосенсора, использование для обнаружения возбудителей инфекционных заболеваний
А.С. Горшков, Д.В. Печенкин, А.В. Кузнецовский 431

Химическое и биологическое оружие в войнах и конфликтах

Забываемая биологическая война на Корейском полуострове – технические детали
М.В. Супотницкий 441

Вооружение войск РХБ защиты и средства РХБ защиты

Перспективный облик средств индивидуальной защиты военнослужащих Сухопутных войск от поражающих факторов химического и биологического оружия
А.А. Брусенин, В.Н. Пенязь, М.А. Голышев 462

Лекции по ключевым вопросам РХБ безопасности

Основные направления развития средств радиационной, химической и биологической разведки зарубежных стран
Н.Б. Лопатина, Д.В. Фролов 470

Хроника

Войска радиационной, химической и биологической защиты отметили 102-ю годовщину своего основания 484

В воинских частях и организациях войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации проходят торжественные мероприятия по освящению иконы святого небесного покровителя войск радиационной, химической и биологической защиты 485

Специалисты войск РХБ защиты приняли участие в международной просветительской акции «Географический диктант-2020» 486

Александр Николаевич де Лазари – к 140-летию со дня рождения 487

Обзор важных международных событий в области РХБ-безопасности за 2020 год 490

Указатель авторов и статей журнала за 2020 год 499

Журнал включен в научную электронную библиотеку eLIBRARY.RU и Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Условия оферты для авторов приведены в п. 11 Правил направления и опубликования научных статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты» (Вестник войск РХБ защиты. 2020. № 1. С. 89–97).
К публикации принимаются статьи на русском и английском языках, подготовленные в соответствии с «Правилами направления и опубликования научных статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты». Статьи проходят рецензирование не менее чем двумя рецензентами. Используются модели двойного слепого рецензирования либо открытого рецензирования (по выбору авторов). Плата за публикацию статьи и рецензирование рукописей не взимается, ускоренная публикация не допускается. Труды заочных конференций не публикуются.
Журнал распространяется в органах законодательной и исполнительной власти Российской Федерации, в центральных органах военного управления, в научно-исследовательских организациях и образовательных учреждениях Министерства обороны Российской Федерации, в организациях и на предприятиях промышленности, работающих в сфере РХБ защиты, а также поступает в Российскую государственную библиотеку, Российскую национальную библиотеку и другие крупнейшие библиотеки Российской Федерации. Позиция редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.



Published since
2017

JOURNAL

OF NBC PROTECTION CORPS

ISSN 2587-5728
(Print)
Vol. 4 No 4
2020

«Journal of NBC Protection Corps» is a peer-reviewed scientific and practical journal, publishing papers in the fields of chemical and biological threats to the Russian Federation. It covers scientific achievements in the main spheres and tasks of the NBC Protection Troops. The objective of the journal is to improve the professional level of specialists of the NBC Protection Troops, to revive the interest in their history and to attract young scientists to the work in scientific research organization of the NBC Protection Troops

Founder and Publisher

Federal State Budgetary Establishment
«27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence
of the Russian Federation.

Quarterly Edition

Editor-in-Chief

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Petrov S.V. (Moscow)

Deputy Editors-in-Chief

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Supotnitskiy M.V. (Moscow)

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kolesnikov D.P. (Moscow)

Executive Secretary

Shilo N.I. (Moscow)

Science Editor

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Lebedinskaya E.V. (Moscow)

Editorial Board

Corresponding Member of RAS, Doctor of Biological
Sciences, Professor Aminin D.L. (Vladivostok)

Doctor of Medical Sciences, Professor

Darmov I.V. (Kirov)

Doctor of Biological Sciences, Professor

Efremenko E.N. (Moscow)

Doctor of Biological Sciences, Professor

Zavyalova N.V. (Moscow)

Doctor of Technical Sciences, Professor

Mukhin V.M. (Elektrostal)

Doctor of Medical Sciences, Professor

Rembovskiy V.R. (St.-Petersburg)

Doctor of Chemical Sciences Rodin I.A. (Moscow)

Doctor of Chemical Sciences, Professor

Rybalchenko I.V. (Moscow)

Doctor of Chemical Sciences

Savelieva E.I. (St.-Petersburg)

Editorial Council

Chairman –

Candidate of Military Sciences Kirillov I.A. (Moscow)

Vice-Chairmen:

Candidate of Economical Sciences Kikot S.G.

(Moscow)

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Kovtun V.A. (Moscow)

Editorial Council Members:

Doctor of Military Sciences

Inozemcev V.A. (Volsk)

Doctor of Technical Sciences, Professor

Kondratyev V.B. (Moscow)

Candidate of Medical Sciences Tumanov A.S. (Kirov)

Doctor of Chemical Sciences, Professor

Kholstov V.I. (Moscow)

CRC preparation: Slasilova L.M. (Moscow)

Address of the Editorial Office

Federal State Budgetary Establishment

«27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence

of the Russian Federation, Brigadirskii Lane 13,

Moscow 105005, Russian Federation.

Tel.: 8 (499) 265-42-90, e-mail: 27nc@mil.ru.

Publication is registered by the Federal

Service for Supervision in the Sphere of

Telecom, Information Technologies and Mass

Communications.

Certification of the Mass Media

ПН № ФС 77-69472, April 25, 2017.

All rights reserved. Links to the journal are

obligatory while citing.

The publication data for the journal is

27 December, 2020.

Circulation: 500 copies.

Published in: Federal State Unitary Establishment

«TsNIIKhM» named after D.I. Mendeleev,

Nagatinskaya Str. 16A, Moscow 115487, Russian

Federation Tel.: 8 (499) 661-80-46,

e-mail: ntrved@cniihm.ru

Contents

Editorial

Dear Friends!

I.A. Kirillov. 403

The Problems of Adherence to the Chemical and Biological Weapons Conventions

Optimization of Technology for Performing Liquidation Measures at Chemical Weapons
Destruction Facilities

V.P. Kapashin, V.G. Mandych, A.Yu. Karmishin, I.N. Isaev,
A.S. Lyakin, I.V. Kovalenko, V.D. Nazarov. 404

Biological Security and Protection against Biological Threats

Today's Biothreats – Where the Past Predictions Meet the Future

Ján Lakota 421

CANARY Technology: Working Principles of Biosensor, Detection of Infectious
Pathogens

A.S. Gorshkov, D.V. Pechenkin, A.V. Kuznetsovskiy 431

Chemical and Biological Weapons in Wars and Conflicts

Forgotten Biological War on the Korean Peninsula –
Technical Details

M.V. Supotnitskiy 441

Weapons and Means of NBC Protection Troops

Advanced Models of Personal Protective Equipment for Ground Forces Against
Chemical and Biological Weapons Effects

A.A. Brusenin, V.N. Penyas, M.A. Golyshev 462

Key Issues of NBC Security. Lectures

The Principal Trends of the Development of Radiological,
Chemical and Biological Detection Equipment of Foreign Countries

N.B. Lopatina, D.V. Frolov 470

Cronicle

The Russian NBC Protection Troops Celebrated the 102nd Founding Anniversary. 484

In Military Units and Organizations of the NBC Protection Troops of the Armed Forces
of the Russian Federation Solemn Events Are Held to Consecrate the Icon of the

Patron Saint of the NBC Protection Troops. 485

Specialists of the NBC Protection Troops Took Part in the International Educational
Campaign «Geographical Dictation-2020» 486

Alexander Nikolayevich de Lazari – 140th Birth Anniversary 487

Current Event Digest: NBC Security for 2020 490

2020 Index 499

The journal is included into the scientific electronic library eLIBRARY.RU and the Russian Science Citation Index.
Terms of the offer for the authors are given in the Article 11 of the Rules for the authors (Journal of NBC
Protections Corps. 2020. V. 4. No 1. P. 89–97).

Only articles prepared in Russian and English languages and in accordance with the Rules for the Authors of Sending
and Publishing of the Articles in the «Journal of NBC Protection Corps», are acceptable for the publication. All research
articles are peer reviewed by at least two suitably qualified experts. Double-blind peer review and open peer review
are both available by the authors' choice. The journal does not charge article-processing, publication and peer review
fees. Accelerated publication is not allowed. The papers from correspondence conferences are not published.

The journal is distributed among the bodies of legislative and executive power of the Russian Federation, in
the main military headquarters, scientific and research institutions and educational establishments of the
Ministry of Defence of the Russian Federation, in engineering, experimental design offices and industrial and
manufacturing structures, working in the sphere of NBC Defence. The journal is distributed also among the main
libraries of the Russian Federation, including Russian State Library and Russian National Library
The information and views set out in this publication are those of the author(s) and do not necessarily reflect the
official opinion of the Editorial Board.

Уважаемые товарищи, боевые друзья!

13 ноября 2020 г. войска РХБ защиты отмечают 102-ю годовщину со дня образования. За эти годы ими пройден славный путь, неразрывно связанный с историей развития наших Вооруженных Сил. За это время с изменением форм и способов вооруженной борьбы сформировались задачи, выполняемые войсками, а их структура совершенствовалась по мере развития вооружения и военной техники. Военнослужащие войск внесли огромный вклад в победу над врагом в годы Великой Отечественной войны. Выполняя задачи при ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС, в ходе ведения боевых действий в Афганистане, контртеррористической операции в Северо-Кавказском регионе, миротворческой миссии в Сирийской Арабской Республике офицеры и солдаты войск РХБ защиты не раз доказали, что в полной мере отвечают своему должностному предназначению.

В настоящее время войска РХБ защиты продолжают играть важнейшую роль в обеспечении радиационной, химической и биологической безопасности страны. Уровень технического оснащения и подготовки соединений и воинских частей, состояние экспериментально-лабораторной базы научно-исследовательских организаций свидетельствуют о готовности войск к выполнению возложенных на них задач.

В этот день со словами особой благодарности обращаюсь к военнослужащим и гражданскому персоналу, выполняющим задачи по предотвращению распространения новой коронавирусной инфекции как на территории Российской Федерации, так и за ее пределами. Вы находитесь на острие этой борьбы, подвергая риску не только свое здоровье, но и здоровье своих родных и близких, своим самоотверженным трудом продолжаете и приумножаете славные традиции войск. Выражаю уверенность в том, что войска и дальше обеспечат надежную защиту Вооруженных Сил, радиационную, химическую и биологическую безопасность нашей великой Родины – России.

Искренне и от всей души желаю всему личному составу войск РХБ защиты здоровья, счастья и благополучия, удачи в добрых начинаниях, успехов в воинской службе, в деле укрепления мощи и славы нашего Отечества.



**Начальник войск РХБ защиты ВС РФ
генерал-лейтенант**

A handwritten signature in dark ink, consisting of a stylized 'K' followed by a horizontal line.

И.А. Кириллов

Оптимизация технологии выполнения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия

В.П. Капашин, В.Г. Мандыч, А.Ю. Кармишин, И.Н. Исаев,

А.С. Лякин, И.В. Коваленко, В.Д. Назаров

*Федеральное бюджетное учреждение
«Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического
оружия при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации»,
115487, Российская Федерация, г. Москва, ул. Садовники, д. 4А*

Поступила 10.10.2020 г. Исправленный вариант 08.12.2020 г.

Принята к публикации 21.12.2020 г.

В соответствии с перечнем поручений Президента Российской Федерации по итогам реализации Российской Федерацией конвенционных обязательств в области химического разоружения после завершения работ по уничтожению химического оружия предполагается поэтапное вовлечение созданных имущественных комплексов объектов по уничтожению химического оружия в хозяйственный оборот в интересах отраслей, связанных с обеспечением обороноспособности и безопасности государства, а также в интересах других отраслей промышленности. *Цель работы* – оптимизация технологии выполнения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия. Для получения объективной информации об эффективности и достаточности термической обработки потенциально опасных по загрязнению отравляющими веществами лома металлических изделий и отработанных сорбентов в соответствии с показателями их гигиенической безопасности специалистами ФБУ «ФУБХУХО» проведено экспериментальное обоснование возможности применения только штатных производственных мощностей по термическому обезвреживанию опорожненных корпусов химических боеприпасов и других отходов, расположенных на объектах по уничтожению химического оружия «Марадыковский», «Леонидовка» и «Почеп». По результатам исследований установлено, что применение штатных комплексов термической обработки указанных объектов позволяет обеспечить санитарно-эпидемиологическую безопасность обезвреживаемых материалов при использовании проектных режимов их эксплуатации в диапазоне температур 500–700 °С. Такой подход позволил сократить время, необходимое для выполнения в полном объеме ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия, за счет отказа от создания новых и/или проведения реконструкции существующих комплексов термической обработки, необходимых для обезвреживания потенциально опасных фрагментов металлоконструкций и других твердых отходов, а также повысить при этом эффективность использования финансовых, материальных и трудовых ресурсов, направляемых на обеспечение выполнения ликвидационных работ в целом. Своевременное решение проблемы ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению химического оружия позволит создать безопасные условия для развития на базе имущественных комплексов объектов по уничтожению химического оружия традиционных и новых отраслей промышленности, повысить их инвестиционную привлекательность.

Ключевые слова: инженерная инфраструктура; металлоконструкции; объекты по уничтожению химического оружия; отравляющие вещества; санитарно-эпидемиологическая безопасность; температурный режим; термическое обезвреживание; технологическое оборудование; химико-аналитический контроль.

Библиографическое описание: Капашин В.П., Мандыч В.Г., Кармишин А.Ю., Исаев И.Н., Лякин А.С., Коваленко И.В., Назаров В.Д. Оптимизация технологии выполнения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 4. С. 404–420. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-404-420>

Дальнейшее использование имущественных комплексов объектов по уничтожению химического оружия в народно-хозяйственных целях возможно только в случае их соответствия требованиям по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, что является одним из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую природную среду [1, 2]. Необходимость выполнения мероприятий по ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению химического оружия обусловлена возможным присутствием в отдельных зданиях, сооружениях, оборудовании и строительных материалах элементов производственной и инженерной инфраструктуры на таких объектах остаточных количеств боевых отравляющих веществ (ОВ), что делает их потенциально опасными по загрязнению соответствующими видами ОВ и, как следствие, непригодными для осуществления дальнейшей производственной деятельности без применения специальных средств индивидуальной защиты кожных покровов и органов дыхания [3–5].

Полномасштабное использование имеющегося в составе объектов по уничтожению химического оружия штатного оборудования АТО и УТО для обезвреживания, прежде всего, потенциально опасных по загрязнению ОВ фрагментов металлических конструкций и технологического оборудования сдерживалось из-за отсутствия объективной информации об эффективности и достаточности термической обработки лома металлических изделий по показателю безопасности, установленному гигиеническим нормативом¹, перед их выносом из помещений I и II групп опасности.

Цель работы – оптимизация технологии выполнения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия.

Для получения объективной информации об эффективности и достаточности термической обработки потенциально опасных по за-

грязнению отравляющими веществами лома металлических изделий и отработанных сорбентов в соответствии с показателями их гигиенической безопасности специалистами ФБУ «ФУБХУХО» проведено экспериментальное обоснование возможности применения только штатных производственных мощностей по термическому обезвреживанию опорожненных корпусов химических боеприпасов и других отходов, расположенных на объектах по уничтожению химического оружия «Марадыковский», «Леонидовка» и «Почеп».

Требованиям санитарных правил к типовому технологическому процессу ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению химического оружия

Согласно требованиям санитарных правил СП 2.2.1.2513-09², типовой технологический процесс ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению химического оружия предусматривает выполнение следующих основных обязательных мероприятий:

- специальная обработка дегазирующими растворами поверхностей технологического оборудования и строительных конструкций;
- демонтаж и разделка на мерные элементы (фрагментирование) технологического оборудования и строительных конструкций зданий и сооружений, в которых имеются помещения I и II групп опасности;
- термическое обезвреживание демонтированных материалов;
- обезвреживание различных видов опасных отходов (в том числе отработанных сорбентов), образующихся в ходе ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению химического оружия, и их размещение на объектах размещения отходов;
- санация территории объектов по уничтожению химического оружия (при необходимости).

В развитие базовых положений и норм, установленных санитарными правилами

¹ Гигиенический норматив ГН 2.2.5.3296-15 «Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения отравляющими веществами обезвреженных корпусов боеприпасов и выведенного из эксплуатации технологического оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий» (утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27 августа 2015 г. № 42).

² Санитарные правила СП 2.2.1.2513-09 «Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и перепрофилированию объектов по уничтожению химического оружия, реконструкции зданий и сооружений и выводу из эксплуатации объектов по хранению химического оружия» (зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 8 июля 2009 г., регистрационный номер 14275).

СП 2.2.1.2513-09 (в ред., утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 мая 2009 г. № 34), для каждого объекта по уничтожению химического оружия разработана и утверждена проектная документация на ликвидацию последствий их деятельности³ с учетом специфики эксплуатации этих объектов и конкретных производственных особенностей, положения которой применяются на этапе выполнения практических работ, в том числе и для обеспечения различных аспектов безопасности персонала и населения, а также для защиты объектов окружающей среды [6–8].

На основе разработанной проектной документации на объектах по уничтожению химического оружия предусматривается создание новых (реконструкция существующих) производственных участков, необходимых для обеспечения безопасного выполнения ликвидационных мероприятий. Указанные производственные участки включают в себя, помимо прочего, установки термического обезвреживания (УТО) общего назначения, предназначенные для термической обработки фрагментов металлических отходов, отходов строительных конструкций и отработанного сорбента, которые должны монтироваться во вновь запроектированных и/или реконструированных зданиях и сооружениях.

Планировалось⁴, что в ходе выполнения ликвидационных мероприятий вновь создаваемые (реконструируемые) производственные мощности, предназначенные для термического обезвреживания фрагментов металлоконструкций, технологического оборудования и отходов строительных конструкций, должны будут обеспечивать проектируемые температурные режимы обработки металлических отходов в диапазоне температур 900–950 °С, строительного мусора – 500–550 °С⁵, а для отработанного сорбента (оксид алюминия и активированный уголь) в диапазоне температур 900–1000 °С [9]. Такой подход был продиктован

попыткой установить некий «запас прочности» для температурных режимов обезвреживания указанных материалов, который обеспечивал бы гарантированное удаление остатков ОВ в обезвреживаемых средах.

Вместе с тем, на объектах по уничтожению химического оружия ранее были созданы соответствующие производственные мощности, включающие в себя агрегаты термического обезвреживания (АТО) опорожненных корпусов химических боеприпасов и УТО твердых отходов, которые вполне могут быть задействованы в ликвидационных мероприятиях.

Очевидно, что максимальное использование в ликвидационных мероприятиях существующих производственных мощностей объектов по уничтожению химического оружия для термического обезвреживания фрагментов металлоконструкций, технологического оборудования и других твердых (несгораемых) отходов будет способствовать сокращению временных и финансовых затрат на их проведение и повышению эффективности производства таких работ в целом, выраженной в соотношении достигнутых результатов к затратам и срокам реализации проектов по приведению в безопасное состояние имущественных комплексов данных объектов.

Потенциальная опасность металлических изделий и отходов после термического воздействия

Все виды ОВ, подобно другим органическим соединениям, при нагревании в той или иной степени разлагаются. Температуры полного сгорания (минерализации) ОВ (разложение на 99 % в течение 2 с) составляют сотни градусов: иприт – 603 °С, американский VX – 541 °С, зарин – 491 °С, зоман – 498 °С, люизит – 420 °С [10–15].

Так, в работе В.А. Kuryk [16] приводятся результаты опытов по пиролизу VX в закрытом сосуде, который подвергался тепловой обработке в печи при температурах 300–660 °С в

³ Технико-экономическое обоснование (проект) проведения работ по ликвидации последствий деятельности объекта по уничтожению химического оружия и бывшего объекта по хранению химического оружия в г. Камбарка Удмуртской Республики (Л-02-6203).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в пос. Леонидовка Пензенской области (Л-02-7054).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области (Л-02-6317).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в г. Почеп Брянской области (Л-02-7413).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в г. Щучье Курганской области (07-560-Л).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской Республики (06-940-ЛПД-ИОС).

⁴ Там же.

⁵ Пункт 5.19 санитарных правил СП 2.2.1.2513-09 (в ред., утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 мая 2009 г. № 34).

течение 60 минут. При температурах в печи 514 и 527 °С и времени сжигания 7 и 5 минут степень разложения агента составляла 99,9988 и 99,9942 % соответственно.

При температурах 460, 554 и 618 °С полное разложение агента происходило за время, не превышающее 15 минут.

В процессе выполнения демилитаризационных работ на американских предприятиях по уничтожению химического оружия металлические конструкции, ранее контактировавшие с VX, подвергались термической обработке при температуре 540 °С в течение 15 минут. Установлено, что после проведения термической обработки в указанном режиме металлические изделия считались пригодными для использования в качестве лома металла для его последующей отправки на металлоперерабатывающие предприятия [17].

Экспериментальными исследованиями ФГУП «ГосНИИОХТ» показано, что гарантированное удаление (до степени 99,999 %) ОВ всех типов с зараженных металлических поверхностей происходит при нагревании до температуры (500+50) °С и выдержке при этой температуре в течение 15 минут.

Однако в реальных условиях инсинераторов, работающих со 100 % эффективностью, не существует, поэтому на поверхностях обезвреживаемых материалов и в воздушных выбросах может присутствовать определенная фракция органических, в том числе и высокотоксичных, соединений, включающая как компоненты сжигаемой субстанции, так и соединения, образующиеся при высокотемпературных реакциях разложения исходных компонентов [18–21].

Поэтому в процессе термического обезвреживания потенциально опасных по загрязнению ОВ фрагментов металлоконструкций, технологического оборудования и отходов строительных конструкций (отработанного сорбента) важной задачей являлось

осуществление строгого контроля режимов функционирования штатного оборудования АТО, а также контроля воздушных выбросов, летучей золы и твердых частиц согласно установленным гигиеническим нормативам⁶.

В условиях возможных ограничений, устанавливаемых для бюджетных ассигнований, выделяемых на осуществление мероприятий по ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению химического оружия, упомянутые результаты экспериментальных исследований послужили теоретической основой для изменения подхода к термическому обезвреживанию потенциально опасных по загрязнению ОВ фрагментов металлоконструкций, технологического оборудования и отходов строительных конструкций (в том числе отработанного сорбента), ранее установленного пунктами 5.18, 5.19 санитарных правил СП 2.2.1.2513-09⁷ (в ред., утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 мая 2009 г. № 34) и положениями соответствующей утвержденной проектной документации на ликвидацию последствий деятельности данных объектов⁸.

Условия проведения и результаты опытных работ по термической обработке потенциально опасных материалов с использованием штатного оборудования агрегатов термического обезвреживания на объектах по уничтожению химического оружия «Марадыковский» и «Леонидовка»

Опытные работы проводились в три этапа: фрагментирование до необходимых размеров технологического оборудования и трубопроводов, которые имели непосредственный контакт с ОВ и продуктами их детоксикации в процессе уничтожения химического оружия⁹ (после их «первичной» дегазации по поверхности); повторная дегазация путем погружения демонтированных фрагментов металло-

⁶ Методические рекомендации по осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия (утверждены заместителем руководителя ФМБА России – Главным государственным санитарным врачом по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям В.В. Романовым 21 сентября 2012 г., регистрационный номер № 45-12).

⁷ Санитарные правила СП 2.2.1.2513-09 «Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и перепрофилированию объектов по уничтожению химического оружия, реконструкции зданий и сооружений и выводу из эксплуатации объектов по хранению химического оружия» (зарегистрированы в Министерстве юстиции Российской Федерации 8 июля 2009 г., регистрационный номер 14275).

Пункт 5.19 санитарных правил СП 2.2.1.2513-09 (в ред., утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 мая 2009 г. № 34).

⁸ Техничко-экономическое обоснование (проект) проведения работ по ликвидации последствий деятельности объекта по уничтожению химического оружия и бывшего объекта по хранению химического оружия в г. Камбарка Удмуртской Республики (Л-02-6203).

⁹ Пункт 4.5.3 санитарных правил СП 2.2.1.2513-09 (в ред., утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 мая 2009 г. № 34).



Рисунок 1 – Агрегат термического обезвреживания, вид снаружи здания 1001П (март 2017 г., фотография авторов)

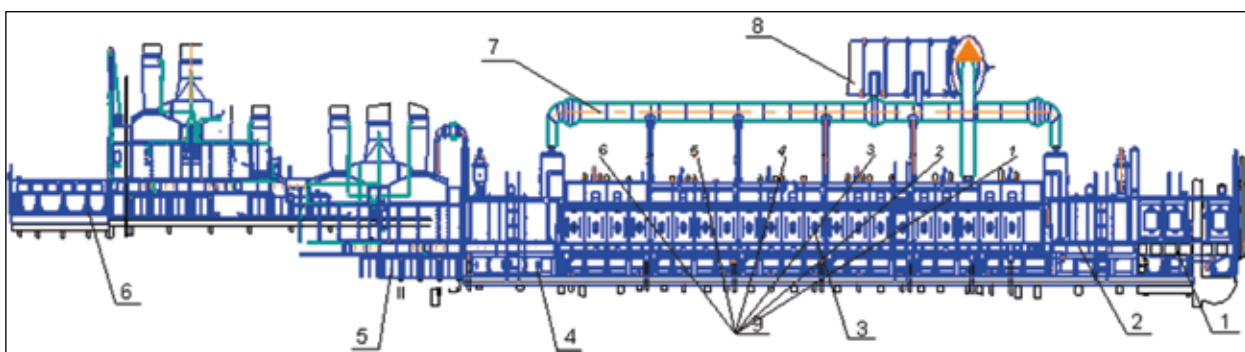


Рисунок 2 – Схема агрегата термического обезвреживания:

1 – конвейер загрузки; 2 – камера шлюзовая; 3 – камера термообработки; 4 – камера выгрузки; 5 – камера охлаждения; 6 – конвейер выгрузки; 7 – газоход вытяжной; 8 – газоход с камерой дожигания; 9 – секции камеры термообработки¹ [6]

¹ Программы проведения опытных работ по термической обработке технологического оборудования и металлоконструкций с использованием штатного оборудования агрегатов термической обработки зданий 1001П объектов по уничтожению химического оружия «Марадыковский» (пос. Мирный Кировской области) и «Леониловка» (пос. Леониловка Пензенской области), утверждены директором Департамента реализации конвенционных обязательств Минпромторга России 19 октября 2016 г.

конструкций на два часа в ванны, заполненные дегазирующим водным перекисно-щелочным раствором; термическое обезвреживание в электротермических комплексах АТО.

Технологическое оборудование и металлоконструкции фрагментировали на мерные элементы с размерами 400–410 мм по высоте, 400 мм по ширине и 1000 мм по длине.

Процесс термического обезвреживания металлических фрагментов осуществлялся

в штатных электротермических комплексах АТО (разработка ООО «Платекс»), в состав которых входит камера термической обработки (КТО), где и проводилась собственно термическая обработка материалов методом прокаливания – нагрев фрагментов металлических изделий и их выдержка при высокой температуре (рисунки 1, 2). Для этого КТО, состоящая из шести секций, снабжена блоками тепловых электронагревательных элементов, за счет



А



Б



В

Рисунок 3 – Поддоны, использовавшиеся в процессе прокаливания фрагментов металлоконструкций:
 А – общий вид поддона; Б – взвешивание пустого поддона; В – взвешивание поддона с фрагментами металлоконструкций (март 2017 г., фотографии авторов)

функционирования которых обеспечивался температурный режим прокаливания материалов в оптимальном диапазоне температур (250–650 °С)¹⁰.

Для загрузки и транспортировки фрагментов технологического оборудования и металлоконструкций по транспортной системе АТО использовались поддоны, ранее применявшиеся в процессе уничтожения химического оружия для прокалики опорожненных корпусов авиационных химических боеприпасов. Перед проведением термической обработки поддоны с фрагментами технологического оборудования и металлоконструкций взвешивались в целях определения оптимальной нормы их загрузки. Средняя загрузка поддонов с фрагментами технологического оборудования и металлоконструкций составляла 250 кг при максимально разрешенной загрузке в 500 кг. В случае увеличения нормы загрузки поддонов до рекомендованных значений потребовалось бы переоборудование поддонов, что являлось нецелесообразным, так как вносимые изменения привели бы к необходимости переоборудования 90 % существующей конструкции самих АТО (рисунок 3).

В целях ведения учета образцов технологического оборудования и трубопроводов, поступающих на термическое обезвреживание в печное отделение, в зависимости от источника (корпуса) поступления и типа ОВ, уничтожаемого последним на демонтируемом оборудовании, организовывалось раздельное поступление образцов в приемные помещения печных отделений. Режимы работы КТО в составе АТО объекта по уничтожению химического оружия «Марадьковский», применявшиеся в процессе прокаливания фрагментов технологического оборудования и металлоконструкций, имевших контакт с зарин, зоманом и веществом типа VX, а также с продуктами их детоксикации, приведены в таблице 1.

Режимы работы КТО в составе АТО объекта по уничтожению химического оружия «Леонидовка», применявшиеся в процессе прокаливания фрагментов технологического оборудования и металлоконструкций, имевших контакт с зарин, зоманом и веществом типа VX, а также с продуктами их детоксикации, приведены в таблице 2.

Как видно, в первой и второй секциях КТО в диапазоне температур 250–350 °С проис-

¹⁰ Рекомендации по режимам термической обработки технологического оборудования и металлоконструкций, демонтируемых при выполнении работ по ликвидации последствий деятельности объекта по уничтожению химического оружия «Леонидовка» (пос. Леонидовка Пензенской области), разработаны ОАО «НПП «Химмаш-Старт». Пенза. 2016.

Таблица 1 – Режимы работы КТО в составе комплекса АТО объекта «Марадыковский»

Секция КТО	Температура, °С	Время прокаливания, мин
1-ая секция	250–300	60
2-ая секция	270–350	60
3-ая секция	500–550	60
4-ая секция	500–550	60
5-ая секция	500–550	60
6-ая секция	500–550	60

Таблица 2 – Режимы работы КТО в составе комплекса АТО объекта «Леонидовка»

Секция КТО	Температура, °С	Время прокаливания, мин
1-ая секция	250–300	120
2-ая секция	270–350	120
3-ая секция	500–650	120
4-ая секция	500–650	120
5-ая секция	500–650	120
6-ая секция	500–650	120

ходил разогрев фрагментов технологического оборудования и металлоконструкций и выпаривание остатков влаги с их поверхностей. В секциях КТО № 3–6 происходила полная минерализация органических веществ в диапазоне температур 500–650 °С. Время нахождения обезвреживаемых фрагментов технологического оборудования и металлоконструкций в каждой секции КТО в указанных диапазонах температур составляло 60 и 120 минут.

Подтверждение достаточности термической обработки поверхностей технологического оборудования и металлоконструкций до предельно допустимых уровней (ПДУ) их загрязненности уничтожаемыми видами ОВ в соответствии с показателем безопасности, установленным гигиеническим нормативом ГН 2.2.5.3296-15¹¹, проводилось путем «сплошного» лабораторного химико-аналитического контроля каждой партии обезвреживаемых материалов. Отбор и химический анализ проб смывов с поверхностей термически обезвреженных оборудования и устройств осуществлялся с использованием поверенных средств измерений и атте-

стованных методик выполнения измерений (МВИ):

- МВИ № 031-04-157-05 «Методика выполнения измерений уровня загрязнения веществом типа VX поверхности технологического оборудования ферментативным методом»;

- МВИ № 031-04-176-05 «Методика выполнения измерений уровня загрязнения заринном поверхности технологического оборудования ферментативным методом»;

- МВИ № 031-04-217-06 «Методика выполнения измерений уровня загрязнения зоманом поверхности технологического оборудования ферментативным методом».

Сводные результаты проводившегося в период 2017–2019 гг. количественного химического анализа (КХА) проб смывов с поверхностей контрольных образцов термически обезвреженных фрагментов технологического оборудования и металлоконструкций на объектах по уничтожению химического оружия «Марадыковский» и «Леонидовка» приведены в таблицах 3–8. Данные в таблицах 3–8 представлены по результатам выполненных опытных работ¹².

¹¹ Гигиенический норматив ГН 2.2.5.3296-15 «Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения отравляющими веществами обезвреженных корпусов боеприпасов и выведенного из эксплуатации технологического оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий» (утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27 августа 2015 г. № 42).

¹² Программы проведения опытных работ по термической обработке технологического оборудования и металлоконструкций с использованием штатного оборудования агрегатов термической обработки зданий 1001П объектов по уничтожению химического оружия «Марадыковский» (пос. Мирный Кировской области) и «Леонидовка» (пос. Леонидовка Пензенской области), утверждены директором Департамента реализации конвенционных обязательств Минпромторга России 19 октября 2016 г.

Таблица 3 – Сводные результаты проведения КХА в 2017 году (объект «Марадыковский»)

Объект контроля	Вид ОВ	Количество проанализированных проб контрольных образцов			Результат КХА, мг/дм ²	Показатель ПДУ, мг/дм ²
		корпус 1001Р	корпус 1047	корпус 1048/2		
Смывы с поверхностей металлических изделий	Зарин	63	-	-	менее 0,4×10 ⁻⁵	1,0×10 ⁻⁴
	Зоман	63	-	-	менее 0,5×10 ⁻⁶	1,0×10 ⁻⁵
	Вещество типа VX	63	363	69	менее 1,0×10 ⁻⁶	2,0×10 ⁻⁶

Таблица 4 – Сводные результаты проведения КХА в 2018 году (объект «Марадыковский»)

Объект контроля	Вид ОВ	Количество проанализированных проб контрольных образцов			Результат КХА, мг/дм ²	Показатель ПДУ, мг/дм ²
		корпус 1001Р	корпус 1047	корпус 1048/2		
Смывы с поверхностей металлических изделий	Зарин	1556	-	-	менее 0,4×10 ⁻⁵	1,0×10 ⁻⁴
	Зоман	1556	650	-	менее 0,5×10 ⁻⁶	1,0×10 ⁻⁵
	Вещество типа VX	1556	650	183	менее 1,0×10 ⁻⁶	2,0×10 ⁻⁶

Таблица 5 – Сводные результаты проведения КХА в 2019 году (объект «Марадыковский»)

Объект контроля	Вид ОВ	Количество проанализированных проб контрольных образцов				Результат КХА, мг/дм ²	Показатель ПДУ, мг/дм ²
		корпус 1001Р	корпус 1002	корпус 1048	корпус 1047		
Смывы с поверхностей металлических изделий	Зарин	2603	-	-	136	менее 0,4×10 ⁻⁵	1,0×10 ⁻⁴
	Зоман	2603	4060	-	136	менее 0,5×10 ⁻⁶	1,0×10 ⁻⁵
	Вещество типа VX	2603	4061	214	136	менее 1,0×10 ⁻⁶	2,0×10 ⁻⁶

Таблица 6 – Сводные результаты проведения КХА в 2017 году (объект «Леонидовка»)

Объект контроля	Вид ОВ	Количество проанализированных проб контрольных образцов				Результат КХА, мг/дм ²	Показатель ПДУ, мг/дм ²
		корпус 1001Р	корпус 1002	корпус 1047	корпус 1048/4		
Смывы с поверхностей металлических изделий	Зарин	1508	-	-	-	менее 0,4×10 ⁻⁵	1,0×10 ⁻⁴
	Зоман	1508	266	-	-	менее 0,5×10 ⁻⁶	1,0×10 ⁻⁵
	Вещество типа VX	1508	266	1710	812	менее 1,0×10 ⁻⁶	2,0×10 ⁻⁶

Таблица 7 – Сводные результаты проведения КХА в 2018 году (объект «Леониловка»)

Объект контроля	Вид ОВ	Количество проанализированных проб контрольных образцов				Результат КХА, мг/дм ²	Показатель ПДУ, мг/дм ²
		корпус 1001Р	корпус 1002	корпус 1047	корпус 1048/4		
Смывы с поверхностей металлических изделий	Зарин	2992	-	-	-	менее 0,4×10 ⁻⁵	1,0×10 ⁻⁴
	Зоман	2992	1712	264	-	менее 0,5×10 ⁻⁶	1,0×10 ⁻⁵
	Вещество типа VX	2992	1712	264	1000	менее 1,0×10 ⁻⁶	2,0×10 ⁻⁶

Таблица 8 – Сводные результаты проведения КХА в 2019 году (объект «Леониловка»)

Объект контроля	Вид ОВ	Количество проанализированных проб контрольных образцов				Результат КХА, мг/дм ²	Показатель ПДУ, мг/дм ²
		корпус 1001Р	корпус 1002	корпус 1047	корпус 1048/4		
Смывы с поверхностей металлических изделий	Зарин	58	-	-	-	менее 0,4×10 ⁻⁵	1,0×10 ⁻⁴
	Зоман	58	9438	-	-	менее 0,5×10 ⁻⁶	1,0×10 ⁻⁵
	Вещество типа VX	58	9438	-	-	менее 1,0×10 ⁻⁶	2,0×10 ⁻⁶

Данные результатов химико-аналитического контроля, приведенные в таблицах 3–8, подтверждают результативность термической обработки фрагментов металлоконструкций и технологического оборудования с использованием электротермического комплекса АТО в диапазоне температур 500–650 °С в соответствии с показателем безопасности, установленным гигиеническим нормативом ГН 2.2.5.3296-15¹³, при штатном исполнении источника тепловой энергии, особенностей конструкции футеровки КТО, транспортной системы самого агрегата, а также специфики формирования конвекционных потоков и протекания теплообменных процессов в данном техническом устройстве.

Эффективность работы штатных систем очистки отходящих дымовых газов АТО контролировалась в непрерывном автоматическом режиме в дымовой трубе и периодически – службами объектов по уничтожению химического оружия «Марадыковский» и «Леониловка» с передачей данных на центральные

пункты управления (ЦПУ) технологическим процессом ликвидации последствий деятельности данных объектов. Присутствие в выбросах ОВ и специфических загрязнителей не обнаружено, концентрация общепромышленных загрязнителей в выбросах не превышала норм, установленных действующими на объектах по уничтожению химического оружия «Марадыковский» и «Леониловка» проектами нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, состояние компонентов окружающей среды в районах расположения объектов по уничтожению химического оружия «Марадыковский» и «Леониловка» и в зонах их возможного влияния находилось в пределах нормы.

Предложенному подходу к термическому обезвреживанию фрагментов металлоконструкций и технологического оборудования была дана положительная оценка специалистами ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России по результатам проведения санитарно-гигиенической

¹³ Гигиенический норматив ГН 2.2.5.3296-15 «Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения отравляющими веществами обезвреженных корпусов боеприпасов и выведенного из эксплуатации технологического оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий» (утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27 августа 2015 г. № 42).



**Рисунок 4 – Подовая тележка, заполненная
отработанным оксидом алюминия (ноябрь 2017 г., фотография авторов)**



**Рисунок 5 – Подовая тележка, заполненная
отработанным активированным углем (ноябрь 2017 г., фотография автора)**

экспертизы результатов проведения опытных работ¹⁴.

Использование такого технологического подхода позволило отказаться от необходимости проведения глубокой модернизации технологического оборудования существующих АТО и изменения принятых в целом объемно-планировочных решений по зданиям 1001П объектов по уничтожению химического оружия «Марадыковский» и «Леонидовка» для достижения более высоких температур и увеличения производительности обжига потенциально опасных материалов.

Условия проведения и результаты опытных работ по термической обработке потенциально опасных материалов с использованием штатного оборудования агрегата термического обезвреживания на объекте по уничтожению химического оружия «Почеп»

Опытные работы проводились с использованием штатного оборудования АТО отделения сжигания твердых отходов здания 11 объекта по уничтожению химического оружия «Почеп» в 2017 г. с использованием партий отработанных оксида алюминия и активированного угля, которые извлекались из контактных

¹⁴ Заключение по результатам санитарно-гигиенической экспертизы «Технического отчета о проведении опытных работ по термической обработке технологического оборудования и металлоконструкций с использованием штатного оборудования агрегата термической обработки здания 1001П объекта по уничтожению химического оружия «Леонидовка» (пос. Леонидовка Пензенской области)», утверждено директором ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России 15 марта 2017 г. (приложение к письму за исх. № 6/05-10 от 15 марта 2017 г.).

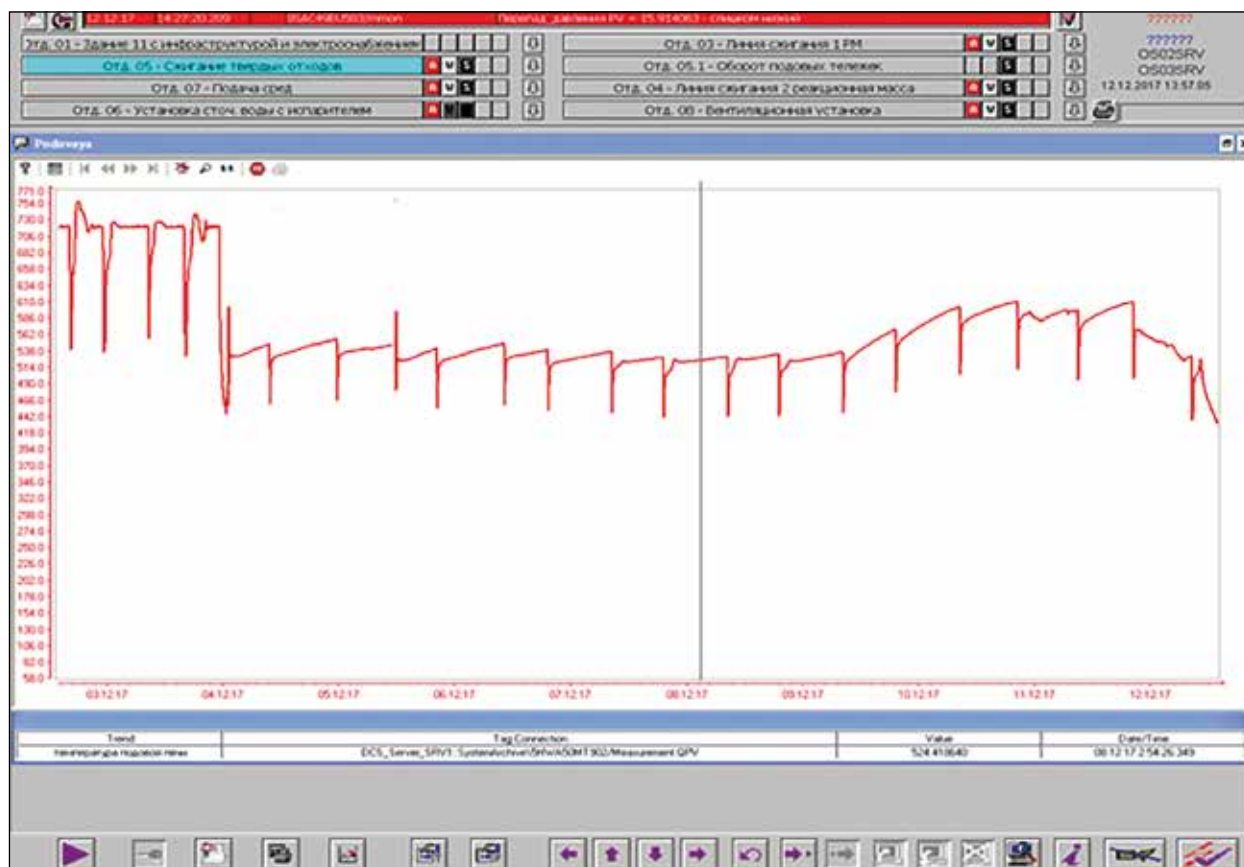


Рисунок 6 – Тренд поддержания температурных и временных режимов в агрегате термического обезвреживания (декабрь 2017 г., фотография авторов)

аппаратов систем очистки технологического оборудования (линий), расположенных в помещениях I и II групп опасности, где обращались фосфорорганические ОВ. Отработанные сорбенты перегружались для прокаливания во внутреннее пространство штатных подовых тележек АТО согласно их номинальному объему (рисунки 4, 5).

Термическое обезвреживание отработанных сорбентов проводилось в диапазоне температур 500–550 °С и при выдержке подовых тележек в рабочем пространстве АТО в течение 12 часов. Тренд поддержания заданных температурных режимов и временных интервалов обезвреживания в АТО приведен на рисунке 6.

Подтверждение достаточности термической обработки отработанных сорбентов до

предельно допустимых концентраций (ПДК) их загрязненности уничтожаемыми видами ОВ в соответствии с показателями безопасности, установленными соответствующими гигиеническими нормативами¹⁵, проводилось путем «сплошного» лабораторного химико-аналитического контроля каждой партии обезвреживаемых материалов. Отбор и химический анализ проб термически обезвреженных отработанных сорбентов осуществлялся с использованием поверенных средств измерений и аттестованных методик измерений:

- МВИ № 031-09-296-08 «Методика выполнения измерений содержания вещества типа VX в шлаках, образующихся на модульной установке по переработке реакционных масс, при уничтожении реакционной массы вещества типа VX и вязкого вещества типа VX с

¹⁵ Гигиенический норматив ГН 2.1.7.3199-14 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) О-(1,2,2-триметилпропил)метилфторфосфоната (зомана) и О-изопропилметилфторфосфоната (зарина) в отходах после печей (золе) объектов по уничтожению химического оружия» (утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 июля 2014 г. № 45).

Гигиенический норматив ГН 2.1.7.3202-14 «Предельно допустимая концентрация (ПДК) О-изобутил-N-диэтиламиноэтилтиолового эфира метилфосфоновой кислоты (вещества типа Vx) в строительных отходах и в отходах после термообезвреживания при выводе объектов по уничтожению химического оружия из эксплуатации» (утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 июля 2014 г. № 42).

Таблица 9 – Сводные результаты проведения КХА (объект «Почеп»)

Объект контроля	Вид ОВ	Количество проанализированных проб контрольных образцов	Результат КХА, мг/кг	Показатель ПДК, мг/кг
Проба оксида алюминия	Зарин	9	менее 0,25	0,5
	Зоман	9	менее 0,1	0,25
	Вещество типа VX	9	менее $2,0 \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^{-5}$
Проба активного угля	Зарин	5	менее 0,25	0,5
	Зоман	5	менее 0,1	0,25
	Вещество типа VX	5	менее $2,0 \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^{-5}$

рецептурой РД-4М, газохроматографическим методом;

- МУК № 4.1.048-2010 «Методика измерений массовой доли зомана в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии»;

- МУК № 4.1.049-2010 «Методика измерений массовой доли зарина в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии».

Сводные результаты проведения КХА проб термически обезвреженных отработанных сорбентов на объекте по уничтожению химического оружия «Почеп» приведены в таблице 9. Данные в таблице 9 представлены по результатам выполненных опытных работ¹⁶.

Данные результатов химико-аналитического контроля, приведенные в таблице 9, подтверждают результативность термической обработки отработанных сорбентов в диапазоне температур 500–550 °С в течение 12 ч в соответствии с показателями безопасности, установленными гигиеническими нормативами¹⁷ при штатном исполнении источника тепловой энергии АТО, а также специфики формирования конвекционных потоков и протекания теплообменных процессов в данном техническом устройстве.

Эффективность работы штатной системы очистки отходящих дымовых газов АТО контролировалась в непрерывном автоматическом режиме в дымовой трубе и периодически – службами объекта по уничтожению химического оружия «Почеп» с передачей данных на ЦПУ технологическим процессом ликвидации последствий деятельности данного объекта. Присутствие в выбросах ОВ и специфических загрязнителей обнаружено не было, концентрация общепромышленных загрязнителей в выбросах не превышала норм, установленных действующим на объекте по уничтожению химического оружия «Почеп» проектом нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, состояние компонентов окружающей среды в районе расположения объекта по уничтожению химического оружия «Почеп» и в зоне их возможного влияния находилось в пределах нормы.

Изменение подхода к термическому обезвреживанию отходов, образующихся в результате проведения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия

Полученные результаты проведения опытных работ по термическому обезвреживанию потенциально опасных по загрязнению

¹⁶ Программа проведения опытных работ по термической обработке твердых отходов с использованием штатного оборудования здания № 11 объекта по уничтожению химического оружия «Почеп» (г. Почеп Брянской области), утверждена директором Департамента реализации конвенционных обязательств Минпромторга России 29 ноября 2017 г.

¹⁷ Гигиенический норматив ГН 2.1.7.3199-14 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) О-(1,2,2-триметилпропил)метилфторфосфоната (зомана) и О-изопропилметилфторфосфоната (зарина) в отходах после печей (золе) объектов по уничтожению химического оружия» (утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 июля 2014 г. № 45). Гигиенический норматив ГН 2.1.7.3202-14 «Предельно допустимая концентрация (ПДК) О-изобутил-N-диэтиламиноэтилтиолового эфира метилфосфоновой кислоты (вещества типа Vx) в строительных отходах и в отходах после термообезвреживания при выводе объектов по уничтожению химического оружия из эксплуатации» (утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 июля 2014 г. № 42).

ОВ материалов на существующих комплексах АТО объектов по уничтожению химического оружия «Марадыковский», «Леонидовка» и «Почеп» позволили сформулировать основные положения по изменению подхода к термическому обезвреживанию отходов, образующихся в результате проведения ликвидационных мероприятий на всех объектах по уничтожению химического оружия.

Обезвреживание фрагментов технологического оборудования и металлоконструкций после их «первичной» дегазации предложено проводить в два этапа.

На первом этапе:

- внутренние и внешние поверхности должны дегазироваться методом полного погружения в ванны с дегазирующим водным перекисно-щелочным раствором в течение 2 часов;

- после дегазации фрагменты должны промываться путем полного погружения в ванны, заполненные технической водой, затем обдуваться сжатым воздухом и подвергаться химико-аналитическому контролю качества проведения их дегазации в соответствии с показателями соответствующих гигиенических нормативов (для мелких деталей – содержание ОВ необходимо оценивать в промывной воде по показателю ПДК для воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования).

На втором этапе:

- после дегазации и промывки фрагменты должны подвергаться термическому обезвреживанию в штатных АТО объектов по уничтожению химического оружия в диапазоне температур 500–650 °С для фосфорорганических ОВ (зарин, зоман, вещество типа VX) и ОВ кожно-нарывного действия (иприт, люизит). При этом временной режим термического обезвреживания в указанном диапазоне температур может определяться в зависимости от конкретного типа ОВ и устанавливаться технологическим регламентом производства с учетом результатов выполнения химико-аналитического контроля уровня загрязненности термически обезвреженных фрагментов.

Строительные отходы, а также отработанные сорбенты, должны обезвреживаться в штатных АТО объектов по уничтожению

химического оружия в диапазоне температур 500–550 °С для фосфорорганических ОВ (зарин, зоман, вещество типа VX) и ОВ кожно-нарывного действия (иприт, люизит их смеси). При этом временной режим термического обезвреживания в указанном диапазоне температур может определяться в зависимости от конкретного типа ОВ и устанавливаться технологическим регламентом производства с учетом результатов выполнения химико-аналитического контроля загрязненности термически обезвреженных отходов.

Обезвреженные таким образом фрагменты технологического оборудования и металлоконструкций могут являться пригодными для утилизации в специализированных организациях по вовлечению лома металлов в хозяйственный оборот в соответствии с действующими правилами¹⁸, а обезвреженные отходы строительных конструкций и отработанные сорбенты могут быть направлены для захоронения на действующие полигоны захоронения промышленных отходов в составе объектов по уничтожению химического оружия в качестве отходов производства ликвидационных работ.

Заключение

В практическом плане в ходе выполнения опытных работ достигнуты следующие результаты:

- показана возможность обезвреживания фрагментов технологического оборудования и металлоконструкций в два основных этапа: дегазация внутренних и внешних поверхностей, термическое обезвреживание при температуре 500–650 °С (с использованием только штатного оборудования АТО);

- показана возможность обезвреживания отработанных сорбентов при температуре 500–550 °С (с использованием только штатного оборудования АТО).

Полученные результаты проведения опытных работ использованы:

- при внесении изменений в санитарные правила СП 2.2.1.2513-09¹⁹ (в ред., утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 декабря 2018 г. № 48);

- при согласовании и утверждении проектной документации на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объ-

¹⁸ Постановление Правительства Российской Федерации от 11 мая 2011 г. № 369 «Об утверждении Правил обращения с ломом и отходами черных металлов и их отчуждения».

¹⁹ Пункты 5.18, 5.19 санитарных правил СП 2.2.1.2513-09 (в ред., утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18 декабря 2018 г. № 48).

екта по уничтожению химического оружия «Кизнер» (06-940-ЛПД-ИОС)²⁰.

²⁰ Техничко-экономическое обоснование (проект) проведения работ по ликвидации последствий деятельности объекта по уничтожению химического оружия и бывшего объекта по хранению химического оружия в г. Камбарка Удмуртской Республики (Л-02-6203).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в пос. Леонидовка Пензенской области (Л-02-7054).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области (Л-02-6317).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в г. Почеп Брянской области (Л-02-7413).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в г. Щучье Курганской области (07-560-Л).

Проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской Республики (06-940-ЛПД-ИОС).

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе.

Список источников / References

1. Никифоров Г.Е., Гормаш И.М., Белов С.М. и др. Начальный этап реформирования объектов по уничтожению химического оружия в интересах экономики и обеспечения обороны и безопасности государства // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2010. Т. LIV, № 4. С. 120–122.

Nikiforov G.E., Gormash I.M., Belov S.M., Lyakin A.S., Karpova E.S. The initial stage of reforming objects for the destruction of chemical weapons in the interests of the economy and ensuring the defense and security of the state // Russian Chemical Journal. Journal of the Russian D.I. Mendeleev Chemical Society. 2010. V. LIV, № 4. P. 120–122 (in Russian).

2. Лякин А.С. Организационно-правовые основы использования имущественного комплекса бывшего объекта по хранению и уничтожению химического оружия «Горный» в интересах обороны или экономики и обоснование необходимости проведения работ по ликвидации возникшего химического заражения // VI науч.-практ. конф. «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия»: Сб. матер. М.: ФУБХУХО, 2013. С. 11–15.

Lyakin A.S. Organizational and legal basis for the use of the property complex of the former object for storage and destruction of chemical weapons «Gorny» in the interests of defense or economy and justification for the need to carry out work on the elimination of chemical contamination that has arisen // VI scientific-practical conf. «Scientific and technical aspects of ensuring security in the destruction, storage and transportation of chemical weapons»: Sat. mater. Moscow: FUBHUCHO,

2013. P. 11–15 (in Russian).

3. Лякин А.С. Техничко-экономические решения, принимаемые для проведения работ по выводу объектов по уничтожению химического оружия из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности // V науч.-практ. конф. «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия»: Сб. матер. М.: ФУБХУХО, 2010. С. 27–33.

Lyakin A.S. Technical and economic decisions taken to carry out work on the decommissioning of chemical weapons destruction facilities and elimination of the consequences of their activities // V scientific and practical conf. «Scientific and technical aspects of ensuring security in the destruction, storage and transportation of chemical weapons»: Sat. mater. Moscow: FUBHUCHO, 2010. P. 27–33 (in Russian).

4. Лякин А.С. Технические решения по ликвидации последствий химического заражения (загрязнения) территорий в местах бывшего хранения и уничтожения химического оружия // Всероссийский симпозиум «Медико-биологические аспекты обеспечения химической безопасности Российской Федерации»: Сб. трудов. Санкт-Петербург: ФГУП «НИИГПЭЧ» ФМБА России, 2012. С. 37–41.

Lyakin A.S. Technical solutions for elimination of consequences of chemical contamination (pollution) of territories in places of former storage and destruction of chemical weapons // All-Russian Symposium «Medical and biological aspects of chemical safety of the Russian Federation»: proceedings of the Russian Academy of Sciences. Saint Petersburg: FSUE «NIIGPECH» FMBA of Russia, 2012. P. 37–41 (in Russian).

5. Лякин А.С. Санация загрязненной территории комплекса объекта по хранению и уничтожению химического оружия в процессе выведения из эксплуатации и ликвидации последствий его деятельности в г. Камбарка Удмуртской Республики // II науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых «Молодые ученые – ускорение научно-технического прогресса в 21 веке». Секция 7, рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности: электронное научное издание. Ижевск: ИЖГТУ, 2013. С. 753–765.

Lyakin A.S. Sanation of the contaminated territory of the object complex on storage and destruction of chemical weapons in the process of decommissioning and elimination of the consequences of its activities in the city of Kambarka of the Udmurt Republic // II scientific and technical conf. postgraduates, undergraduates and young scientists «Young scientists-acceleration of scientific and technological progress in the 21st century». Section 7, environmental management and life safety: electronic scientific publication. Izhevsk: IzhSTU, 2013. P. 753–765 (in Russian).

6. Мандыч В.Г., Ковалев А.Ю., Щербakov А.А., Сотников Н.В. Технологии уничтожения химического оружия: учебное пособие / Под общей ред. генерал-майора Н.П. Шебанова; Минобороны России. Саратов: СВВРХБЗ, 2006. 341 с.

Mandych V.G., Kovalev A.Yu., Shcherbakov A.A., Sotnikov N.V. Technologies of chemical weapons destruction: textbook / Ed. Major-General N.P. Shebanov; Russian Defence Ministry. Saratov: SVIRKHBZ, 2006. 341 p. (in Russian).

7. Мандыч В.Г., Шебанов Н.П., Германчук В.Г. и др. Токсичные химикаты: учебное пособие. Саратов: СВВРХБ, 2009. 182 с.

Mandych V.G. N.P. Shebanov, V.G. Germanchuk et al. Toxic chemicals: textbook. Saratov: SVIRKHBZ, 2009. 182 p. (in Russian).

8. Владимиров В.А., Лукьянченков А.Г., Павлов К.Н. и др. Методические рекомендации по ликвидации последствий радиационных и химических аварий: учебное пособие. М. 2005. 440 с.

Vladimirov V.A., Lukyanchenkov A.G., Pavlov K.N. et al. Methodological recommendations for the elimination of the consequences of radiation and chemical accidents: textbook. Moscow. 2005. 440 p. (in Russian).

9. Шевченко А.В., Никифоров Г.Е., Лякин А.С. и др. Научно-технические решения по санации загрязненных территорий, зданий и сооружений при выводе объектов по хранению и уничтожению химического оружия из эксплуатации и их перепрофилировании // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2010. Т. LIV. № 4, С. 77–79.

Shevchenko A.V., Nikiforov G.E., Lyakin A.S. et al. Scientific and technical solutions for the rehabilitation of contaminated territories, buildings and structures

when removing objects for storage and destruction of chemical weapons from operation and reprofiling them // Russian Chemical Journal. Journal of the Russian D.I. Mendeleev Chemical Society. 2010. V. LIV, № 4. P. 77–79 (in Russian).

10. Смирнов И.В., Завриев С.К. Химическое оружие: современное состояние и контроль за выполнением международных соглашений // Мировая экономика и международные отношения. 2018. Т. 62. № 1. С. 76–84.

Smirnov I.V., Zavriev S.K. Chemical weapons: current state and control over the implementation of international agreements // World economy and international relations. 2018. V. 62. No. 1. P. 76–84 (in Russian).

11. Wolterbeek C. Destruction of Iraqi chemical munition/UNSCOM-38 / Chemical Destruction Group // Proceedings 5th International Symposium Protection Against Chemical and Biological Warfare Agents: Suppl. Stockholm. Sweden. 11–16 June 1995. P. 85–103.

12. Franke S. Lehrbuch der Militärchemie. Band 1. Deutscher Militärverlag, Berlin. 1967.

13. Darchini-Maragheh E., Balali-Mood M. Delayed complications and long-term management of sulfur mustard poisoning: recent advances by Iranian researchers (Part I of II) // Iran. J. Med. Sci. 2018. V. 43. № 2. P. 103–124.

14. Lemieux P.M. Research Program on the disposal of wastes from decontamination activities // Очистка зданий и сооружений, загрязненных в результате химического терроризма / Международный семинар по деконтаминации. Москва, 11–13 сентября 2006. С. 45–50.

Lemieux P.M. Research Program on the disposal of wastes from decontamination activities // Cleaning of buildings and structures contaminated by chemical terrorism / International seminar on decontamination. Moscow, September 11–13, 2006, P. 45–50 (in Russian).

15. Munro N.B., Talmage S.S., Griffin G.D. The sources, fate and toxicity of chemical warfare agent degradation products // Environ. Health Perspect. 1999. V. 107. № 12. P. 933–974.

16. Kuryk B.A. Strategies to Protect the Health of Deployed U.S. Forces: Detecting, Characterizing, and Documenting Exposures, Expert from the U.S. Army's 5X Decontamination Review. The National Academies Press. 2000.

17. Pearsons G.S., Magee R.S. Synthetic fuel for imitation of municipal solid waste in experimental studies of waste incineration // Pure Appl. Chem. 2002. V. 74. P. 187–316.

18. Turner R., Hoyer R., Hall F. Hazardous Waste Incineration Prior to Land Disposal. Land Disposal, Remedial Action, Incineration and Treatment of Hazardous Waste, Proceedings of the Fourteenth Annual Research Symposium. EPA 600/79-88/021. 1988. July.

19. Юфит С.С. Яды вокруг нас. Вызов человечеству / Под ред. С.С. Юфита. М.: Классик Стиль, 2002.

Yufit S.S. Poisons around us. A challenge to humanity / Ed. S.S. Yufit. Moscow: Classics Style, 2002 (in Russian).

20. Грин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка. М. 2002.

Green A.S., Novikov V.N. Industrial and household waste. Storage, utilization, processing. Moscow. 2002 (in Russian).

21. Pearson G.S. The Search for Iraq's Weapons of Mass Destruction Inspection, Verification and Non-Proliferation. New York: Antony Rowe Ltd., 2005.

Об авторах

Федеральное бюджетное учреждение «Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации», 115487, Российская Федерация, г. Москва, ул. Садовники, 4А.

Капашин Валерий Петрович. Начальник Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия (ФУБХУХО), д-р техн. наук, проф.

Мандыч Владимир Григорьевич. Заместитель начальника Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия (ФУБХУХО) (по технологии и производству), канд. техн. наук, проф.

Кармишин Алексей Юрьевич. Заместитель начальника Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия (ФУБХУХО), канд. техн. наук, доцент.

Исаев Илья Николаевич. Начальник отдела, канд. хим. наук, доцент.

Лякин Алексей Станиславович. Начальник группы, канд. техн. наук.

Коваленко Игорь Викторович. Консультант управления, канд. техн. наук, доцент.

Назаров Валерий Дмитриевич. Главный инженер отдела, д-р техн. наук, проф.

Контактная информация для всех авторов: fubhuho@mil.ru

Контактное лицо: Лякин Алексей Станиславович; fubhuho@mil.ru

Optimization of Technology for Performing Liquidation Measures at Chemical Weapons Destruction Facilities

V.P. Kapashin, V.G. Mandych, A.Yu. Karmishin, I.N. Isaev,

A.S. Lyakin, I.V. Kovalenko, V.D. Nazarov

*Federal Directorate for Safe Storage and Destruction of Chemical Weapons,
Sadovniki Street 4a, Moscow 115487, Russian Federation*

Received 10.10.2020. Corrected variant 08.12.2020. Accepted for publication 21.12.2020

In accordance with the instructions of the President of the Russian Federation, the implementation of the Russian Federation's conventional obligations in the field of chemical disarmament assumes, after the completion of the destruction of chemical weapons, the involvement of former chemical weapons destruction facilities (CWDFs) in the economic turnover in the interests of the industries, connected with defense and state security, and other industries. The *aim of this work* is to consider the optimal technologies of the destruction of former CWDFs. In order to obtain objective information about the effectiveness and sufficiency of heat treatment of scrap metal products and spent sorbents, potentially contaminated with toxic substances, the FSBE «FUBKHUHO» experts conducted an experimental study of the possibility of using only regular production facilities for thermal neutralization of emptied cases of chemical ammunition and other waste, located at the CWDFs «Maradykovsky», «Leonidovka» and «Pochep». It is established during this study, that the use of standard heat treatment complexes allows to ensure the sanitary and epidemiological safety of the neutralized materials when using their design modes in the temperature range 500–700 °C. This approach allows to reduce the time required for full implementation of liquidation activities at the CWDFs at the expense of the refusal from the creation of new and/or reconstruction of existing facilities of heat treatment, necessary for the neutralization of potentially dangerous fragments of metal constructions and other solid waste, and to increase the efficiency of using financial, material and human resources to ensure the implementation of abandonment operations in general. A timely solution

to the problem of the elimination of the consequences of CWDFs' activities will create safe conditions for the development of traditional and new industries on the basis of former CWDF complexes and increase their investment attractiveness.

Keywords: *engineering infrastructure; elimination of consequences of activities; metal structures; facilities for the destruction of chemical weapons; toxic substances; sanitary and epidemiological safety; temperature regime; thermal neutralization; technological equipment; chemical and analytical control.*

For citation: *Kapashin V.P., Mandych V.G., Karmishin A.Yu., Isaev I.N., Lyakin A.S., Kovalenko I.V., Nazarov V.D. Optimization of Technology for Performing Liquidation Measures at Chemical Weapons Destruction Facilities // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4. № 4. P. 404–420. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-404-420>*

Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

Peer review information

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

References

See P. 417–419.

Authors

Federal Directorate for Safe Storage and Destruction of Chemical Weapons. Sadovniki Street 4a, Moscow 115487, Russian Federation.

Valery Petrovich Kapashin. Head of the Directorate. Doctor of Technical Sciences. Professor.

Vladimir Grigoryevich Mandych. Deputy Head of the Directorate (Technology and Production). Candidate of Technical Sciences. Professor.

Alexey Yurievich Karmishin. Deputy Head of the Directorate – Chief Engineer. Candidate of Technical Sciences. Associate Professor.

Ilya Nikolaevich Isaev. Head of the Department. Candidate of Chemical Sciences. Associate Professor.

Alexey Stanislavovich Lyakin. Head of the Group. Candidate of Technical Sciences.

Igor Viktorovich Kovalenko. Management Consultant. Candidate of Technical Sciences. Associate Professor.

Valery Dmitrievich Nazarov. Chief Engineer of the Department. Doctor of Technical Sciences. Professor.

Contact information for all authors: fubhuho@mil.ru

Contact person: Alexey Stanislavovich Lyakin; fubhuho@mil.ru

Today's Biothreats – Where the Past Predictions Meet the Future

Ján Lakota

*Centre of Experimental Medicine, SAS, Dubravská cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovakia
Faculty of Management Comenius University, Odbojárov 10, 841 04 Bratislava, Slovakia*

Received 12.10.2020. Accepted for publication 21.12.2020

The catastrophic spread of COVID-19 pandemic, uncontrolled by modern medical science, regardless of whether it is artificial or not, clearly shows the limits of human mind and knowledge to resist this and other similar challenges. The *purpose of this work* is to show the danger of dual-use biotechnologies in the development of fundamentally new approaches to biological damage to humans. The forecasts of the development of biotechnologies, made by the experts of the American organization JASON and other specialists 23 years ago, are analyzed. It is shown in the article, that in general these forecasts and assessments turned out to be true. The technologies that, most probably, can be used for the development of new means of biological destruction are: binary bioweapons – these are two-component systems that are relatively safe to handle but become deadly when the two components come together on deployment; designer genes – where specific unnatural gene sequences are built into viruses or other life forms to incorporate into the genome of the unsuspecting host, which later becomes the victim; gene therapy – today a medical (partial) reality; the technology that allows medicine to repair or replace defective genes in a diseased individual might be subverted to introduce pathogenic sequences into healthy individuals; stealth viruses – viruses that could be fashioned by a researcher to infect the host but remain silent until activated by some physiological or environmental trigger; host-swapping diseases – new zoonotic agents which might be developed specifically for bioweapon purposes by modifying existing pathogens to seek human hosts; designer diseases – where the detailed knowledge of biochemical signaling pathways could conceivably be used to create designer diseases. In addition to those predicted by JASON, another dual-use technology has emerged recently – synthetic biology. It is a very powerful interdisciplinary branch of biology. Specific examples of the use of these technologies to create new means of biological warfare are given in the article. The author believes that it is necessary not only to track new dual-use biotechnologies, but also to improve conventional and scientific methods of monitoring their use.

Keywords: *binary weapons; biological weapons; biotechnology; CRISPR; disease; DNA; Escherichia coli; gene engineering; gene therapy; pathogens; synthetic biology; terrorism; virus.*

For citation: *Lakota Ján. Today's Biothreats – Where the Past Predictions Meet the Future // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4. № 4. P. 421–440. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-421-430>*

Biological weapons are referees to those which contain replicating infectious and lethal forms of life including bacteria, viruses, fungi, protozoa, prions, or poisonous chemical toxins produced by living organisms. The use of biological-type weapons is a planned to spread life-threatening diseases on a mass scale in order to devastate the population of an area. In broader sense of the world of biological weapons belong insects which can be used as (biological) weapons against crops, animals and human beings.

In 1960 the US government formed a secret group of academic scientists, the JASON Group mostly having to do with defense. «JASON is an independent group of elite scientists which advises the United States government on matters of science and technology, mostly of a sensitive nature». The JASONS, named after the mythical Jason and the Argonauts – a group of young adventurers who embark on a journey to obtain the Golden Fleece¹. In 1997 this group addressed the problem of next-generation bioweapons threats.

¹ About JASON Group. URL: <https://isgp-studies.com/jason-group-national-security-science>; <https://web.archive.org/web/20110607181553/http://ist-socrates.berkeley.edu/~schwrtz/SftP/Jason.html>; <https://fas.org/irp/agency/dod/jason/> (date: 01.10.2020).

In fact, technology over the past 20 years enabled scientists to engineer pathogens to be qualitatively different from conventional bioweapon agents [1]. In terms of bioweaponry, this includes the ability to give these «classic» pathogens attributes that might make them safer to handle, more virulent, more transmissible, harder to detect, and easier to disseminate. In their 1997 report, several broad classes of unconventional pathogens were identified by the Jason Group [2].

These classes include:

i) **Binary bioweapons** (these are two-component systems that are relatively safe to handle but become deadly when the two components come together on deployment).

ii) **Designer genes** (where specific unnatural gene sequences are built into viruses or other life forms to incorporate into the genome of the unsuspecting host, which later becomes the victim).

iii) **Gene therapy** (today a medical (partial) reality; the technology that allows medicine to repair or replace defective genes in a diseased individual might be subverted to introduce pathogenic sequences into healthy individuals).

iv) **Stealth viruses** (viruses that could be fashioned by a researcher to infect the host but remain silent until activated by some physiological or environmental trigger).

v) **Host-swapping** diseases (new zoonotic agents which might be developed specifically for bioweapon purposes by modifying existing pathogens to seek human hosts).

vi) **Designer diseases** (where the detailed knowledge of biochemical signaling pathways could conceivably be used to create designer diseases).

To these classes belong to «modern» or «new» threats which were not mentioned by Jason's – **synthetic biology**. One can define synthetic biology as an interdisciplinary branch of biology combining disciplines such as biotechnology, evolutionary biology, molecular biology, systems biology, biophysics, computer engineering, and genetic engineering [3].

For further discussion we shall take the (well written) parts from the special study on the matter [4]. Although this 16 year old text is little «out of fashion» its originality cannot be overlooked.

Binary bioweapons

«Analogous to a binary chemical weapon, this is a two-component system consisting of innocuous parts that are mixed immediately prior to use to form the pathogen. This process occurs frequently in nature. Many pathogenic bacteria contain multiple plasmids (small circular extrachromosomal DNA fragments) that code for virulence or other special functions.

The virulence of anthrax, plague, dysentery, and other diseases could be enhanced by these plasmids. What occurs naturally in nature could be artificially conducted with basic biotechnology techniques in the laboratory. Virulent plasmids can be transferred among different kinds of bacteria and often across species barriers. To produce a binary biological weapon, host bacteria and a virulent plasmid could be independently isolated and produced in the required quantities. Just before the bioweapon was deployed, the two components would be mixed together. The transformation of the host organism back into a pathogen could conceivably take place after a weapon is triggered and during transport/flight» [4].

As an example of (theoretical) binary bioweapon we can use the of so called «EHEC scandal». Novel strain of *Escherichia coli* O104:H4 bacteria caused a serious outbreak of foodborne illness focused in northern Germany in May through June 2011. The illness was characterized by bloody diarrhea, with a high frequency of serious complications, including hemolytic-uremic syndrome (HUS). The outbreak was originally thought to have been caused by an enterohemorrhagic (EHEC) strain of *E. coli*, but it was later shown to have been caused by an enteroaggregative *E. coli* (EAEC) strain that had acquired the genes to produce Shiga toxins, present in organic fenugreek sprouts. In all, 3,950 people were affected and 53 died, 51 of whom were in Germany. 800 people suffered hemolytic uremic syndrome (HUS), which can lead to kidney failure. A handful of cases were reported in several other countries. Essentially all affected people had been in Germany or France shortly before becoming ill. Russia banned the import of all fresh vegetables from the European Union from early June until 22 June 2011. The outbreak was caused by a strain of *E. coli* of the serotype O104:H4, that was unusual for having characteristics of both enteroaggregative *E. coli* and enterohemorrhagic *E. coli*. The strain has a number of virulence genes typical of enteroaggregative *E. coli*, including attA, aggR, aap, aggA, and aggC, and, in addition, to the Shiga toxin variant 2. All bacteria isolated from patients in this outbreak were resistant to beta-lactam antibiotics, third-generation cephalosporins, and partially resistant to nalidixic acid, but susceptible to carbapenems and ciprofloxacin². Paradoxically, a so called «confidential» newsletter on politics and economics («Vertraulicher Schweizer Brief» = «Confidential swiss letter») reported that agents of the German foreign intelligence agency BND (Bundesnachrichtendienst = Federal Intelligence Service) have met agents of other European

² 2011 Germany *E. coli* O104:H4 outbreak. See: https://en.wikipedia.org/wiki/2011_Germany_E._coli_O104:H4_outbreak (date: 20.10.2020).

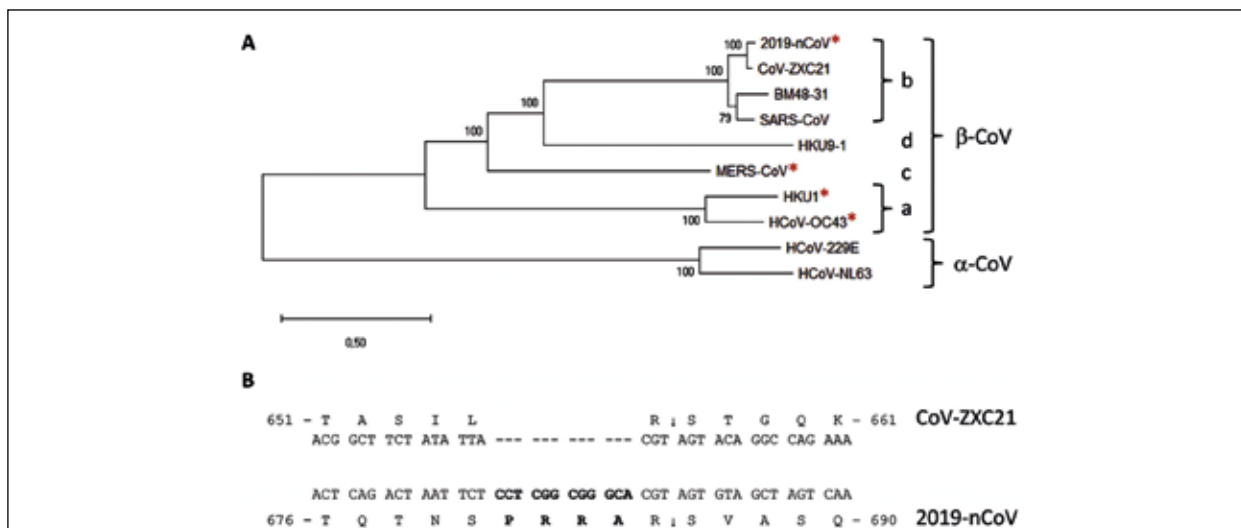


Fig. 1 – Characterization of an nCoV-peculiar sequence at the S1/S2 cleavage site in the S-protein sequence, compared SARS-like CoV. (A) Phylogenetic tree of selected coronaviruses from genera alphacoronavirus (α-Cov) and betacoronavirus (β-CoV), lineages a, b, c and d: SARS-CoV-2 (2019-nCoV) (NC_045512.2), CoV-ZXC21 (MG772934), SARS-CoV (NC_004718.3), SARS-like BM4821 (MG772934), HCoV-OC43 (AY391777), HKU9-1 (EF065513), HCoV-NL63 (KF530114.1), HCoV229E (KF514433.1), MERS-CoV (NC019843.3), HKU1 (NC_006577.2). The phylogenetic tree was obtained on the Orf1ab amino acid sequence using the Maximum Likelihood method by Mega X software. Red asterisks indicate the presence of a canonical furin-like cleavage motif at site 1; (B) Alignment of the coding and amino acid sequences of the S-protein from CoV-ZXC21 and 2019-nCoV at the S1/S2 site. The 2019-nCoV-specific sequence is in bold. The sequence of CoV-ZXC21 S-protein at this position is representative of the sequence of the other betacoronaviruses belonging to lineage b, except the one of 2019-nCoV [5]

countries and U.S. agents at an assessment center near Paris to discuss the EHEC outbreak as a potential terror attack of certain North-African Islamic terror groups (especially from Algeria) as some kind of «feces-jihad». EHEC-germs might have been placed intentionally and simultaneously at different market places for foodstuffs, mainly in Germany³. However, the validity of this statement remains unproven.

Designer genes

«The Human Genome Project has decoded the alphabet of life and provided a human molecular blueprint. Likewise, the complete genome sequences are now known for 599 viruses, 205 naturally occurring plasmids, 31 bacteria, one fungus, two animals, and one plant. Many of these genomes have been published in unclassified journals and on the internet. To the bioweaponer these are essentially blueprints that would enable him to make microorganisms more harmful. Now that the codes are known, it seems only a matter of time until microbiologists develop synthetic genes, synthetic viruses, or even complete new organisms. Some of these could be specifically produced for biological warfare or terrorism purposes. Perhaps the most

obvious way to increase the effectiveness of any biological warfare pathogen is to render it resistant to antibiotics or antiviral agents. Some bacteria naturally develop resistance to antibiotics fairly quickly. Many antibiotic resistance genes have been identified. The best known of these is the gene that codes for beta-lactamase, the enzyme that defeats the action of penicillin. Such genes could be activated or introduced into other pathogens. Entire viruses may similarly be created, analogous to the natural mutation of the influenza virus. A new strain of influenza could be created by induced hybridization of viral strains, simply swapping out variant or synthetic genes. Slightly altering a common virus like influenza to make it deadlier might be easier than manipulating more rare or biologically complicated pathogens. For a bioweaponer, the databases of increasing numbers of microbial genomes provide a virtual – parts list of potentially useful genes for a genetic – erector set to design and produce a new organism. It is possible to pick and choose the most lethal characteristics. Some think it may be possible to create an entirely new organism from scratch. Some animal viruses are so small that their entire genome could be stitched together, at least in principle, from machine-synthesized fragments

³ URL: <https://flutrackers.com/forum/forum/the-pandemic-discussion-forum/109441-ehec-outbreak-in-germany-conspiracy-theory-on-potential-terror-attack>

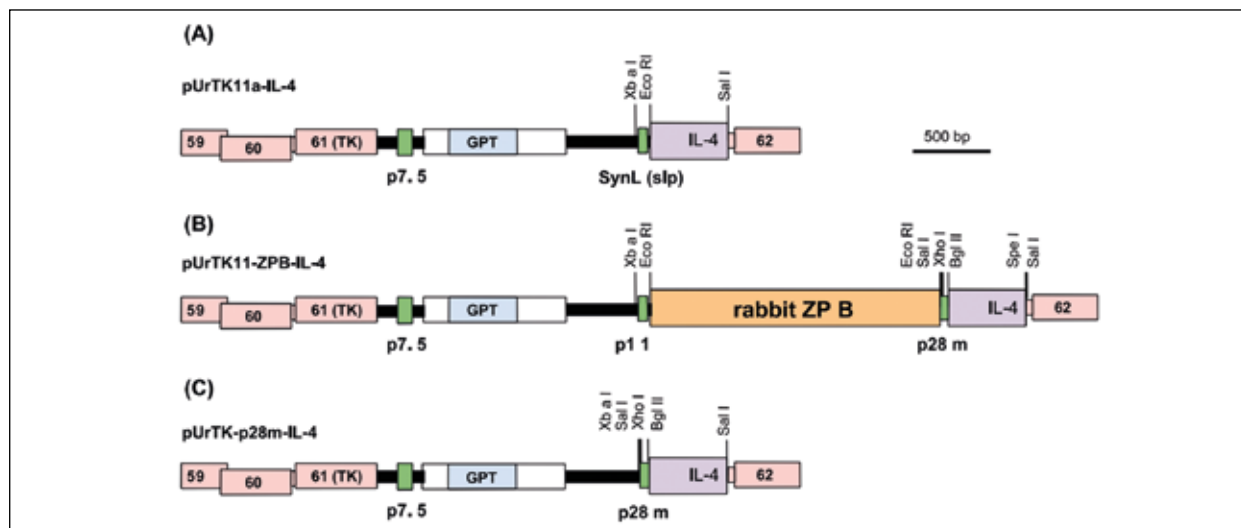


Fig. 2 – Plasmid constructs used as transformation vectors. The IL-4 cDNA is under control of the strong synthetic late promoter (slp) in pUrTK11a-IL-4 (A), which was used to construct SLS-slp-IL-4 recombinant virus. The IL-4 gene is under control of the modified p28 (p28m) promoter in pUrTK11-ZPB-IL-4 (B), which was used to construct Ur-ZPB-p28m-IL-4 recombinant virus. The IL-4 gene is also under control of the p28m promoter in pUrTK-p28m-IL-4 (C), which was used to construct SLS-p28m-IL-4 recombinant virus. Flanking myxoma virus sequences from the M059R to M062R genes are identified by their abbreviations 59 to 62. TK = thymidine kinase. Unshaded areas in the GPT gene indicate noncoding sequence; black bars around the promoters indicate noncoding sequences from vaccinia virus contained within the background plasmid. In each case, insertion of the foreign DNA will be intergenic between the M061 and M062 genes [7]

using current technology. *Mycoplasma*, an organism that causes pneumonia in humans, has the smallest known bacterial genome. Genetic analyses of strains of mycoplasma indicate that only 265 to 350 genes are essential under laboratory growth conditions. Thus, it may be possible to create an entirely synthetic – minimal genome organism in the near future. If a streamlined cell of this type were available, it would be an attractive template to build a bioweapon. As stated previously about viruses, although it may be possible to create life artificially from a set of component parts, this would probably be beyond the sophistication of most bioterrorists. It would be extremely difficult to engineer all of the desired – attributes into a single pathogen and still have an organism that transmitted effectively and predictably. It would be much more likely that an existing pathogen would be subtly genetically modified to be more difficult to detect, more virulent, or more resistant to drugs, all within the capabilities of today's biotechnology» [4].

In the paper: «The spike glycoprotein of the new coronavirus SARS-CoV-2 (2019-nCoV) contains a furinlike cleavage site absent in CoV of the same clade» the authors identified a peculiar furin-like cleavage site in the Spike protein of the 2019-nCoV, lacking in the other SARS-like CoVs [5]. This may have significant functional implications for virus entry. This inserted sequence (CCT CGG CGG GCA) codes for four «new» amino acids (PRRA). Furin-like cleavage site may provide a gain-of-

function to the SARS-CoV-2 for efficient spreading in the human population compared to other lineage b betacoronaviruses. The abovementioned paper reached in October 2020, 280 citations (Fig. 1).

Furthermore, the insertion of a multibasic motif RERRRKKR↓GL at the H5N1 hemagglutinin HA cleavage site was likely associated with the hyper-virulence of the virus during the Hong Kong 1997 outbreak [6].

Gene therapy

«Gene therapy will revolutionize the treatment of human genetic diseases. The goal is to effect a permanent change in the genetic composition of a person by repairing or replacing a faulty gene. Genes have already been spliced into bacteria to produce human insulin in large quantities. The eventual goal is to splice a gene that codes for the production of insulin into human pancreatic tissue to cure diabetes. Similar research is progressing on adding in the missing gene to prevent the symptoms of cystic fibrosis. However, the same technology could be subverted to insert pathogenic genes. There are two general classes of gene therapy: germ-cell line (reproductive) and somatic cell line (therapeutic). Changes in DNA in germ cells would be inherited by future generations. Changes in DNA of somatic cells would affect only the individual and could not be passed on to descendants. Manipulation of somatic cells is subject to less ethical scrutiny than manipulation of germ cells.

This concept has already been used to alter the immunity of animals. The vaccinia virus (a poxvirus used to make immunization against smallpox) has been used as a vector to insert genes in mammalian cells. This genetically engineered virus has been used successfully to produce an oral vaccine to prevent rabies in wildlife. Research for similar gene splicing in humans continues for possible vectors to carry the replacement genes to their targets. As has been done for animals, there is potential for human – vaccination against certain diseases, or as a targeted delivery capability for therapeutic drugs or cytotoxic effects» [4].

The basis for such statement and prediction of «altering the immunity of animals» comes from the paper «Expression of rabbit IL-4 by recombinant myxoma viruses enhances virulence and overcomes genetic resistance to myxomatosis». In this paper the whole (and detailed) plasmid construction is described (Fig. 2) [7]:

It should be noted that this paper is freely available. This observation is further discussed in a review article M. (Marianne et al.: M. Stanford and Grant McFadden, The 'supervirus'? Lessons from IL-4-expressing poxviruses. Trends in Immunology Vol. 26 No. 6 June 2005): «It is clear from studies in a variety of IL-4-expressing poxviruses that the ectopic expression of this cytokine in the context of virus infection inhibits the formation of antiviral CTL responses. The effect of IL-4 expressed by ECTV on preexisting immunity would suggest that expression of this cytokine modifies the microenvironment, such that protective immune responses cannot properly function. Thus, the effect of ectopic IL-4 expression by poxviruses might include more global effects on the immunopathology, as well as more localized effects on immune cells that bridge the gap between the innate and adaptive immune system, such as the tissue macrophage» [8]. It should be noted that this construction occurred 15 years ago and there is a narrow bridge between the animals and men.

Stealth viruses

«The concept of a stealth virus is a cryptic viral infection that covertly enters human cells (genomes) and then remains dormant for an extended time. However, a signal by an external stimulus could later trigger the virus to activate and cause disease. This mechanism, in fact, occurs fairly commonly in nature. For example, many humans carry herpes virus which can activate to cause oral or genital lesions. Similarly, varicella virus will sometimes reactivate in the form of herpes zoster (shingles) in some people who had chicken pox earlier in life. However, the vast majority of viruses do not cause disease. As a biological weapon, a stealth virus could clandestinely infect the genome of a population. Later, the virus could be activated in the targeted population, or a threat of activation could be used as blackmail. Oncogenes



Fig. 3 – Herpes zoster. Herpes Zoster (HZ), also known as «shingles,» is a result of the reactivation Varicella Zoster Virus (VZV) that emerges from latency in the sensory dorsal root ganglion. The reactivation causes the spreading of a classic rash of group vesicular lesions in various stages along the unilateral sensory dermatomal distribution over the first 3 days. Ulceration and crusting begin to occur after 3-5 days. 1 The diagnosis is usually made clinically; however PCR testing of skin lesions is also available to differentiate between VZV, HSV1, and HSV2. 2 The incidence of HZ increases with age due to immunosenescence of cell mediated immunity, with the mean age between 43 and 53 years old. 3 An immunocompromised state, due to factors like human immunodeficiency virus (HIV), medications, and autoimmune disease, also increases the incidence of HZ. 4-6 A routine HIV screening in this patient was negative. He was prescribed oral acyclovir 800 mg, five times per day for five days. (Ehsani-Nia H., Rowe R. Herpes Zoster; https://jetem.org/herpes_zoster/; date: 12.10.2020)

are segments of DNA that, when switched on, can initiate wild cellular growth and misbehavior – the hallmarks of cancer. Some viruses have segments of DNA that can mimic oncogenes and directly, or perhaps through bioregulators or host genes, cause cancer. These changes may take years for clinical effect, but the concept may still be considered by bioterrorists» [4].

As already mentioned, Herpes zoster, also known as shingles, is caused by the reactivation of the varicella-zoster virus (VZV), the same virus that causes varicella (chickenpox). Primary infection with VZV causes varicella. Once the illness resolves, the virus remains latent in the dorsal root ganglia. VZV can reactivate later in a person's life and cause a painful, maculopapular rash called herpes zoster. In some patients particularly in the elderly, the pain continues to persist after the rash heals and develops into

postherpetic neuralgia (PHN), which is the most common complication. PHN causes physical disability, emotional distress and interference with daily activities and sleep [8, 9] (Fig. 3).

HZ also causes neurological sequelae, HZ ophthalmicus (HZO) with eye involvement or disseminated disease. The incidence rate of HZ ranged between 3 and 5/1000 person-years in North America, Europe and Asia-Pacific. The age-specific incidence rates of HZ were similar across countries, with a steep rise after 50 years of age. The incidence rate was about 6–8/1000 person-years at 60 years of age and 8–12/1000 person-years at 80 years of age. HZ is a global health burden that is expected to increase as the population ages across the world in the near future. The prevalence of disability in the elderly populations is also increasing (I do not understand, something is missing). Up to date no specific «activator» of the latent virus is officially known. Its discovery (and use) would disable and ruin whole health care system(s) in particular state(s).

Progressive multifocal leukoencephalopathy (PML) is a rare and often fatal viral disease characterized by progressive damage (-pathy) or inflammation of the white matter (leuko-) of the brain (-encephalo-) at multiple locations (multifocal). It is caused by the John Cunningham virus (JC virus), which is normally present and kept under control by the immune system. The JC virus is harmless except in cases of weakened immune systems. In general, PML has a mortality rate of 30–50% in the first few months, and those who survive can be left with varying degrees of neurological disabilities⁴.

JC virus, the etiological agent of progressive multifocal leukoencephalopathy (PML), is the first human polyomavirus described. After asymptomatic primary infection which occurs in childhood, the virus spreads by the hematogenous route from the primary site of infection to secondary sites including kidneys, lymphoid tissues, peripheral blood leukocytes, and brain to establish latent infection. During immunosuppression the virus undergoes molecular rearrangements that allow it to replicate in glial tissues causing PML [910]. Again, the «discovery» of an activator of this stealth virus (and its use) would bring devastating effects on the population of the particular state(s).

Host-swapping diseases

«As previously stated, the vast majority of viruses do not cause disease. In nature, animal viruses tend to have narrow, well-defined host ranges. Unlike

bacteria, viruses often infect only one or just a few species. When a virus has a primary reservoir in an animal species, but is transmissible to humans, it is called a zoonotic disease. Animal viruses tend to have a natural animal reservoir where they reside and cause little or no damage. Examples of reservoirs include birds for the West Nile Virus, water fowl for Eastern equine encephalitis and rodents for hantavirus. The bat is thought to be the reservoir for Ebola virus, and the chimpanzee is thought to have been the original reservoir for the HIV virus that causes AIDS. When viruses – jump species they may occasionally cause significant disease. These examples illustrate that manageable infectious agents can be transformed naturally into organisms with markedly increased virulence. When this happens naturally, the process results in an emerging disease. If it were to be induced by man, it would be bioterrorism. In the laboratory of inspired, determined and well-funded bioterrorists, an animal virus may be genetically modified and developed specifically to infect human populations. Emerging diseases could have serious implications for biological warfare or terrorism applications» [4].

Hantaviruses, belonging to the Hantaviridae family, are divided into four genera: Loanvirus, Mobatvirus, Thottimvirus, and Orthohantavirus. More than 50 species of hantaviruses have been reported worldwide⁵. Hantavirus cardiopulmonary syndrome (HCPS) is caused by infection with New World hantaviruses. First described in 1993 in the southwestern United States, HCPS has been documented throughout the Americas. Andes hantavirus (ANDV) causes hantavirus cardiopulmonary syndrome and is the only hantavirus for which person-to-person transmission has been proven [10, 11].

The study documented a small but definite risk of nosocomial acquisition of ANDV infection for personnel who care for patients, including handling of bedding and gowns. In the following study the authors conclude: «We characterized the complete genome of an ANDV strain involved in a person-to-person transmission chain by using target-specific whole-genome sequencing. Our study contributed useful data for clarifying properties involved in the unusual transmissibility of ANDV. These data are crucial for optimal management of HPS case-patients and control of future outbreaks of this lethal disease». As stated above: *«In the laboratory of inspired, determined and well-funded bioterrorists, an animal virus may be genetically modified and developed specifically to infect human populations. What happens if someone would transform this virus (with a case-fatality rate 35–38%) to a more*

⁴ Progressive multifocal leukoencephalopathy. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Progressive_multifocal_leukoencephalopathy (date: 20.07.2020)

⁵ International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). 2019 [cited 2019 Oct 10]. URL: <https://talk.ictvonline.org/> (date: 20.09.2020)

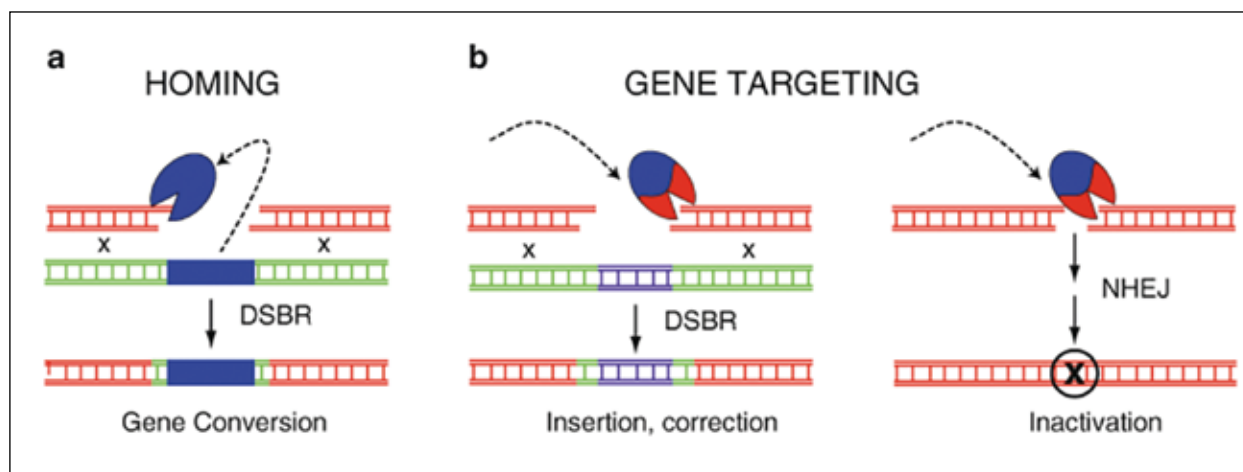


Fig. 4 – Endonuclease-mediated DNA repair. (a) HE-induced DSB mediates homing. The HEG (blue pacman symbol), often encoded by an intron or intein (blue bar), cleaves an uninterrupted homing site. The DNA ends of the cleaved recipient (red) engage in double-strand-break repair (DSBR), such that the cut allele is repaired by gene conversion with homologous intact DNA. (b) Gene targeting by an exogenous endonuclease. An engineered endonuclease (blue and red) cleaves a desired target, which can be repaired with an allele that inserts or corrects DNA using a homologous template (left), or is repaired by nonhomologous end joining (NHEJ), an error-prone process, that inactivates the cleaved gene [15]

virulent strain? Moreover, while HCPS is typically associated with New World hantaviruses, the Puumala orthohantavirus in Europe has also caused the syndrome on rare occasions» [11, 12].

Designer diseases

«Our understanding of cellular and molecular biology has advanced nearly to the point where it might be possible to propose the symptoms of a hypothetical disease and then design or create the pathogen to produce the desired disease complex. Designer diseases may work by turning off the immune system, by inducing specific cells to multiply and divide rapidly (like cancer), or possibly by causing the opposite effect, such as initiating programmed cell death (apoptosis). This futuristic biotechnology would clearly indicate an order-of-magnitude advancement in offensive biological warfare or terrorism capability. The concepts and mechanisms of the six classes of biological innovations that could be weaponized, as outlined by the JASON Group and discussed above, have some overlap» [4].

These classes were meant to identify a spectrum of conceivable bioterrorist threats based on current or near-future biotechnological capabilities. They were not meant to be all-inclusive or mutually exclusive of possibilities. Another authority on biological warfare, Malcolm Dando asserts that benign microorganisms might be genetically engineered to produce BW toxins, bioregulator compounds, or venoms [12, 13]. Pathogens may also be genetically manipulated to enhance their aerosol or environmental stability, or defeat current identification, detection, and diagnostic capabilities».

Synthetic biology

The term «synthetic biology» can be explained as follows: «Synthetic biology is a newly emerging field that employs the application of engineering principles to biology. Recent advances in synthetic biology have led to the development of several synthetic gene circuits for a wider range of applications including disease diagnostics, disease treatment, production of biomolecules, therapeutics, vaccines, biomaterials, biofuels and fine chemicals. It has allowed us to easily manipulate or build a novel function or upgrade the existing gene function by using a synthetic promoter, ribosome binding sites, genes, transcription terminators, small RNAs and many more in a wide number of organisms and cell types» [13, 14].

There is tremendous amount of literature, facts and results achieved in this field. It would fill couple of articles in this journal. Let us focus only on one aspect – the «preparation» of «synthetic» sterility of mosquito populations. Homing endonucleases are strong drivers of genetic exchange and horizontal transfer of both their own genes and their local genetic environment. This has led to the manipulation and reprogramming of the endonucleases and to their exploitation in genome editing for use as therapeutic agents, for insect vector control and in agriculture [14, 15]. By introducing site-specific DNA breaks that then are repaired, these homing endonucleases (HEs) stimulate the cellular recombination and DNA repair processes to fix the break by simply copying the gene encoding them (the homing endonuclease gene or HEG) and flanking DNA into the broken chromosome (Fig. 4).

Through models of mosquito population genetics and malaria epidemiology combined with currently available HEG transmission data, it was concluded that HEG-based approaches could have a transformational effect on malaria control [15, 16]⁶. Nevertheless, one can imagine another (possible) scenario – the use of these methodologies in introducing the sterility in humans. The «vectors» would be exosomes, the gates would be digestive tract or skin (through food or cosmetic articles).

Modern biological threats of artificial nature are much more dangerous than those, from which the conventions on the prohibition of weapons of mass destruction are trying to protect us, at least declaratively. The future, which JASON

experts wrote about 23 years ago, has already arrived. There are serious reasons to believe that certain biotechnologies have already been used for biological sabotage or they may be used for such purpose in the nearest future. The catastrophic spread of COVID-19 pandemic, uncontrolled by modern medical science, regardless of whether it is artificial or not, clearly shows the limits of human mind and knowledge to resist this and other similar challenges. It is impossible to rely only on «free will» of human mind and on its ability to choose good between the Kantian ideals of good and evil. It is necessary to monitor constantly those new biotechnologies that may have a dual purpose and to improve accordingly the conventional and scientific methods of control over their use.

⁶ For more details of the principles of main methodologies for genomic engineering can check the CRISPR and Genomic Engineering. URL: <https://www.labome.com/method/CRISPR-and-Genomic-Engineering.html> (date: 12.06.2020)

Conflict of interest statement

I am declaring that I prepared the article from sources freely available on the Internet and free available publications, figures and other possible legal sources. I, as a sole author declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest

Peer review information

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

References

1. Finkbeiner A. The Jasons: the secret history of science's postwar elite. Penguin, 2006.
2. Block S. Living nightmares: biological threats enabled by molecular biology / In: Drell S., Sofaer A., Wilson G. (Eds.), The New Terror: Facing the Threat of Biological and Chemical Weapons. Hoover Institution Press, Stanford, 1999.CA, p. 60).
3. Ryan J.R. Future Directions for Biosecurity, Biosecurity and Bioterrorism, 2016. P. 345–363.
4. Ainscough M.J. Next Generation Bioweapons: The Technology Of Genetic Engineering Applied To Biowarfare And Bioterrorism. Air War College Air University. Maxwell Air Force Base, Alabama. 2004. https://www.researchgate.net/publication/255625820_Next_Generation_Bioweapons_Genetic_Engineering_and_BW
5. Coutarda B., Valleb C., de Lamballerie X. et al. The spike glycoprotein of the new coronavirus 2019-nCoV contains a furin-like cleavage site absent in CoV of the same clade // Antiviral Research. 2020. V. 176. 104742. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2020.104742>
6. Claas E.C., Osterhaus A.D., Van Beek R. et al. Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus // Lancet. 1998. V. 351. P. 472–477. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)11212-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(97)11212-0)
7. Kerr P.J., Perkins H D., Inglis B. et al. Expression of rabbit IL-4 by recombinant myxoma viruses enhances virulence and overcomes genetic resistance to myxomatosis // Virology. 2004. V. 324(1). P. 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2004.02.031>
8. Stanford M., McFadden G. The «supervirus»? Lessons from IL-4-expressing poxviruses // Trends in Immunology. 2005. V.26(6). P. 339–45. <https://doi.org/10.1016/j.it.2005.04.001>
9. Johnson R.W, Bouhassira D., Kassianos G. et al. The impact of herpes zoster and post-herpetic neuralgia on quality-of-life // BMC Med. 2010. V. 8. P. 37. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-37>
10. Pietropaolo V., Prezioso C., Bagnato F., Antonelli G. Cunningham virus: an overview on biology and disease of the etiological agent of the progressive multifocal leukoencephalopathy // New Microbiologica. 2018. V. 41(3). P. 179–186. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29620790/>
11. Martinez-Valdebenito C., Calvo M., Vial C. et al. Person-to-Person Household and Nosocomial Transmission of Andes Hantavirus, Southern Chile, 2011 // Emerging Infectious Diseases. 2014. V. 20 (10). P. 1629–1636. <http://dx.doi.org/10.3201/eid2010.140353>
12. Hong Jiang, Xuyang Zheng, Limei Wang et al.

Hantavirus infection: a global zoonotic challenge // *Virology*. 2017. V. 32(1). P. 32–43. <http://dx.doi.org/10.1007/s12250-016-3899-x>

13. Dando M. *The New Biological Weapons: Threat Proliferation, and Control*. Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers, Inc., 2001. https://www.researchgate.net/publication/38141662_The_New_Biological_Weapons_Threat_Proliferation_and_Control

14. *Advances in Synthetic Biology* / Vijai Singh, Ed: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2020. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-0081-7>

org/10.1007/978-981-15-0081-7

15. Belfort M., Bonocora R.P. Homing Endonucleases: From Genetic Anomalies to Programmable Genomic Clippers // *Methods Mol. Biol.* 2014. V. 1123: 1–26. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-968-0_1

16. Deredec A., Godfray H.C., Burt A. Requirements for effective malaria control with homing endonuclease genes // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2011; V. 108 (43). E874–E880. <https://doi.org/10.1073/pnas.1110717108>

Author

Centre of Experimental Medicine, SAS, Dubravska cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovakia
Faculty of Management Comenius University, Odbojárov 10, 841 04 Bratislava, Slovakia
Ján Lakota, MD, PhD

Contact person: Ján Lakota; jan.lakota@savba.sk

Современные биологические угрозы – там, где прошлые прогнозы встречаются с будущим

Ян Лакота

Центр экспериментальной медицины, Словацкая Академия наук,
Дубравская дорога 9, 841 04, Братислава, Словакия
Факультет менеджмента Коменского университета,
ул. Бойцы Сопротивления 10, 841 04, Братислава, Словакия

Поступила 12.10.2020 г. Принята к публикации 21.12.2020 г.

Не контролируемое современной медицинской наукой катастрофическое распространение пандемии COVID-19, вне зависимости от того, искусственного она происхождения или нет, наглядно показывает ограниченность возможности человеческого разума и накопленных человеческих знаний противостоять этому и другим подобным вызовам. Цель работы – показать опасность биотехнологий двойного назначения при разработке принципиально новых подходов к биологическому поражению людей. В основе методологии исследования – сопоставительный анализ прогнозных оценок развития биотехнологии, сделанных 23 года назад экспертами американской организации JASON (названа по имени предводителя аргонатов Ясона) и другими специалистами, с ее современным состоянием. Показано, что в основном эти прогнозы подтвердились. Наиболее реальными технологиями в разработке новых средств биологического поражения являются следующие: *бинарные биологические поражающие агенты* – двухкомпонентные системы, которые относительно безопасны в обращении, но становятся смертельно опасными, когда два компонента объединяются при подготовке биологического агента к поражению людей (например, безобидный штамм кишечной палочки и плазмиды, превращающая его в вирулентный для человека); *дизайнерские гены* – определенные искусственные последовательности генов встроены в вирусы, меняющие его патогенные свойства, например, сайт для расщепления фурином у SARS-CoV-2, значительно повысившие контагиозность вируса по сравнению с близкородственными видами; *генная терапия* – современная медицинская реальность. Эта технология позволяет врачам восстанавливать или заменять дефектные гены у больного человека, однако она может быть использована для введения в геном здорового человека генных последовательностей, вызывающих патологические состояния; *стелс-вирусы* – вирусы, которые могут быть созданы исследователем для заражения хозяина, но сохраняющие «молчание» до тех пор, пока не будут активированы каким-либо физиологическим или средовым триггером; *болезни с измененным хозяином* – новые агенты, разработанные специально для целей биологической войны на основе возбудителей зоонозных инфекций, ранее не вызывавших болезни у людей; *дизайнерские болезни* – сначала предполагаются определенная патология и симптомы гипотетической болезни,

затем на основе знания биохимических сигнальных путей проектируется или создается патоген, вызывающий такую болезнь. В дополнение к прогнозируемым JASON технологиям двойного назначения, появилась еще одна – *синтетическая биология*. Это междисциплинарная отрасль биологии, в которой применяются инженерные принципы. Она позволяет манипулировать отдельными функциями существующих биологических видов и клеток, и даже создавать новые с помощью синтетических промоторов, сайтов связывания рибосом, генов, терминаторов транскрипции, малых РНК и многих других генетических факторов. Приведены конкретные примеры использования данных технологий для создания новых средств ведения биологической войны и изменения ее характера. Автор считает, что необходимо не только отслеживать новые биотехнологии двойного назначения, но и совершенствовать конвенционные и научные методы контроля за их использованием для ведения биологической войны.

Ключевые слова: CRISPR; бинарное оружие; биологические угрозы; биологическое оружие; биотехнология; болезнь; вирус; генная инженерия; генная терапия; ДНК; кишечная палочка O104:H4; патогены; синтетическая биология; терроризм.

Библиографическое описание: Лакота Ян. Современные биологические угрозы – там, где прошлые прогнозы встречаются с будущим // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 4. С. 421–430. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-421-430>

Информация о конфликте интересов

Я заявляю, что статья подготовлена на основании источников, свободно доступных в сети Интернет, а также на основании находящихся в свободном доступе публикаций, иллюстративного материала и других возможных законных источников. Я как единственный автор заявляю, что исследование проводилось без каких-либо коммерческих или финансовых отношений, которые могут быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе.

Список источников:

Стр. 428–429.

Об авторе

Центр экспериментальной медицины, Словацкая Академия наук, Дубравская дорога 9, 841 04, Братислава, Словакия.

Факультет менеджмента Коменского университета, ул. Бойцы Сопrotивления 10, 841 04, Братислава, Словакия.

Ян Лакота, MD, PhD

Контактное лицо: Ян Лакота; jan.lakota@savba.sk

Технология CANARY: принципы работы биосенсора, использование для обнаружения возбудителей инфекционных заболеваний

А.С. Горшков, Д.В. Печенкин, А.В. Кузнецовский

Филиал федерального государственного бюджетного учреждения
«48 Центральный научно-исследовательский институт»
Министерства обороны Российской Федерации (г. Киров), 610000,
Российская Федерация, г. Киров, Октябрьский проспект, д. 119

Поступила 31.05.2019 г.; исправленный вариант 10.09.2020 г. Принята к публикации 21.12.2020 г.

Биосенсоры многократного использования, предназначенные для детекции биохимических аналитов, широко внедрены в клинично-лабораторную практику, однако биосенсоры для выявления патогенных микроорганизмов еще находятся в стадии разработки или внедрения. Одним из таких устройств является биосенсор CANARY (англ. Cellular Analysis and Notification of Antigen Risks and Yields – клеточный анализ и определение рисков и наличия антигена), используемый, в том числе, военным ведомством США для индикации патогенных биологических агентов. *Цель работы* – рассмотреть принципы работы и молекулярно-биологические основы биосенсора CANARY, проанализировать возможные направления работ и перспективы создания отечественных биосенсоров на основе эукариотических клеток. Принципиальная схема CANARY состоит в том, что его рецепторным компонентом является модифицированный с помощью технологии генно-инженерии В-лимфоцит, несущий на поверхности цитоплазматической мембраны специфические IgM-подобные В-клеточные рецепторы. Эти клетки способны специфически распознавать целевой антиген и через белок экворин генерировать фотосигнал. В настоящее время на основе биосенсора CANARY созданы сенсоры для обнаружения возбудителей чумы (100–1000 КОЕ/мл), туляремии (100 КОЕ/мл), сибирской язвы (100–500 спор/мл), натуральной оспы (<500 КОЕ/мл), некоторых токсинов (рицина – 3 нг/мл, ботулинического токсина – 16 пг/мл). Учитывая высокие показатели чувствительности и специфичности метода, относительную простоту и высокую скорость анализа одной пробы, возможность анализа проб аэрозолей, данную технологию следует рассматривать как перспективную основу для создания отечественных биологических сенсоров, предназначенных для обнаружения опасных биологических агентов в биологических образцах, воде, пищевых продуктах, на объектах окружающей среды и в аэрозолях. Особую актуальность сенсорам на основе технологии CANARY придает ухудшение глобальной эпидемической обстановки, вызванное распространением различных штаммов SARS-CoV-2. Для создания отечественного аналога такого биосенсора потребуются тесная кооперация с научными учреждениями, специализирующимися в области молекулярной генетики, и производителями лабораторного оборудования. В статье также показана логика появления и развития технологии CANARY.

Ключевые слова: аэрозоль; В-лимфобласт; В-лимфоцит; безреагентный анализ; биосенсор; IgM-подобные В-клеточные рецепторы; индикация патогенных биологических агентов; технология CANARY; экворин.

Библиографическое описание: Горшков А.С., Печенкин Д.В., Кузнецовский А.В. Технология CANARY: принципы работы биосенсора, использование для обнаружения возбудителей инфекционных заболеваний // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 4. С. 431–440. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-431-440>

В настоящее время актуальным направлением создания средств лабораторной диагностики и детекции различных аналитов яв-

ляется разработка биосенсоров, поскольку они обладают рядом несомненных преимуществ перед другими такими средствами – экспресс-

ностью анализа, высокой чувствительностью и специфичностью реакций, возможностью обнаружения ионных примесей, простых и сложных неорганических и органических молекул, а также возможностью многократного использования [1].

Биосенсор – это устройство безреагентного анализа соединений, состоящее из трех компонентов: рецептора, физического преобразователя (трансдьюсера) и реакционной среды. Рецепторный биологический компонент сенсора включает биомолекулы – ферменты, антитела, антигены, нуклеиновые кислоты, иммобилизованные на специальном физическом носителе. Взаимодействуя с исследуемым материалом, рецепторный компонент генерирует ответ (изменяется конформация биомолекул, их масса, локально изменяется pH и др.), который с помощью трансдьюсера преобразуется в электрический сигнал [2, 3].

Биосенсоры широко используются в рутинной лабораторной практике. Например, во многих клинично-диагностических лабораториях России активно используется лабораторный анализатор глюкозы и лактата «Biosen C-line» фирмы «EKF Diagnostics»¹ (Великобритания). Данный анализатор имеет в своем составе электрохимический чип-сенсор и характеризуется высокой производительностью, низкой себестоимостью анализа, сниженным потреблением реагентов. Но если биологические сенсоры, предназначенные для определения биохимических субстратов, широко внедрены в практику, то сенсоры для выявления патогенных микроорганизмов находятся в стадии разработки или внедрения. В научной литературе описан электрохимический иммуносенсор для обнаружения родственного SARS-CoV-2 вируса ближневосточного тяжелого респираторного синдрома (MERS) [4].

Одним из сенсоров, который можно использовать как технологическую платформу для обнаружения патогенных микроорганизмов (в том числе и SARS-CoV-2), дополнять и обновлять базу выявляемых аналитов без внесения конструктивных изменений в аппаратно-технологическое обеспечение, является продукт CANARY (англ. Cellular Analysis and Notification of Antigen Risks and Yields – клеточный анализ и определение рисков и наличия антигена), используемый, в том числе, военным ведомством США для индикации патогенных биологических агентов [5].

Цель работы – рассмотреть принципы работы и молекулярно-биологические основы биосенсора CANARY, проанализировать возможные направления работ и перспективы создания отечественных биосенсоров на основе эукариотических клеток.

Биологический сенсор CANARY в настоящее время активно внедряется в практику различных служб США, занимающихся вопросами защиты от биотерроризма, в том числе Министерства обороны США². Технологическое исполнение биосенсора, выпускаемого фирмой «PathSensors», позволяет выполнять ряд задач по четырем основным направлениям:

- скрининг почтовых отправок (проверка почтовых отправок на предмет контаминации биологическими агентами – первая линия защиты от биотеррористических атак);
- безопасность пищевых продуктов (оценка микробной обсемененности продуктов питания, в том числе полуфабрикатов, готовых к употреблению, улучшение гигиенического мониторинга, обеспечение репутации производителей пищевых продуктов при подозрении на контаминацию возбудителями пищевых инфекций);
- особо опасные заболевания (своевременная диагностика особо опасных инфекционных заболеваний может предотвратить масштабное распространение таких заболеваний, как лихорадка Зика и Эбола);
- сельское хозяйство (тестирование растений на предмет наличия фитопатогенов может быть полезно агрофирмам, ведущим селекционные работы).

Живые эукариотические клетки в качестве рецепторного компонента биосенсоров не применяются. Чаще всего для этих целей используют биомолекулы и целые микробные клетки, поскольку применение сенсоров на основе животных клеток, как правило, ограничивается их специфической чувствительностью к определяемому веществу. Например, клеточная линия Vero высокочувствительна к шига- и шигаподобным токсинам (на основании чего данные токсины имеют синоним «веротоксины»), поэтому клетки Vero были предложены в качестве воспринимающего компонента биосенсора, предназначенного для обнаружения шига-токсина [6]. Аналогичным образом для обнаружения цереулида – токсина *Bacillus cereus*, можно использовать клеточные линии Hep-2 и Ped-2E9 [7]. В последнее время биосенсоры на основе эукариотических клеток

¹ Анализатор глюкозы и лактата «Biosen C-line» URL: <http://ekf-diagnostic.ru/productions/biosen-c.html> (дата обращения: 01.09.2020).

² Biodetection technologies for first responders: 2015 edition. URL: https://www.interagencyboard.org/system/files/resources/Biodetection_Technologies_for_First_Responders_May2015.pdf (дата обращения: 01.09.2020).

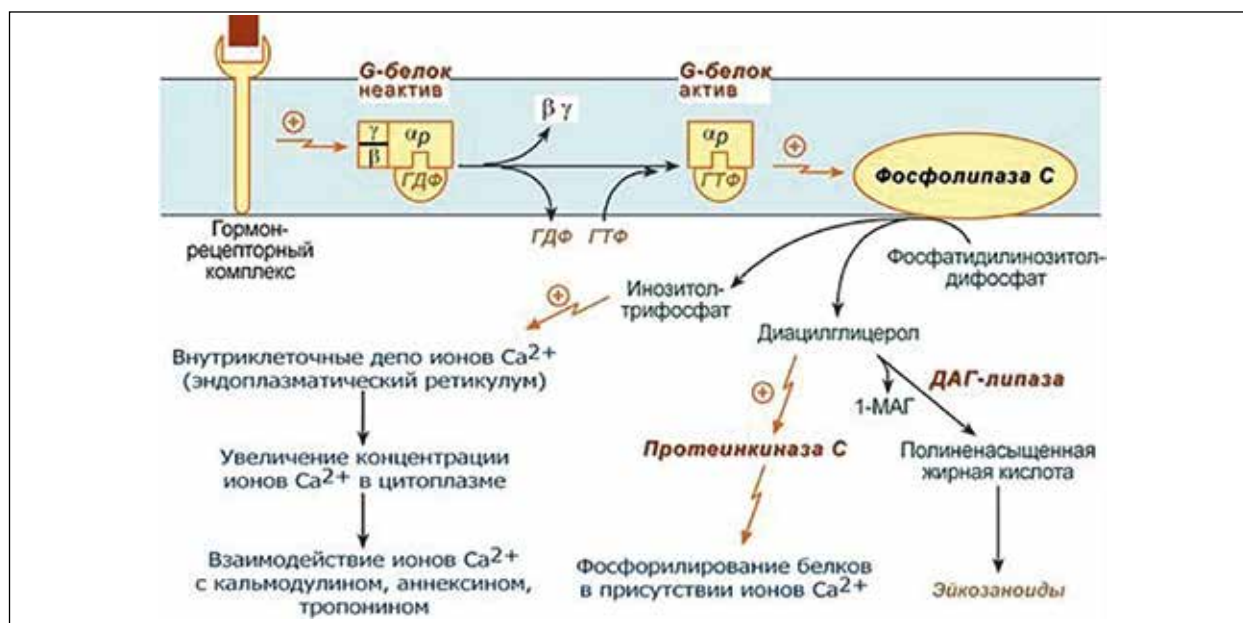


Рисунок 1 – Механизм передачи сигнала, связанный с диацилглицерином и инозитол-трифосфатом. Связывание лиганда с рецептором приводит к активации связанного с рецептором G-белка, который, в свою очередь, активирует фосфолипазу С. Фосфолипаза С катализирует распад фосфатидилинозитол-дифосфата на ИТФ и ДАГ. Эти субстраты способствуют высвобождению ионов Ca^{2+} , крайне необходимых для активации многих белков и ферментов клетки [9]

нашли свое применение в экспериментальной онкологии (тестирование новых противоопухолевых препаратов), в кардиологии (тестирование препаратов, влияющих на сократимость кардиомиоцитов), в гигиенических исследованиях (оценка загрязненности воды) [8].

Отличие и уникальность биосенсора CANARY от всех других сенсоров на основе эукариотических клеток состоит в том, что генерируемый клеткой ответ никак не связан с проявлениями токсичности определяемого аналита. К тому же, живая эукариотическая клетка – носитель специфических моноклональных антител – является одновременно рецептором и трансдьюсером данного сенсора, что крайне редко встречается в технологии биосенсоров.

Для понимания принципа функционирования CANARY необходимо знать механизм внутриклеточной сигнализации в животных клетках. Путь передачи сигнала от биологически активного вещества (медиатора, гормона) клетке достаточно сложен и реализуется через систему химических посредников – специальных G-белков, связанных с ними ферментных систем и вторичных мессенджеров [9]. В роли мессенджеров выступают циклические нуклеотиды – цАМФ и цГМФ, а также диацилглицерин (ДАГ) и инозитол-трифосфат (ИТФ)³

[10–12]. Через цАМФ реализуется действие гормонов гипофиза, адреналина, кальцитонина, вазопрессина, через ДАГ и ИТФ реализуется передача сигнала активации клеток иммунной системы (рисунок 1).

В этом случае связывание лиганда с трансмембранным рецептором приводит к активации G-белка, который активирует фосфолипазу С. Фосфолипаза С расщепляет фосфатидилинозитол-дифосфат на ДАГ и ИТФ, которые являются вторичными мессенджерами данного пути. В дальнейшем метаболические пути передачи сигнала расходятся, и каждый из двух вторичных мессенджеров является отправной точкой сложного каскада биохимических реакций, которые ведут к развитию различных эффектов. Одним из эффектов инозитол-трифосфата является быстрое открытие кальциевых каналов и высвобождение кальция, в первую очередь из главного внутриклеточного кальциевого депо – эндоплазматической сети. Эффекты диацилглицерина – медленные, реализуются в основном посредством белков семейства Ras, приводят к активации транскрипции, увеличению подвижности клеток и их делению.

Эволюционно сложилось, что в лимфоидных клетках преобладает именно описанный выше механизм передачи сигнала с вовлечением в каскад вторичных мессен-

³ Инозитолтрифосфат и ДАГ тоже являются вторичными мессенджерами. URL: <http://biokhimija.ru/gormony/fosfolipaza.html> (дата обращения: 01.09.2020).

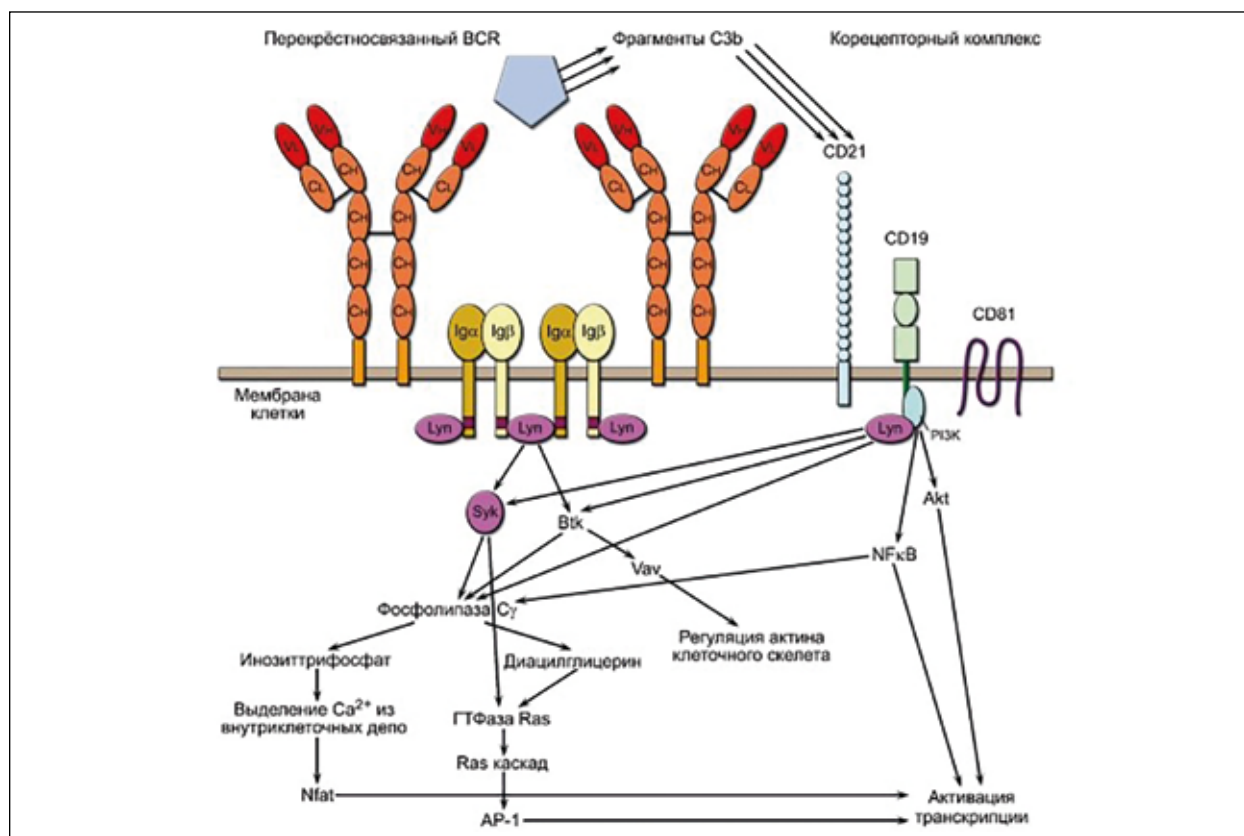


Рисунок 2 – Механизм передачи сигнала через В-клеточный рецептор.

В-клеточный рецептор после связывания со специфическим антигеном через корецепторный комплекс и G-белки активирует различные сигнальные киназы (PI3K, Akt), транскрипционные факторы (NFκB) и фосфолипазу C. Эти молекулы через свои метаболические каскады приводят к «включению» генов, позволяющих клетке делиться (по A. Nair с соавт. [9] с изменениями)

джеро диацилглицерина и инозитол-трифосфата [13]. Но если большинство клеток организма отвечают на стимуляцию гормонами, медиаторами, биологически активными веществами, то основным стимулом для лимфоцитов является антиген, распознаваемый специальными В-клеточными рецепторами (B-cells receptor, BCR), которые так же, как и рецепторы гормонов, связаны с G-белками. В-клеточные рецепторы содержат в своем составе молекулы, очень похожие на иммуноглобулины IgM и отличающиеся от секреторных IgM только якорным трансмембранным доменом и тесной связью с кофакторными молекулами Igα (CD 79α) и Igβ (CD 79β) [13].

Для эффективной активации лимфоцита необходимо не просто связывание антигена с иммуноглобулиновой молекулой в составе BCR, а перекрестная сшивка двух или более BCR, для чего молекула антигена должна иметь повторяющиеся эпитопы [14]. В результате описанных выше сложных каскадов запускается процесс деления клетки (рисунок 2).

Биологический смысл этих процессов – заставить клетки, распознавшие «свой» антиген,

дать потомство, которое будет продуцировать антитела той же специфичности, что и В-клеточный рецептор. На тканевом уровне это выражается в накоплении определенного клона лимфоцитов, специфичного к распознанному антигену и продукцией специфических антител. Генетические перестройки, происходящие в процессе созревания клеток такого клона, приводят к «смене ориентации» клетки: на смену мембранной форме IgM, которая была ранее в составе BCR, приходит секреторная форма IgM. Таким образом, клетка из «ловца антигенов» становится «фабрикой антител». Традиционно данный процесс использовали для оценки гуморального звена иммунитета в РБТЛ (реакция бласттрансформации лимфоцитов), для постановки которой было необходимо не менее 72 ч (стандартное время, необходимое клетке для запуска процесса деления). Нетрудно догадаться, что при этом оценивались медленные эффекты вторичного мессенджера ДАГ, в то время как быстрый отклик на ИТФ был неустойчивым.

С развитием методов люминесцентной микроскопии, проточной цитометрии и лю-

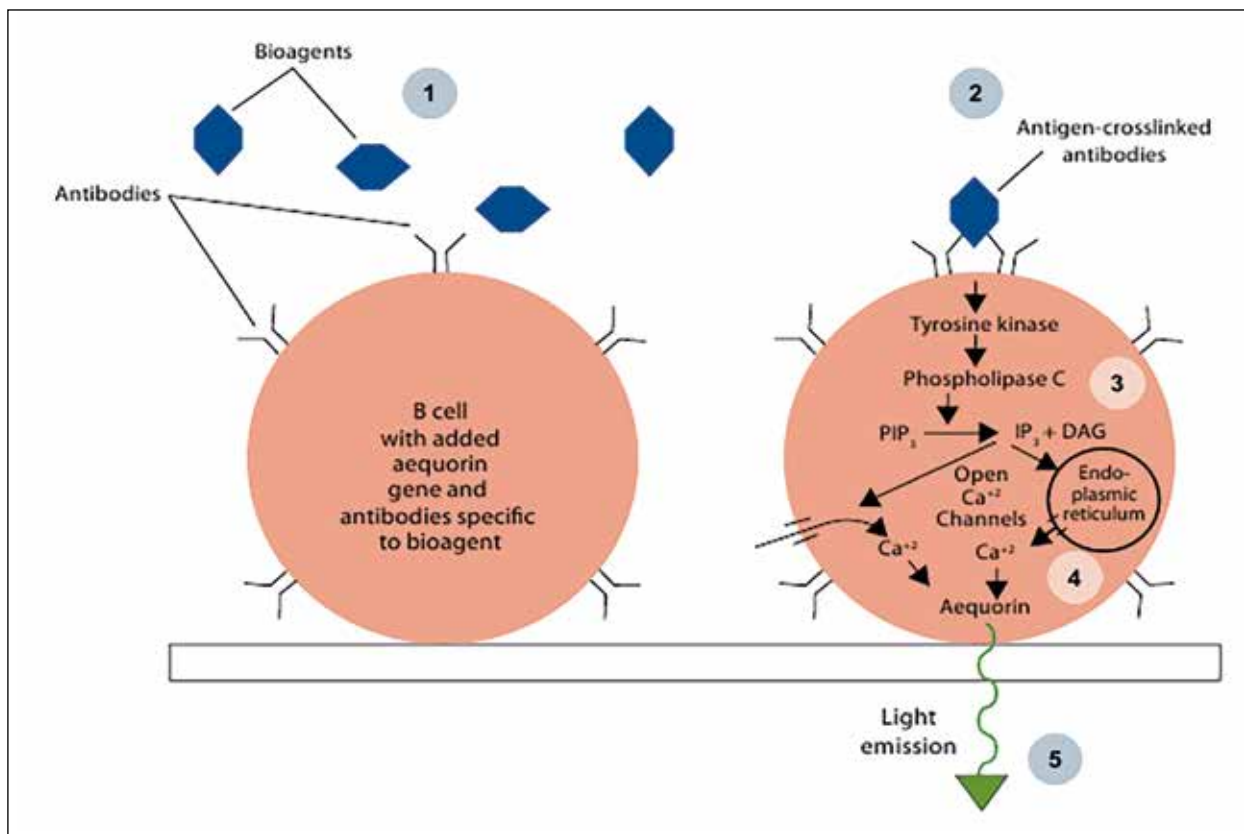


Рисунок 3 – Механизм работы биосенсора CANARY, приводится по M.S. Petrovick с соавт. [15].
 1 – биоагенты; 2 – антиген, перекрестно связавшийся с поверхностным IgM-рецептором; 3 – каскад передачи внутриклеточных сигналов; 4 – кальций-зависимая активация экворина; 5 – аппаратная регистрация люминесценции [15]

минометрии стало возможным слежение за быстропротекающими процессами изменения концентрации внутриклеточных катионов, в первую очередь кальция. Данные методы были объединены в группу под названием «Ca-flux», дословно «кальциевый ток». Были разработаны несколько групп низкомолекулярных флуоресцентных маркеров, которые светятся с усиленной интенсивностью или меняют длину волны испускаемого свечения при взаимодействии с кальцием.

Также были созданы генно-инженерные белки, подобным образом реагирующие на присутствие свободного кальция в цитоплазме, например, экворин. Тем не менее, долгое время данные знания были востребованы только в академической науке для исследования тонких взаимодействий в системе «лиганд/рецептор». Таким образом, стало возможно оценить факт взаимодействия антиген/BCR не через 3 суток (по пролиферации клеток), а практически мгновенно (по кальциевому току).

Объединить накопленные знания в единое целое и получить практическую реализацию (создание биосенсора) удалось группе исследователей под руководством M.S. Petrovick [15–

18]. Для этого были скомпонованы следующие, казалось бы, несвязанные процессы и явления:

- знание структуры BCR и механизма связывания антигена с ним;
- использование невостребованных ранее эффектов инозитол-трифосфата для оценки факта взаимодействия антиген/BCR;
- использование метода «Ca-flux» для оценки кальциевого тока.

Принципиальная схема биосенсора состоит в следующем: в технологии CANARY биосенсором является генно-инженерный В-лимфоцит, несущий на поверхности цитоплазматической мембраны специфические IgM-подобные В-клеточные рецепторы, способные распознавать целевой антиген и генерировать в ответ на связывание с ним фотосигнал. В технологии CANARY антиген, перекрестно связываясь с мембранным IgM-рецептором, изменяет конформацию G-белка. Активация G-белка приводит к активации фосфолипазы C (phospholipase C, PLC). Активированная PLC расщепляет фосфатидилинозит дифосфат (phosphatidylinositol biphosphate, PIP₂) на инозитол-трифосфат (inositol triphosphate, IP₃) и диацилглицерин (diacylglycerol, DAG). IP₃ от-

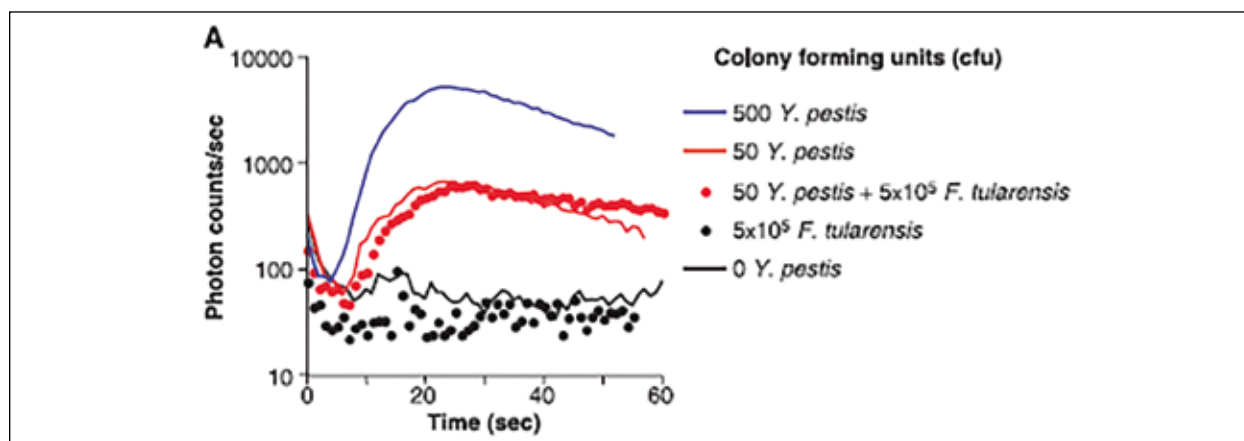


Рисунок 4 – Результаты испытаний биосенсора на примере выявления F1-антигена возбудителя чумы, приведено по Т.Н. Rider с соавт. [18]

крывает кальциевые каналы. Для регистрации кальциевого тока в технологии биосенсора используется белок экворин, который светится при взаимодействии с кальцием (рисунок 3) [15].

Для создания биосенсора требовалось получение специальных В-клеточных линий. На первом этапе работы авторы клонировали гены варибельных участков иммуноглобулинов из генетического материала гибридом, полученных к антигенным детерминантам выбранных биоагентов. Полученные последовательности ДНК были встроены в экспрессионную кассету (вектор), данным вектором были трансформированы В-лимфоциты человека и проведена селекция клеток с максимальным содержанием мембранных иммуноглобулиновых рецепторов. На втором этапе проведена трансформация отобранных лимфоцитов вектором с геном экворина. Вторичная селекция клеток позволила получить популяцию клеток, которые при встрече с антигеном дали люминесцентный сигнал [15–18].

Впервые данные по испытанию биосенсора были опубликованы в 2003 г. в журнале Science [18] (рисунок 4).

Как следует из рисунка 4, чувствительность метода составила всего 50 колониеобразующих единиц (КОЕ, colony forming units – CFU) *Yersinia pestis* в пробе, что на несколько порядков выше чувствительности других существующих методов анализа. Добавление в анализируемую смесь $5 \cdot 10^5$ микробных клеток *Francisella tularensis* не влияло на специфичность анализа. Уровень сигнала при исследовании пробы с тулярийным микробом соответствовал фону [16]. При этом скорость анализа пробы находилась в пределах минуты, что на порядок выше скорости классических методов обнаружения инфекционных агентов (ИФА, ПЦР). По данным авторов, этап пробоподготовки (магнитная сепарация) автоматизи-

рован и также занимал непродолжительное время.

По данным обзора средств биодетекции, активно использующихся силовыми ведомствами США, чувствительность сенсора составляет:

- для возбудителя сибирской язвы – 100–500 спор/мл;
- для рицина – 400 пг;
- для ботулинического токсина – 16 пг;
- для возбудителя чумы – 100–1000 КОЕ/мл;
- для возбудителя натуральной оспы <500 КОЕ/мл;
- для возбудителя туляремии – 100 КОЕ/мл.

По опубликованным в 2017 г. данным, чувствительность сенсора CANARY при индикации *Bacillus anthracis Ames35* (споры) составляет 10^3 спор/мл, при индикации рицина – 3 нг/мл, что превосходит аналогичные показатели взятых для сравнения иммунохроматографических тестов [5].

Технологическое обеспечение метода первоначально было представлено прибором Zephyr Pathogen Identifier и его мобильным вариантом для анализа жидких образцов и проб аэрозолей (Panther) с целью мониторинга почты на предмет контаминации возбудителем сибирской язвы и вирусом атипичной пневмонии. В настоящее время компания «PathSensors» выпускает три технологических варианта приборов, которые рассчитаны на разные объемы лабораторной работы: PathSensors Navigator, Zephyr Pathogen Identifier и BioFlash-E® Biological Identifier (рисунок 5).

Прибор PathSensors Navigator предназначен для скрининга жидких и сухих проб на предмет наличия патогенных биологических агентов, рассчитан на лаборатории с большим потоком проб и работу с 96-луночными планшетами. Прибор Zephyr Pathogen Identifier предназначен для работы в лабора-



Рисунок 5 – Технологические платформы, использованные в технологии CANARY¹.
A – PathSensors Navigator; Б – Zephyr Pathogen Identifier; В – BioFlash-E® Biological Identifier

¹ Сайт компании PATHSENSORS. URL: <https://pathsensors.com/technology/biodetection-platforms/> (дата обращения: 01.09.2020).

ториях с небольшой поточностью (менее 40 тестов в сутки). Прибор BioFlash-E® Biological Identifier предназначен для анализа проб аэрозолей.

По данным сайта компании «PathSensors», уже созданы культуры лимфоцитов, специфично реагирующие на присутствие 21 патогена⁴. В списке агентов для обнаружения производителем заявлены: возбудители чумы, туляремии, сибирской язвы, натуральной оспы, лихорадок Денге, Эбола, Зика, возбудитель птичьего гриппа, рицин и ботулинический токсин, а также ряд растительных патогенов (фитофтора, *Citrus leprosis virus*, *Potyvirus spp.* и др.). Тем не менее, опубликованные результаты исследований тактико-технических характеристик сенсора (чувствительность, специфичность) имеются только в отношении возбудителей чумы, сибирской язвы, туляремии, натуральной оспы, а также рицина и ботулинического токсина.

Весной 2020 г. на сайте компании «PathSensors» появилась информация о том, что ее специалистами ведутся разработки клеточного сенсора для обнаружения вируса SARS-CoV-2 в образцах внешней среды и биологических образцах пациентов⁵. Предполагалось, что биосенсор будет доступен для исследовательских целей в мае 2020 г., а данные о валидации нового продукта SARS-CoV-2 будут доступны в июне 2020 г. Тем не менее, в настоящее время мы не обнаружили опубликованных результатов научных работ по данной проблеме.

Учитывая высокие показатели чувствительности и специфичности метода, относительную простоту и высокую скорость выполнения анализа одной пробы, возможность анализа проб аэрозолей, данную технологию следует рассматривать как перспективную основу для создания биологических сенсоров на основе генно-инженерных клеток (эукариотический биосенсор с регистрацией внутриклеточного кальциевого тока), предназначенных для обнаружения возбудителей инфекционных заболеваний. Поскольку технология CANARY в описанном варианте сложна для воспроизведения, то становится целесообразной ее модификация с целью сокращения трудозатрат и упрощения методологии создания эукариотического биосенсора, например, путем использования гибридом. Известно, что в данном направлении уже проводится работа коллективом авторов из Ирана [19]. Исследователи предлагают в качестве платформы для сенсора использовать гибридомы, секретирующие моноклональные антитела к О-антигену возбудителя холеры. Клетки гибридом не полностью переключаются на синтез секреторного иммуноглобулина и частично сохраняют его мембранные формы (BCR). Эти данные были положены в основу методологии раннего скрининга гибридом методом клеточного сортирования [20]. По-видимому, существующего в гибридомах уровня экспрессии BCR хватает для генерации значимого уровня кальциевого тока в ответ на встречу клеток с целевым антигеном, а для создания сенсора потребуется только один

⁴ CANARY: Technology for rapidly identifying biological agents. URL: https://www.ll.mit.edu/publications/technotes/TechNote_CANARY.pdf (дата обращения: 01.09.2020).

⁵ Sars-CoV-2-biosensor. URL: <https://pathsensors.com/psi-sars-cov-2-biosensor/> (дата обращения: 01.09.2020).

шаг – генетическая модификация гибридом вектором с геном экворина (предпочтительна стабильная, но достаточно и транзистентной экспрессии). Таким образом, существенно сокращается время, необходимое для разработки одного типа клеток-рецепторов.

Создание и поддержание генетически модифицированных клеток-сенсоров намного сложнее, чем изготовление классических тест-систем для выявления биопатогенов, основанных на методах ПЦР, ИФА и ИХА. Кроме того, при создании отечественного эукариотического биосенсора необходимо учитывать следующие проблемы:

- создание сенсора-аналога по технологии CANARY затратно в финансовом и временном плане;

- созданный сенсор будет пригоден для обнаружения одной антигенной детерминанты инфекционного агента; для создания системы выявления другого возбудителя (или другой антигенной детерминанты того же возбудителя) работу по созданию, тестированию библиотеки генов иммуноглобулинов и получению большого числа промежуточных клеточных линий придется повторять;

- для выявления одного возбудителя возможно потребуются создание нескольких биосенсоров с разной эпитопной специфичностью мембранных рецепторов;

- поскольку хранение генно-инженерных лимфоцитов возможно только в азотном банке, то потребуются разработка технологии сохранения биосенсора в условиях гипобиоза при температуре бытового холодильника (для возможности использования в составе мобильных лабораторий);

- ввиду своей биологической природы сенсор затруднительно использовать для анализа смесей, содержащих цитотоксичные примеси, что потребует разработку этапа пробоподготовки;

- закупка готовых клеток-сенсоров (генно-инженерных лимфоцитов, специфичных к определенному биопатогену) за рубежом, вероятнее всего, неперспективна, поскольку последние могут быть предварительно обработаны антимицотическим агентом или иным ингибитором, что исключило бы возможность их самостоятельного наращивания для предотвращения нарушения коммерческих прав.

Биологический сенсор CANARY на основе генно-инженерных лимфоцитов при детекции патогенных биологических агентов обладает рядом преимуществ перед сенсорами, использующими методы, уже ставшими рутинными (ПЦР, ИФА и ИХА). Эти преимущества – высокая чувствительность анализа, экспрессность (порядка 100 с/анализ) и возможность анализа проб аэрозолей, позволяют оперативно обнаружить биологическое нападение при минимальном количестве биологического агента в отобранных пробах и компенсируют сложность его создания. Поэтому разработка сенсоров данного типа является перспективным направлением совершенствования отечественных средств обнаружения биопатогенов. Для создания отечественного варианта аналога такого биосенсора потребуются тесная кооперация с научными учреждениями, специализирующимися в области молекулярной генетики, и производителями лабораторного оборудования.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе.

Список источников / References

1. Amini K., Kraatz H-B. Recent developments in biosensor technologies for pathogen detection in water // JSM Environmental Science Ecology. 2015. V. 3. № 1. P. 1012.
2. Уткин Д.В., Осина Н.А., Куклев В.Е. и др. Биосенсоры: современное состояние и перспективы применения в лабораторной диагностике особо опасных инфекционных болезней // Проблемы особо опасных инфекций. 2009. № 102. С. 11–14.
- Utkin D.V., Osina N.A., Kuklev V.E. et al.

Biosensors: modern state and prospects for using in the diagnostics of particularly dangerous infection diseases // Problems of Particularly Dangerous Infections. 2009. № 102. P. 11–14 (in Russian).

3. Asal M., Özen Ö., Şahinler M., Polatoğlu İ. Recent developments in enzyme, DNA and immuno-based biosensors // Sensors (Basel). 2018. V. 18. № 6. P. 1924. <https://doi.org/10.3390/s18061924>

4. Layqah L.A., Eissa S. An electrochemical immunosensor for the corona virus associated with the

Middle East respiratory syndrome using an array of gold nanoparticle-modified carbon electrodes // *Microchim. Acta*. 2019. V. 186. № 4. P. 224. <https://doi.org/10.1007/s00604-019-3345-5>

5. Bartholomew R.A., Ozanich R.M., Arce J.S. et al. Evaluation of immunoassays and general biological indicator tests for field screening of *Bacillus anthracis* and ricin // *Health Secur.* 2017. V. 15. № 1. P. 81–96. <https://doi.org/10.1089/hs.2016.0044>

6. Xing J.Z., Zhu L., Huang B. et al. Microelectronic-sensing assay to detect presence of Verotoxins in human faecal samples // *J. Appl. Microbiol.* 2012. V. 113. № 2. P. 429–37. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05321.x>

7. Banerjee P., Kintzios S., Prabhakarpandian B. Biotoxin detection using cell-based sensor // *Toxins (Basel)*. 2013. V. 5. № 12. P. 2366–2383. <https://doi.org/10.3390/toxins5122366>

8. Gupta N., Renugopalakrishnan V., Liepmann D. et al. Cell-based biosensors: recent trends, challenges and future perspectives // *Biosens. Bioelectron.* 2019. V. 141. P. 111435. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111435>

9. Nair A., Chauhan P., Saha B., Kubatzky K.F. Conceptual evolution of cell signaling // *Int. J. Mol. Sci.* 2019. V. 20. № 13. P. 3292. <https://doi.org/10.3390/ijms20133292>

10. Eichmann T.O., Lass A. DAG tales: the multiple faces of diacylglycerol – stereochemistry, metabolism, and signaling // *Cell. Mol. Life. Sci.* 2015. V. 72. № 20. P. 3931–3952. <https://doi.org/10.1007/s00018-015-1982-3>

11. Berridge M.J. The inositol trisphosphate/calcium signaling pathway in health and disease // *Physiol. Rev.* 2016. V. 96. № 4. P. 1261–1296. <https://doi.org/10.1152/physrev.00006.2016>

12. Bevilacqua A., Bizzarri M. Inositols in

insulin signaling and glucose metabolism // *Int. J. Endocrinol.* 2018. V. 2018. P. 1968450. <https://doi.org/10.1155/2018/1968450>

13. Hagen S., Brachs S., Kroczeck C., Fürnrohr B.G. et al. The B cell receptor-induced calcium flux involves a calcium mediated positive feedback loop // *Cell Calcium*. 2012. V. 51. № 5. P. 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.ceca.2012.01.004>

14. Иммунология: структура и функции иммунной системы: учебное пособие / Р.М. Хаитов. 2013. 280 с.

Immunology: structure and function of immune system / R.M. Haitov. 2013. 280 p. (in Russian).

15. Petrovick M.S., Harper J.D., Nargi F.E. et al. Rapid sensors for biological-agent identification // *Lincoln Laboratory J.* 2007. V. 17. № 1. P. 63–84.

16. Patent US WO 2008/048300 A2 (2008).

17. Patent US 2010/0062415 A1 (2010).

18. Rider T.H., Petrovick M.S., Nargi F.E. et al. A B cell-based sensor for rapid identification of pathogens // *Science*. 2003. V. 301. № 5630. P. 213–215. <https://doi.org/10.1126/science.1084920>

19. Zamani P., Sajedi R.H., Hosseinkhani S., Zeinoddini M., Bakhshi B. A luminescent hybridoma-based biosensor for rapid detection of *V. cholerae* upon induction of calcium signaling pathway // *Biosens. Bioelectron.* 2016. V. 79. P. 213–219. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2015.12.018>

20. Price P.W., McKinney E.C., Wang Y. et al. Engineered cell surface expression of membrane immunoglobulin as a means to identify monoclonal antibody-secreting hybridomas // *J. Immunol. Methods*. 2009. V. 343 № 1. P. 28–41. <https://doi.org/10.1016/j.jim.2009.01.005>

Об авторах

Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации (г. Киров), 610000, Российская Федерация, г. Киров, Октябрьский проспект, д. 119.

Горшков Антон Сергеевич. Научный сотрудник научно-исследовательского отдела, канд. мед. наук.

Печенкин Денис Валериевич. Начальник научно-исследовательского отдела, канд. мед. наук.

Кузнецовский Андрей Владимирович. Начальник отдела планирования НИР – заместитель начальника филиала по НИР, канд. биол. наук.

Контактная информация для всех авторов: 23527@mil.ru

Контактное лицо: Печенкин Денис Валериевич; 23527@mil.ru

CANARY Technology: Working Principles of Biosensor, Detection of Infectious Pathogens

A.S. Gorshkov, D.V. Pechenkin, A.V. Kuznetsovskiy

Branch Office of the Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of Defence of the Russian Federation (Kirov), Oktyabrsky Avenue 119, Kirov 610000, Russian Federation

Received 31.05.2019. Corrected variant 10.09.2020. Accepted for publication 21.12.2020.

Reusable biosensors for the detection of biochemical analytes are widely used in clinical and laboratory practice. However, biosensors for the detection of pathogenic microorganisms are still under development or implementation. One of these devices is CANARY biosensor (Cellular Analysis and Notification of Antigen Risks and Yields), used by the US Army to indicate pathogenic biological agents. The *aim of this article* is to consider operating principles and molecular-biological foundations of CANARY biosensor, to analyze the possible directions of work and the prospects for creating domestically made biosensors based on eukaryotic cells. The concept of CANARY is that its receptor component is a B-lymphocyte, modified using genetic engineering, which carries specific IgM-like B-cell receptors on the surface of the cytoplasmic membrane. These cells are able to specifically recognize the target antigen and generate a photosignal through the aequorin protein. Currently, biosensors are already created for the detection of causative agents of plague (100–1000 CFU / ml), tularemia (100 CFU / ml), anthrax (100–500 spores / ml), smallpox (<500 CFU / ml), some toxins (ricin – 3 ng / ml, botulinum toxin – 16 pg / ml). They are based on the CANARY biosensor. Due to high sensitivity and specificity of this method, the relative simplicity and high speed of analysis of one sample, the possibility of analyzing aerosol samples, this technology should be considered as a promising basis for the creation of domestically made biological sensors to detect hazardous biological agents in biological samples, water, food, ecological samples and in aerosols. The deterioration of the global epidemic situation caused by the spread of various strains of SARS-CoV-2 makes sensors based on CANARY technology especially relevant. To create a domestic analogue of such a biosensor, close cooperation with scientific institutions that specialize in molecular genetics and manufacturers of laboratory equipment is required.

Keywords: aerosol; B-lymphoblast; B lymphocytes; reagent-free analysis; biosensor; IgM-like B-cell receptors; indication of pathogenic biological agents; CANARY technology; aequorin.

For citation: Gorshkov A.S., Pechenkin D.V., Kuznetsovskiy A.V. CANARY Technology: Working Principles of Biosensor, Detection of Infectious Pathogens // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4. № 4. P. 431–440. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-431-440>

Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

Peer review information

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

References

See P. 438–439

Authors

Branch Office of the Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of Defence of the Russian Federation (Kirov), Oktyabrsky Avenue 119, Kirov 610000, Russian Federation.
Anton Sergeyevich Gorshkov. Researcher of the Scientific and Researcher Department. Candidate of Medical Science.

Denis Valeryevich Pechenkin. Chief of the Scientific and Research Department. Candidate of Medical Science.

Andrey Vladimirovich Kuznetsovskiy. Chief of the Department of Planning of Science and Research – Deputy Chief of the Branch. Candidate of Biological Science.

Contact information for all authors: 23527@mil.ru

Contact person: Denis Valeryevich Pechenkin; 23527@mil.ru

Забытая биологическая война на Корейском полуострове – технические детали

М.В. Супотницкий

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации,
105005, Российская Федерация, г. Москва, Бригадирский переулок, д. 13

Поступила 30.10.2020 г. Принята к публикации 21.12.2020 г.

Применение американской армией биологического оружия (БО) во время войны на Корейском полуострове (25.06.1950–27.07.1953) – почти забытый эпизод военной истории XX века. После появления первых сообщений о начавшейся биологической войне Всемирный совет мира по инициативе КНР назначил Международную научную комиссию по расследованию фактов, касающихся биологической войны в Китае и Корее (далее – Комиссия), подготовившую в 1952 г. «Report of the international scientific commission for the investigation of the facts concerning bacterial warfare in Korea and China» («Доклад Международной научной комиссии по расследованию фактов, касающихся биологической войны в Китае и Корее», далее – Доклад). Доклад неоднократно подвергался критике, в которой основным аргументом было то, что он подготовлен коммунистами. Однако анализ этого документа показал, что остался большой массив информации, не подвергавшийся критике по сути и никем до настоящего времени не опровергнутый. Он и являлся основным предметом нашего анализа в данной работе. Цель работы – показать, как велась биологическая война во время боевых действий на Корейском полуострове в 1952 г. В ходе войны американцами исследовалась эффективность применения биологических боеприпасов разного типа: усовершенствованных японских (распространяющих зараженных насекомых и животных), специальных авиабомб, предназначенных для распыления жидких бактериальных рецептур. Для распыления сухих рецептур впервые применялись боевые самолеты, оснащенные аэрозольными генераторами. Осуществлялись диверсии по заражению водоемов возбудителями опасных инфекций. Среди корейского и китайского населения вызваны вспышки чумы, сибирской язвы, холеры, дизентерии и, возможно, других инфекций. После Корейской войны многие представления о БО, сделанные на основе анализа японского опыта и собственных полигонных экспериментов 1940-х гг., в США были пересмотрены. Основным направлением развития американского БО стало создание боеприпасов для применения мелкодисперсных аэрозолей и кровососущих насекомых. Сам Доклад представляет собой первую попытку создания нового раздела эпидемиологии – неправильной эпидемиологии, т.е. системы научных знаний, обосновывающих распознавание искусственно вызванных вспышек (эпидемий) инфекционных болезней. К сожалению, Доклад после войны не был должным образом оценен и по политическим причинам предан забвению. Поэтому работа по созданию данного раздела эпидемиологии должна быть продолжена уже на основе знаний о новых биологических угрозах.

Ключевые слова: аэрозоль; бактериологическая война; биологическая война; биологическое оружие; дизентерия; Исии Сиро; Корейская война; неправильная эпидемиология; Нидхем; сибирская язва; холера; чума.

Библиографическое описание: Супотницкий М.В. Забытая биологическая война на Корейском полуострове – технические детали // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 4. С. 441–461. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-441-461>

Применение американской армией биологического оружия (БО) во время войны на Корейском полуострове (25.06.1950–27.07.1953)

началось в период, называемый в китайских источниках «войной на удушение». Ему предшествовали два неудачных наступления

войск ООН, предпринятых в августе и октябре 1951 г., после чего фронт стабилизировался. Сторонами было достигнуто соглашение о демаркационной линии несколько севернее 38-й параллели (в основном по линии соприкосновения войск) [1]. То, что американская авиация, кроме напалма и кассетных боеприпасов, для истребления людей применяет БО, установлено в феврале 1952 г. китайскими и северо-кореями специалистами. Об этом 22 февраля Секретариату ООН было заявлено вторым человеком в руководстве Северной Кореи – министром иностранных дел Пак Хон Ёном (1900–1955). Государственный секретарь США Дин Ачесон (англ. Dean Gooderham Acheson; 1893–1971) выступил с опровержением 4 марта 1952 г. В середине марта отверг эти обвинения генерал Мэтью Риджуэй (англ. Matthew Bunker Ridgway; 1895–1993), командующий силами ООН в Корее. Генеральный секретарь ООН Трюгве Хальвдан Ли (норв. Trygve Halvdan Lie; 1896–1968) последовал их примеру. Но отмахнуться от начинающегося скандала одними заявлениями чиновников в многополярном мире не так просто. Всемирный совет мира по инициативе КНР назначил Международную научную комиссию по расследованию фактов, касающихся биологической войны в Китае и Корее (далее – Комиссия) [2]. Комиссия подтвердила часть фактов (!) из заявленных официальных лицами КНР и КНДР, а также подготовила по ним специальный доклад объемом 764 страницы [3]. В Доклад были включены письменные показания пленных американских

летчиков, собранные членами Комиссии. Они меняли все дело. Представленные корейскими и китайскими специалистами данные по применению зараженных насекомых еще можно объявить фальсификацией, подготовленной на основе опыта, полученного во время Второй Мировой войны, но детальные описания применения БО авиацией, сделанные с множеством технических подробностей, свидетельствовали о том, что это была другая война, не известная ранее китайским специалистам и не фальсифицируемая на основе уже имевшихся знаний о приемах ведения биологической войны. Реакция США и западных союзников на Доклад была в духе времени – руководитель Комиссии, британский ученый с мировым именем и член Лондонского Королевского общества, биохимик Джозеф Нидхем (англ. Joseph Needham, 1900–1995) – коммунист¹ [4], а факты, собранные Комиссией, сфальсифицированы китайскими и корейскими коммунистами, контролируемые Москвой² [2]. Аргументы оказались слабыми, что бы в них поверили все. Особенно на фоне информации об убежище, предоставленном Соединенными Штатами японским преступникам, применявшим БО в Китае, а также их отказа присоединиться к Женевскому протоколу 1925 г.³ Появлялись сомневающиеся в непогрешимости американской демократии [5]. Поэтому американские политики продолжали и продолжают подвергать критике Доклад, настойчиво представляя его уловкой коммунистов⁴ [10–13]. Однако в непонятные гуманитарному сознанию технические

¹ Дж. Нидхем коммунистом не был. В молодости его левые взгляды основывались на христианском социализме, но к концу 1930-х гг. он их оставил. С 1942 по 1946 г. Нидхем возглавлял Британскую научную миссию в Чунцине (столица гоминьдановского Китая) и служил советником медицинской администрации гоминьдановской армии. Участвовал в расследовании фактов применения японской армией БО на территории Китая во время Второй мировой войны. Видимо это, и безупречная научная репутация, послужили причиной такого назначения. Нидхем до конца жизни придерживался точки зрения, высказанной им в Докладе. В 1986 г. он писал, что «все, что было опубликовано за последние несколько лет, развеяло те самые 3 % сомнений, которые у меня были раньше. Так что теперь я уверен на 100 %». В Кембридже и сегодня действует институт его имени – The Needham Research Institute или NRI [2, 4].

² Аналогичным образом США поступили и с требованием СССР выдать для суда японского генерала Исии Сиро (1892–1959), начальника отряда 731. Все обвинения советской стороны США тогда отвергли как коммунистическую пропаганду [5]. В настоящее время участие отряда 731 в военных преступлениях является широко признанным фактом в западных и японских источниках [6–9, 11].

³ Женевский протокол 1925 г. – сокращенное название «Протокола о запрещении применения на войне удушающих, ядовитых или других подобных газов и бактериологических средств» – международное соглашение о запрещении использования химического или бактериологического оружия во время войны. Протокол был подписан 17 июня 1925 г. в Женеве представителями 37 государств и вступил в силу 8 февраля 1928 г. США ратифицировали его в 22 января 1975 г., оставив за собой в одностороннем порядке право применения первыми химических средств в вооруженных конфликтах. Этот документ запрещает только применение химического и бактериологического оружия, но не их разработку, производство и накопление.

⁴ Довольно однообразные поверхностные тексты, бесцеремонно отвергающие 764 страницы Доклада без конкретного и детального опровержения какого-либо отдельного документа, схемы, фотографии, отчета или подтверждающих материалов, включая показания свидетелей, методологию исследования, результаты патологоанатомических исследований, энтомологических экспертиз, стенограммы длительных дискуссий между членами комиссии и др. В 1990-х гг. к этой деятельности стали привлекаться персонажи, «обиженные» российской властью, например, академик РАН И.В. Домарадский, которому не позволили выехать за границу из-за доступа к гостайне (см. работу М. Leitenberg [13]).

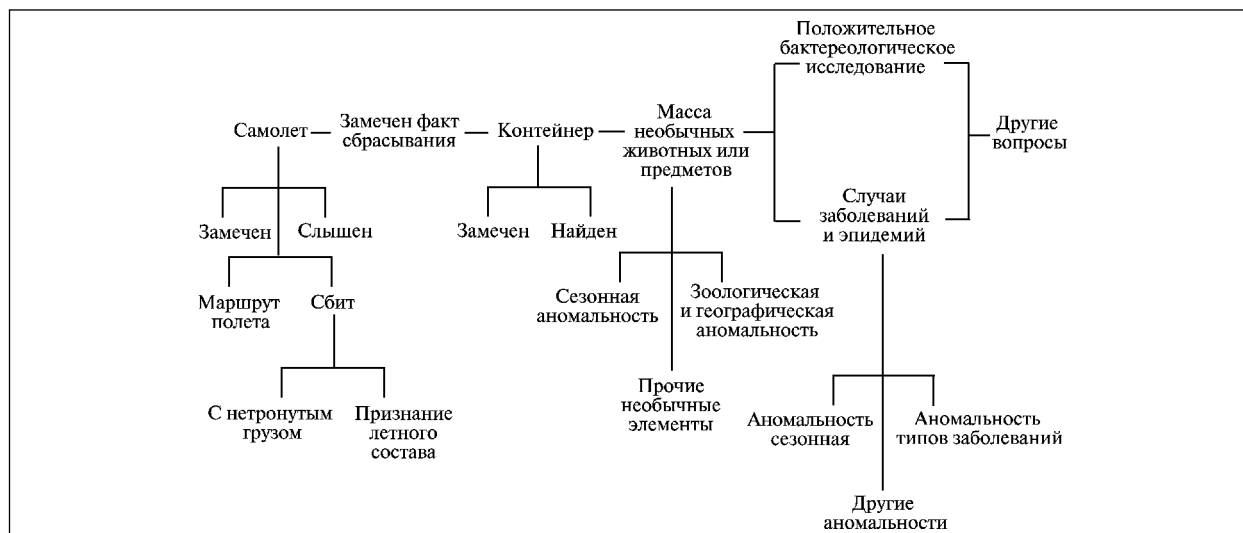


Рисунок 1 – Алгоритм обобщения информации при изучении каждого отдельного случая применения БО [3]

детали биологической войны политологи не вчитывались. Остался большой массив информации, не подвергавшийся критике и никем до настоящего времени не опровергнутый. Он и является основным предметом нашего анализа в данной работе.

Цель работы – показать, как велась биологическая война во время боевых действий на Корейском полуострове в 1952 г.

Для ее достижения мы рассматриваем технические детали деятельности Комиссии по установлению фактов применения БО, а также выявленные факты применения такого оружия. С помощью других источников оцениваем эффективность биологической войны и сопоставляем ее приемы с американской политикой того времени в отношении БО.

Работа комиссии Нидхема. Возглавляемая Нидхемом Комиссия работала с 23 июня по 6 августа 1952 г. В Комиссию входило 20 специалистов различных специализаций в эпидемиологии, микробиологии, ветеринарии, паразитологии и медицинской энтомологии⁵; из них 9 – известные европейские ученые⁶; 11 – китайские ученые, работавшие или получившие специальную подготовку в университетах США, Европы и Японии. Члены Комиссии изучили большое количество официальных документов, опросили многочисленных свидетелей, в числе которых были пленные летчики и диверсанты, проводили совещания с корейскими и китайскими учеными. Комиссия учитывала «труднодоказуемость» фактов применения БО.

Поэтому членами Комиссии был разработан алгоритм анализа информации, с помощью которого можно было бы достоверно установить факт применения БО (рисунок 1).

Беседы и опросы протоколировались и записывались на магнитный носитель, свидетели фотографировались, устанавливалась их личность. Нидхем посетил лаборатории в Пекине, Шэньяне и Пхеньяне, где проводились исследования подобранных образцов БО и инфицированных материалов, а также деревни в Китае, в районе которых были сброшены инфицированные чумой грызуны. Китайская сторона предоставила Комиссии архивные материалы по применению японскими вооруженными силами БО в период 1940–1945 гг. и сохранившиеся образцы этого оружия, изготовленные в отряде 731.

Приведенная схема в основном применялась для изучения фактов применения БО, когда в качестве переносчиков возбудителей инфекций использовались насекомые. В то же время Комиссия считала, что этот алгоритм обобщения информации мало применим для установления фактов использования опасных микроорганизмов аэрозолями. *Во-первых*, такой способ поражения людей не требует контейнеров и бомб, фрагменты которых можно идентифицировать и представить общественности в качестве доказательства применения БО; *во-вторых*, для осуществления аэрозольного способа нападения не требуются насекомые или другие переносчики, также являю-

⁵ Никто из них до конца жизни не изменил своей точки зрения на происходившее в 1952 г. в Корее, высказанной в Докладе [2].

⁶ СССР представлял Николай Николаевич Жуков-Вережников (1908–1981), доктор медицинских наук, член Академии медицинских наук СССР.

щиеся вещественными доказательствами таких преступлений; в-третьих, аэрозоль невидим, поэтому трудно найти свидетелей, чьи показания могли бы зафиксировать время и место применения биологических агентов. Поэтому Комиссия использовала разные способы анализа причин вспышек опасных инфекционных болезней, каким-либо образом связанных с действиями американской авиации. Среди них – данные о характере болезни, о типе возникшего очага, показания пленных летчиков и др. Однако основное внимание уделялось выявлению признаков *неправильной эпидемиологии болезни*⁷.

В качестве примера неправильной эпидемиологии рассмотрим вспышку чумы в деревне Кансукун. За последние пять столетий в Корее не было вспышек чумы. Самыми близкими центрами эндемического распространения чумы являлись северо-восток Китая, находящийся в 450 км от места происшествия, а также провинция Фудцзянь в южной части Китая, отдаленная на 1500 км от того же места⁸. Комиссия отметила, что появление чумы в феврале месяце 1952 г. означает, что она появилась на три месяца раньше, чем это обычно бывает в странах, обладающих таким же климатом, как и климат Северной Кореи. Обычно вспышки чумы среди людей происходят, когда в эпидемической цепи принимает участие человеческая блоха *Pulex irritans*. Сначала возникает эпизоотия чумы среди грызунов, затем следуют вспышки чумы среди людей, после которых *P. irritans* инфицируется возбудителем чумы. Только тогда человеческая блоха приобретает способность заражать чумой людей.

При исследовании обстоятельств заражения чумой крестьянина Пак Ион Хо деревни Кансукун установлено, что утром 25 марта на поверхности воды в чане у колодца недалеко от своего дома он обнаружил десятки блох, «как будто мертвых». Так как около 4 ч утра Пак был разбужен шумом самолета, кружившим на не-

большой высоте над деревней, он решил, что блохи сброшены этим самолетом и немедленно доложил о случившемся председателю сельского народного комитета. Через несколько дней он заболел чумой в септической форме и 4 апреля умер⁹. Результаты вскрытия тела и бактериологическое исследование подтвердили, что Пак умер от чумы. Признаки неправильной эпидемиологии болезни были установлены довольно быстро. Из найденных в чане блох 20 отобрали на бактериологическое и энтомологическое исследование. По данным экспертизы, эти блохи принадлежали к человеческому виду *P. irritans* и были инфицированы возбудителем чумы. Сотрудниками противоэпидемического отряда чумной эпизоотии среди грызунов установлено не было. Население не видело мертвых крыс и мышей. В ходе дератизационных работ было поймано 143 крысы, ни одна из них не была больна чумой.

Профессором Чэнь Вэнь-гуем из органов умершего крестьянина была выделена высоковирулентная культура возбудителя чумы, 10–20 клеток которой (в разведении) оказывались смертельными для морской свинки. Чэнь отметил, что и другие больные умирали так же быстро, как эта жертва. Некоторые люди (Чэнь не указывает, кто, где и когда) умирали в течение 24 ч, еще до развития бубонов¹⁰.

Комиссия зафиксировала попытки вызвать вспышки чумы, холеры, дизентерии и сибирской язвы. Возможно, использованных агентов БО было больше, но научно обоснованных доказательств не было собрано. Опубликованные материалы предварительно обсуждались и согласовывались всеми членами Комиссии. Тексты на разных языках подвергались лингвистическому разбору, а их переводы согласовывались между специалистами. В доклад включены только те факты применения БО, которые признаны всеми членами Комиссии. В целом Доклад, подготовленный комиссией Нидхема, представлял собой на на-

⁷ Неправильная эпидемиология – обнаружение случаев инфекционных болезней среди людей при отсутствии в природе условий для их появления.

⁸ То, что в 1951 г. вспышек чумы на полуострове не было, американские военные убедились сами. Их агенты в Северной Корее сообщили о бубонной чуме возле Вонсана. Реальную опасность чумы для войск ООН необходимо было незамедлительно прояснить, так как если это действительно чума, то надо было начинать серьезные противоэпидемические мероприятия, включая вакцинацию всего личного состава. Этим занялся бригадный генерал (медицинский корпус) Кроуфорд Саймс (Crawford Sams, 1902–1994), во время службы на Ближнем Востоке наблюдавший чуму в легочной и бубонной формах. Рискнув жизнью, он с тремя бойцами пробрался на территорию Северной Кореи, где встретился с агентами, составившими первоначальный отчет. Путем тщательного допроса он установил, что рассматриваемая болезнь была геморрагической оспой, а не чумой, и вернулся в расположение своих войск [12].

⁹ Для заражения человека возбудителем чумы достаточно укуса одной чумной блохи. В течение одних суток после такого укуса человек может впасть в состояние комы (наблюдение автора статьи, сделанное в Южном Казахстане).

¹⁰ Этот пример также говорит, что подозрения о применении БО появились у северокорейских властей не на «пустом месте».

чала 1950-х гг. серьезный научный труд, недооцененный по политическим причинам (рисунки 2).

Биологическая война на Корейском полуострове велась открыто. Ее и невозможно было скрыть. Биологическому нападению подвергались позиции китайских и северокорейских войск, объекты войскового тыла, линии коммуникаций, узлы железных и грунтовых дорог, отдельные промышленные и сельскохозяйственные районы, порты, водоисточники. При таком размахе остается много «следов» биологической войны. Различные технические устройства (бомбы, диспергирующие приборы, специально оборудованные самолеты, зараженные животные, насекомые и др.) и специально подготовленные люди, необходимые для ведения биологической войны, неизбежно попадают в поле зрения противника. Любое применение каких-либо даже хорошо задуманных и эффективных «технических средств» сопряжено с ошибками и неудачами, когда ими пользуются призванные на войну люди. Диверсанты могут быть перехвачены контрразведкой, средства доставки БО могут быть сбиты ПВО или захвачены, отдельные бактериологические боеприпасы могут попасть в руки противника неразорвавшимися из-за ошибок в их применении, неудачности конструкции и т.д. Кроме того, всегда может найтись тот, кто что-то видел или слышал¹¹.

Содержательные показания об осведомленности американского командования о действиях противника по ликвидации последствий применения БО дал Комиссии сбитый летчик, старший лейтенант Пауль Р. Книсс (P.R. Kniss). Во время инструктажа о правильном применении нового оружия, проведенном 21 марта на базе К-46 (база для F-51, примерно в 5 милях севернее от Вонжу, Южная Корея),

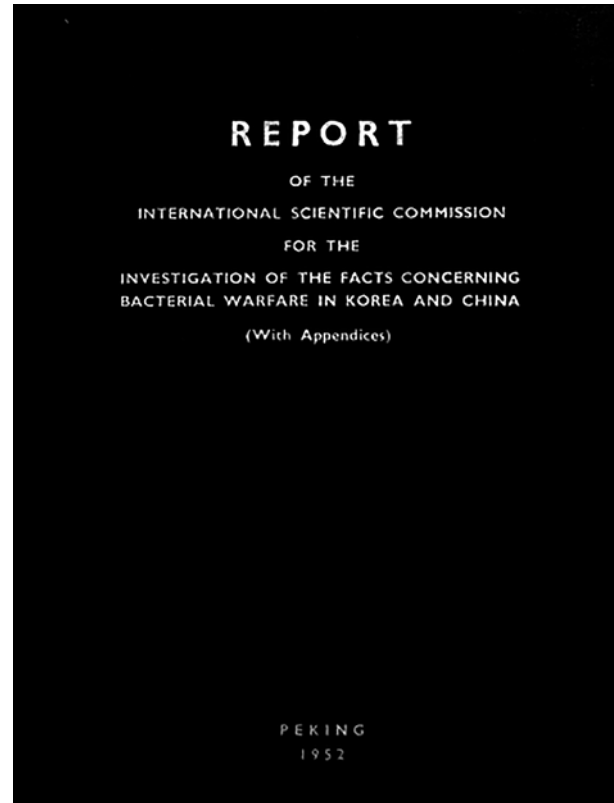


Рисунок 2 – Обложка «Report of the international scientific commission for the investigation of the facts concerning bacterial warfare in Korea and China», Peking, 1952

инструктор, капитан Маклаффин, сказал пилотам следующее:

«Такие бомбы будут всегда сбрасываться с четырех самолетов одновременно. Вы спикируете с высоты 10000 футов до 6000 футов и сбросите свои бомбы над целью. Бомба взорвется примерно в 100 футах от земли и бактерии рассеются примерно в окружности 100

¹¹ Западной прессой и даже научной литературой обоснование вторжения США и Великобритании в Ирак подавалось не только как дезинформация о наличии БО у Ирака, но и вбросом ложных представлений о том, что такое БО. Апофеозом этой кампании лжи стала демонстрация госсекретарем США Колином Пауэллом (англ. Colin Luther Powell) на заседании Совета Безопасности ООН 5 февраля 2003 г. флакончика, выданного за иракское БО. Через две недели США и Великобритания вторглись в Ирак. Представление о БО, как о пробирке или флакончике – очень удобный пропагандистский ход для обвинения любой страны в обладании неконвенционным оружием, а также для запутывания собственных следов в применении БО. Достаточно найти в микробиологической лаборатории медицинского учреждения пробирку с опасным патогеном и повод для вторжения в страну готов – страна разрабатывает БО. Сейчас уже и о пробирке не говорят, а за БО выдают «вирус». Определение же БО, данное ст. 1 «Конвенции о запрещении разработки, производства и применения биологического (токсинного) оружия» (КБТО), конкретизирует это понятие как: «... 1) микробиологические или другие биологические агенты, или токсины ... и в таких количествах, которые не предназначены для ... мирных целей; 2) оружие, оборудование или средства доставки, предназначенные для использования таких агентов или токсинов во враждебных целях или в вооруженных конфликтах». Таким образом, КБТО ставит применение биологических агентов и токсинов в зависимости от технических устройств (оружие, оборудование или средства доставки), позволяющих их применять для поражения людей. Их и надо искать, когда возникает подозрение о применении БО. См. Конвенция о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении // Сборник документов и материалов, регламентирующих обеспечение выполнения Российской Федерации международных обязательств по запрещению биологического и токсинного оружия. М., 2004.

ярдов. Если бомба не взорвется в воздухе, а взорвется на земле, то бактерии будут убиты взрывом. Если бомба взорвется в воздухе, то бактерии будут рассеяны силой взрыва. Такие бомбы будут сброшены недалеко от города, но не в самом городе, так как северокорейцы широко применяют дезинфицирующие вещества в своих городах, которые убивают бактерии. Мы сбрасываем наши бомбы вблизи больших городов с таким расчетом, чтобы люди и животные могли занести болезни в города, где бактерии должны распространяться, но эти бактерии должны попасть на животных или людей в течение трех часов, иначе они погибнут».

Таким образом, по крайней мере с марта 1952 г. биологическая война на Корейском полуострове и в северо-восточном Китае велась совершенно открыто. Обе стороны учитывали действия друг друга, а о применении БО знали и даже непосредственно с ним сталкивались миллионы людей. И если судить по показаниям Книсса, к марту месяцу американская армия уже осознала, что биологическая война – это не такое простое дело, как поначалу казалось.

Применение насекомых в качестве переносчиков опасных микроорганизмов. Комиссия пришла к выводу, что биологическая война на Корейском полуострове велась в основном путем распространения опасных микроорганизмов посредством переносчиков (различных видов насекомых) и формирования резервуаров (грызунов). Самих насекомых либо инфицировали, либо пытались использовать в качестве механических переносчиков возбудителей болезней. Американская авиация стала распространять зараженных насекомых в Северной Корее еще в начале февраля. Всего на территории Китая и Кореи было выявлено 18 видов насекомых и пауков, сброшенных с американских самолетов. Бактериологические исследования доказали, что по крайней мере 9 из них были заражены патогенными микроорганизмами. В отношении других у Комиссии не осталось уверенности в том, что они не были заражены, так как всегда трудно выделить патогенные микроорганизмы из неизвестного материала, особенно когда не знаешь, что надо искать.

Районы распространения зараженных насекомых американскими самолетами были обширны. В районах северо-востока Китая, на севере – до реки Нахэ и горы Кэшань, на юге – до реки Чжуанхэ и уезда Фусянь, на востоке – до уездов Чанбай и Аньдун, и на западе – до уездов Фусинь и Цзиньчжоу. В этих районах лишь после вторжения американских самолетов неожиданно появлялись скопления насекомых. Кроме этого, с 6 марта американские самолеты неоднократно сбрасывали насекомых на город

Циндао. По мнению Чэнь Вэнь-гуя, председателя юго-западного филиала Китайского медицинского общества, изучавшего последствия применения БО японской армией, масштабы использования в 1952 г. инфицированных возбудителем чумы блох были значительно большими, чем в годы Второй мировой войны.

Комиссия, анализируя видовой состав сброшенных американской авиацией насекомых, пришла к выводу, что в этой войне американской стороной применяются насекомые, мало известные и совсем не известные в качестве переносчиков возбудителей инфекционных болезней. При этом приоритет оставался за теми видами, для которых не были отработаны методы их истребления.

Некоторые виды насекомых, по меньшей мере, никогда ранее не были обнаружены в тех районах боевых действий, где их находили в громадных количествах в январе-марте 1952 г. Но Комиссия даже не пыталась доказать факт их искусственного распространения, если ранее не были определены фаунистические области их распространения в Китае и Корее. Однако Комиссия выявила факты аномального появления масс насекомых в стадии развития, не соответствующей этому времени года и температуре, а также случаи ненормальной скученности в одном месте насекомых с разной экологией.

Неоднократно скопления насекомых обнаруживали после пролета американских самолетов в необычных для насекомых местах. Блохи (*P. irritans*) должны находиться в жилищах людей и поблизости от них. Как правило, даже в домах, где существуют антисанитарные условия для жизни людей, их находят не более 50 штук за раз, вывод человека блох обычно немногочисленный. Но после появления американских самолетов над городами Фушунем и Куаньданем их находили на снегу в полях десятками тысяч. Регулярно американские пилоты по ошибке сбрасывали на снег и других зараженных насекомых. На снегу они замерзали, покрывая овальную площадь различного размера с характерной зоной наибольшей кучности в одном из фокусов эллипса. Комиссия установила, что сообщения об обнаруженных скоплениях насекомых обычно исходят из районов линий коммуникаций, используемых китайскими войсками, в основном – вдоль северного побережья реки Ялу-Ляодунской провинции.

Многие эпизоды бактериологической войны остались неизвестными из-за тактики бомбовых ударов, используемых авиацией ООН. Обычно налеты на корейские города с применением БО происходили перед рассветом. Над городом на малой высоте появ-

лялись самолеты, диссемировавшие зараженных насекомых. Затем начинались многочасовые налеты, загонявшие людей в убежища. Когда давался отбой воздушной тревоги, как правило, сброшенные насекомые уже расплозились. Такой способ применения БО называли тогда «японским».

Комиссия занималась и установлением типов контейнеров, бомб и других технических средств, применявшихся для распространения зараженных насекомых. Комиссия признала, что результаты ее работы не могут считаться полными, так как многие из использованных контейнеров представляли собой саморазрушающиеся конструкции, они либо разваливались на мелкие кусочки при ударе об землю, либо самосжигались после освобождения от груза. Даже тогда, когда падение такого контейнера происходило на глазах местных жителей, им не всегда удавалось его обнаружить, так как они не знали, что искать. Не обладали полными знаниями по этому вопросу и пленные летчики, им такую информацию не доводили как ненужную для выполнения задания. Однако Комиссии все же удалось охарактеризовать массово использовавшиеся образцы такого оружия.

Пленные летчики показали, что на лекциях по применению БО им рассказывали о возможности распространения зараженных насекомых следующими устройствами: 1) взрывающаяся в воздухе бомба для листовок, снабженная пропеллером, вызывающим взрыв после определенного числа оборотов; 2) бомба для листовок с дверцами, открывающимися пропеллером; 3) бомбы, распадающиеся на две половины после удара о землю или в воздухе; 4) специальный самолет, имеющий прибор для рассеяния насекомых. Некоторые из них в своих показаниях Комиссии нарисовал (как умел) старший лейтенант О'Нил (рисунок 3).

Из разных источников Комиссии стало известно о существовании еще нескольких типов бактериологических бомб (контейнеров), которые могли применяться в этой войне, но Комиссии они не были представлены.

Взрывающаяся в воздухе бомба для листовок с дистанционным взрывателем – приблизительно тех же размеров и форм, как обыкновенная 250-кг бомба (размер 1,4 м; диаметр 0,4 м; обшивка стальная), но ее вес составлял около 75 кг. Головка бомбы конической формы, на конце которой находился дистанционный взрыватель. В головке имелся небольшой пустой отсек, за ним располагался цилиндрической формы корпус бомбы, имевший 4 отсека общей емкостью 72 л. Корпус разделялся продольно. По описанию пленных летчиков, створкам бомбы полагалось открываться на

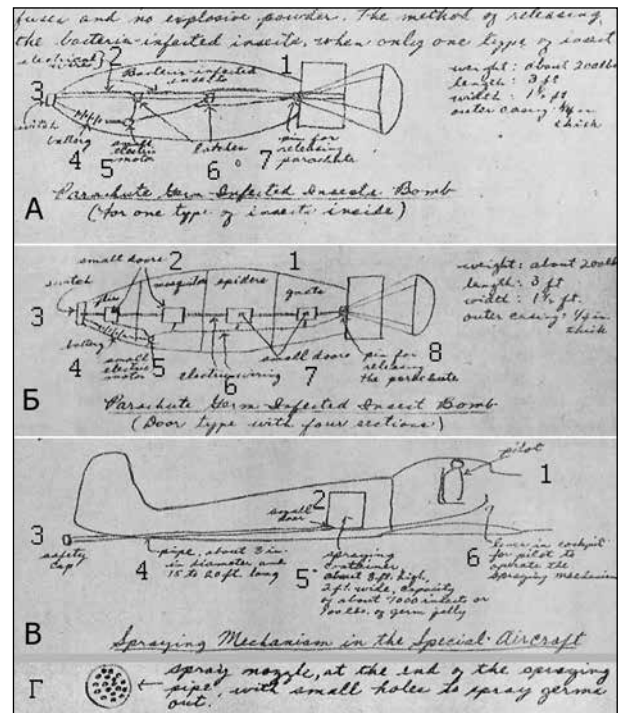


Рисунок 3 – Бомбы и приспособления для рассеивания зараженных насекомых, нарисованные ст. лейтенантом Флойдом О'Нилом (Floyd B. O'Neal).

А. Схема бомбы с парашютом для сбрасывания зараженных насекомых (для помещения одного вида насекомых). 1 – Зараженные насекомые. 2 – Электрические провода. 3 – Включатель. 4 – Батарея. 5 – Небольшой электрический мотор. 6 – Задвижка. 7 – Шпилька для высвобождения парашюта. Масса: 200 фунтов. Длина: 3 фута. Ширина: 1,5 фута. Толщина наружной оболочки: 0,25 дюйма.

Б. Схема бактериологической бомбы с парашютом для сбрасывания четырех видов зараженных насекомых (4 камеры с дверцами). 1 – Перегородки. 2 – Камеры с насекомыми. 3 – Включатель. 4 – Батарея. 5 – Небольшой электрический мотор. 6 – Провода. 7 – Дверки. 8 – Шпилька для высвобождения парашюта. Масса: 200 фунтов. Длина: 3 фута. Ширина: 1,5 фута. Толщина наружной оболочки: 0,25 дюйма.

В. Прибор для рассеяния насекомых и распыления бактерий, установленный на самолете. 1 – Летчик. 2 – Дверка. 3 – Предохранительный колпак. 4 – Труба (длина около 15–20 футов, диаметр около 3 дюймов). 5 – Контейнер (длина около 3 футов, ширина около 2 футов, может вместиться 7000 насекомых или 100 фунтов «желе» с бактериями). 6 – Рычаг, установленный в кабине самолета, при помощи которого летчик управляет распылительным механизмом.

Г. Распылительный наконечник, в конце распылительной трубки имеются отверстия, из которых распыляют бактерии [3]

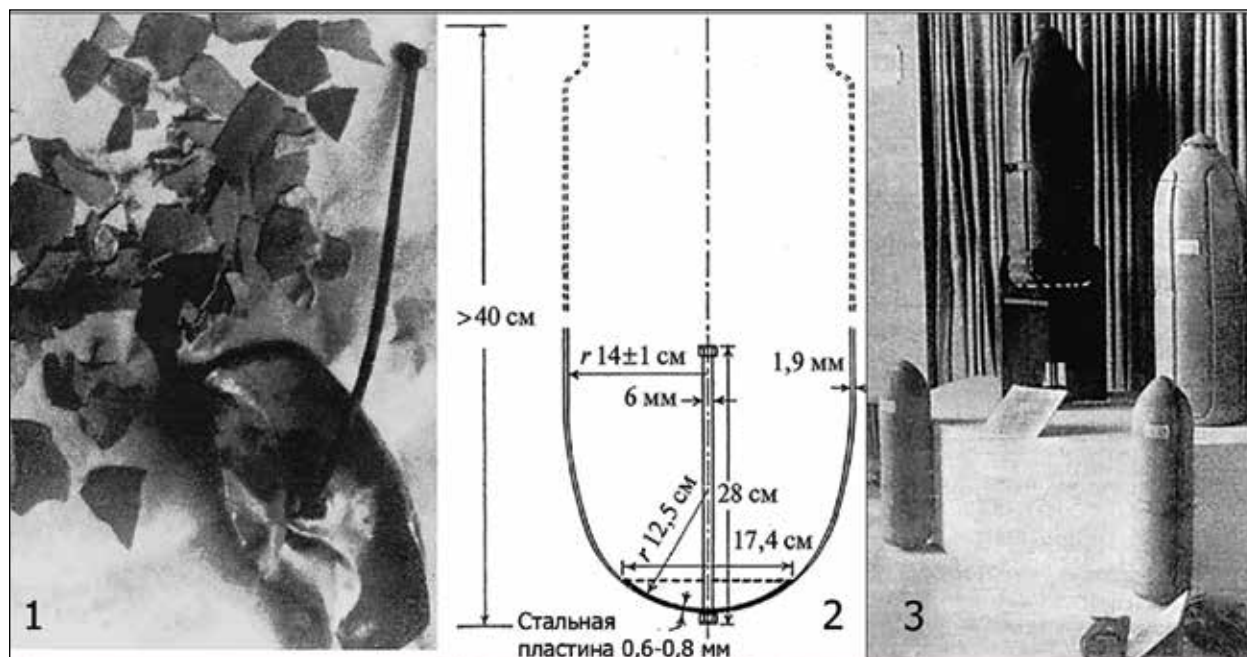


Рисунок 4 – Контейнер «яичная скорлупа» (1, 2) и его японские «прототипы» (3) – керамические бомбы «системы Удзи». 1 – Фрагменты контейнера обнаружены вместе с расплывающимся «содержимым» 21.03.1952 г. за чертой города Куаньдянь в китайской провинции Ляодун. 2 – Схематическое изображение контейнера, составленное китайскими учеными по найденным фрагментам. 3 – Бомбы «системы Удзи» для диспергирования бактерий и сброса насекомых. Обнаружены в 1945 г. в руинах корпусов отряда 731. Желоба на наружной поверхности бомб предназначены для размещения небольшого количества взрывчатки, при взрыве оказывающей минимальное термическое и ударное поражение живому содержимому бомбы. Конструктивно бомба «яичная скорлупа» представляет собой изоцирированное развитие японских керамических бомб «системы Удзи». Видимо, она должна рассыпаться в воздухе на определенной высоте без взрыва, но механизм, запускающий ее саморазрушение, не найден [3]

высоте 30 м, распространяя содержимое на площади около 100 м в диаметре. Один из очевидцев видел 26 марта, как американский самолет кружился над Егвоном и сбросил две такие бомбы при пикировании. Обе бомбы распались в воздухе на две части и стали причиной появления большого количества насекомых на пространстве размером около 200×100 м. В Корее применение таких бомб зафиксировано в провинциях Пьеганнам, Кангвон, Хванхе. В Китае в Чанбае, провинции Ляодун в конце марта крестьяне нашли на своих полях три таких нераспавшихся бомбы, окруженных расплывающимися насекомыми (Комиссия опросила этих крестьян).

Контейнер «яичная скорлупа». 21 марта за чертой города Куаньдяня в провинции Ляодун местными жителями было найдено свыше 200 обломков контейнера, сделанного из какого-то известкового вещества, вместе с чашеобразной металлической пластинкой и металлическим стержнем, прикрепленным к центру ее вогнутой поверхности. Вблизи контейнера было обнаружено большое количество черных мух (*Hylemyia* sp.), пауков (*Tarentula* sp.) и перьев.

Бактериологическое исследование показало, что все они заражены возбудителем сибирской язвы. Эти насекомые по своей экологии не должны были встречаться в данной местности в данное время. Изучение обстоятельств обнаружения контейнера позволило Комиссии утверждать, что он был сброшен с американского самолета 12 марта. Металлические части и известковые кусочки были предметом тщательного анализа, проведенного в Институте современной физики и в Институте прикладной физики Академии наук Китая. Анализ выполнялся с целью установления первоначальной формы этой конструкции.

Китайские ученые пришли к выводу, что неповрежденный контейнер имел цилиндрическую форму и по крайней мере один из его концов имел куполообразную форму. Общая длина контейнера составляла более 40 см, стержня – 28 см. Радиус кривизны стальной чашеобразной пластинки – 12,5 см; ее диаметр – 17,4 см. Радиус известкового тела контейнера – 14 см. Толщина известковых стенок – 2 мм. Весь контейнер снаружи был покрыт алюминиевой краской. Исследования рентгеном показали,

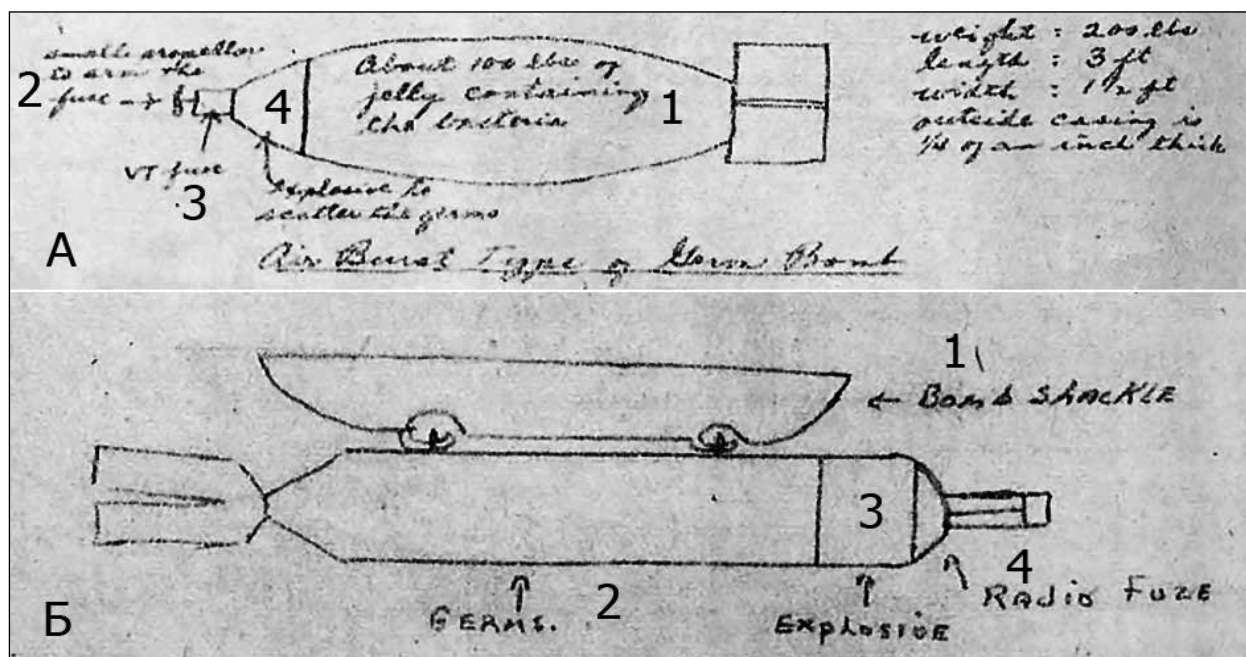


Рисунок 5 – Схемы бактериологических бомб, взрывающихся в воздухе, нарисованные капитаном Маклафлином на доске в учебном классе на базе К-46 (18-я истребительно-бомбардировочная авиагруппа, Южная Корея). Летчики воспроизвели ее по памяти независимо друг от друга.

А – Бомба, нарисованная ст. лейтенантом О'Нилом. 1 – Желе с бактериями (100 фунтов).

2 – Небольшой пропеллер для зарядки детонатора. 3 – Дистанционный радиовзрыватель «VT».

4 – Взрывчатое вещество для диспергирования бактерий. Длина 3 фута, масса около 200 фунтов, ширина 1,5 фута, толщина наружной оболочки 0,25 дюйма.

Б – Схема бомбы в изложении старшего лейтенанта Книсса. 1 – Бомбодержатель. 2 – Бактерии.

3 – Взрывчатое вещество. 4 – Дистанционный радиовзрыватель «VT» [3]

что материал стенок состоял преимущественно из углекислого калия. При спектрографическом анализе обнаружено наличие некоторого количества магнезии, химический анализ показал наличие неизвестного органического вещества, возможно, служащего для придания материалу пластических качеств. Присутствие маленьких пор на гладкой внутренней поверхности меловых осколков и несколько желобков на них, а также обнаружение следов спайки на краю полушарообразной стальной пластины позволяло предположить, что внутри мелового слоя имела хрупкая рама или какие-то оболочки. Но те, кто занимались сбором осколков или других предметов на месте, не нашли остатков этих частей бомбы. Конструкция контейнера и выбранные для его изготовления материалы предполагали уничтожение всех следов применения этого устройства для распространения спор сибирской язвы – разлетевшиеся кусочки оболочки бомбы должны были разрушиться под действием воды, а согнутый ржавый стержень никакой информационной ценности сам по себе не имеет (рисунок 4).

Кроме Куаньдяна, применение таких бомб зафиксировано вблизи Пектона (Северная Корея) и Бэйцзинцзы (Китай). Комиссия

пришла к выводу, что такие бомбы применялись на обоих берегах реки Ялу в марте и июне месяце 1952 г. Возможно, это и есть перьевая бомба (англ. feather bomb) M115, о существовании которой в конце 1940-х годов по официальным американским документам стало известно только в 1997 г. из работы R. Sidell с соавт. [14]. Она применялась американской армией для распространения зараженных насекомых и сухой сибиреязвенной рецептуры. Найти ее изображения в открытых источниках не удалось.

Картонный цилиндр с шелковым парашютом – это единственный тип контейнера с парашютом, который видела Комиссия. Он представлял собой картонный цилиндр со стенками толщиной около 1 см, около 36 см длины и 13 см в диаметре. Образцы были помечены «USC5/1-1-11952-Lot100F6». Прикрепленный к ним шелковый парашют имел в диаметре лишь 70 см. Видимо, он предназначался только для того, чтобы затормозить падение и ослабить удар об землю. На картоне не было следов огня. Контейнер данного типа предназначался для распространения комаров *Orthocladius*, слишком хрупких, чтобы ими снаряжать контейнеры двух выше приведенных типов.

Диссемирование зараженных насекомых с низколетящих самолетов – наиболее технически доступный и поэтому наиболее распространенный способ ведения биологической войны на Корейском полуострове. Так как налеты осуществлялись, чаще всего, ночью, о рассеивании зараженных насекомых можно было вообще ничего не узнать, если бы пилоты не ошибались и не сбрасывали насекомых на снег. Имели место случаи, когда такие налеты осуществлялись днем на глазах многочисленных свидетелей. Например, 11 февраля китайскими добровольцами был замечен американский самолет, рассеивающий насекомых над Чорвоном с высоты 300 м. Насекомых снесло ветром от города и раскидало на полях по снегу, на участке продолговатой формы размером 10 км на 5 км. Население их сжигало и закапывало.

Применение аэрозолей поражающих агентов. Помимо зараженных животных и насекомых, американская авиация сбрасывала специальные бомбы, предназначенные для взрывного диспергирования бактерий над целью. Использовались как жидкие, так и сухие рецептуры. Масштабных поражений бактериальными аэрозолями во время бактериологической войны в Корее не выявлено.

Бомбы для применения жидких рецептур поставлялись на авиабазы в Южной Корее, снаряженные 100 фунтами «бактериального желе», и оснащались дистанционными радиовзрывателями. «Желе» перед загрузкой бомбы в самолет разводили специальной жидкостью (рисунок 5).

О захвате таких бомб неразорвавшимися китайцы и северокорейцы не сообщали. Об их использовании в этой войне известно по рассказам людей, наблюдавших их разрывы над землей и по показаниям пленных летчиков. Особой тайны в «желе» нет. Американские пилоты ничего не напутали, а неправильно поняли. Дело в том, что в те годы желатин в фосфатном буфере считался наиболее удачной средой для приготовления жидких бактериальных рецептур. Например, еще до войны на Корейском полуострове сотрудниками Форте Детрика на модельном неспорообразующем микроорганизме *Bacillus prodigiosus* было показано, что при распылении его культуры, суспендированной в дистиллированной воде, выживало в среднем 0,9 % бактерий. В то время как при распылении культуры, суспендированной в растворе желатина, этот показатель возрос до 14,1 % [15]. Желатин в фосфатном буфере в те годы использовался не только для приготовления рецептур, диспергируемых взрывом, но и рецептур, диспергируемых выливными приборами, использующими форсунки с соплами гидравлического типа (см. рисунок 3Г). Образующийся

в том и другом случае биологический аэрозоль имел весьма широкий диапазон частиц. Но почти 15 % диспергированного материала после испарения воды переходило в проникающие в глубокие отделы легких человека частицы с диаметром 5 мкм и менее; желатин защищал бактерии от неблагоприятных факторов внешней среды [16].

Комиссия на основе анамнеза, клинических и патологоанатомических данных установила несколько случаев инфицирования людей, которые можно отнести к ингаляционным. В марте в Ляодуне и Ляоси (Северо-восточный Китай) было выявлено 5 смертельных случаев заболевания ингаляционной сибирской язвой у лиц, по своей профессиональной деятельности не имеющих к ней никакого отношения (железнодорожник, велорикша, школьная учительница, домохозяйка, крестьянин). У всех болезнь протекала одинаково быстро, сопровождалась резкой слабостью, симптомами со стороны легких и плевры, смерть наступала ранее 48 ч от начала болезни. До этого случая в Китае такая клиническая форма сибирской язвы не встречалась. Про погибших известно, что четверо из них участвовали в работах по ликвидации последствий применения американскими самолетами БО. В частности, они занимались собиранием насекомых и птичьих перьев, сброшенных с американских самолетов, и нарушали технику безопасности (работали без перчаток, маски и пинцета). У всех у них, а также с собираемых ими перьев, были выделены бациллы сибирской язвы, проявлявшиеся совершенно одинаково в реакциях на ферментацию углеводов.

Интересны наблюдения о типах БО, применяемых американской авиацией в этих районах. В одном случае несколько человек видели, как было сброшено «нечто вроде большого красного термоса, который взорвался на высоте около 10 м над землей с появлением дыма и неприятного запаха горящего белка». Однако наиболее часто находили медленно рассеивавшиеся ветром птичьи перья, покрывавшие землю в форме треугольника основанием по направлению ветра, но без обнаружения контейнера. Эти перья играли в конструкциях обнаруженных боеприпасов две роли: они дезагрегировали «белый порошок» во время хранения боеприпаса и являлись его макронесителями на небольшие расстояния, тем самым способствуя еще большему заражению местности и людей спорами возбудителя сибирской язвы. Члены Комиссии Нидхем не могли узнать, о каком типе биологического боеприпаса идет речь в случаях, когда носителями спор возбудителя сибирской язвы стали птичьи перья.

Патологоанатомическая картина поражения легких 5 человек свидетельствовала о том, что их гибель вызвана аэрозолем спор возбудителя сибирской язвы разной дисперсности, но с наличием фракции менее 5 мкм. Образование аэрозоля с такой фракцией без применения специальных технологий невозможно, скорее всего, его источник не был установлен Комиссией. Ниже приведены результаты вскрытия женщины по имени Вэнь Лю Ши, 32 года, заболевшей 11 апреля, умершей 14 апреля.

«Труп женщины средних лет, правильного развития, хорошего питания. На поверхности аномалий нет. В обеих *плевральных полостях* скопление 1000 мл мутной оранжеватого цвета жидкости. В околосердечной полости 150 мл оранжевой жидкости. Сердце. Вес 230 г, патологических изменений нет. *Легкие*. На дорзальной части нижней доли левого легкого уплотнение, примерно 4×3 см. Поверхность разреза темно-красного цвета. В нем вееровидная площадь 2×1,5 см серо-желтого цвета. Слизистая оболочка бронхов слегка гиперемирована. При микроскопическом исследовании – некротическая пневмония и грамположительные палочки. *Лимфатические узлы легких* заметно увеличены, величиной с голубинное яйцо. На срезе очаги геморрагии. При микроскопическом исследовании замечен геморрагический лимфаденит и грамположительные, срезанные под углом палочки. Печень гиперемирована. Селезенка увеличена, вес 400 г, мягкой консистенции. Сильные посмертные изменения. Желудок и кишечник без специфических изменений. Матка беременна, длина матки с плодом 15 см. Головной мозг и спинной мозг. На поверхности большого мозга в подпаутинном пространстве сильно выраженная диффузная геморрагия. Местами мозговые извилины сглажены, плохо различимы и полностью покрыты кровью. В основании мозга и на поверхности мозжечка диффузные геморрагии. Гнойного экссудата нет. В подпаутинном пространстве спинного мозга также

диффузные геморрагии. Сосуды мозговой оболочки сильно гиперемированы».

Патологоанатомическая картина жертв биологической войны 1952 г. на Корейском полуострове полностью соответствует наблюдаемой у жертв ингаляционной сибирской язвы, вызванной распространением в почтовых конвертах так называемого «белого порошка»¹² в США осенью 2001 г. Их описание приведено в работах J.A. Jernigan с соавт. [17, 18] и L.A. Barakat с соавт. [19]. Также она полностью соответствует патологоанатомической картине поражения легких, приведенной Н.В. Литусовым с соавт. [20] в работе, описывающей результаты опытов по ингаляционному заражению павианов гамадрил мелкодисперсным аэрозолем спор возбудителя сибирской язвы¹³.

Попытки вызвать эпидемии чумы. В 1930–1940-е гг. годы распространение с самолетов блох (*P. irritans*), инфицированных возбудителем чумы, считалось в своем роде «классикой» ведения биологической войны¹⁴. Убежденность в возможности такого способа распространения чумы было основано, как тогда казалось, на надежном экспериментальном фундаменте, заложенном еще сотрудниками отряда 731.

Комиссии стало известно о семи попытках вызвать чуму среди населения Северной Кореи. Первая вспышка чумы, находящаяся в причинно-следственной связи с внезапным появлением больших масс блох и предшествующими налетами американской авиации, зафиксирована 11 февраля. Бактериологически подтвердить инфицированность блох возбудителем чумы тогда не удалось, так как санитарно-эпидемиологическая служба Северной Кореи еще не была готова к бактериологическим атакам. Во всех остальных случаях были получены бактериологические подтверждения инфицирования возбудителем чумы человеческих блох *P. irritans*, собранных после пролетов американских самолетов.

Комиссия занималась изучением трех попыток вызвать чуму среди населения Китая и

¹² Пробы «белого порошка» изучались в Институте патологии Вооруженных сил США (Armed Forces Institute of Pathology) в Вашингтоне и в U.S. Army Medical Research Institute of Infectious Diseases (Медицинский исследовательский институт инфекционных болезней армии США, USAMRIID). Вследствие паники октябрь-ноября 2001 г. и отсутствия на тот период четких указаний со стороны властей, что публиковать, а что скрывать, в СМИ появилась несколько искаженная (но достаточная для понимания специалистами) информация о содержимом конвертов. «Белый порошок» состоял из следующих основных компонентов: 1) спор возбудителя сибирской язвы антибиотикорезистентного штамма Ames в виде частиц диаметром 1,5–3 мкм; 2) и более мелких частиц наполнителя, дезагрегирующего эти споры и по химическому составу представляющего собой «какую-то форму двуокиси кремния». Именно наличием в биологической рецептуре частиц менее 5 мкм объясняется ее способность вызывать ингаляционную форму сибирской язвы у людей, проявляющуюся характерной патологоанатомической картиной [17].

¹³ Интересно, как «высмеют» это совпадение критики Отчета?

¹⁴ Примерно так же, как и забрасывание разлагающихся трупов в крепости в Средние века во время господства миазматических воззрений на эпидемию.

Кореи. Один из них, в деревне Кансукун, мы уже рассмотрели выше. Далее мы рассмотрим инциденты в деревне Ганьнан (северо-восточный Китай) и в районе Хойяна (Северная Корея). Реальная биологическая война поражает своей обыденностью.

Утром 5 апреля 1952 г. жители четырех компактно расположенных деревень Ганьнанского уезда китайской провинции Хэйлунцзян обнаружили никогда не встречавшихся им ранее полумертвых и мертвых полевок на крышах своих домов и во дворах¹⁵. Всего в деревнях и их окрестностях в полосе 5 на 15 км было собрано около 715 погибших животных. Бактериологическое исследование показало, что полевки погибли от чумы. Подозрение вызвала, прежде всего, неправильная эпидемиология этой болезни. Обычно полевки вида *Microtus gregalis* встречались намного западнее. В этом районе Китая чума не была известна, а сами полевки данного вида не были известны как переносчики чумы в тех районах северо-восточного Китая, где чума эндемична. В тех же районах, где чума эндемична, чумные эпизоотии среди грызунов фиксируются в июне-июле¹⁶ [21, 22]. Ночью китайской службой воздушного наблюдения был зафиксирован пролет истребителя типа F-82.

Операция по распространению чумы в районе города Ганьнань была спланирована на основе ошибочного представления ученых того времени о ключевой роли грызунов в поддержании чумы в природе. Ее целью было вызвать чумные эпизоотии среди весеннего молодняка грызунов и попытаться сделать регион эндемичным по чуме. Однако животных после заражения возбудителем чумы, по каким-то причинам, передержали в контейнерах и сбросили уже больными и не в том месте, где планировалось; разбежаться по полям и вызвать чумную эпизоотию среди других грызунов они уже не могли.

Инцидент в районе Хойяна. Комиссии был представлен специально подготовленный для нее Государственным чрезвычайным противоэпидемическим комитетом КНДР «Доклад о распространении американским самолетом че-

ловеческих блох, зараженных чумными палочками» от 11 июня 1952 г., а также 6 документов, упомянутых в докладе. Суть представленной информации заключалась в следующем.

Около 10 ч утра 23 апреля 1952 г., примерно через 6 ч после появления над этой местностью американского самолета, на открытых полях на склоне горы недалеко от Согдонга в уезде Хойян китайскими военными топографами случайно обнаружены десятки тысяч блох. Площадь распространения составляла приблизительно 30×10 м. На этой площади было место с большой кучностью размером в 3–4 м², на котором «обнаружено такое количество блох, что от них почернела поверхность земли». Место, где обнаружены блохи, находилось в 100 м от ближайших жилищ и в 100 м от ближайшей тропинки. В результате проведенной экспертизы было установлено, что эти блохи являются человеческими и инфицированы возбудителем чумы. Блохи были облиты бензином и спалены. Все люди, принявшие участие в уничтожении насекомых, заранее были привиты против чумы. После уничтожения насекомых они подверглись карантину и в течение 3-х суток принимали сульфатазол в качестве средства экстренной профилактики. Людей, заболевших чумой, ни среди них, ни среди населения не было установлено. На основании эпидемиологических и бактериологических исследований был сделан вывод, что чумные блохи в Хойяне сброшены с американского самолета.

Приведенные случаи выглядят как очень незначительные в плане масштабов применения БО и особенно – его последствий. Дело тут в том (и в Докладе это подчеркивается особо), что китайские и корейские коммунисты преследовали цель показать мировой общественности только сам факт применения БО американской армией, а не его возможности по уничтожению людей. Поэтому они предоставляли Комиссии материалы по тем инцидентам, где были либо единичные пораженные чумой, либо инфицированные насекомые с надежно подтвержденным в лабораторных условиях видом искусственно распространяемого среди людей возбудителя инфекционной болезни.

¹⁵ Каким образом полевки были доставлены в деревню, Комиссия не установила. Предполагают, что с помощью саморазрушающихся бумажных контейнеров с бумажным парашютом. Такие контейнеры были описаны в статье бывшего майора Противозидемического управления Квантунской армии Лиохи Сакаки в «Сэндей Майничи» в январе 1952 г. (№ 1682 от 27 января 1952 г.). Согласно этому описанию, контейнер был сделан из прочной бумаги, имел несколько отделений и воспламеняющееся устройство, поджигающее в надлежательный момент контейнер и его парашют. Предназначался для распространения зараженных чумой грызунов. Животные выпускались после раскрытия контейнера, происходящего при его соприкосновении с землей, затем, после определенного периода времени, происходило воспламенение контейнера и парашюта. Устройство можно было приспособить таким образом, чтобы освободить груз контейнера на высоте 10 м над землей, после чего он относился ветром в сторону, воспламенялся и сгорал. По мнению Комиссии, именно этого типа контейнеры использовались для распространения зараженных возбудителем чумы полевок в китайской провинции Хэйлунцзян.

¹⁶ Николаев Н.И. Чума в Маньчжурии. Дис. ... д-ра мед. наук. Киров, 1949.

Были местности, где после применения БО поражения носили массовый характер, например, в районе Бальнамли, где 25 февраля вспыхнула чума и из 600 человек этой деревни 50 заболели бубонной чумой, а 36 из них погибли. Но в такие очаги Комиссию не пускали и собственных материалов расследования ей не предоставляли, так как еще шла война и коммунисты не считали нужным информировать американскую сторону об оптимальных с точки зрения эффективности способах ведения бактериологической войны. По этой же причине Комиссия не публиковала ни конкретных цифр относительно общего числа китайского и корейского гражданского населения, погибшего от БО, ни цифр об общей заболеваемости, ни процента смертности среди лиц, инфицированных в результате применения БО.

Попытка вызвать вспышку холеры. Один из инцидентов, которому Комиссия уделила большое внимание, касался случаев заболевания холерой, имевших место в сельской местности в мае 1952 г. в районе Тэтона.

Ранним утром, после ночи, в течение которой американский самолет долго кружил над этой местностью, одна из молодых крестьянок, собирая траву на холме, обнаружила соломенный пакет со съедобными морскими моллюсками. Она принесла моллюсков домой и вместе с мужем съела их в сыром виде. Вечером того же дня оба серьезно заболели и к вечеру следующего дня умерли.

Медицинское обследование показало, что супруги умерли от холеры. Позднее противоэпидемическая служба обнаружила и другие такие пакеты с моллюсками. Бактериологическое исследование, проведенное китайскими и корейскими специалистами, показало, что все моллюски были инфицированы возбудителем холеры.

Если отбросить в сторону бросающуюся в глаза ненормальность инцидента, которая состоит в том, что зараженные возбудителем холеры моллюски были найдены на склонах холма, то остаются другие важные эпидемиологические аномалии. В данной местности холеры никогда не было, в основном ее случаи в Корее регистрировали в портовых городах и прибрежных районах. В течение XX в. был только один случай холеры в мае, очень редко она появлялась ранее августа.

Внимание Комиссии было обращено и на аномалии, касающиеся самих моллюсков *Meretrix meretrix*: с начала войны эти моллюски не появлялись на рынке; моллюски были найдены на холме на месяц раньше их возможного появления на рынке; в Корее при продаже эти моллюски никогда не завертываются в солому; створки некоторых моллюсков были разбиты как от сильного удара.

При выяснении обстоятельств обнаружения пакетов с моллюсками Комиссией было установлено, что они найдены на расстоянии одного километра от ряда водных резервуаров и меньше чем в 400 м от резервуара насосной станции, которая снабжает питьевой водой многие прибрежные поселки и порт. В ночь, накануне той, в которую были найдены моллюски, очистительная станция по соседству с насосной станцией была аккуратно разрушена американскими самолетами, применившими бомбы небольшой мощности, в результате чего насосы станции оказались неповрежденными.

При опросе местных жителей выяснилось, что ночь во время второго рейда американской авиации была темной и ветреной. Этой причиной можно объяснить то, что пилоты самолета долго искали зеркало воды и, вероятно, не нашли его. Сама же организация биологической диверсии обращает на себя внимание изощренностью замысла, и даже наличием «японского следа». Холерные вибрионы устойчивы к повышенной концентрации соли. По данным японской научной литературы, морские моллюски могут быть использованы как хорошая среда для роста холерных вибрионов. Эти моллюски при соприкосновении с пресной водой закрывают створки раковин и тем самым отдалают свою смерть. В течение этого времени внутри них размножается холерный вибрион. После смерти моллюска его тело заражает воду возбудителем холеры примерно в течение месяца.

В связи с этим Комиссия пришла к выводу, что ВВС США пытались вызвать эпидемию холеры среди населения региона путем заражения распределительных резервуаров (в ночь с 15 на 16 мая), предварительно разрушив водную очистительную станцию в Тэтоне, не повредив при этом насосной станции.

Попытки вызвать кишечные инфекции. Особый интерес Комиссии вызвал факт появления после пролетов американской авиации отдельных масс «лиофилизированного белковообразного материала» у водоемов с питьевой водой. Бактериологи выделили из разных образцов один и тот же возбудитель дизентерии, ферментирующий маннит. Во время работы Комиссии в Корее инциденты такого рода не повторялись, поэтому Комиссии пришлось опираться на сообщения корейских ученых. Однако Комиссия разделила мнение министра здравоохранения КНДР, сводящееся к тому, что этот материал являлся сброшенной замороженной и высушенной культуральной массой бактерий *Shigella*. Сколько его попало в водоемы, комиссия не установила. По мнению Комиссии, смысл изготовления биологического агента в виде лиофилизированной массы

заклучался в ее легкой растворимости. Лиофилизат предназначался для заражения крупных водоемисточников, где бы он растворялся «без следа», не вызывая у северокорейцев подозрений об искусственном характере вспышки кишечной инфекции. И только случайно, благодаря ошибкам американских пилотов, стало известно об отдельных случаях его применения.

Корабль бубонной чумы (Bubonic Plague Ship)¹⁷. Комиссия не была в курсе существования десантного корабля № 1091 и его роли в биологической войне на Корейском полуострове. Она остается засекреченной и сегодня. Официально – судно-лаборатория для подразделения по борьбе с эпидемическими заболеваниями флота № 1 в рамках усилий США по борьбе с малярией в Корее¹⁸. Командовал кораблем бригадный генерал (медицинский корпус) армии США Кроуфорд Саймс. Постоянное местонахождение корабля во время войны – гавань Вонсан в Северной Корее. Однако в конце 1950-х гг. другая информация о корабле проникла в американскую прессу. Она приводится в работе P. Williams и D. Wallace [7]. Утверждалось, что этот корабль, «хотя и маскирующийся под корабль для борьбы с эпидемиями, на самом деле был оборудован установками для производства биологических агентов и тестирования БО на северокорейских и китайских заключенных». Предполагалось, что именно на нем работали японские ученые из отряда 731 [5]. Учитывая уровень развития биотехнологии того времени, наработка биологических агентов, заражение животных и насекомых должно было проводиться недалеко от театра военных действий, т.е. либо непосредственно на территории Южной Кореи, либо на территории Японии, либо на этом корабле.

Как велась биологическая война. По показаниям пленных летчиков можно восстановить следующую картину работы механизма корейской биологической войны¹⁹.

Подготовка летчиков к биологической войне началась в конце августа 1951 г. в авиаци-

онной школе на базе 3-го бомбардировочного полка (самолеты В-26) в Ивакуни (Япония) в рамках обычных занятий по подготовке боевых кадров. Лекции были секретными, читали их инструктора в штатском. После перевода 3-го бомбардировочного полка на базу Куньсань (Южная Корея), чтение таких лекций было продолжено. В основном они были посвящены поражающим свойствам существующих образцов БО и методам ведения бактериологической войны. О применении БО летчикам говорилось отвлеченно от данного театра военных действий и только в таком аспекте, что это может сделать противник, но параллельно с чтением лекций им делались прививки. Затем их просто поставили перед фактом начатой США бактериологической войны. В конце декабря 1951 г. на базе появились не знакомые им офицеры, которые участвовали в составлении заданий на полеты и принимали рапорта об их выполнении в оперативном отделе штаба эскадрильи.

Бактериологические бомбы, разрывающиеся в воздухе, т.е. предназначенные для взрывного рассеивания бактерий и насекомых, сбрасывались с самолетов типа В-26, В-29, F-51, F-84, F-86. Бомбы с парашютом, механически рассеивавшие зараженных насекомых, обычно сбрасывали с самолетов В-26 и В-29. Летчики не проверяли подвеску таких бомб, часовые их к ним не допускали. Бактериологические бомбы подвешивали на крылья бомбардировщиков люди в респираторах и перчатках. Обычные бомбы помещали в бомбовые отсеки. Неразрывающиеся бомбы предписывалось сбрасывать с высоты 200–500 футов и на скорости 200 миль/ч. Бомбы, взрывающиеся в воздухе, необходимо было сбрасывать с высоты не менее 5000 футов от земли для того, чтобы дистанционный взрыватель VT «Variable Time fuze»²⁰ мог ее взорвать на высоте 50–100 футов от земли. Взрыватель включался и выключался из кабины пилота. Пилотам сообщали, что эти бомбы бактериологические, но без указания того, какие бактерии в них находились.

¹⁷ Такое название дано кораблю американским еженедельным новостным журналом Newsweek (цит. по [5]) по аналогии с ситуацией, когда в гавани Нью-Йорка зимой 1899 г. прибыл пароход, груженный ценным грузом, однако несколько членов экипажа оказались больны бубонной чумой. Карантин парохода вскоре стал общенациональной новостью.

¹⁸ USS LCI (L)-1091 – большой десантный корабль класса LCI (L)-351, построенный для ВМС США во время Второй Мировой войны. Как и большинство кораблей этого класса, он имел только обозначение. URL: [https://military.wikia.org/wiki/USS_LCI\(L\)-1091](https://military.wikia.org/wiki/USS_LCI(L)-1091) (дата обращения: 12.10.2020).

¹⁹ Описание составлено по показаниям четырех пленных летчиков, приведенных в приложениях КК, LL, MM, NN и ОО Отчета. Всего китайцы получили признания 25 взятых в плен американских пилотов. Многие из признаний содержали подробные сведения и технические детали о способах доставки БО к цели; о типах сброшенных бомб и других контейнеров; о видах сбрасываемых насекомых и болезнях, которые они переносили и др. Один из летчиков также признался, что в 1950 г. он сбрасывал колорадских жуков над Восточной Германией [2].

²⁰ Взрыватель с переменной выдержкой времени.

Предупреждали их и об особой секретности задания. После выполнения задания о таких бомбах требовалось докладывать и писать в рапортах, либо как о «неразорвавшихся», либо как о «дистанционных бомбах, взрывающихся в воздухе», не употребляя слово «бактериологическая», а также тщательно фиксировать на картах места их падения.

Диспергирующие устройства устанавливали на истребителях (типы F-51, F-80, F-84, F-86), так как они имели большую маневренность на малой высоте. Распыление рецептур бактерий производилось с высоты ~ 500–1000 футов (~150–300 м) при скорости самолета 560 км/ч. При распространении насекомых скорость снижалась до 320 км/ч.

Имеющиеся на базе К-46 бактериологические бомбы хранились в подземных бетонированных складах, которые находились в районах, где производилась зарядка бомб. Склады были обнесены колючей проволокой. Бактериологические бомбы погружались в самолет специальным отделом вооружения. В случае неисправности двигателя самолета, несущего бактериологические бомбы, пилотам, если они летели над «своей территорией», предписывалось сбросить такие бомбы над безлюдным районом, затем связаться с радарной станцией, чтобы она отметила точно координаты самолета в месте сбрасывания бомб, и сообщить их командному пункту. При сбрасывании бомб, взрывающихся в воздухе, взрыватель требовалось не включать. При их вынужденном сбрасывании над территорией противника требовалось включить взрыватель.

Применение бактериологических бомб осуществлялось с целью заражения как можно большего количества людей. От пилотов требовали бомбометание проводить максимально точно, так как «бомбы стоят очень дорого», и по местам максимального скопления людей²¹.

Для выполнения заданий по распылению бактериальных рецептур или насекомых обычно использовалось два самолета-истребителя, которые летели параллельно, находясь друг от друга на расстоянии около 200 ярдов. После того, как самолет с диспергирующим устройством возвращался с задания, за ним следовал специальный автомобиль, который проводил его дезинфекцию «на ходу» путем распыления дезинфектанта, одновременно дезинфицировалась взлетно-посадочная полоса. Летчик отводил самолет на особую стоянку, где его дезинфицировали уже более основательно силами специального отряда. Затем летчик покидал самолет, менял одежду и принимал душ,



Рисунок 6 – F-51 «Мустанг» – американский одноместный истребитель дальнего радиуса действия периода Второй Мировой и Корейской войн. Практическая дальность: 1520 км; крейсерская скорость: 580 км/ч. Мог нести под крылом две бомбы массой до 454 кг. В феврале 1952 г. на четырех из них было установлено оборудование для диспергирования сухих бактериальных рецептур и насекомых. Распыление рецептур бактерий производилось с высоты ~150–300 м при скорости самолета 560 км/ч. При распространении насекомых скорость снижалась до 320 км/ч [3]. Фотография из https://en.wikipedia.org/wiki/North_American_P-51_Mustang (дата обращения: 20.11.2020)

его одежду дезинфицировали. Персоналу базы, участвующему в подготовке таких полетов и в самих полетах, постоянно проводили термометрию и брали кровь на анализ.

18-я бомбардировочная авиагруппа на февраль 1952 г. имела четыре самолета F-51, оснащенных устройствами для распыления бактерий или распространения насекомых. Эти самолеты стояли отдельно от остальных на стоянке на северном конце боковой дорожки. За распылительными приспособлениями самолетов следил специальный обслуживающий персонал. Специальный персонал отдела вооружения отвечал за доставку и погрузку бактериологических бомб и контейнеров. Такие бомбы и контейнеры доставляли на базу К-46 из Японии самолетами С-46, С-47, С-54 примерно раз в две недели (рисунок 6).

Некоторым бактериологическим ударам предшествовало разрушение санитарной инфраструктуры городов. Так, в Тетоне (Северная Корея), перед тем, как сбросить в резервуары насосной станции моллюсков, зараженных возбудителем холеры, американской авиацией была аккуратно разбомблена очистительная станция, находившаяся рядом, насосы же остались неповрежденными.

²¹ Особенно подчеркиваю это обстоятельство в связи с мифотворчеством 1990-х гг. о дешевизне и доступности БО для стран «третьего мира».

Перечисленные выше образцы БО не выдержали испытания войной и о них прочно забыли. Но вот одно средство той войны остается востребованным и по сей день – «белый порошок». Печально известный по событиям октября 2001 г. в США «белый порошок» – это не что иное, как биологическая рецептура – композиция, состоящая из высушенных бактерий (спор) и специального наполнителя, облегчающего их рассеивание в воздухе.

Технология лиофильного высушивания биологических сред была известна еще с 1920-х гг., но Исии Сиро – начальнику отряда 731, не удалось полностью использовать ее потенциал для разработки средств ведения биологической войны. Только в 1944 г. специалисты отряда 731 освоили эту технологию, но к созданию биологических рецептур они не подошли, так как столкнулись с массой новых технических проблем, причины возникновения которых станут известны только в 1970-х гг. Полученную лиофильным высушиванием пористую массу бактерий японцы перед боевым применением просто разводили специальной жидкостью [9].

Создание «белого порошка» стало серьезным успехом американской военной бактериологии конца 1940-х гг. Как показывают материалы Комиссии, Корейская война дала ему возможность пройти полевые испытания под тривиальным названием «зараженная бактериями пыль». Термин «пыль» обычно используется для описания дисперсной системы, состоящей из твердых, различных по величине частичек, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии. В данном случае имеется ввиду дисперсная система, состоящая из высушенных бактерий (спор) и специального наполнителя, формирующих из них частички размером менее 5 мкм, т.е. способные проникать в глубокие отделы легкого²². Обнаружить такую композицию в окружающей среде, как это удавалось в отношении зараженных насекомых, разумеется, невозможно. Однако ее «уши» все же «высовывались» из общей картины преступлений войны на Корейском полуострове.

Впервые о «зараженной бактериями пыли» упоминается в лекции некоего Вильямса, читавшего 26 августа 1951 г. лекции по бактериологической войне пилотам и штурманам бомбардировщиков В-26. По показаниям, данным Комиссии пленным американским летчиком, старшим лейтенантом Кеннетом Л. Иноком (когда сбит, не указано; показания дал 7 апреля), среди прочих спо-

собов применения БО, Вильямс указал следующие:

1) сбрасывание с самолетов бомб, начиненных зараженной бактериями пылью, которые раскрываются в воздухе, и эта пыль разносится ветром;

2) распространение зараженной бактериями пыли непосредственно самим самолетом с помощью специальных распыляющих аппаратов.

Касаясь диверсионных способов применения БО, Вильямс упомянул бумажные конверты, зараженные бактериями.

Другой пилот сбитого В-26, Джон Квин, старший лейтенант ВВС США, рассказал Комиссии следующее. На одной из лекций, прочитанных летному составу 8-й эскадрильи в середине декабря 1951 г. по методам ведения бактериологической войны, гражданский специалист г-н Ашфорд показал фотографию реактивного самолета F-84, рассеивающего «пыль, насыщенную бактериями», находящуюся в специальных баках по обоим бортам самолета (рисунок 7).

Сбитый 4 марта пилот истребителя F-51, Флойд Бреланд О'Нил, рассказал Комиссии, что на базе К-46, где он проходил службу с 19 января, имелось 4 самолета, приспособленных для распыления бактерий. Он же воспроизвел Комиссии схему распылительного аппарата, которую ему показали на одной из лекций по способам применения БО (см. рисунок 3).

Видимо первый опыт применения «пыли» не был удачным, и диспергирующие устройства нуждались в модернизации. Лейтенанта Книсса (когда попал в плен, не указано; показания дал 20 июля), прибывшего 21 марта на базу К-46, инструктируют только по особенностям применения бактериологических бомб. Инструктор, капитан Маклафлин, сообщил ему, что 30 апреля четыре самолета авиагруппы будут отправлены в Тачикава (Япония) для оснащения аппаратами для распыления бактерий. Эти самолеты предполагалось получить обратно 15 июня.

В феврале 1952 г., благодаря действиям советских истребителей, американская авиация понесла в Корее очень большие потери. О четырех самолетах с диспергирующими устройствами, о которых сообщил Комиссии пилот истребителя F-51 О'Нил, капитан Маклафлин уже не упоминает. Да и сам О'Нил уже к этому времени был сбит. В этом нет ничего необычного для реальной биологической войны. Для американских летчиков получить задание на

²² В начале 1950-х г. в Форте Детрик (Fort Detrick; с 1943 по 1969 г. – центр американской программы биологического оружия) проводились работы по изучению влияния дисперсности аэрозольных частиц на инфекционность возбудителей бруцеллеза, сибирской язвы и чумы. Для возбудителя сибирской язвы было установлено, что наибольшей инфекционностью обладают частицы, приближающиеся к размеру споры, т.е. 1,2 мкм [23–26].

применение БО не предвещало ничего хорошего. Сбрасывание бактериологических бомб осуществлялось с малой высоты и на малой скорости, а применение «зараженной бактериями пыли» могло быть эффективным только в том случае, если велось с предельно малой высоты²³. Тогда самолет становился очень уязвимым для огня зенитной артиллерии и стрелкового оружия – таковы издержки применения в реальной войне «мощного оружия бедных».

Отказ от показаний. Дав столь детальные, исчерпывающие и непротиворечивые показания о ведении биологической войны на Корейском полуострове, американские пилоты, вернувшись в США, отказались от них. Как оригинально объяснили американские официальные лица, их показания Комиссии стали результатом «промывания мозгов» и применения физических пыток²⁴. Оказывается, «китайские палачи» внедрили в сознание попавших в плен летчиков ложные воспоминания, вот их собственноручно и поведали они своим мучителям²⁵. До настоящего времени современной нейробиологии такие технологии неизвестны. Однако тогда это позволило американским официальным лицам отклонить все признания пилотов без необходимости объяснять какие-либо конкретные детали в самих признаниях, а также снисходительно отнестись к бывшим военнопленным. В ином бы случае летчики могли предстать перед военным трибуналом за разглашение гостайны, а американским дипломатам пришлось бы долго объясняться в Совете Безопасности ООН. В итоге пилотов «депрограммировали» и почетно уволили из армии, все



Рисунок 7 – Републик F-84 «Тандерджет» – американский одноместный одномоторный реактивный истребитель. Практическая дальность: 2420 км; крейсерская скорость: 783 км/ч. Мог нести под крылом две бомбы массой до 454 кг. Оборудование для диспергирования сухих бактериальных рецептур (два бака) было установлено в 1951 г. на неизвестное количество самолетов [3]. Фотография из https://en.wikipedia.org/wiki/Republic_F-84_Thunderjet (дата обращения: 20.11.2020)

остальное придумали коммунисты, а им, как известно, доверять нельзя [5]. Когда в июне 1952 г. Постоянный представитель СССР при ООН и в СБ ООН Я.А. Малик (1906–1980) призвал США присоединиться к Женевскому протоколу 1925 г., запрещающему использование БО, он получил твердый отказ²⁶ [11].

После войны. Китайское и северокорейское руководство и тогда, и сейчас не дают оценки эффективности применения американского БО во время войны на Корейском полу-

²³ Наставление армии США FM 3-10 по использованию химических и биологических агентов, вышедшее в 1966 г., рекомендует высоту в 30 м в качестве наиболее оптимальной для применения биологического аэрозоля [27].

²⁴ Распространенный сегодня термин «промывание мозгов» (англ. Brainwashing) появился вследствие описываемых событий. Его ввел в 1950 г. оперативник ЦРУ в области пропаганды Эдвард Хантер (англ. Edward Hunter, 1902–1978), прикрытием которого служила журналистская деятельность. Он образовал свой термин из китайского выражения «си-нао» («hsi-nao») – «чистить разум», не имевшего в Китае политического оттенка [28]. До 70 % американских военнопленных сотрудничали с властями КНР. Опасения, что это происходит далеко не случайно, усилились в США в 1952 г. после задокументированного Комиссией признания американских летчиков о ведении биологической войны. Будучи идейным антикоммунистом, Хантер не понимал, как люди могут разделять коммунистические взгляды и находил этому объяснение в неких тайных технологиях «промывания мозгов». С его подачи ЦРУ начало большую научную работу по перепрограммированию людей, которая, однако, на выходе давала сломленных сумасшедших «кроликов» [29].

²⁵ Не просто «внедрили ложные воспоминания», но и «предсказали» будущие. По данным S. Hersh [30], в одном из отчетов компании Litton Industries Inc. за январь 1967 г., выполняющей для Пентагона значительную часть исследований в области средств применения биологических рецептур авиацией, говорится, что разработанный компанией для распыления сухой рецептуры выливной авиационный прибор A/B 454-4 «хорошо распылял рецептуру биологического агента над водной поверхностью при скорости самолета 654 км/ч, – скорость самолета почти та же, что указали летчики в 1952 г.

²⁶ Когда в 1925 г. Лига Наций приняла Женевский протокол, Американское химическое общество и владельцы химических предприятий США выступили решительно против его ратификация, пытаясь убедить общественность, что химическое оружие – самое гуманное оружие из существующих, и США должны применить его в будущей войне. Ратификация же Протокола, как они утверждали, приведет к тому, что химическая промышленность США переедет под контроль Лиги Наций. В итоге Комитет по внешней политике Сената не внес его на голосование в Сенат [31]. БО тогда всерьез никто не воспринимал, но в протоколе речь идет об обоих видах оружия.

строве. Есть основания считать, что результаты применения БО не оказали влияния на исход войны. Об этом, в частности, пишут в своей работе, рассекреченной и изданной почти через 50 лет после ее написания, С.С. Лотоцкий с соавт. [32]²⁷. Такой же точки зрения придерживались и в военном ведомстве США. В июне 1953 г., за месяц до окончания войны, министром обороны был сделан вывод о том, что «возможности БО ограничены вследствие разных причин, но главным образом из-за пробелов знания в области биологических наук»²⁸. Однако результаты не были и совсем разочаровывающими, наоборот, у американских военных почему-то появилась иллюзия близкого успеха. Японские керамические бомбы и их идеи по заражению территорий, были забыты. Поисковые исследования концентрировались по двум направлениям: разработка боеприпасов и авиационных диспергирующих приборов для применения жидких и сухих рецептур в виде аэрозолей, способных проникать непосредственно в глубокие отделы легких потенциальной жертвы, т.е. с дисперсностью жидкой или твердой фазы, не превышающей 5 мкм²⁹; и изучение возможностей использования насекомых как переносчиков опасных инфекционных болезней, способных вводить их непосредственно в кровь потенциальной жертвы.

Политика президента США Франклина Рузвельта (англ. Franklin Delano Roosevelt; 1882–1945) о неприменении химического оружия первыми сильно раздражала американских военных во время Второй Мировой войны, как приведшая к неоправданным жертвам при захвате японских островов-крепостей. В 1948 г. министр обороны Джеймс Форрестол (англ. James Forrestal; 1892–1949) поднял перед президентом Гарри Трумэном (англ. Harry S. Truman; 1884–1972) вопрос о необходимости тщательного изучения и пересмотра национальной политики в отношении химической и биологической войны [33]. Однако из-за высокой наукоемкости БО не могло появиться на вооружении американской армии только по одному желанию министра. Нужно было обобщить и оценить японский опыт ведения биоло-

гической войны, провести новые НИОКР, создать заводы по производству биологических агентов, разработать биологические боеприпасы, провести их испытания в условиях, максимально приближенных к боевым, выбрать наиболее перспективные, разработать уставы и др. Поэтому использование химического и биологического оружия по-прежнему определялась рузвельтовской политикой «возмездия», регулируемой директивой Совета национальной безопасности NSC 62 от 01.02.1950³⁰. Она была изменена только 15.03.1956 г. директивой NSC 5062/1, когда вся необходимая подготовительная работа была проведена. Новая политика заключалась в том, что разрешалось применение химического и биологического оружия первыми исходя из военной целесообразности по решению президента [2].

В уставе FM 27–10 издания 1956 г. следующим образом разъясняется политика США по использованию химического и биологического оружия: «Соединенные Штаты не являются участником ни одного действующего договора, который запрещает или ограничивает применение в войне токсичных и нетоксичных газов, дымов, зажигательных средств или биологических возбудителей» (цит. по [30]). Для американских разработчиков БО начался «золотой век».

Биологическая война на Корейском полуострове велась с экспериментальными целями для выявления наиболее эффективных образцов и приемов применения БО в будущей войне с более мощным противником, каким тогда рассматривался СССР. Материалы Доклада содержат достоверную информацию об отдельных эпизодах биологической войны, оставивших доступные для исследования материальные следы. Судя по дальнейшему развитию БО, после Корейской войны многие представления о таком оружии, сделанные на основе анализа японского опыта и собственных полигонных экспериментов времен Второй Мировой войны, в США были пересмотрены. Основным направлением развития американского БО стало создание боеприпасов

²⁷ Т.е. когда С.С. Лотоцкий и группой советских военных экспертов готовилась эта книга под грифом «секретно», биологическая война на Корейском полуострове не считалась мистификацией, наоборот, они считали своей первоочередной задачей оценить ее эффективность.

²⁸ US Army activity in the U.S. Biological warfare programs. V. 1 and 2. In: Hearings before the Subcommittee on Health and Scientific Research of the Committee on Human Resources. United States Senate. Ninety-Fifth Congress. First Session. March 8 and May 23, 1977. Washington, U.S.: Government Printing Office, 1977. P. 22–234.

²⁹ Выливные приборы, которые пытались приспособить японцы для этой цели, не давали капель меньше 50 мкм [8], т.е. они не обладали инфективностью [15–17].

³⁰ National Security Council. 1950. NSC 62: A Report to the National Security Council: Chemical Warfare Policy, February 1, 1950. RG 273. <https://history.state.gov/historicaldocuments/frus1950v01/d85> (дата обращения: 12.10.2020).

для применения мелкодисперсных аэрозолей и кровососущих насекомых. Сам доклад представляет собой первую попытку создания нового раздела эпидемиологии – неправильной эпидемиологии, т.е. системы научных знаний, обосновывающих распознавание искусственно вызванных вспышек (эпидемий) инфекци-

онных болезней. К сожалению, Доклад после войны не был должным образом оценен и по политическим причинам предан забвению. Работа по созданию данного раздела эпидемиологии должна быть возобновлена, но уже на основе знаний о новых биологических угрозах (см. [34]).

Информация о конфликте интересов

Автор заявляет, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе.

Список источников / References

1. Орлов А.С., Гаврилов В.А. Тайны Корейской войны. М. 2003.
Orlov A.S., Gavrilov V.A. Secrets of the Korean War. M. 2003 (in Russian).
2. Leitenberg M. New Russian Evidence on the Korean War Biological Warfare Allegations: Background and Analysis // Cold War International History Project. 2000. Vol. 11. P. 199–185.
3. Report of the international scientific commission for the investigation of the facts concerning bacterial warfare in Korea and China / Ed. J. Needham. Peking, 1952.
4. Blue G. Joseph Needham, Heterodox Marxism and the Social Background to Chinese Science // Science & Society. 1998. V. 62. № 2. P. 195–217.
5. Powell Th. Biological Warfare in the Korean War: Allegations and Cover-up // Socialism and Democracy. 2017. V. 31. № 1. P. 23–42. <https://doi.org/10.1080/08854300.2016.1265859>
6. Endicott S., Hagerman E. The United States and Biological Warfare: Secrets from the Early Cold War and Korea. Bloomington: Indiana University Press, 1998.
7. Williams P., Wallace D. Unit 731: The Japanese Army's Secret of Secrets, London: Hodder and Stoughton, 1989.
8. Моримура С. Кухня дьявола. М. 1983.
Morimura S. The Devil's Gluttony. M. 1983. (in Russian).
9. Акияма Х. Особый отряд 731. М. 1958.
Akiyama H. Special detachment 731. M. 1958. (in Russian).
10. Rogaski R. Nature, Annihilation, and Modernity: China's Korean War Germ-Warfare Experience Reconsidered // J. Asian Studies. 2002. V. 61. № 2. P. 381–415. URL: <http://www.jstor.org/stable/2700295>
11. Ellis J. Biological Warfare Allegations: The Korean War Case // Ann. New York Academy of Sciences. 1989. P. 53–83.
12. Cowdrey A.E. «Germ Warfare» and Public Health in the Korean Conflict // History of Medicine and Allied Sciences. 1984. V. 84. P. 153–172.
13. Leitenberg M. The Korean War Biological Weapon Allegations: Additional Information and Disclosures // Asian Perspective. 2000. V. 24. № 3. P. 159–172.
14. Medical aspects of chemical and biological warfare / Eds F.R. Sidell, E.T. Tufuqi, D.R. Franz. Washington, 1997.
15. Rosebury T. Experimental air-borne infection. Baltimore, 1947.
16. Zentner R.J. Techniques of aerosol formation // Bact. Rev. 1961. V. 25, № 3. P. 188–193.
17. Jernigan D.B., Raghunathan P.L., Bell B.P. et al. Investigation of bioterrorism-related anthrax, United States, 2001: epidemiologic findings // Emerg. Infect. Dis. 2002. V. 8. P. 1019–1028.
18. Barakat L.A., Quentzel H.L., Jernigan J.A. et al. Woman fatal inhalational anthrax in a 94-year-old Connecticut // JAMA. 2002. V. 287. № 7. P. 863–868.
19. Jernigan J.A., Stephens D.S., Ashford D.A. et al. Bioterrorism-related inhalational anthrax: the first 10 cases reported in United States // Emerg. Infect. Dis. 2001. V. 7. 933–942.
20. Литусов Н.В., Васильев Н.Т., Васильев П.Г. и др. Патоморфогенез сибирской язвы. М. 2002.
Litusev N.V., Vasiliev N.T., Vasiliev P.G. et al. Pathomorphogenesis of anthrax. M. 2002. (in Russian).
21. Козлов М.П., Султанов Г.В. Эпидемические проявления чумы в прошлом и настоящем. Махачкала, 1993 (in Russian).
22. Kozlov M.P., Sultanov G.V. Epidemic manifestations of the plague in the past and present. Makhachkala, 1993.
23. Wu Lien-Ten U.A., Chun J.W., Pollitzer R. et al. Plague. A manual for medical and public health workers. Shanghai, 1936.
24. Druett H.A., Henderson D. W., Packman L. et al. Studies on respiratory infection: I. The influence of particle size on respiratory infection with anthrax spores

// J. Hyg. Camb. 1953. V. 54. P. 49–57.

24. Druett H.A., Henderson D. W., Packman L. et al. Studies on respiratory infection: I. The influence of aerosol particle size on infection guinea-pig with *Pasturella pestis* // J. Hyg. 1956. V. 54. P. 37–48.

25. Druett H.A., Henderson D.W., Peacock S. Studies on respiratory infection: III. Experiments with *Brucella suis* // J. Hyg. Camb. 1953. V. 54. P. 359–371.

26. Druett H.A., Henderson D.W., Packman L. et al. Studies on respiratory infection. I. The influence of particle size on respiratory infection with anthrax spores // J. Hyg. 1953. V. 51. P. 359–371.

27. US Departments of the Army, Navy and Air Force. Employment of chemical and biological agents. March, 1966 (FM 3-10; NWIP 36-2; AFM 355-4 FMFM 11-3).

28. Hunter E. Brainwashing in Red China. New York: Vanguard Press, 1951.

29. Marks J.D. The Search for the «Manchurian Candidate»: the CIA and mind control. New York. 1979.

30. Hersh S. Chemical and Biological Warfare. America's Hidden Arsenal. New-York: The Bobbs-Merrill Company Indianapolis. 1967.

31. Stone O., Kuznik P. The Untold History of the United States. Gallery Books, 2012.

32. Лотоцкий С.С. с соавт. Война в Корее 1950–1953 гг. СПб.

Lototsky S.S. et al. Korean War 1950–1953. SPb: 2000. (in Russian).

33. Piller C., Yamamoto K. Gene Wars: Military Control over the New Genetic Technologies. Beech Tree Books. New York. 1988.

34. Lakota Ján. Today's Biothreats – Where the Past Predictions Meet the Future // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4. № 4. P. 421–430. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-421-430>

Об авторе

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 105005, Российская Федерация, г. Москва, Бригадирский переулок, д. 13.

Супотницкий Михаил Васильевич. Главный специалист, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.

Контактное лицо: Супотницкий Михаил Васильевич; 27nc_1@mil.ru

Forgotten Biological War on the Korean Peninsula – Technical Details

M.V. Supotnitskiy

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Brigadirskii Lane 13, Moscow 105005, Russian Federation

Received 30.10.2020. Accepted for publication 21.12.2020

The use of biological weapons (BW) by the American army during the war on the Korean Peninsula (25.06.1950–27.07.1953) is an almost forgotten episode in the military history of the twentieth century. After the appearance of the first reports about the outbreak of biological warfare, the World Peace Council, at the initiative of the PRC, appointed the special International Scientific Commission for the Investigation of the Facts Concerning Bacterial Warfare in Korea and China (hereinafter – the Commission), which in 1952 prepared the «Report of the International Scientific Commission for the Investigation of the Facts Concerning Bacterial Warfare in Korea and China», (hereinafter – Report). The report has been repeatedly criticized for being prepared by the communists. However, the analysis of this document revealed that there remained a large amount of information that has never been criticized and remained unrefuted by anyone to date. This information is the main subject of our analysis. The *purpose of this work* is to show how biological warfare has been conducted during the hostilities on the Korean Peninsula in 1952. During the war, the Americans studied the effectiveness of various types of biological munitions: improved Japanese munitions (spreading infected insects and animals), special aerial bombs designed to spray liquid bacterial formulations. Combat aircraft equipped with aerosol generators were used for the first time to spray dry formulations. Water sources have been intentionally infected with pathogens of dangerous diseases. Outbreaks of plague, anthrax, cholera, dysentery and probably other infections have been caused artificially among the Korean and Chinese population. In the United States, many ideas about BW, based on the analysis of the Japanese experience and on their own field experiments in the 1940s, have been revised after the

Korean War. The creation of the ammunition for the dissemination of fine aerosols and blood-sucking insects became the main direction of the development of the American BW. The report itself is the first attempt to create a new section of epidemiology – «abnormal epidemiology», i.e. the systems of scientific knowledge that allows the experts to recognize the artificial outbreaks (epidemics) of infectious diseases. Unfortunately, after the war the report was not properly evaluated. It was forgotten for political reasons. Therefore, the work on the creation of this section of epidemiology should be continued on the basis of new knowledge about contemporary biological threats.

Keywords: aerosol; bacterial war; biological war; biological weapon; dysentery; Shiro Ishii; the Korean War; abnormal epidemiology; Needham; anthrax; cholera; plague.

For citation: Supotnitskiy M.V. Forgotten Biological War on the Korean Peninsula – Technical Details // *Journal of NBC Protection Corps*. 2019. V. 4. № 4. P. 441–461. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-441-461>

Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

Peer review information

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

References

See P. 459–460.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Brigadirskii Lane 13, Moscow 105005, Russian Federation.

Mikhail Vasilyevich Supotnitskiy. Senior Researcher. Chief Specialist. Candidate of Biological Sciences.

Contact person: Mikhail Vasilievich Supotnitskiy; 27nc_1@mil.ru

Перспективный облик средств индивидуальной защиты военнослужащих Сухопутных войск от поражающих факторов химического и биологического оружия

А.А. Брусенин, В.Н. Пенязь, М.А. Голышев

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации,
105005, Российская Федерация, г. Москва, Бригадирский переулок, д. 13

Поступила 19.06.2020 г. Принята к публикации 21.12.2020 г.

Современные средства индивидуальной защиты военнослужащих от поражающих факторов химического и биологического оружия (ХБО) не всегда позволяют достичь приемлемого сочетания в экипировке бронежилета, защитного шлема, а также средств защиты органов дыхания и кожных покровов (обмундирования) от паров и аэрозолей отравляющих веществ (ОВ) и биологических средств (БС). *Цель работы* – предложить перспективный облик средств индивидуальной защиты военнослужащих Сухопутных войск от поражающих факторов химического и биологического оружия. Основная особенность существующих противогазов – неизменяемый уровень защиты от поражающих факторов ХБО. При этом они не обеспечивают защиты головы военнослужащих от пуль и осколков. Исходя из того, что уровни опасности поражения военнослужащих при применении ХБО различаются и зависят от типа ОВ, и от времени, прошедшего после нападения, авторы предлагают объединить противогаз и каску в одном изделии, установив дисковые фильтрующе-сорбирующие элементы (ФСЭ) в районе височной области на защитном шлеме с соединением воздуховодами с эластичной полумаской. Первый ФСЭ – универсальный (сорбирующе-фильтрующий) с характеристиками противогаза (затрудненное дыхание) для защиты от ОВ и БС в условиях неопределенности их применения. Переводится в боевое положение для начала очистки воздуха с одновременным опусканием забрала. Второй ФСЭ – с параметрами респиратора (сорбирующе-фильтрующий для облегченного дыхания) для защиты от ОВ. Применение второго ФСЭ должно осуществляться по результатам установления разведкой факта химического, биологического или радиоактивного заражения в течение часа после применения ОМП. Таким образом, основная часть головы военнослужащего будет укрыта от пуль и осколков, а также обеспечена преградой от ОВ и БС. Для защиты нижней части лица военнослужащего (по подбородку, челюстям и шее) предлагается использовать сплошную круговую эластичную полосу с наличием носогубного устройства (экрана) в виде условной полумаски противогаза.

Ключевые слова: биологические средства (БС); биологическое оружие; защита; оружие массового поражения (ОМП); отравляющие вещества (ОВ); поражающие факторы; противогаз; респиратор; средства защиты органов дыхания (СИЗОД); средства индивидуальной защиты (СИЗ); химическое оружие.

Библиографическое описание: Брусенин А.А., Пенязь В.Н., Голышев М.А. Перспективный облик средств индивидуальной защиты военнослужащих Сухопутных войск от поражающих факторов химического и биологического оружия // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 4. С. 462–469. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-462-469>

Совет безопасности Российской Федерации не исключает разработки биологи-

ческого оружия нового поколения рядом стран. При этом США создали более 200 биологи-

ческих военных лабораторий по всему миру, в том числе на Украине и в странах СНГ¹. Недавние события в Сирийской Арабской Республике показывают, что и химическое оружие еще рано считать ушедшим в прошлое [1]. Постоянная угроза применения химического и биологического оружия (ХБО) обуславливают необходимость совершенствования средств и способов индивидуальной защиты военнослужащих от их поражающих факторов [2].

Динамичные условия ведения современных боевых действий требуют рационального решения дилеммы: надежное предотвращение поражений при применении противником ХБО с возможностью сохранения боеспособности (и работоспособности) военнослужащих в условиях длительного заражения среды ОВ и биологическими средствами (БС). При этом необходимо одновременно обеспечить и условия защиты военнослужащих от обычного оружия: пуль, осколков и т.п.²

Цель работы – предложить перспективный облик средств индивидуальной защиты военнослужащих Сухопутных войск от поражающих факторов химического и биологического оружия, позволяющих достичь приемлемого сочетания в экипировке военнослужащих бронезилов, защитного шлема, а также средств защиты органов дыхания и кожных покровов (обмундирования) от паров и аэрозолей ОВ и БС.

Первоочередными средствами индивидуальной защиты военнослужащих Сухопутных войск Вооруженных Сил Российской Федерации от поражающих факторов ХБО являются фильтрующие противогазы, респираторы и общевойсковой защитный комплект (ОЗК). Для совершенствования этих средств необходимо оценить возможные тенденции изменения их облика на основе существующих современных научно-технических возможностей в данной области³ [3, 4].

Основой существующих противогазов как средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) является лицевая часть и фильтрующая коробка. Этот облик сложился в период Первой Мировой войны и был рас-

считан на обеспечение защиты при применении противником первых ОВ ингаляционного действия, например, фосгена, синильной кислоты, значительно менее токсичных по сравнению с современными ОВ. Токсичность вещества характеризуется экспозиционной дозой (мг×мин/л), а при производстве этой величины на параметр легочной вентиляции военнослужащего (V, л/мин) можно рассчитать поступившую внутрь дозу (мг), вызывающую заданную степень поражения при попадании в организм. Меньшая токсичность означает повышенный расход этих веществ на единицу площади поражаемой цели для достижения заданной степени поражения, а значит, обуславливает необходимость наличия в противогазовой коробке достаточного количества адсорбента, способного поглотить эту массу. Например, средняя смертельная поражающая ингаляционная доза для самого смертельного в Первую мировую войну ОВ – фосгена, составляет 1–3 мг×мин/л, а для современного ОВ типа зарин она равна 0,075 мг×мин/л [5]. В этой связи длительность обстрелов химическими снарядами в Первую мировую войну составляла до нескольких часов, на современном этапе они кратковременны [5]. Кроме того, количество адсорбента в первых фильтрующих противогазах традиционно было ориентировано на способность обеспечения защиты военнослужащего в течение всего периода военных действий. Анализ изменения облика противогазов за последние десятилетия указывает на снижение массы фильтрующих коробок, что в динамике позволило перейти к прямому соединению их с лицевой частью, а затем и вовсе трансформировать в фильтрующие элементы. Одной из первых попыток значительного снижения массы СИЗОД был отечественный респиратор РОУ (респиратор общевойсковой универсальный)⁴. Универсальность его заключалась в возможности поглощать пары и аэрозоли ОВ за счет сорбента, помещенного в ткань лицевой части. Однако полученные защитные характеристики были не достаточными, поэтому он предусматривался для кратковременного использования. Из зарубежных разработок пред-

¹ США создали более 200 военных биологических лабораторий, заявил Николай Патрушев. РИА Новости. 15 января 2020 г. URL: <https://ria.ru/20190115/1549396251.html> (дата обращения: 12.11.2020).

² Экипировка для «Солдата будущего»: от «Ратника» до «Сотника». URL: <https://rostec.ru/news/ekipirovka-dlya-soldata-budushchego-ot-ratnika-do-sotnika/> (дата обращения: 12.11.2020).

³ Противогаз: история защитника легких URL: <https://militaryarms.ru/obmundirovanie/protivogaz/> (дата обращения: 29.11.2020).

Респиратор РОУ (респиратор общевойсковой универсальный). URL: <https://artprotek.ru/428-respirator-rou.html/> (дата обращения: 07.11.2020).

GSR / Gas Mask and Respirator Wiki/ Fandom. URL: <https://gasmaskandrespirator.fandom.com/wiki/GSR> (дата обращения: 30.11.2020).

⁴ Респиратор РОУ (респиратор общевойсковой универсальный). URL: <https://artprotek.ru/428-respirator-rou.html/> (дата обращения: 07.11.2020).



Рисунок 1 – Респиратор GSR

ставляет интерес респиратор GSR (Gas Mask and Respirator), поступающий на снабжение военнослужащих Великобритании (рисунок 1)⁵.

По конструкционному решению это средство близко к давней отечественной разработке СИЗОД – ПБФ (противогаза бескоробочного фильтрующего), но с возможностью быстрой замены фильтрующих элементов посредством байонетных разъемов.

Основная особенность существующих противогазов – неизменяемый уровень защиты от поражающих факторов ХБО при его использовании. Это проявляется в том, что в течение всего времени применения противогаза для защиты органов дыхания, его давление на голову и затруднение дыханию остаются неизменными, что и определяет физическое изнурение военнослужащего. Время использования противогаза определяется стойкостью ОВ на местности и временем нахождения военнослужащего на ней, то есть, как минимум, в течение суток. Из известных в открытой литературе математических моделей распространения примесей можно определить, что их концентрации в первичном облаке (мг/л) и производные от них дозы (экспозиционная доза с мг×мин/л или поглощенная – мг) снижаются на несколько порядков за десятки минут [6]. Данное обстоятельство объясняется тем, что в математических моделях распространения зараженного объема первичного облака присутствуют параметры его роста по осям координат в виде величин, называемых «сигмами». Эти параметры возрастают достаточно быстро и их удвоение, например, в течение первых минут означает рост объема первичного облака почти на порядок, а значит и такое же снижение средних концентраций. Концентрации вторичных паров стойких ОВ типа ви-экс, вышедшего на местности и испаряющегося в течение не-

скольких суток, будут также в сотни раз меньше по отношению к эквивалентному количеству примененных нестойких ОВ. Именно поэтому в источнике [5] подчеркивается, что боевые концентрации ОВ изменяются в пределах 10^{-1} – 10^{-4} мг/л. Аналогично изменению ОВ в первичном облаке, концентрации БС после применения БО также в течение первого часа снижаются в тысячи раз по отношению к первым минутам после удара вследствие рассеивания примеси в атмосфере при движении с ветром. Характер существенного изменения концентраций в первичном облаке отмечают и В.В. Батырев, Г.А. Живулин [3]. Т.е. с падением концентраций по истечении примерно получаса от начала применения БО для защиты от первичного облака и от вышедшего на местности аэрозоля БС при его возможном поднятии в воздух в виде вторичного облака (за счет ветра, перемещения техники и людей, что мало вероятно), достаточен обычный респиратор, применение которого намного комфортнее противогаза. Меньшая степень опасности вторичного облака БС (по отношению к первичному) объясняется тем, что на местности в пределах поражающего действия первичного облака выседает незначительная доля начального количества примененного БС. Это обусловлено малым размером его частиц, поскольку при применении биологических рецептур (содержимого биологических боеприпасов) образуются частицы с размером не более 10–15 мкм (для обеспечения поступления в легкие человека), которые имеют низкую скорость осаждения и квалифицируются, как неоседающие⁶ [6].

Следовательно, уровни опасности поражения военнослужащих при применении ХБО резко различаются и зависят и от типа вещества, и от времени, прошедшего после нападения. Параметры противогазов как универсальных средств защиты от БС и ОВ ориентированы по более жестким условиям (на концентрации по первым минутам после применения ХБО), а именно по БС, что избыточно по отношению к ОВ. Это объясняется тем, что при применении БО при удельных расходах (на единицу поражаемой площади), в сотни раз меньших относительно ХО, суммарное количество средних поражающих доз от БС, попадающих в незащищенный СИЗОД организм военнослужащего, в сотни раз

⁵ GSR / Gas Mask and Respirator Wiki/ Fandom. URL: <https://gasmaskandrespirator.fandom.com/wiki/GSR> (дата обращения: 30.11.2020).

⁶ Биологическое оружие: угроза невидимой войны против России URL: <https://aftershock.news/?q=node/580988&full> (дата обращения: 05.12.2020).

Бактериологическое (биологическое) оружие URL: <https://vzhivai.com/blogi/bakteriologicheskoe-biologicheskoeoruzhie> (дата обращения: 10.11.2020).

Ветров В.П. О биологическом оружии. URL: <https://libmonster.ru/m/articles/view/О-БИОЛОГИЧЕСКОМ-ОРУЖИИ> (дата обращения: 22.01.2020).

выше, чем от ОВ. Этот факт следует из предельно малой массы болезнетворных микроорганизмов, вызывающих заболевания после их попадания в организм и последующего там размножения (в течение инкубационного периода). Для понимания этого достаточно сравнить массу нескольких десятков микроорганизмов, которые вызывают заболевание, и поражающую массу ОВ⁷ [6].

Оценивая подходы к организации защиты от ХБО, следует учитывать и разный характер поражений [7]:

- при применении БО военнослужащие выходят из строя вследствие заболеваний, в основном на вторые-третьи сутки и более после биологического удара;

- при применении ХО поражения наступают через несколько минут после заражения.

Высокий уровень защиты от БС посредством использования противогаза (затрудненное дыхание) необходим военнослужащим в течение не более одного часа после объявления воздушной тревоги, соответствующей началу потенциального применения противником БО. Далее для надежного предотвращения поражений достаточен респиратор (облегченное дыхание). Доказательством этому в настоящее время служит факт повсеместного использования респираторов для защиты от коронавируса.

В силу меньшего количества поражающих доз, соответствующего современному применению ХО, для защиты от него достаточны параметры респиратора (облегченное дыхание), но со способностью адсорбировать пары и аэрозоли ОВ. Уменьшить массу существующей противогазовой коробки можно многократно, если перспективное СИЗОД от ХО ориентировать на боевое применение в течение суток (один-два химических налета) по подразделению, а не на длительный срок.

Итак, теоретически из представленного анализа следуют предпосылки возможного изменения облика СИЗОД:

- для защиты от БО – противогаз, но на время не более одного часа после начала удара,

далее достаточно применение (использование) респиратора;

- от ХО – респиратор, но со способностью поглощать пары и аэрозоли ОВ.

Поскольку БО не применяется по войскам в тактической глубине⁸, то для защиты от ХО в бою, в принципе, достаточен вышеуказанный респиратор.

Представляется возможным объединить оба эти средства в одном изделии, что было выполнено авторами изобретения на «шлем-противогаз», но с неудачными, по нашему мнению, техническими решениями [8]. В частности, размещение фильтрующих элементов внутри, малый их размер, неизменяемый уровень защиты и герметизация защитного средства по шее военнослужащего, что приведет к затруднению дыхания. В качестве несущей конструкции перспективного СИЗОД предлагается использовать защитный шлем военнослужащего (рисунок 2).

Основная часть головы военнослужащего при этом будет укрыта от пуль и осколков, а также обеспечена преградой от ОВ и БС. Для защиты нижней части лица военнослужащего (по подбородку, челюстям и шее) предлагается использовать сплошную круговую эластичную полосу с наличием носогубного устройства (экрана) в виде условной полумаски противогаза. Остается промежуток между нижней кромкой шлема и головой военнослужащего, где возможно проникновение ОВ и БС. Способ изоляции этого промежутка, а также конструкционные особенности защитных элементов являются «ноу-хау», авторов данной статьи. Необходимой частью этого изделия является подвижное, герметизируемое и прозрачное забрало, выполняющее роль очков прежнего противогаза. Авторы изобретения [8] предложили сделать защитных элементов от ОВ и БС одинаковыми и симметрично расположили вблизи носогубного устройства вместе с микровентиляторами, при этом посчитали, что тонкого слоя сорбента на ткани достаточно для защиты военнослужащего. Но если нанесение сорбента на всю лицевую часть РОУ⁹ было недостаточным, то две малоразмерные пластинки

⁷ Биологическое (бактериальное) оружие: история, свойства и способы защиты. URL: <https://militaryarms.ru/oruzhie/biologicheskoe/> (дата обращения: 29.11.2020).

Биологическое оружие: угроза невидимой войны против России. URL: <https://aftershock.news/?q=node/580988&full> (дата обращения: 05.11.2020).

Бактериологическое (биологическое) оружие. URL: <https://vizhivai.com/blogi/bakteriologicheskoe-biologicheskoeoruzhie> (дата обращения: 10.11.2020).

Ветров В.П. О биологическом оружии. URL: <https://libmonster.ru/m/articles/view/О-БИОЛОГИЧЕСКОМ-ОРУЖИИ> (дата обращения: 22.11.2020).

⁸ В применении БО в тактической зоне для противника не имеет смысла, так как несколько суток военнослужащие, ведущие боевые действия в этой зоне, сохраняют боеспособность [7].

⁹ Респиратор РОУ (респиратор общевойсковой универсальный). URL: <https://artprotek.ru/428-respirator-rou.html/> (дата обращения: 07.11.2020).

с таким же техническим решением – тем более. Авторы данной статьи предлагают их разместить в виде двух дисков (фильтрующе-сорбирующих элементов, ФСЭ) сбоку на защитном шлеме (в районе височной области), необходимые их размеры для достаточности сорбента обоснованы с соединением воздуховодами с эластичной полумаской.

Первый диск универсальный (№ 1 – сорбирующе-фильтрующий) с характеристиками противогаса (затрудненное дыхание) для защиты от ОВ и БС в условиях неопределенности их применения. Переводится в боевое положение для начала очистки воздуха поворотом на 90° – 180° с одновременным опусканием забрала. Время этих действий 2–3 с. Второй диск с параметрами респиратора (№ 2, также сорбирующе-фильтрующий для облегченного дыхания) для защиты от ОВ. В принципе может использоваться и третий диск для облегченного дыхания (№ 3, только фильтрующий, что намного дешевле сорбирующего) для защиты от аэрозолей БС и радиоактивной пыли. Конечный выбор изготовления двух или трех дисков будет определяться по экономическим и другим показателям. Применение дисков (№ 2 или № 3) должно осуществляться по результатам установления разведкой факта химического, биологического или радиоактивного заражения в течение часа после применения ОМП. Диск № 1 применяется превентивно в ходе МРАУ после сигнала воздушной тревоги в условиях возможного применения противником ХБО. Этот организационный прием позволяет снизить первичные поражения в десятки раз по сравнению с принятием мер защиты после срабатывания приборов химической и биологической разведки. Способ предупреждения войск в условиях угрозы применения противником ХО реально осуществлялся Южной коалиционной группировкой войск НАТО при операции против Ирака в 2003 г. (18 марта). При превентивном принятии мер защиты в условиях угрозы применения противником ХБО в ходе МРАУ, возможное избыточное время пребывания военнослужащих в индивидуальных средствах защиты не превысит одного часа (при неприменении ХБО), что вполне приемлемо при условии повышения вероятности сохранения их жизни и здоровья в десятки раз при наличии химического и биологического заражения. В тактической глубине достаточно использование военнослужащими диска № 2 как при МРАУ, так и самостоятельно и превентивно (по разрыву

первых боеприпасов в пределах видимости и слышимости), диск № 3 (облегченное дыхание) – при нахождении в зонах радиоактивного заражения местности.

Таким образом, предложен перспективный облик универсального средства защиты головы военнослужащих от пуль и осколков с одновременным совмещением его со СИЗОД от РП, ОВ и БС, с переменным уровнем используемых характеристик, обеспечивающим снижение изнурения военнослужащих (по отношению к существующим табельным противогазам) в условиях химического и биологического заражения.

Предложенное средство совмещает традиционный противогаз и респиратор, исчезает необходимость в противогазовой сумке, запасные ФСЭ (для использования на следующие сутки после применения ХБО) при необходимости могут размещаться в отдельных местах (карманах) на экипировке военнослужащих.

Для защиты кожных покровов и обмундирования военнослужащих от ОВ и БС используется ОЗК. В условиях ведения обороны военнослужащие различных специальностей должны неоднократно в течение суток осуществлять вход (выход) во внутренние отсеки ВВСТ и сооружения (прием пищи, отдых, смена позиций и т.д.).

При действиях на местности, зараженной стойкими ОВ типа ви-экс, это обуславливает необходимость такой же кратности дегазации ОЗК для возможности его последующего использования. Достичь этого можно применением соответствующего количества индивидуальных комплектов специальной обработки (ИКСО) или развертыванием бортовых средств спецобработки (для периодического использования в течение суток с одновременными трудозатратами на выполнение этих мероприятий)¹⁰. Но возможен и альтернативный вариант применения суточных разовых облегченных защитных комплектов, выполненных из тонкослойных полимерных материалов. Такое техническое решение уже реализовывалось в виде комплекта защитного пленочного (КЗП)¹¹. Но используемый для него полиэтилен был непрочным. Между тем применение полипропилена или других нетканых пленочных материалов в комбинации с полиэтиленом может решить эту проблему. Пример разового облегченного средства защиты – комбинезон – «Каспер», изготавливаемый из материала с

¹⁰ Индивидуальное средство специальной обработки ИКСО-2. URL: <http://hkz.ru/catalog/control-environment/means-special-treatment-menu/213-individual-set-of-special-proces-sing-ikso-2> (дата обращения: 10.11.2020).

¹¹ Комплект защитный пленочный КЗП. URL: <https://studfile.net/preview/6439473/page:18> (дата обращения: 03.11.2020).

товарным наименованием «спанбонд»¹². Подобные комплекты по массе могут быть в несколько раз легче существующих ОЗК и намного дешевле используемых резиновых смесей для изготовления ОЗК при одновременном обеспечении необходимых защитных характеристик. Возможное эшелонирование их запаса, например, два – у военнослужащего; остальные в технике и в подразделении. Применение этих средств – превентивное по аналогии с предложенным средством защиты органов дыхания, использование – разовое с заменой на запасные без необходимости спецобработки. По нашему мнению, стоимость таких разовых средств может быть сопоставимой со средствами спецобработки ОЗК, но при этом нет необходимости трудозатрат на обработку.

В качестве расширения поставленной темы статьи отметим, что предложенное перспективное средство применимо и для войск Национальной гвардии при борьбе с активными беспорядками, когда с обеих сторон могут применяться химикаты (спецсредства). Поскольку в этих ситуациях применение БО исключено, то возможно оснащение предложенного средства защиты двумя ФСЭ № 2 с одновременным их включением в рабочее положение, что примерно вдвое снизит сопротивление дыханию.

Предложенные облик и состав суточных (разовых) средств индивидуальных защиты военнослужащих Сухопутных войск от поражающих факторов химического и биологического оружия имеет и обратную сторону, в частности, обуславливает необходимость отдельной разработки учебно-тренировочных средств для снижения их расхода в повседневной деятельности войск, но эти вопросы выходят за рамки данной статьи.

Вывод

Современные научно-технические возможности могут обеспечить кардинальное изменение привычного облика индивидуальных средств защиты военнослужащих Сухопутных войск Российской Федерации от поражающих факторов ХБО в сторону значительного снижения их массы и стоимости, с одновременным повышением эргономичности в сочетании с перспективной боевой экипировкой. Для одновременной защиты головы военнослужащих от ХБО, пуль и осколков возможно объединение

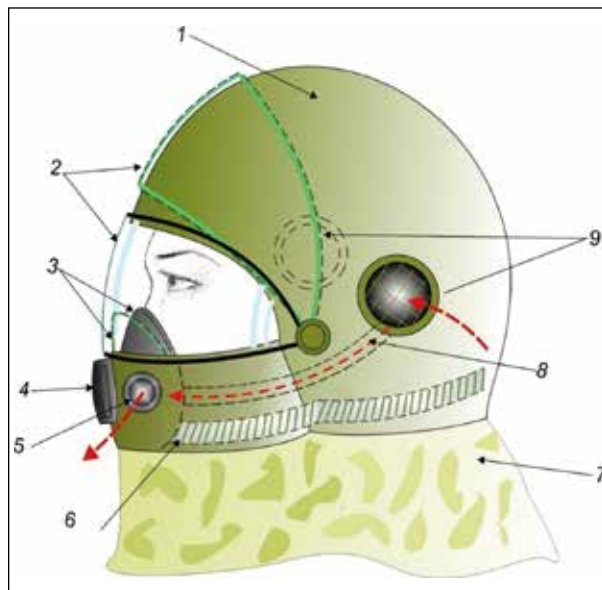


Рисунок 2 – Прототип унифицированного средства защиты головы военнослужащих и монтажа на нем основных элементов защиты органов дыхания от радиоактивной пыли, отравляющих веществ, токсичных химикатов и биологических средств: 1 – защитный шлем; 2 – прозрачное забрало; 3 – носогубный эластичный экран; 4 – переговорное устройство; 5 – выдыхательный клапан; 6 – линия обтюрации; 7 – защитная пелерина шеи; 8 – внутренние воздуховоды для подачи вдыхаемого воздуха от ФСЭ (№ 1, № 2, № 3) внутрь экрана (3); 9 – фильтрующие (сорбирующие) сменные фильтры суточного действия, используемые в условиях зараженности воздуха РП, ОВ и БС с разными характеристиками. Для свободного дыхания при открытом забрале возможны следующие решения: два положения экрана с использованием прижимного устройства (см. схему) или наличие сбоку на экране поворотного клапана, открывающего (закрывающего) доступ воздуха, минуя фильтры очистки. Другие элементы, планируемые для размещения на защитном шлеме (средство связи, фонарик, устройство для питья и т.п., не показаны (схема авторов)

противогаза и каски в одном изделии, путем установки фильтрующе-сорбирующих элементов (ФСЭ) разного уровня защиты в районе височной области на защитном шлеме с соединением воздуховодами с эластичной полумаской.

¹² Комбинезон защитный «Каспер». URL: https://safeksm.ru/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=poisk-kasper-%20rf&utm_content_text3&utm_term=защитный%20костюм%20каспер%7C%7Bplacement%7D&yclid=3231323608805314866 (дата обращения: 24.11.2020).

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе.

Список источников / References

1. Ковтун В.А., Голипад А.Н., Мельников А.В. и др. Химический терроризм как силовой инструмент проведения внешней политики США и стран Запада // Вестник войск РХБ защиты. 2017. Т. 1. № 2. С. 3–13.
Kovtun V.A., Golipad A.N., Melnikov A.V. et al. Chemical Terrorism as a Coercive Instrument of Foreign Policy of the US and the West // Journal of NBC Protection Corps. 2017. V. 1. № 2. P. 3–13 (in Russian).
2. Medical aspects of Chemical Warfare / Eds. Tuorinsky S.D., Lenhart M.K. Walter Reed Army Medical Center. Washington. 2008.
3. Батырев В.В., Живулин Г.А. Основы индивидуальной защиты человека от опасных химических и радиоактивных веществ. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 201 с.
Batyrev V.V., Zhivulin G.A. Basics of individual protection of a person from dangerous chemical and radioactive substances. Moscow: FGBU VNII GO World Cup (FC), 2016. 204 p. (in Russian).
4. Батырев В.В., Живулин Г.А.. Оценка эффективности и качества фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания населения в чрезвычайных ситуациях. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). 2017, 420 с.
Batyrev V.V., Zhivulin G.A. Assessment of efficiency and quality of filtering means of personal protection of respiratory organs of the population in emergency situations. Moscow: FSU VNII GOCHS (FC) Ministry of Emergency Situations of Russia, 2017. 424 p. (in Russian).
5. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества / Под ред. д-ра хим. наук Г.А. Сокольского. М.: Воениздат, 1990. 272 с.
Aleksandrov V.N., Emelyanov V.I. Poisonous substances / Ed. G.A. Sokolsky. Moscow: Voenizdat, 1990, 272 p. (in Russian).
6. Химическое оружие вероятного противника / Под ред. проф. А.Н. Калитаева. М.: ВАХЗ, 1977. 304 с.
Chemical weapons of potential enemy / Ed. prof. A.N. Kalitaev. Moscow: VAKhZ, 1977. 304 p. (in Russian).
7. Rothschild J.H. Tomorrow's weapons. New York. 1964.
8. Патент: RU 190 408 U9 (2018).
Patent: RU 190 408 U9 (2018) (in Russian).

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 105005, г. Москва, Бригадирский переулок, д. 13.

Брусенин Альберт Александрович. Начальник отдела, канд. техн. наук, подполковник.

Голышев Максим Алексеевич. Заместитель начальника отдела, канд. хим. наук, майор.

Пенязь Владимир Николаевич. Старший научный сотрудник, канд. техн. наук, почетный работник науки и техники РФ, полковник в отставке.

Контактная информация для всех авторов: 27nc_1@mil.ru

Контактное лицо: Пенязь Владимир Николаевич, 27nc_1@mil.ru

Advanced Models of Personal Protective Equipment for Ground Forces Against Chemical and Biological Weapons Effects

A.A. Brusenin, V.N. Penyaz, M.A. Golyshev

*Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre»
of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Brigadirskii Lane 13,
Moscow 105005, Russian Federation*

Received 19.06.2020. Accepted for publication 21.12.2020

Modern personal protective equipment for military personnel against the damaging factors of chemical and biological weapons (CBW) does not always allow to achieve an acceptable combination of body armor, protective helmet, respiratory and skin protective equipment from vapors and aerosols of toxic substances (TS) and biological agents (BA) in one set of equipment. The purpose of the work is to propose a promising form of personal protective equipment for Ground Forces servicemen against the damaging factors of chemical and biological weapons. The main characteristic feature of the existing gas masks is the invariable level of protection against the damaging factors of CBW. However, they do not provide protection for the head of servicemen from bullets and shrapnel. Based on the fact that danger levels for military personnel in case of a CBW attack differ and depend on the type of agent and on the time elapsed after the attack, the authors propose to combine a gas mask and a helmet in one product and to install disk filtering and sorbing elements (PSE) in the temporal region of the protective helmet with an air-duct, connected with an elastic half mask. The first universal PSE (sorbing-filtering) has the characteristics of a gas mask (shortness of breath) for protection from poisonous substances and biological agents in conditions of uncertainty of their use. It is transferred to the firing position simultaneously with the lowering of the visor. The second PSE possesses the parameters of a respirator (sorbing-filtering for easier breathing) for protection against TS. The second PSE should be used after the establishment of the fact of chemical, biological or radioactive contamination within an hour after the use of weapons of mass destruction. Thus, the main part of the soldier's head will be protected against bullets and shrapnel, as well as against TS and BA. To protect the lower part of the soldier's face (the chin, jaws and neck), it is proposed to use a circular elastic strip with a nasolabial device (screen) in the form of a half mask.

Keywords: *biological agents; biological weapons; chemical agents; chemical weapons; effects; gas mask; personal protective equipment (PPE); protection; respirator; respiratory protective equipment (RPE); weapons of mass destruction (WMD).*

For citation: *Brusenin A.A., Penyaz V.N., Golyshev M.A. Advanced Models of Personal Protective Equipment for Ground Forces Against Chemical and Biological Weapons Effects // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4. № 4. P. 462–469. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-462-469>*

Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

Peer review information

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

References

See P. 468.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Brigadirskii Lane 13, Moscow 105005, Russian Federation.

Albert Aleksandrovich Brusenin. Head of the Department. Candidate of Technical Sciences.

Maksim Alekseyevich Golyshev. Deputy Head of the Department. Candidate of Chemical Science.

Vladimir Nikolayevich Penyaz. Senior Researcher. Candidate of Technical Sciences. Honoured Science and Technology Worker of the Russian Federation.

Contact information for all authors: 27nc_1@mil.ru

Contact person: Vladimir Nikolayevich Penyaz; 27nc_1@mil.ru

Основные направления развития средств радиационной, химической и биологической разведки зарубежных стран

Н.Б. Лопатина, Д.В. Фролов

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт»
Министерства обороны Российской Федерации, 412918,
Российская Федерация, Саратовская обл., г. Вольск-18, ул. Краснознаменная, д. 1

Поступила 03.11.2020 г. Принята к публикации 21.12.2020 г.

Лекция предназначена для повышения квалификации и уровня знаний курсантов и выпускников военных учебных заведений в области зарубежных средств радиационной, химической и биологической разведки. В лекции рассмотрены три учебных вопроса: 1) основные направления развития средств радиационной разведки зарубежных стран; 2) основные направления развития средств химической разведки зарубежных стран; 3) основные направления развития средств биологической разведки зарубежных стран. Показано, что исследования и разработки в области развития средств радиационной, химической и биологической разведки направлены на широкую унификацию и миниатюризацию приборов. Продолжаются исследования по созданию новых и модернизации существующих средств обнаружения и идентификации РВ, ОВ и БПА.

Ключевые слова: биодетектор; газосигнализатор; дистанционный детектор; дозиметр; идентификатор радиоизотопов; оружие массового поражения; портативный спектрометр; пробоотборник; радиационная, химическая и биологическая разведка.

Библиографическое описание: Лопатина Н.Б., Фролов Д.В. Основные направления развития средств радиационной, химической и биологической разведки зарубежных стран // Вестник войск РХБ защиты. 2020. № 4. С. 470–483. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-470-483>

Изменения, произошедшие за последние годы в международной политической жизни, не привели к укреплению стабильности в мире. Вооруженные конфликты последних десятилетий послужили школой и испытательным полигоном для специалистов в области разработки как вооружения, так и средств защиты. По мнению отечественных и зарубежных экспертов, в наше время сохраняется угроза возможного применения оружия массового поражения (ОМП) в военных целях. Также появляются новые глобальные угрозы радиационного, химического и биологического характера, связанные не только с возможностью возникновения аварий и катастроф техногенного и природного происхождения, но и с террористическими актами. Поэтому в основополагающих документах военного и внешнеполитического планирования Российской Федерации и зарубежных стран распространение и применение ОМП рассматривается

в качестве реальной угрозы национальной безопасности.

В ходе решения комплекса проблем, связанных с обеспечением защиты от оружия массового поражения, в зарубежных странах продолжают интенсивные работы по созданию средств, позволяющих предотвратить или уменьшить последствия его применения.

1. Основные направления развития средств радиационной разведки зарубежных стран

Для обеспечения защиты от ОМП и террористических актов с применением радиоактивных веществ (РВ), в зарубежных странах продолжают исследования по дальнейшему совершенствованию табельных и разработке новых технических средств радиационной разведки (РР).

Особенностью современного этапа развития средств РР является широкое распростра-

нение индивидуальных дозиметров. Разработка таких приборов обусловлена необходимостью оснащения военнослужащих средствами контроля радиоактивного облучения для принятия мер непосредственной защиты, что позволяет вести боевые действия в условиях радиоактивного загрязнения, не поддающегося детальному прогнозу на основе общей схемы радиационной обстановки.

Одними из последних разработок являются индивидуальный дозиметр MBD-2 и индивидуальный электронный дозиметр DMC 3000, созданные международной компанией Mirion Technologies¹ (рисунок 1).

Индивидуальный дозиметр MBD-2 был разработан в рамках программы создания общевойскового персонального дозиметра. Новый прибор дозиметрического контроля, как планируется, в будущем заменит устаревшие системы IM-270 и прибор для измерения радиоактивности AN/PDR-75, используемый совместно с дозиметром DT-236 в подразделениях сухопутных войск. В 2019 году было закуплено 14687 дозиметров, а до конца 2020 планируется закупить 10192 дозиметра [1].

Индивидуальный электронный дозиметр DMC 3000 предназначен для измерения дозы гамма- и рентгеновского излучения. Имеются дополнительные съемные модули для измерения доз бета- и нейтронного излучения, а также дистанционного измерения. Основные характеристики зарубежных дозиметров представлены в таблице 1.

Анализ современной системы радиационной разведки вооруженных сил ведущих зарубежных стран показывает, что, в основном, она построена на использовании унифицированных приборов. По мнению зарубежных специалистов, такие приборы имеют бесспорные эксплуатационные достоинства перед специализированными приборами и обеспечивают экономические и производственные преимуще-



А

Б

Рисунок 1 – Зарубежные дозиметры.

А – MBD-2 (США); Б – DMC 3000 (США). Фото с сайта: <http://www.mirion.com/products/> (дата обращения: 06.08.2020)

ства при снабжении войск подобными средствами.

Примером может служить унифицированный прибор радиационной разведки SaphyRAD MS, выпущенный французской компанией Bertin Instruments. Прибор был разработан для выполнения задач в неблагоприятных климатических условиях. SaphyRAD MS обнаруживает источники радиоактивного излучения в режиме реального времени и измеряет уровень загрязнения на всех поверхностях².

Долгое время на снабжении вооруженных сил США стояли приборы радиационной разведки AN/PDR-77, предназначенные для измерения параметров альфа-, бета-, гамма- и рентгеновского излучений и измерения индивидуальной дозы гамма- и нейтронного облучения. В настоящее время в рамках программы по разработке системы радиационной разведки RDS создается средство измерения параметров альфа-, бета-, гамма-, нейтронного и мягкого рентгеновского излучения. Предполагается, что новая система уже в 2020 году заменит стоящий на снабжении прибор AN/PDR-77, многофункциональный прибор радиационной разведки

Таблица 1 – Основные характеристики зарубежных дозиметров

Характеристика	Значение	
	MBD-2 (США)	DMC 3000 (США)
Диапазон измерения дозы, Зв	$10^{-6} \dots 10$	$10^{-8} \dots 100$
Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ	65...1300	15...1500
Габаритные размеры, мм	53 × 56 × 23	87 × 60 × 21
Масса, г	57	88
Диапазон рабочих температур, °С	-32...43	-10...50

¹ Mirion Technologies. Products. URL: <http://www.mirion.com/products/> (дата обращения: 06.08.2020).

² Bertin Instruments. Products. URL: <http://www.Bertin-Instruments.com>. (дата обращения: 27.08.2020).



А



Б



В

Рисунок 2 – Зарубежные портативные спектрометры ионизирующих излучений.

А – identiFINDER R200 (США) – фото с сайта: <http://www.flir.com/> (дата обращения: 24.09.2020);
 Б – RadEye SPRD-ER (США) – фото с сайта <https://www.thermoscientific.com> (дата обращения: 13.08.2020);
 В – AccuRad (США) – фото с сайта <http://www.mirion.com/products/> (дата обращения: 06.08.2020)

и контроля MFR и измеритель мощности дозы ADM-300 [1].

Особое внимание уделяется разработке портативных спектрометров ионизирующих излучений, представляющих собой многофункциональные приборы, предназначенные для быстрого обнаружения радиоактивных материалов и источников с функцией идентификации радионуклидов различного происхождения: природных, промышленных и медицинских. Детекторы чувствительны к гамма- и нейтронному излучению, а размеры и масса приборов позволяют пользоваться ими одной рукой. Среди последних разработок identiFINDER R200 (FLIR Systems, США)³, RadEye SPRD-ER (Thermo Fisher Scientific, США)⁴, а также AccuRad (Mirion Technologies, США)⁵ (рисунок 2).

Основные характеристики зарубежных портативных спектрометров ионизирующих излучений представлены в таблице 2.

В последнее время в ведущих зарубежных странах широкое распространение получили портативные идентификаторы радиоизотопов, которые, наряду с анализом энергетического спектра излучения, могут идентифицировать конкретные радиоактивные материалы (рисунок 3) [2].

Не во всех идентификаторах радиоизотопов используются одинаковые технологии для обнаружения и классификации излучений. Более того, методы, разработанные в последнее время, сделали рынок этих приборов полностью конкурентоспособным. В идентификаторах изотопов фирм Thermo Fisher Scientific и Smiths Detection используются детекторы 1,5 × 1,5 дюйма на основе бромида лантана (LaBr3) и 2 × 2 дюйма на основе иодида натрия (NaI). Для обнаружения нейтронного излучения в системе RIIDEye фирмы Thermo Fisher Scientific применяются детекторы на основе

Таблица 2 – Основные характеристики зарубежных портативных спектрометров ионизирующих излучений

Характеристика	Значение		
	identiFINDER R200 (США)	DMC 3000 (США)	AccuRad (США)
Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ	25...3000	58...6000	25...3000
Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ	0,1...250	0,01...250	0,1...250
Габаритные размеры, мм	145 × 56 × 48	104 × 66 × 41	108 × 61 × 36
Масса, г	400	195	200
Диапазон рабочих температур, °C	-30...50	-20...50	-20...60

³ FLIR Systems. Products. URL: <http://www.flir.com/> (дата обращения: 24.09.2020).

⁴ Thermo Scientific. Products. URL: <https://www.thermoscientific.com> (дата обращения: 13.08.2020).

⁵ Mirion Technologies. Products. URL: <http://www.mirion.com/products/> (дата обращения: 06.08.2020).



А

Б

В

Рисунок 3 – Зарубежные идентификаторы радиоизотопов.

А – RadSeeker CL (США) – фото с сайта: URL: www.smithsdetection.com/ (дата обращения: 18.06.2020);

Б – Ranid Pro 200 с устройством RanidSOLO (Финляндия) – фото с сайта <http://www.environics.fi/products/> (дата обращения: 10.09.2020); В – identiFINDER R425 (США) – фото с сайта <http://www.flir.com/> (дата обращения: 24.09.2020)

материалов CLYC ($\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6\text{:Ce}$), которые обладают гораздо большей чувствительностью по сравнению с детекторами на основе гелия.

Фирмы Morpho Detection (США) и FLIR Systems предпочитают использовать в своих приборах детекторы на основе CZT (Cadmium Zinc Telluride – кадмий-цинк-теллурид), который обнаруживает гамма излучение непосредственно путем преобразования гамма лучей в электрический сигнал. Высокая разрешающая способность приборов с кристаллом на основе CZT позволяет с высокой степенью точности идентифицировать изотопы и свести к минимуму ложные срабатывания [1].

Финская фирма Environics Oy выпускает переносной идентификатор радионуклидов RanidPro200, который обнаруживает источники гамма-излучения и определяет их радионуклидный состав. Кроме того, RanidPro200 имеет поисковый режим для обнаружения и локализации радиоактивных материалов путем регистрации гамма-излучений. Для измерения гамма-излучения в приборе используется сцинтилляционный детектор с кристаллом LaBr, а для измерения нейтронного излучения – пластиковый сцинтиллятор на основе ^6Li . Для данного прибора компания Environics разработала и выпустила устройство обнаружения источников радиоактивного излучения RanidSOLO, являющееся первым автоматическим определителем источников гамма-излучения для ранцевых детекторов⁶.

В настоящий момент в рамках программы по модернизации идентификаторов радиоизотопов производится замена детекторов ионизирующих излучений в серии стоящих на

снабжении приборов на вновь разработанные с улучшенными массогабаритными характеристиками и увеличенной разрешающей способностью [1].

Основные характеристики зарубежных идентификаторов радиоизотопов представлены в таблице 3.

Британская компания Kromek производит серию приборов радиационной разведки D3S, среди которых идентификатор радиоизотопов D3S ID, индивидуальный детектор ионизирующих излучений D3S PRD, сетевой детектор радиоактивного излучения D3S NET и детектор D3S Drone, устанавливаемый на БЛА для нанесения на карту мест с повышенной радиоактивностью. Для работы приборов необходимо специальное программное обеспечение, которое скачивается на телефон, «привязанный» к детекторам. Внося изменения в программное обеспечение, пользователь может изменить функциональное предназначение прибора, т.е. обновив программу, индивидуальный детектор ионизирующих излучений можно трансформировать в идентификатор радиоизотопов или в сетевой вариант детектора радиоактивного излучения. При этом внешний вид прибора не изменится⁷. Общий вид прибора серии D3S и отображение на экране мобильного телефона результата его работы представлены на рисунке 4.

В США в рамках программы по разработке бортовой системы радиационной разведки планируется создание унифицированного средства с широким рабочим диапазоном для замены устаревших приборов AN/VDR-2 и UDR-13 [1].

Особое внимание уделяется дистанционному обнаружению радиоактивных веществ. Уче-

⁶ Environics. Products. URL: <http://www.envi-ronics.fi/products/> (дата обращения: 10.09.2020).

⁷ Kromek. Products. URL: <http://www.kromek.com/products/> (дата обращения: 10.09.2020).

Таблица 3 – Основные характеристики идентификаторов радиоизотопов

Характеристика	Значение		
	RadSeeker CL (США)	Ranid Pro 200 с устройством RanidSOLO (Финляндия)	identiFINDER R425 (США)
Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ	25...3000	30...3000	25...3000
Диапазон измерения мощности дозы, мкЗв/ч	0,01...200	0,01...100	0,1...50
Энергетическое разрешение гамма-спектрометрического тракта (по энергии излучения 662 кэВ, Cs-137), %	1,5	3	7
Габаритные размеры, мм	178 × 305 × 114	440 × 340 × 190	235 × 100 × 95
Масса, кг	2,2	4,7	1,2
Диапазон рабочих температур, °C	-32...50	-20...50	-30...60



Рисунок 4 – Общий вид прибора серии D3S и отображение на экране мобильного телефона результата его работы (фото с сайта <http://www.kromek.com/products/> (дата обращения: 10.09.2020))

ные из Мэрилендского университета (University of Maryland, США) разработали и испытали метод и устройство поиска РВ на большом расстоянии, которое срабатывает, даже если опасный материал упакован в защитный контейнер. Новый метод заключается в том, чтобы облучать подозрительный объект инфракрасным лазером с длиной волны 3,9 мкм. Новая технология уже прошла лабораторные испытания [3].

Корейские ученые из Национального института науки и технологий в Ульсане (Ulsan National Institute of Science and Technology, Республика Корея) также разработали новую методику обнаружения радиоактивных веществ,

позволяющую найти даже небольшие количества нестабильных элементов на расстоянии в километр. Ученые обратили внимание на то, что электроны, вырабатываемые радиоактивными веществами, особым образом влияют на мощные пучки электромагнитного излучения и облака плазмы, которые они создают при своем движении. При фокусировке луча на достаточно узкой области пространства попадание электрона в него фактически гарантированно связано с наличием радиоактивных элементов поблизости [4].

Таким образом, в ведущих зарубежных странах продолжают исследования и разработки, направленные на создание новых средств радиационной разведки. Особое внимание уделяется совершенствованию персональных дозиметров и радиоспектрометров, а также идентификаторов радиоизотопов, которые могут использоваться как в военное, так и мирное время для решения различных задач на радиационно опасных объектах. Также ученые разрабатывают новые методики дистанционного обнаружения радиоактивных веществ.

2. Основные направления развития средств химической разведки зарубежных стран

В ходе решения комплекса проблем, связанных с обеспечением защиты от химического оружия, в странах НАТО продолжают интенсивные исследования по разработке новых методов и технологий обнаружения и идентификации отравляющих веществ (ОВ), а также модернизации стоящих на снабжении технических средств химической разведки.

К настоящему времени зарубежными специалистами разработан ряд новых средств химической разведки, обладающих более высокими возможностями и техническими параме-

трами. При этом приоритет в плане создания средств индикации XXI в. уделяется разработке малогабаритных приборов для индивидуального пользования, основанных на различных аналитических методах, таких как поверхностная акустическая волна, сенсорные технологии, спектрометрия ионной подвижности и инфракрасная (ИК) спектроскопия, а также на комбинациях этих методов, что способствует значительному повышению их эффективности, быстродействия и специфичности.

В современных средствах индикации наиболее часто используется метод спектрометрии ионной подвижности, обеспечивающий высокое быстродействие, чувствительность и портативность приборов этого типа. В настоящее время разработан ряд средств химической разведки на основе этого метода, самым показательным из которых является американский прибор JCAD, созданный специалистами Химико-биологического центра (ХБЦ) командования по развитию боевых возможностей армии США (до февраля 2019 г. Эджвудский химико-биологический центр) на базе прибора LCD 3.3 британской фирмы Smiths Detection.

Газосигнализатор JCAD состоит на снабжении ВС США с 2008 г., а в модификации M4A1 JCAD с 2012 г. Тем не менее, сотрудники ХБЦ продолжают усовершенствование прибора. В 2014 г. был разработан метод, благодаря которому JCAD обнаруживает твердые взрывчатые вещества, при этом аппаратное обеспечение и первоначальное предназначение прибора не изменились. Специалисты дополнили устройство новым защитным колпаком от дождя и снега с сенсорным поршнем (модификация JCAD CED). В июне 2018 года прошли полевые испытания прибора JCAD с адсорбционным адаптером (модификация JCAD SLA). Предполагается, что данная модификация позволит обнаруживать как «нетрадиционные агенты», так и запрещенные наркотические вещества, включая такие опиоиды, как героин и фентанил⁸. В 2021 г. планируется закупить 499 приборов в модификации JCAD SLA [1].

Перспективные технологии обнаружения ОБ реализуются в новых образцах химической разведки. В портативном газосигнализаторе JUNO американской фирмы Chemring Detection System используется технология спектрометрии дифференциальной ионной подвижности, преимуществами которой являются высокий

уровень селективности и чувствительности и возможность одновременного обнаружения ОБ нервно-паралитического и кожно-нарывного действия⁹.

Финская компания Environics в июне 2019 года представила портативный химический детектор нового поколения ChemProX, работа которого основана на технологии спектрометрии ионной подвижности открытого типа. Прибор может использоваться как автономно, так и в сети из нескольких приборов (до 10 детекторов), что позволит в режиме реального времени отображать обстановку на местности при проведении химической разведки. Приборы способны синхронизироваться друг с другом, обобщать информацию и передавать ее в центр управления. Кроме того, в приборе имеется встроенный режим имитации, позволяющий создавать различные реалистичные сценарии в ходе обучения личного состава¹⁰.

В ведущих зарубежных странах продолжается разработка малогабаритных масс-спектрометрических систем, предназначенных как для контроля атмосферы в полевых условиях, так и для обеспечения безопасности персонала при ликвидации промышленных отходов и контроля производственных процессов. На основе технологии масс-спектрометрии высокого давления компанией 908 Devices были разработаны газосигнализаторы M908 и MX908.

Селективность приборов позволяет обнаруживать следовые количества опасных веществ в присутствии большого количества разнообразных фоновых химикатов, не представляющих угрозы. Масс-анализатор, используемый в приборах, работает по технологии «ионная ловушка», что дает возможность проводить работы без создания экстремального вакуума или дополнительной подачи газа. Газосигнализатор M908 способен обнаруживать и идентифицировать наиболее токсичные соединения в твердом, жидком или парообразном состоянии, а прибор MX908 кроме ОБ способен обнаруживать также наркотические вещества и средства на основе лекарственных препаратов и широкий спектр взрывчатых веществ. В 2019 году в базу данных прибора были включены отравляющие вещества класса «Новичок»¹¹.

В последнее время широко используется инфракрасная спектроскопия на основе преобразования Фурье. Портативный ИК-Фурье спектрометр HazMatID Elite, разработанный

⁸ Aberdeen Proving Ground News. URL: <http://apgnews.com/category/inside-the-innovation/> (дата обращения: 02.07.2020).

⁹ Chemring Sensors and Electronic Systems. Products. URL: <http://www.chemringsensors.com/products/> (дата обращения: 15.04.2020).

¹⁰ Environics. Products. URL: <http://www.envi-ronics.fi/products/> (дата обращения: 10.09.2020).

¹¹ 908devices. Products. URL: <http://www.908devices.com/> (дата обращения: 25.06.2020).

фирмой Smiths Detection (Великобритания), идентифицирует ОБ, промышленные токсичные химикаты, а также применяется для экологического мониторинга.

Американскими специалистами было предложено определять ОБ при помощи метода спектроскопии комбинационного рассеяния света, который позволяет идентифицировать опасные твердые и жидкие вещества через стенки стеклянных и пластиковых сосудов без их вскрытия. Среди последних разработок в данной области – прибор ACE-ID (Smiths Detection), Progeny ResQ и ResQ COL (Rigaku Analytical Devices), Resolve (Cobalt).

В приборе ACE-ID реализована возможность растрового сканирования, позволяющая рассеивать энергию лазера и исключить риск нагрева, воспламенения или взрыва исследуемых веществ. База данных прибора включает в себя более 500 веществ, включая токсичные химикаты, наркотики и взрывчатые вещества и их прекурсоры¹².

Приборы Progeny ResQ и ResQ COL способны анализировать вещества в виде жидкостей, паст, порошков и гелей, а база данных прибора включает около 13000 химических веществ и их соединений, которые прибор может идентифицировать, включая взрывчатые вещества, наркотики, токсичные химикаты и ОБ. С 2019 года прибор Progeny ResQ входит в состав комплекта оборудования для мобильной системы РХБ разведки¹³.

В последнее время широко применяется колориметрический метод анализа. Система VOCKit, разработанная сотрудниками ХБЦ армии США, идентифицирует пары вещества при помощи процесса, сходного с обонянием. А новый детектор токсичных веществ VK3, являющийся усовершенствованной версией системы VOCKit, позволяет «пробовать на вкус» подозрительные жидкости и определять степень их опасности. Во время исследования эксплуатационных характеристик прибор VK3 продемонстрировал способность идентифицировать жидкие химические вещества, включая ОБ, в полевых условиях [5].

В 2019 г. сотрудники ХБЦ армии США разработали карманный детектор PDP, в основе работы которого также лежит колориметрический анализ. Кроме идентификации опасных веществ в полевых условиях прибор можно ис-

пользовать в качестве контейнера для хранения образцов для последующего анализа в случае необходимости¹⁴.

Колориметрический метод на основе действия ферментов, используемый в спрее-индикаторе Agentase C2 фирмы FLIR Systems (США) позволяет выявлять даже следовые количества ОБ на различных поверхностях, оборудовании или одежде. При нанесении Agentase C2 имеет свойство изменять цвет с желтого на красный в случае обнаружения опасных химических веществ¹⁵.

Следует также отметить, что за рубежом продолжают работы по созданию комбинированных систем, сочетающих достоинства различных методов обнаружения, что дает возможность создания расширенных баз данных и полной компьютеризации приборов. К отличительным особенностям приборов, созданных на основе сочетания различных методов анализа, также относятся повышенная мобильность, портативность, прочность конструкции, полное автоматическое управление. Среди наиболее представительных средств обнаружения ОБ, сочетающих различные технологии обнаружения, следует выделить прибор химического контроля Gemini (Thermo Scientific, США), в котором используется метод ИК спектроскопии с преобразованием Фурье и метод спектроскопии комбинационного рассеяния света и портативный хромато-масс-спектрометр Griffin G510 (FLIR Systems), сочетающий методы газовой хроматографии и масс-спектрометрии.

Прибор Gemini предназначен для идентификации ОБ, промышленных токсичных химикатов и для экологического мониторинга и приспособлен к эксплуатации в неблагоприятных условиях. В 2020 году компания Thermo Scientific усовершенствовала прибор, добавив в него спектрометр усиленного поверхностно-комбинационного рассеяния, что позволит обнаруживать низкие концентрации наркотических средств и психотропных веществ. Также было обновлено программное обеспечение прибора¹⁶.

Griffin G510 представляет собой универсальный прибор, который позволяет непосредственно на местности анализировать вещества во всех агрегатных состояниях (в твердом, жидком и парообразном). Интегрированный в прибор нагреваемый пробоотборник дает воз-

¹² Smiths Detection. Products. URL: www.smithsdetection.com/ (дата обращения: 18.06.2020).

¹³ Rigaku Analytical Devices. URL: <http://www.rigakuanalyticaldevices.com/> (дата обращения: 31.10.2019).

¹⁴ Aberdeen Proving Ground News. URL: <http://apgnews.com/category/inside-the-innovation/> (дата обращения: 2.07.2020).

¹⁵ FLIR Systems. Products. URL: <http://www.flir.com/> (дата обращения: 24.09.2020).

¹⁶ Thermo Scientific. Products. URL: <https://www.thermoscientific.com> (дата обращения: 13.08.2020).



А

Б

В

Рисунок 5 – Зарубежные приборы локальной химической разведки.

А – JCAD (США) – фото с сайта: URL: www.smithsdetection.com/ (дата обращения: 18.06.2020); Б – M908 (США) – фото с сайта <http://www.908devices.com/> (дата обращения: 25.06.2020); В – Griffin G510 (США) – фото с сайта <http://www.flir.com/> (дата обращения: 24.09.2020)

возможность оператору идентифицировать химические вещества в парообразном состоянии в течение нескольких секунд при работе в режиме идентификации. Входящий в комплект инжектор для ввода проб с делением/без деления потока позволяет проводить пробоотбор путем введения шприцем органических жидкостей¹⁷.

Общий вид наиболее представительных приборов локальной химической представлен на рисунке 5, а их основные характеристики – в таблице 4.

В качестве одного из наиболее перспективных направлений деятельности в сфере технологий, направленных на создание и совершенствование методов и средств индикации и идентификации ОВ, рассматривается разработка датчиков, в основе которых используются наноструктуры, что позволит расширить спектры возможностей по обнаружению и идентификации ОВ в масштабе времени, близком к реальному. Предполагается, что приборы с наноструктурными материалами, интегрированными на микроэлектромеханические системы, смогут заменить большинство общераспространенных традиционных сенсорных датчиков. В частности, объединение наноструктурных материалов и микроэлектромеханических систем позволит улучшить значения

таких характеристик, как чувствительность, быстроедействие, масса и габариты. Интегрированные с микроэлектромеханическими системами наноматериалы, включая углеродные нанотрубки, кремниевые и металлоксидные нанонити, успешно прошли испытания в сенсорных датчиках различного применения, в том числе в ИК системах и датчиках, применяемых в детекторах ОВ и БПА [6].

Исследователи ХБЦ в сотрудничестве с учеными из университета Индианы-Пердью разрабатывают новый метод обнаружения ОВ и БПА, получивший название ионизация спреем с бумаги (paper spray ionization). На небольшой лист фильтровальной бумаги, помещаемый в одноразовый пластиковый цилиндрический контейнер, военнослужащий может поместить любой жидкий образец, включая кровь и мочу. Образцы, хранящиеся на бумаге, стабильны при комнатной температуре и не требуют дальнейшей подготовки для проведения анализа. В лаборатории контейнер помещается в автоматический пробоотборник, где бумага смачивается растворителем для извлечения образца. Затем электрический заряд разделяет образец на капли, которые сможет проанализировать масс-спектрометр. Результаты анализа готовы менее чем через минуту.

Таблица 4 – Основные характеристики приборов локальной химической разведки

Характеристика	Значение		
	JCAD (США)	M908 (США)	Griffin G510 (США)
Пороговая концентрация обнаружения	частицы на триллион	частицы на триллион	частицы на триллион
Быстродействие, с	10	10	1...2
Габаритные размеры, мм	106 × 180 × 465	220 × 185 × 76	337 × 337 × 400
Масса, кг	0,58	2,00	16,30
Диапазон рабочих температур, °C	-32...60	-20...40	0...40

¹⁷ FLIR Systems. Products. URL: <http://www.flir.com/> (дата обращения: 24.09.2020).

Ученые также разрабатывают колориметрические чувствительные материалы с возможностью самоиндикации, которые помогут военнослужащим определить наличие токсичных химикатов в полевых условиях. Новые материалы способны изменять свой цвет при контакте с токсичными химическими соединениями. Это свойство материалов поможет определить потенциальное заражение и принять соответствующие защитные меры. Предполагается, что данные материалы будут определять такие отравляющие вещества, как зарин, V-газы, иприт и найдут свое применение в ультра-легких химических сенсорах¹⁸.

Средства дистанционного обнаружения отравляющих веществ рассматриваются в качестве составной части существующей системы средств РХБ разведки, позволяющей повысить эффективность мероприятий по выявлению радиационной, химической и биологической обстановки на больших территориях в заданные сроки.

В настоящее время исследования проводятся как с активными детекторами на основе лидаров, позволяющими выявлять специфические полосы поглощения известных ОВ в отраженном лазерном луче, так и с пассивными, принцип действия которых заключается в сравнении спектральных характеристик теплового излучения окружающей среды с эталонными значениями.

Среди наиболее представительных современных дистанционных средств следует отметить легкий прибор JSLSCAD, мобильную систему iMCAD, комплекс дистанционной химической разведки Second Sight, дистанционный газосигнализатор RAPIDplus, систему дистанционного обнаружения опасных химических веществ PORTHOS, основанные на методе ИК-спектроскопии и активный лидар Falcon 4G.

Французский комплекс дистанционной химической разведки Second Sight MS предназначен для обнаружения облаков ОВ, токсичных промышленных химикатов и других летучих органических соединений при помощи тепловизора, работающего в ближней ИК области спектра. Обработка полученных данных осуществляется с помощью удобного для пользователя программного обеспечения. В комплексе имеется свето- и звуковая сигнализация и система GPS навигации¹⁹.

Дистанционный газосигнализатор RAPIDplus – это компактный, простой в обращении прибор, который может применяться как автономно, так и устанавливаться на транспортных средствах, кораблях и вертолетах. Определение типов ОВ осуществляется путем сравнения измеряемого сигнала со всеми спектрами, имеющимися в базе данных²⁰.

Работа системы дистанционного обнаружения опасных химических веществ PORTHOS основана на методе пассивной ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье. Она работает в ближней ИК-области спектра и обнаруживает и идентифицирует пары отравляющих веществ нервно-паралитического, общедовитого и кожно-нарывного действия и токсичных промышленных химикатов²¹.

Falcon 4G – представляет собой активный лидар дифференциального поглощения с двумя перенастраиваемыми лазерами на основе CO₂. Данные углекислотные лазеры с диапазоном перестройки позволяют выбрать длину волн (линии излучения лазера), используемую для обнаружения ОВ. В приборе не применяются линии излучения лазера, поглощаемые парами воды, поэтому отрицательное воздействие воды в атмосфере незначительно. Неблагоприятное влияние атмосферного углекислого газа также может быть минимизировано с помощью выбора длины волны для обнаружения²².

Использование технологии дифференциального рассеяния позволяет Falcon 4G оценивать распределение частиц по размерам. Детектор подает сигнал тревоги при обнаружении опасных аэрозолей с размером частиц около 5 мкм. Прибор также может принимать отраженное излучение от аэрозолей естественного происхождения, находящихся в воздухе, таких как капли воды, частицы пыли, пыльца растений. Отраженное лазерное излучение позволяет оценить профиль распределения концентрации в зараженном облаке вдоль пути измерения.

Общий вид наиболее представительных приборов дистанционного обнаружения отравляющих веществ представлен на рисунке 6, а их основные характеристики – в таблице 5.

Таким образом, в настоящее время в ведущих зарубежных странах ведутся активные исследования, направленные на разработку перспективных методов анализа и технологий в целях модернизации существующих и замены

¹⁸ Aberdeen Proving Ground News. URL: <http://apgnews.com/category/inside-the-innovation/> (дата обращения: 02.07.2020).

¹⁹ Bertin Instruments. Products. URL: <http://www.Bertin-Instruments.com>. (дата обращения: 27.08.2020).

²⁰ Brüker Detection. Products. URL: <http://www.bruker.com>. (дата обращения: 25.06.2020).

²¹ Block Engineering. Products. URL: <http://www.blockeng.com/products/> (дата обращения: 6.08.2020).

²² SEC Technologies. Products. URL: <http://www.sec-technologies.com/> (дата обращения: 09.04.2020).



А



Б



В

Рисунок 6 – Зарубежные приборы дистанционного обнаружения отравляющих веществ.

А – Second Sight MS (Франция) – фото с сайта: URL: <http://www.Bertin-Instruments.com>. (дата обращения: 27.08.2020); Б – RAPIDplus (Германия) – фото с сайта <http://www.bruker.com>. (дата обращения: 25.06.2020); В – Falcon 4G (Словакия) – фото с сайта <http://www.sec-technologies.com/> (дата обращения: 09.04.2020)

устаревших образцов, способствующих созданию нового поколения средств обнаружения и идентификации ОВ. Новые технологии позволяют увеличить перечень определяемых ОВ, повысить порог чувствительности, быстродействие, специфичность, портативность и мобильность.

3. Основные направления развития средств биологической разведки зарубежных стран

В настоящее время основные технические проблемы разработки средств обнаружения биологических поражающих агентов (БПА) связаны с обеспечением необходимой эффективности отбора проб и чувствительностью детекторов обнаружения и идентификации БПА.

Развитие зарубежных средств обнаружения БПА направлено на создание универсальных малогабаритных систем, обладающих высокой чувствительностью и селективностью, а также комплексных систем автоматизирован-

ного контроля окружающей среды и оповещения о РХБ обстановке на основе локальных и дистанционных датчиков.

Обнаружение БПА основано преимущественно на методе полимеразной цепной реакции (ПЦР). Первый детектор на основе ПЦР, позволяющий получать в полевых условиях результаты лабораторного качества, был создан в 1999 году американской компанией BioFire (США). Новая разработка компании – автоматизированная система биомониторинга FilmArray, объединяющая в себе несколько этапов диагностики: подготовку пробы, амплификацию, обнаружение и анализ. Автоматизированная система может использоваться в передвижных биолaborаториях²³.

Компания Tetracore, специализирующаяся на разработке и производстве диагностических устройств, выпускает портативный амплификатор T-COR 8, работа которого также основана на методе ПЦР. Прибор позволяет анализиро-

Таблица 5 – Основные характеристики приборов дистанционного обнаружения отравляющих веществ

Характеристика	Значение		
	Second Sight MS (Франция)	RAPIDplus (Германия)	Falcon 4G (Словакия)
Спектральный диапазон, мкм	7...12	7,5...14	9,6...11,3
Максимальная дальность обнаружения, км	5	5	6
Быстродействие, с	2	2	0,25
Диапазон рабочих температур, °C	-20...45	-20...49	-32...55
Габаритные размеры, мм	350 × 260 × 500	500 × 331 × 386	507 × 272 × 296
Масса, кг	10,2	28,7	28,0

²³ BioFire Defense. Products. URL: <http://www.BioFireDefense.com> (дата обращения: 18.06.2020).

вать пробы на наличие БПА и точно идентифицировать возбудителей в режиме реального времени в полевых условиях²⁴.

Американский консорциум Camtech разработал портативный высокочувствительный биодетектор Camthrax, предназначенный для обнаружения опасных биологических веществ и токсинов в режиме реального времени. Он способен обнаруживать до 3 000 спорообразующих бактерий, находящихся в порошкообразных веществах или частицах пыли, грязных пятнах и разлитой жидкости. При подготовке простых проб применяется оптическая технология, не требующая смешивания веществ²⁵.

В рамках программы по разработке тактической системы обнаружения БПА специалисты ХБЦ командования по развитию боевых возможностей армии США создали тактический детектор БПА второго поколения ТАСВЮ, который определяет наличие угрозы с помощью светодиода, разработанного при поддержке Агентства DARPA (США) и который уже заменил ранее использовавшиеся более крупные и дорогостоящие ультрафиолетовые лазеры²⁶.

Компанией FLIR Systems, Inc. (США) был разработан биодетектор IBAC 2, представляющий собой систему непрерывного мониторинга состояния воздуха в режиме реального времени. При наличии в воздухе угроз биологического происхождения прибор подает сигнал тревоги в течение 60 секунд после обнаружения. Биодетектор IBAC 2 может работать автономно, в сети из нескольких приборов и в качестве бортового прибора. Он способен обнаруживать споры, бактерии, вирусы и токсины. Прибор автоматически подает сигнал тревоги сразу после обнаружения опасного вещества, после чего проводит отбор образцов для дальнейшего анализа, а затем передает данные в центры командования и управления²⁷.

Компания Bruker Detection (ФРГ) разработала и производит портативный биодетектор pBDi. Прибор обнаруживает токсины, бактерии и вирусы и приспособлен для работы в полном защитном обмундировании при экстремальных условиях. Также биодетектор может использоваться в качестве бортового средства разведки.

Принцип обнаружения pBDi основан на методе твердофазного иммуоферментного анализа ELISA²⁸.

Специалистами Баттельского мемориального института была разработана система биоидентификации нового поколения REBS, которая непрерывно осуществляет отбор проб из окружающего воздуха и автоматически анализирует их на наличие БПА, включая бактерии, вирусы, токсины. Стоимость анализа одного образца составляет менее четырех центов. В приборе используются неразрушающие методы анализа, что наряду с автоматическим архивированием данных означает, что отобранные образцы могут быть в дальнейшем проанализированы для подтверждения результатов прикладных исследований и медицинской диагностики²⁹.

Американская фирма Chemring Sensors and Electronic Systems, входящая в состав Chemring Group производит идентификатор биологических агентов ATHINA, который может идентифицировать биологически опасные вещества различными методами: ПЦР, обратной транскрипции или иммунологического анализа, а также при помощи комбинации этих методов. Для выполнения анализов в идентификаторе применяются специальные картриджи³⁰.

Одним из основных направлений развития средств биологической разведки является интеграция биодетекторов в единые системы сбора, анализа и обработки данных. Такие системы предназначены для контроля биологической обстановки военных объектов и могут входить в глобальные системы контроля за РХБ обстановкой больших территорий. Примером могут служить вышеупомянутые приборы IBAC 2 и REBS. При сетевом применении IBAC 2 вся информация с детекторов подается в центральный пункт сбора данных. Программное обеспечение позволяет объединить в сеть до 10 биодетекторов для дистанционного мониторинга в режиме реального времени. Они могут контролироваться с одного компьютера, на котором сохраняются исходные и обработанные данные для дальнейшего анализа. Система REBS также может использоваться в сети из нескольких приборов (количество приборов сети может дохо-

²⁴ Tetracore. T-COR 8. URL: <http://www.tetracore.com> (дата обращения: 10.09.2020).

²⁵ Camtech Diagnostics. Products. URL: <http://www.camtechdiagnostics.com> (дата обращения: 18.06.2020).

²⁶ Annual Report. Solutions. U.S Army Edgewood Chemical and Biological Center. URL: www.ecbc.army.mil/ (дата обращения: 18.06.2020).

²⁷ FLIR Systems. Products. URL: <http://www.flir.com/> (дата обращения: 24.09.2020).

²⁸ Bruker Detection. Products. URL: <http://www.bruker.com>. (дата обращения: 25.06.2020).

²⁹ Battelle. REBS. URL: <http://www.battelle.org>. (дата обращения: 29.01.2020).

³⁰ Chemring Sensors and Electronic Systems. Products. URL: <http://www.chemringsensors.com/products/> (дата обращения: 15.04.2020).

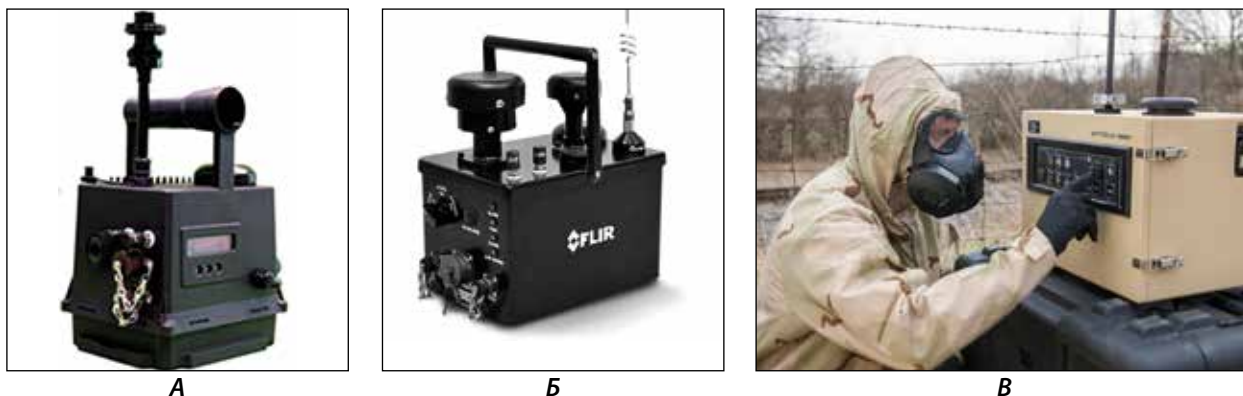


Рисунок 7 – Зарубежные биодетекторы.

А – TACBIO (США) – фото с сайта: URL: <http://www.cbc.ccdc.army.mil/> (дата обращения: 18.06.2020);
Б – IBAC 2 (США) – фото с сайта <http://www.flir.com/> (дата обращения: 24.09.2020); В – REBS (США) – фото с сайта <http://www.battelle.org>. (дата обращения: 29.01.2020)

доть до 255), данные с которых подаются в единый пункт управления.

Общий вид наиболее представительных биодетекторов представлен на рисунке 7, а их основные характеристики – в таблице 6.

В последнее время особое внимание уделяется разработке пробоотборников и биоколлекторов. Одними из последних разработок являются пробоотборники Coriolis μ и Coriolis Compact фирмы Bertin Instruments (рисунок 8).

Работа Coriolis μ основана на технологии влажного циклонного вихря, с помощью которой возможно проводить исследование больших объемов воздуха. Coriolis Compact, представленный фирмой в сентябре 2019 года, – это сухой центробежный коллектор, предназначенный для мониторинга воздуха в случае угрозы биологического заражения. Данные приборы применяются для отбора проб, предположительно содержащих коронавирус SARS-CoV-2³¹.

Фирма Chemring Sensors and Electronic Systems производит биодетекторы, совмещенные с коллекторами аэрозолей, DC100 и DC200.

Работа обоих устройств основана на принципе лазерно-индуцированной флуоресценции с использованием ультрафиолетовых светодиодов, разработанных ХБЦ армии США для безреагентного обнаружения частиц аэрозоля. Приборы постоянно отбирают образцы окружающего воздуха, контролируя повышение концентрации флуоресцирующих частиц. В случае обнаружения потенциальной опасности инициируется отбор пробы и сигнал тревоги передается на интерфейс пользователя и через коммуникационную сеть³².

Для защиты от биологических угроз важным становится раннее обнаружение, а также идентификация биологических агентов и токсинов. Поэтому в последнее время ведется усиленный поиск возможностей немедленной диагностики в полевых условиях.

Ученые из Национальной лаборатории Сандия направили все свои усилия на разработку системы быстрого тестирования, с помощью которой можно было бы обнаружить споры сибирской язвы, рицин, ботулин и другие опасные

Таблица 6 – Основные характеристики приборов дистанционного обнаружения отравляющих веществ

Характеристика	Значение		
	TACBIO (США)	IBAC 2	Falcon 4G (Словакия)
Чувствительность, частиц/л	200, менее	100, менее	130...190
Время обнаружения БПА, мин	1, менее	1, менее	1...2
Диапазон рабочих температур, °C	-15...50	-20...50	-12...50
Габаритные размеры, мм	305 × 152 × 203	240 × 165 × 229	450 × 310 × 310
Масса, кг	1,5	5,5	19

³¹ Bertin Instruments. Products. URL: <http://www.Bertin-Instruments.com>. (дата обращения: 27.08.2020).

³² Chemring Sensors and Electronic Systems. Products. URL: <http://www.chemringsensors.com/products/> (дата обращения: 15.04.2020).



Рисунок 8 – Зарубежные пробоотборники.
А – Coriolis μ (Франция); Б – Coriolis Compact
(Франция)

(фото с сайта: <http://www.Bertin-Instruments.com>.
 (дата обращения: 27.08.2020))

вещества, которые могут быть использованы в качестве биологического оружия. В результате на грант от Национального института здравоохранения США была создана переносная лаборатория SpinDx. Лаборатория SpinDx может исследовать отдельный образец одновременно на 64 возбудителя и токсина и выдать результат уже через 15 минут. Образцы наносятся на специальные диски, поверхность которых покрыта реагентами и антителами к определенным токсинам.

Диски затем вставляются в SpinDx и раскручиваются в миниатюрной центрифуге. Данная технология, получившая название «лаборатория на диске» (lab-on-a-disk), отличается дешевизной, производство одного диска обходится менее 10 центов³³.

Анализ зарубежных информационных материалов показывает, что наиболее интенсивно НИОКР в области развития средств обнаружения БПА ведутся научно-исследовательскими учреждениями МО США. Проводимые в настоящее время исследования и разработки направлены на миниатюризацию приборов и на повышение их чувствительности. Кроме того, одним из основных направлений развития средств биологической разведки является интеграция биодетекторов в единые системы сбора, анализа и обработки данных. Такие системы будут предназначены для контроля биологической обстановки военных объектов и могут входить в глобальные системы контроля за РХБ обстановкой больших территорий.

Таким образом, исследования и разработки в области развития средств радиационной, химической и биологической разведки направлены на широкую унификацию и миниатюризацию приборов. Продолжаются исследования по созданию новых и модернизации существующих средств обнаружения и идентификации РВ, ОВ и БПА.

³³ SpinDx™ Lab on a Disk. URL: <http://ip.sandia.gov/technology.do/> (дата обращения: 09.04.2020).

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и РИНЦе.

Список источников

1. Department of Defense Fiscal Year (FY) 2021 Budget Estimates. Chemical and Biological Defense Program. Procurement, Defense-Wide // Justification Book Volume 1 of 2. February 2020. 188 p.
2. Jagels G. Sense and Identify. The Latest in Handheld Radiation Detectors // CST & CBRN Source Book. Security & Border Protection. Winter 2013/14. P. 14–16.
3. Detecting radioactive material remotely // C2BRNE DIARY. 2019. April. Part B. P. 3–4. URL: <http://www.cbrne-terrorism-newsletter.com> (дата обращения: 21.05.2019).
4. Remote detection of hazardous radioactive substances // CBRNE-Terrorism Newsletter. 2017. June. Part B. P. 14. URL: <http://www.cbrne-terrorism-newsletter.com> (дата обращения: 21.05.2019).
5. New Detection Device that “Tastes” Liquid Chemical Agents // C2BRNE DIARY. 2018. December. Part A. P. 67–68. URL: <http://www.cbrne-terrorism-newsletter.com> (дата обращения: 16.01.2019).
6. Quranta P. Airborne Sensors // Military Technology. 2016. № 6. P. 118–121.

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «33 Центральный научно-исследовательский

испытательный институт» Министерства обороны Российской Федерации, 412918, Российская Федерация, г. Вольск-18, ул. Краснознаменная, д. 1.

Лопатина Наталия Борисовна. Старший научный сотрудник.

Фролов Дмитрий Владимирович. Начальник отдела, канд. тех. наук, доц.

Контактная информация для всех авторов: 33cnii-ito@mil.ru

Контактное лицо: Лопатина Наталия Борисовна; 33cnii-ito@mil.ru

The Principal Trends of the Development of Radiological, Chemical and Biological Detection Equipment of Foreign Countries

N.B. Lopatina, D.V. Frolov

Federal State Budgetary Establishment «33 Central Scientific Research Test Institute» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Krasnoznamennaya Street 1, Volsk-18, Saratov Region 412918, Russian Federation

Received 03.11.2020. Accepted for publication 21.12.2020

The lecture is intended for the improvement of the professional skills and knowledge of the students and graduates of military schools in the field of foreign chemical, biological and radiological detection equipment. Three problems are considered in the lecture: 1) the principal trends of the development of radiological detection equipment of foreign countries; 2) the principal trends of the development of chemical detection equipment of foreign countries; 3) the principal trends of the development of biological detection equipment of foreign countries. It is shown in the article, that all the research and development in the field of radiological, chemical and biological reconnaissance tools are aimed at broad unification and miniaturization of the devices. They are also aimed at the creation of new and modernization of existing means of detection and identification of radioactive and toxic substances and biological pathogens.

Keywords: biological detector; chemical detector; standoff detector; dosimeter; radionuclide identification device; spectroscopic personal radiation detector; sampler; weapons of mass destruction; radiological, chemical and biological detection.

For citation: Lopatina N.B., Frolov D.V. The Principal Trends of the Development of Radiological, Chemical and Biological Detection Equipment of Foreign Countries // Journal of NBC Protection Corps. 2020. № 4. С. 470–483. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-470-483>

Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

Peer review information

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

References

See P. 482.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «33 Central Scientific Research Test Institute» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Krasnoznamennaya Street 1, Volsk-18, Saratov Region 412918, Russian Federation.

Nataliya Borisovna Lopatina. Senior Researcher.

Dmitriy Vladimirovich Frolov. Head of the Scientific and Research Department. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Contact information for all authors: 33cnii-ito@mil.ru

Contact person: Nataliya Borisovna Lopatina; 33cnii-ito@mil.ru

Войска радиационной, химической и биологической защиты отметили 102 годовщину своего основания



Начальник войск РХБ защиты ВС РФ генерал-лейтенант Игорь Кириллов вручает награды наиболее отличившимся офицерам 27 НЦ МО РФ

Вековая история развития войск радиационной, химической и биологической защиты (далее – войска РХБ защиты) хранит в себе немало доблестных страниц. Мужество и отвагу личный состав войск РХБ защиты проявлял на протяжении всей истории развития нашей страны.

Торжественное мероприятие, посвященное 102-й годовщине создания войск РХБ защиты, проходило в 27-м Научном центре Министерства обороны и началось с митинга, на котором начальник войск РХБ защиты ВС РФ генерал-лейтенант Игорь Кириллов поздравил военнослужащих с юбилейной датой. Выступая перед собравшимися, он отметил: «Славной страницей летописи стало участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, боевых действиях в Афганистане, контртеррористической операции на Северном Кавказе и при выполнении специальных задач в Сирии».

Игорь Кириллов подчеркнул: «Сегодня в составе войск имеются воинские части и подразделения, способные выполнить весь комплекс мероприятий радиационной, химической и биологической защиты. Личный состав успешно решает ответственные задачи не только по обеспечению радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации и их защиты от всех видов оружия массового поражения, но и участвует в мероприятиях по обеспечению безопасности населения страны от угроз природного и техногенного характера».

Участники торжественного мероприятия возложили гирлянду и цветы к монументу, по-

священному подвигу военнослужащих войск РХБ защиты.

За мужество, отвагу, самоотверженность, проявленные при исполнении воинского долга, а также заслуги в укреплении обороноспособности страны и высокие личные показатели служебной деятельности ряду офицеров были вручены высокие государственные награды, в том числе Орден Мужества, Орден Александра Невского, Ордена «За военные заслуги», медали ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени и медаль «Суворова».

Специалисты войск РХБ защиты проводят уникальную работу, требующую колоссального опыта, высоких знаний и умений применения современной техники и сложного технологического оборудования.

Основу войск РХБ защиты составляют многофункциональные отдельные бригады, имеющие в своем составе подразделения, способные выполнить весь комплекс мероприятий по химзащите.

В этом году в войска запланированы поставки более чем 200 единиц современных и новейших образцов специальной техники. Среди них – тяжелая огнеметная система ТОС-2, машины РХБ разведки РХМ-6-01, техника для специальной обработки – КДА, машины дымовые – ТДА-3 и другие. С учетом этого в 2020 г. доля современных образцов составляет более 70 %.

В непростых эпидемических условиях в связи с пандемией COVID-19 военнослужащие войск РХБ защиты проводят дезинфекционные мероприятия на территориях новых медицинских центров Минобороны России, предприятиях оборонно-промышленного комплекса, а также социально значимых объектах гражданской инфраструктуры.

При проведении специальной обработки, широко применяются универсальные тепловые машины УТМ-80М, авторазливочная станция АРС-14КМ, комплект КДА и дезинфекционный комплекс МКА ПБА.

В этом году специалисты войск РХБ защиты в составе отрядов приняли участие в предупреждении распространения новой коронавирусной инфекции в Италии, Сербии, Боснии и Герцеговине, Абхазии, а также Южной Осетии.

*Младший научный сотрудник отдела
27 НЦ МО РФ
Н.П. Соляник*

В воинских частях и организациях войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации проходят торжественные мероприятия по освящению иконы святого небесного покровителя войск радиационной, химической и биологической защиты

24 июня 2020 г. Указом Святейшего Патриарха Московского и Всея Руси Кирилла «небесным покровителем» войск радиационной, химической и биологической защиты (далее – РХБ защиты) был определен Святой благоверный князь Андрей Боголюбский.

Согласно летописным преданиям, князь Андрей был талантливым государственным деятелем, защитником земель русских, продолжателем в градостроительной и храмоздательной деятельности своего отца Юрия Долгорукого и деда Владимира Мономаха. Как воина и полководца его всегда отличали храбрость и мужество.

По повелению Матери Божией князем Андреем была написана икона Богородицы, получившая название Боголюбской. На указанном Царицей Небесной месте построен князем Андреем (в 1159 г.) храм Рождества Богородицы и заложен город Боголюбов, ставший его постоянным местопребыванием.

В правление Андрея Боголюбского Владимиро-Суздальское княжество достигло значительного могущества и было сильнейшим на Руси, а впоследствии стало ядром современного Российского государства.

На протяжении истории нашего Отечества российское воинство всегда было неразрывно связано с такими понятиями, как вера и благочестие. Русский воин не мыслил свою жизнь без молитвы и церковных Таинств, всегда был готов встать на защиту родной земли и православной веры.

В федеральном государственном бюджетном учреждении «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации (далее – 27 НЦ МО РФ) 23 декабря 2020 г. состоялся торжественный молебен, за которым было совершено освящение образа Святого благоверного князя Андрея Боголюбского – небесного покровителя войск РХБ защиты.

На богослужении присутствовал руководящий и личный состав 27 НЦ МО РФ, представители Союза ветеранов войск РХБ защиты. С приветственным словом к собравшимся обратился начальник 27 НЦ МО РФ Виктор Александрович Ковтун.



Образ Святого благоверного князя Андрея Боголюбского – небесного покровителя войск РХБ защиты в 27 НЦ МО РФ 23 декабря 2020 г.

Он выразил уверенность в том, что те военнослужащие, которые выбрали путь воинского служения в войсках РХБ защиты, будут подражать отваге, мужеству и миролюбию Святого благоверного князя Андрея Боголюбского, станут продолжателями подвигов наших предков.

Чин освящения совершил представитель Синодального отдела по взаимодействию с Вооруженными Силами и правоохранительными органами протоиерей Константин Алесенко. Он поприветствовал личный состав 27 НЦ МО РФ и Союза ветеранов войск РХБ защиты и пожелал присутствующим всемерной помощи Божией в прохождении воинской службы. По завершении церемонии собравшиеся приложились к образу небесного покровителя.

Торжественные мероприятия по случаю принесения в честь и освящения иконы Святого благоверного князя Андрея Боголюбского прошли также в воинских частях и организациях войск РХБ защиты Вооруженных Сил Российской Федерации непосредственного подчинения. Личный состав войск РХБ защиты продолжает изучать военную историю нашего государства, свято хранить традиции старших поколений, достойно выполнять поставленные перед ним задачи.

*Младший научный сотрудник отдела
27 НЦ МО РФ
Н.П. Соляник*

Специалисты войск РХБ защиты приняли участие в международной просветительской акции Русского географического общества «Географический диктант-2020»

«Основная идея учредителей Общества – привлечь к изучению родной земли и людей, ее обитающих все лучшие силы русской земли»

П.П. Семенов-Тянь-Шанский

Специалисты войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации (далее – войска РХБ защиты) 29 ноября 2020 г. приняли участие в международной просветительской акции «Географический диктант-2020». Географический диктант проводится Русским географическим обществом ежегодно с 2015 г. Возглавляет Русское географическое общество Министр обороны Российской Федерации генерал армии С.К. Шойгу. С 2017 г. мероприятие приобрело международный статус.

Площадки для географического диктанта были развернуты в воинских частях и организациях непосредственного подчинения войск РХБ защиты ВС РФ, в числе которых – научно-исследовательские организации, учебные части и Военная академия РХБ защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко.

Основная цель проведения Географического диктанта заключалась в получении объективной информации об уровне географической грамотности личного состава войск РХБ защиты и выработке конкретных мер по улучшению качества географического образования, а также популяризация географических знаний и повышение интереса к географии России. По результатам его проведения специалисты войск РХБ защиты ВС РФ показали хороший уровень географических знаний.

Перед началом акции были организованы выставки, посвященные деятельности Русского географического общества, с интересными историческими фактами о России.

Мероприятие прошло с соблюдением противоэпидемиологических требований, все помещения были продезинфицированы, участники диктанта были обеспечены масками.

Участникам предложили ответить на 40 вопросов, разделенных на две части, которые различались по степени сложности. Первая часть базового уровня из 10 вопросов была составлена на основе общеизвестных фактов из



Военнослужащие Военной академии РХБ защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (Кострома) отвечают на вопросы географического диктанта

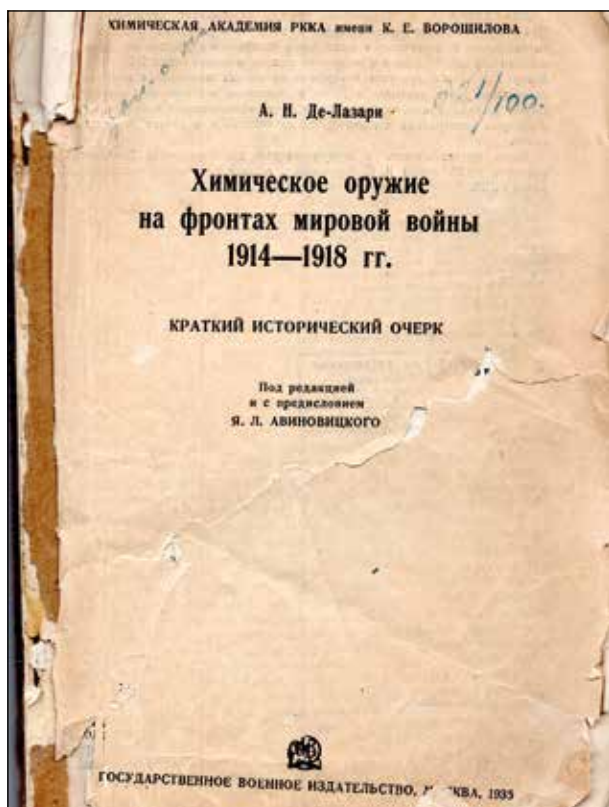
географии, вторая часть (30 вопросов) потребовала применить образное мышление, системную логику и эрудицию.

В рамках просветительской международной акции военнослужащие, гражданский персонал, научные сотрудники, командование академии, профессорско-преподавательский состав, курсанты, в том числе курсанты иностранных государств и слушатели академии, ответили на вопросы по географическому расположению городов, рек, климатических зон, зон обитания редких животных, горных вершин России, а также об уникальных промышленных, сельскохозяйственных и торговых особенностях субъектов Российской Федерации.

Акция объединила всех интересующихся географией, историей и культурой России. После завершения мероприятия каждому участнику, написавшему диктант, было выдано свидетельство об участии в просветительском проекте «Географический диктант-2020».

*Младший научный сотрудник отдела
27 НЦ МО РФ
Н.П. Соляник*

Александр Николаевич де Лазари – к 140-летию со дня рождения (12 сентября 1880–23 февраля 1942)



**Основной труд А.Н. де Лазари
«Химическое оружие на фронтах
Мировой войны 1914–1918 гг.»
Издание 1935 года**

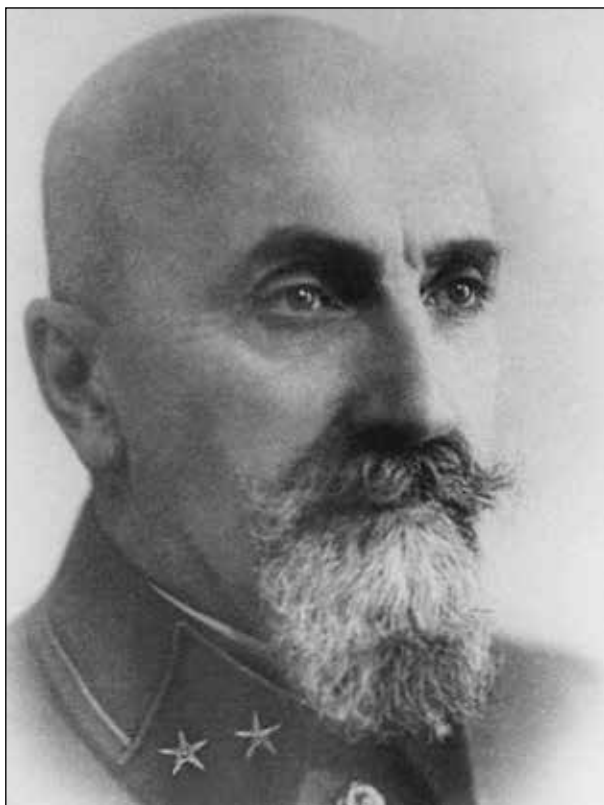
Когда в середине 1990-х гг. в одном из разгромленных перестройкой и реформаторством московских НИИ я обнаружил лежащую на полу под стеллажом книгу А.Н. де Лазари «Химическое оружие на фронтах Мировой войны 1914–1918 гг.: Краткий исторический очерк» (1935), я еще не представлял, к каким событиям уже прикоснулся и о судьбе какого человека, какой семьи, мне предстояло узнать. Книга была с порванной обложкой, растрепанная, помятая, из нее разноцветными кусками вываливались карты каких-то сражений. Уцелела она случайно. Новые хозяева жизни освобождали место для «продукции», старые книги были не нужны. Российская история буднично вывозилась на свалку и там исчезала. Только дома мне

стало понятно, о чем книга – о реальной химической войне, той самой, что велась с 1915 г. на Западном и Восточном фронтах Первой мировой, с картами и подробными описаниями отдельных сражений с применением химического оружия, об эволюции химического оружия, тактике его применения, о влиянии на оперативное искусство, о жертвах химической войны. Из нее я впервые узнал о применении 6 августа 1915 г. германцами химического оружия во время третьего штурма русской крепости Осовец и об «атаке мертвецов» – отравленных защитников крепости. О том, что последний год мировой бойни был химическим, без химического оружия не начиналось ни одной крупной операции. И еще о многом другом, ставшим забытой военной историей нашего государства. Для переиздания уникальной книги нам потребовалось почти 10 лет, согласилось только издательство «Вузовская книга», другим, к кому мы обращались, это было «неинтересно»¹.

Автор книги – Александр Николаевич де Лазари, принадлежал к древнему аристократическому итальянскому роду. Дворянский герб де Лазари украшает один из дворцов Венеции. Прапрадед А.Н. де Лазари, Дмитрий (1755–1803), в конце XVIII в. переехал из Италии в Россию, в 1770 г. поступил на службу в Греческий полк Григория Потемкина и после войны с Турцией поселился в Крыму. Его сын Николай (1794–1882) воевал в русской армии в Отечественную войну 1812 г. «За отличие в сражении при селении Бородино» награжден орденом Анны 4-ой степени. Участвовал во многих сражениях и дошел за войсками Наполеона до Парижа. Потом воевал на Кавказе. В 1823 г. он уволен от службы и определен в Таврическую отдельную роту пограничной таможенной стражи, а в 1830 г. стал полицмейстером в Крыму. Сын Николая Дмитриевича, Николай Николаевич (1837–1901) служил Отдельном корпусе жандармов в Польше, затем в Тифлисском и Ереванском Губернском Жандармском управлениях. Закончил службу в 1898 г. начальником Омского Жандармского управления, генерал-майором.

По сложившейся семейной традиции де Лазари никаких источников доходов в Рос-

¹ Де Лазари А.Н. Химическое оружие на фронтах Мировой войны 1914–1918 гг.: Краткий исторический очерк / Науч. ред. и коммент. М.В. Супотницкого. М.: Вузовская книга, 2008. 268 с.: ил., карты. Тираж 300 экз. Выложена на сайте: <http://www.supotnitskiy.ru/book/book5.htm>



А.Н. де Лазари – генерал-майор, начальник кафедры истории военного искусства Военно-химической академии РККА

сии, кроме военной службы, не имели. После окончания Омского кадетского корпуса А.Н. де Лазари поступил в Константиновское артиллерийское училище в Петербурге, которое закончил в 1901 г. Прослужив 6 лет на командных должностях в конной артиллерии, Александр Николаевич поступил в Академию Генерального штаба, где обучался до 1909 г. После ее окончания он некоторое время служил в Генеральном штабе. В 1911 г. назначен старшим воспитателем Гатчинского сиротского института. С началом Первой мировой войны в чине ротмистра прикомандирован к штабу 2-ой армии переводчиком разведывательного отделения (и.д. штаб офицера для поручений при командующем армией) для ведения разведывательной работы. Во время Лодзинской операции (11–25 ноября 1914 г.) де Лазари занимал должность начальника разведывательного отдела штаба 2-й армии. Здесь он проявил зафиксированные в архивных документах мужество и храбрость. В донесении командующего 2-й русской армией генерала С.М. Шейдемана (1857–1922) было отмечено следующее: «8 ноября 1914 г. под Лепчицей ротмистр де Лазари, по собственной инициативе, несмотря на уход всего штаба корпуса, остался на прежнем месте для выяснения истинной обстановки, и, полу-



Поручик де Лазари Александр Николаевич

чив новые сведения, успел донести мне – это оказало влияние на дальнейший ход лодзинской операции. 5 ноября 1914 г. в районе Липицы, когда всякая связь штаба армии с корпусом была прервана, единственный ротмистр де Лазари оказался живой связью, явился ко мне и выполнив полученные приказания, подвергая свою жизнь явной опасности, выручил 2-й сибирский корпус из тяжелого положения, а вместе с тем и весь правый фланг 2-й армии». За годы войны А.Н. де Лазари был награжден орденом Св. Станислава 3-й ст.; Св. Анны 3-й ст.; Св. Владимира 4-й ст.; Св. Анны 4-й ст.; Св. Станислава 2-й ст.; Георгиевским оружием. Летом 1917 г. в чине подполковника оставил службу и выехал в Смоленскую губернию к семье, проживавшей у родственников.

Красную армию А. Н. де Лазари вступил 23 февраля 1918 г. Его брат эмигрировал в Польшу. Карьера в Красной армии складывалась у де Лазари удачно. В 1918 г. он – начальник оперативного отдела штаба Западного фронта, начальник штаба и помощник военрука Смоленского района, начальник оперативного управления, начальник штаба Западного военного округа. В 1919 г. – начальник штаба и помощник командующего Западносибирским военным округом, в 1920 г. – начальник штаба 3-й трудовой армии Восточного фронта, в 1921–1922 гг. – редактор Военно-исторической комиссии Выс-

шего военного редакционного совета. В 1922–1932 гг. он – старший преподаватель кафедры военной истории Военной академии РККА им. М.В. Фрунзе. С 1932 г. его служба проходит в Химических войсках. В 1932–1940 гг. – преподаватель Военной академии химической защиты, в 1940–1941 гг. – профессор Военной академии химической защиты.

Однако судьба оказалась к нему жестокой. 27 августа 1937 г. был арестован и расстрелян в день вынесения обвинительного приговора (08.01.1938) начальник Военной академии химической защиты РККА, корпусной комиссар Я.Л. Авиновицкий (1899–1938) – автор предисловия к «Химическому оружию на фронтах Мировой войны ...». Александра Николаевича арестовывали в 1930-х гг. не менее 5 раз, но арест 25.06.1941 г. оказался для него последним. Поводом для ареста послужило высказанное им кому-то мнение о грамотном руководстве германскими войсками. В ходе следствия до 18.10.1941 г. находился в Бутырской тюрьме, позже, в связи с приближением фронта, перевезен в Саратов. 13.02.1942 г. осужден за измену родине (признал участие в офицерской группе А.А. Свечина с 1925 г., участие в заговоре с 1935 г.), шпионаж в пользу Италии. Расстрелян 23.02.1942 г. Определением Военной коллегии Верховного Суда СССР от 28.04.1956 г. А.Н. де Лазари был реабилитирован.

Научная деятельность Александра Николаевича началась еще тогда, когда он служил в Генштабе императорской армии. Перу А.Н. де Лазари принадлежит ряд статей по военным вопросам в военной энциклопедии, вышедшей в 1912 г. После окончания гражданской войны он продолжил научные исследования, что нашло свое отражение в ряде статей в «Большой советской энциклопедии». Среди них «Первая мировая империалистическая война 1914–1918 гг.», «Полтавское сражение 1709 г.». В «Военно-историческом журнале» А.Н. де Лазари опубликовал работы «Русская артиллерия в Мировой войне 1914–1918 гг.» (1940), «Календарь военных событий» (1940), «Военное вооружение Польского государства» (1940), «Химическое оружие в прошлом и настоящем» (1940).

Основные труды:

Атлас схем к труду Зайончковского. М.: 1924.

Гражданская война в России в схемах. Выпуск первый. 1917–1918. Госиздат. 1925.

Гражданская война в России в схемах. Выпуск второй. 1919–1920. Госиздат. 1926.

Мировая империалистическая война 1914–1918 гг. Атлас схем. М., Гос. воен. изд.: 1934.

Краткий исторический очерк развития химического оружия по опыту мировой войны 1914–1918 гг. М.: 1934.



«Химическое оружие на фронтах Мировой войны 1914–1918 гг.» Издание 2008 года

Важнейшие операции гражданской войны: Ликвидация трех походов Антанты. (Бугуруслано-Уфимская, Орловско-Кромская и Перекопская операции). М.: 1934.

Химическое оружие на фронтах Мировой войны 1914–1918 гг. М.: 1935.

Активная оборона корпуса. По опыту действий 25-го армейского корпуса в 1915 г. М.: Воениздат, 1940.

Мировая война 1914–1918 гг. / А. Зайончковский. А. де Лазари [издание 3-е]. М.: Воениздат, 1938. Т. 3: Схемы.

Конспект краткого курса истории военного искусства от древних веков до XX века. М., 1939.

В течение более 20 лет он работал над капитальным трудом «Синхронистические таблицы событий Первой мировой и Гражданской войн 1914–1922 гг.». Этот труд не был издан, в настоящее время его местонахождение неизвестно.

Прямых потомков Александра Николаевича не осталось. Но род де Лазари, вопреки всем пертурбациям XX в., сохранился. Представители разных его ветвей живут в Польше (де Лазари) и в Санкт Петербурге (Делазари).

Заместитель главного редактора
журнала «Вестник войск РХБ защиты»
М.В. Супотницкий

Обзор важных международных событий в области РХБ-безопасности за 2020 год

О пандемии COVID-19

Самым важным эпидемическим событием 2020 г. стала пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19. Она оказала большое влияние на все стороны жизнедеятельности человечества: политику, экономику, социальную сферу, экологию и др.

Борьба с COVID-19 потребовала вовлеченности всех систем государственного управления и общества. Во время пандемии многие страны, чтобы остановить распространение вируса и защитить население, принимали самые радикальные меры – вплоть до объявления чрезвычайного положения.

Россия сыграла важнейшую роль в поддержке международных усилий по борьбе с пандемией и в мобилизации ресурсов для принятия масштабных мер в сфере охраны здоровья, рекомендуемых Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ).

Пандемия COVID-19 началась с обнаружения в конце декабря 2019 г. в городе Ухане провинции Хубэй центрального Китая первых случаев пневмонии неизвестного происхождения¹. Несмотря на предпринятые меры по нераспространению инфекции, уже в январе 2020 г. отдельные случаи данного заболевания были зарегистрированы за пределами Китая.

Столь быстрое распространение инфекции, наряду с отсутствием практики лечения заболе-

вания и накоплением статистики смертности от COVID-19, вынудили мировое сообщество признать складывающуюся ситуацию как угрозу всему человечеству. ВОЗ 30 января объявила о признании вспышки, вызванной новой коронавирусной инфекцией, «чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение», а 11 марта 2020 г. было объявлено, что сложившаяся ситуация носит характер пандемии (рисунки 1, 2)².

Во многих странах были введены ограничения на перемещения граждан, осуществлялись контроль рисков на рабочем месте и закрытие объектов.

Пандемия COVID-19 не только вызвала кризис в области здравоохранения, ее возникновение стало для всего мира переломным событием с точки зрения экономики и беспрецедентным вызовом для функционирования государственных и общественных институтов. В результате распространения новой коронавирусной инфекции мир столкнулся с серьезными социально-экономическими потрясениями.

Президент Российской Федерации и Правительство Российской Федерации приняли решительные и оперативные меры для борьбы с эпидемическим распространением SARS-CoV-2 на территории Российской Федерации³. При этом особая роль была отведена Министерству обороны Российской Федерации и

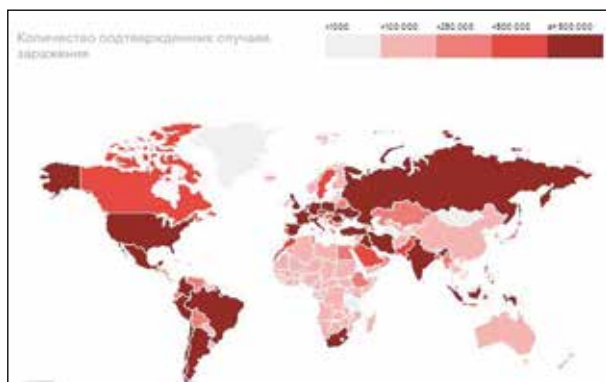


Рисунок 1 – Карта распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 в мире по состоянию на 10 декабря 2020 г.

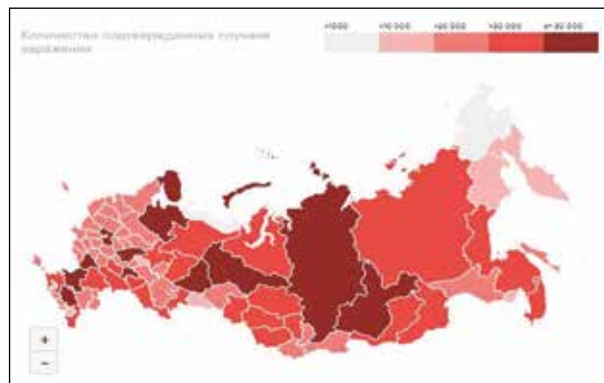


Рисунок 2 – Карта распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 в регионах России по состоянию на 10 декабря 2020 г.

¹ URL: <https://tass.ru/obschestvo/7509293> (дата обращения: 8.12.2021).

² URL: <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/3/who-announces-covid-19-outbreak-a-pandemic> (дата обращения: 9.12.2021).

³ URL: http://government.ru/support_measures/ (дата обращения: 10.12.2021).



**Рисунок 3 – Российские специалисты войск РХБ защиты ВС РФ в Италии .
Фото - Министерства обороны РФ**



Рисунок 4 – Выполнение дезинфекционных мероприятий российскими специалистами войск РХБ защиты ВС РФ в итальянских учреждениях здравоохранения . Фото - Министерства обороны РФ

войскам радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации (далее – войска РХБ защиты ВС РФ).

В начале февраля 2020 г. Минобороны России выполнило поручение Президента Российской Федерации Владимира Путина по экстренной эвакуации россиян из города Ухань и провинции Хубэй. В Тюменскую область самолетами Воздушно-космических сил было доставлено 144 человека⁴.

В начале 2020 г. Министерством обороны в короткие сроки, за два месяца, было построено 16 медицинских центров для лечения пациентов с новой коронавирусной инфекцией. Все объекты были оснащены современным оборудованием и системами жизнеобеспечения, создан запас лекарственных препаратов. Строительство и оснащение данных объектов позволило существенно укрепить потенциал системы здравоохранения и повысить эффективность мероприятий по борьбе с эпидемическим распространением новой коронавирусной инфекции⁵.

Строительство специализированных медицинских центров продолжалось в течение всего года. Министр обороны Российской Федерации Сергей Шойгу 2 декабря доложил Президенту Российской Федерации Владимиру Путину, что с начала года Министерство обороны построило в России уже 29 медицинских центров, а до конца года планируется введение в строй 30-го центра⁶.

Существенный вклад в борьбу с пандемией COVID-19 внесли войска РХБ защиты ВС РФ. В российских и зарубежных СМИ было неоднократно отмечено, что военнослужащие войск

РХБ защиты ВС РФ являются специалистами «двойного назначения», так как могут решать задачи как в военное, так и в мирное время. Поэтому именно они оказывали необходимую помощь европейским странам, пострадавшим от COVID-19.

В связи со сложной эпидемиологической обстановкой в Итальянской Республике 22 марта 2020 г. Министром обороны Российской Федерации Сергеем Шойгу были даны указания о переброске в республику 8 мобильных бригад российских военных специалистов в области дезинфекции, вирусологов и медиков, а также автомобильные комплексы аэрозольной дезинфекции транспорта и территории, спецтехнику, медицинское оборудование и лекарственные препараты⁷.

Возглавил группу российских военных специалистов заместитель начальника войск РХБ защиты ВС РФ генерал-майор Сергей Кикоть.

В рамках гуманитарной операции Министерства обороны Российской Федерации по оказанию помощи Италии российские военнослужащие проводили дезинфекцию объектов, транспорта и местности, совместно с итальянскими специалистами лечили больных, работали в красной зоне (рисунки 3, 4).

«Мы приобрели колоссальный опыт развертывания подразделений в очагах эпидемии, эксплуатации техники в интенсивных условиях, организации противоэпидемических мероприятий в очаге коронавирусной инфекции, контроля за здоровьем личного состава, выполняющего задачи практически круглосуточно. Все поставленные задачи выполнены, личный

⁴ URL: <https://ria.ru/20200222/1565090044.html> (дата обращения: 10.12.2021).

⁵ URL: <https://www.interfax.ru/russia/708813> (дата обращения: 10.12.2021).

⁶ URL: https://function.mil.ru/news_page/country/more.htm?id=12320208@egNews (дата обращения: 10.12.2021).

⁷ URL: <https://ria.ru/20200411/1569890628.html> (дата обращения: 10.12.2021).

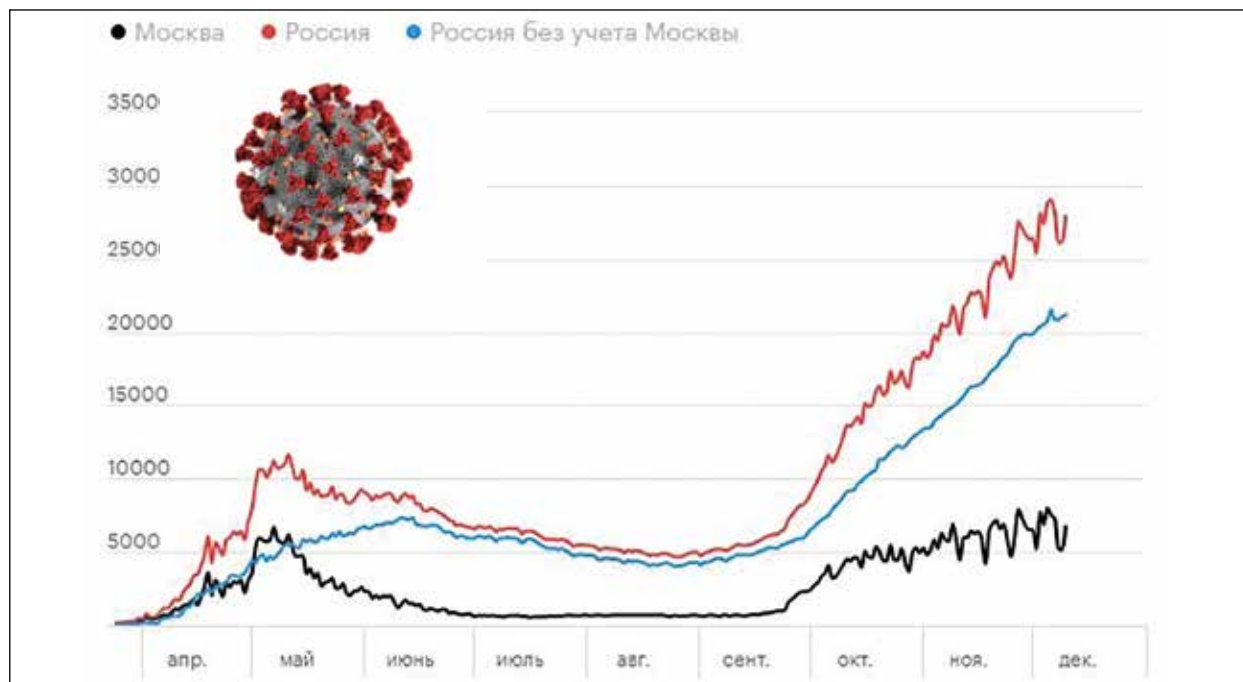


Рисунок 5 – Динамика заболеваемости COVID-19 в России

состав – здоров, техника – в исправном состоянии», – отметил Сергей Кикоть.

Президент Российской Федерации Владимир Путин в ходе телефонного разговора с президентом Республики Сербия Александром Вучичем 2 апреля принял решение оказать помощь республике. В кратчайшие сроки отряд специалистов войск РХБ защиты, предназначенный для проведения дезинфекционных мероприятий, был переброшен в Сербию. В его оснащение входили комплексы для анализа патогенных материалов, аэрозольной дезинфекции транспорта, зданий и сооружений, а также необходимый запас дезинфектантов. Кроме того, в Сербию прибыл военный медик.

Руководителем сводного отряда Министерства обороны Российской Федерации в Сербской Республике был назначен генерал-майор Михаил Чернышов⁸.

В Сербии специалисты войск РХБ защиты ВС РФ действовали непосредственно в эпидемических очагах, осуществляли обработку специализированных помещений и больничных палат, автомобильной техники, проводили дезинфекцию важнейших клинических центров, где проходили лечение пациенты с COVID-19.

Российские военные медики проводили комплексную диагностику, собирали анамнез, вырабатывали и предлагали тактику лечения пациентов на основе международных стандар-

тов оказания медицинской помощи. В связи с большим количеством заболевших и связанной с этим высокой нагрузкой на местный медицинский персонал помощь российских специалистов была высоко оценена сербскими коллегами.

По итогам гуманитарной операции президент Республики Сербия Александр Вучич выразил признательность Президенту Российской Федерации Владимиру Путину за оказанную сводным отрядом Министерства обороны Российской Федерации помощь в борьбе с коронавирусной инфекцией. «Мы очень благодарны Российской Федерации за ту помощь, которую она оказывает», – отметил Александр Вучич.

Действия российских военных специалистов в Италии и Сербии продемонстрировали всему миру, что Россия всегда готова оказать помощь иностранным государствам в любой тяжелой ситуации, а также выступает за координацию усилий в борьбе с распространением инфекции COVID-19 и другими глобальными угрозами.

По состоянию на 8 декабря 2020 г. в мире насчитывалось более 67 млн инфицированных вирусом SARS-CoV-2, из которых излечились около 40 млн человек. Количество скончавшихся от коронавирусной инфекции превысило 1,5 млн человек. В России в то же время было зафиксировано 2,5 млн случаев заболевания COVID-19 (рисунок 5). Количество умерших превысило 44 тыс. человек⁹.

⁸ URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1443423> (дата обращения: 10.12.2021).

⁹ URL: <https://tass.ru/infographics/8897> (дата обращения: 10.12.2021).



Рисунок 6 – Вакцина «Спутник V»

В рамках борьбы с пандемией специалисты войск РХБ защиты ВС РФ в 2020 г. ежедневно проводили работы по обеззараживанию объектов и техники во всех регионах страны. В московском гарнизоне сводными подразделениями по дезинфекции было обработано более 36 тыс. единиц техники и более 995 тыс. м² помещений. В военных округах обработано более 70 млн квадратных метров¹⁰.

Специалистами войск РХБ защиты ВС РФ непрерывно решаются задачи по выявлению зараженных COVID-19. В ВС РФ количество ПЦР-лабораторий увеличено более чем в три раза, они проводят до 6 тысяч исследований в сутки. Всего с начала пандемии были проведены исследования более 2,5 млн проб на COVID-19¹¹.

Необходимо отметить огромный вклад военных ученых войск РХБ защиты ВС РФ в разработку вакцины от COVID-19. Благодаря их усилиям вакцина была разработана в самые короткие сроки и была зарегистрирована на территории Российской Федерации. Россия стала первой страной в мире, зарегистрировавшей вакцину от COVID-19 (рисунок 6)¹².

Уже в ноябре 2020 г. началась вакцинация личного состава ВС РФ против новой коронавирусной инфекции. Всего планируется вакцинировать более 400 тыс. военнослужащих.

Оценивая складывающуюся к концу 2020 г. ситуацию по распространению новой коронавирусной инфекции в войсках, Министр обороны Российской Федерации Сергей Шойгу отметил, что санитарно-эпидемиологическая ситуация в ВС РФ полностью контролируется, сформировалась устойчивая тенденция к сни-

жению количества инфицированных военнослужащих по отношению к выздоровевшим¹³.

О ликвидации очага экологического бедствия комбината «Усольехимпром»

Комбинат «Усольехимпром» в Усолье-Сибирском (Иркутская область) работал с 1936 г. и был крупнейшим за Уралом предприятием химической промышленности. С 2017 г. в связи с банкротством находится в конкурсном производстве. Территория комбината стала очагом экологической катастрофы. Сформирован крупный очаг ртутного загрязнения, накоплены емкости с химическими веществами, а корпуса, почва и подземные воды содержат токсичные химикаты и тяжелые металлы. С октября 2018 г. в городе Усолье-Сибирское, где расположена промышленная площадка, введен режим ЧС¹⁴.

В середине июня 2020 года в Усолье-Сибирском случилась экологическая авария – произошла утечка веществ из канализационных очистных сооружений, расположенных на территории бывшего химического предприятия «Усольехимпром». Из-за прорыва дамбы иловые осадки попали в Ангару, после чего специалисты зафиксировали повышенную концентрацию «органики» и минеральных веществ: содержание аммония в воде оказалось выше ПДК в 360 раз, фенолов – в 80 раз, фосфатов – в 500 раз.

Правительство Российской Федерации выделило 434,8 млн рублей на ликвидацию очага загрязнения в 2020 г. Для рекультивации промышленной площадки в августе 2020 г. на место катастрофы прибыли специалисты Росатома, Федерального экологического оператора, Министерства обороны Российской Федерации, МЧС России, Росприроднадзора, которые обследовали территорию и определили план первоочередных мероприятий.

За почти 3 месяца работ военнослужащие обеспечили химическую безопасность перекачки более 100 т токсичных химических веществ из 17 аварийных емкостей, обеспечили проливку водой более 36 тыс. т железобетонных конструкций цеха ртутного электролиза и постановку более 260 водяных завес во время работ по его демонтажу¹⁵. Специалистами 27 НИЦ МО РФ на промышленной площадке было

¹⁰ URL: <http://mil.ru/covid/bulletins.htm> (дата обращения: 10.12.2021).

¹¹ URL: <http://www.52kdc.ru/about/activities/diagnostics/lab/> (дата обращения: 10.12.2021).

¹² URL: https://www.ltv.ru/news/2020-08-11/391173-o_pervoy_v_mire_vaktsine_ot_koronavirusa_sputnik_v_govoril_vladimir_putin_na_soveschanii_s_pravitelstvom (дата обращения: 10.12.2021).

¹³ URL: http://mil.ru/russian_peacekeeping_forces/news/more.htm?id=12339234@egNews (дата обращения: 10.12.2021).

¹⁴ URL: <https://tass.ru/ekonomika/10284175> (дата обращения: 10.12.2021).

¹⁵ URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4435186> (дата обращения: 10.12.2021).



Рисунок 7 – Проведение химического обследования территории комбината «Усольехимпром» специалистами войск РХБ защиты ВС РФ

отобрано более 100 жидких проб и проб грунта для последующего лабораторного исследования (рисунок 7).

Об отравлении Алексея Навального

«Отравление» Алексея Навального было зафиксировано утром 20 августа 2020 г. Навальному стало плохо во время перелета из Томска в Москву. Самолет совершил экстренную посадку в аэропорту Омска. Алексей Навальный в бессознательном состоянии был доставлен в отделение токсикореанимации городской клинической больницы № 1 г. Омска (рисунок 8), где его ввели в искусственную кому и подключили к аппарату искусственной вентиляции легких¹⁶. Два дня спустя его перевезли на лечение в клинику «Шарите» в Берлине. 7 сентября 2020 г. «Шарите» сообщила, что Алексея Навального вывели из искусственной комы и он начал реагировать на речь, а 14 сентября – что он отключен от аппарата ИВЛ и может ненадолго встать с постели. 22 сентября Алексей Навальный был выписан из «Шарите»¹⁷.

Федеральное правительство Германии со ссылкой на исследования, проведенные специализированной Бундесвера, заявило 2 сентября, что «Навальный был отравлен боевым отравляющим веществом из группы «Новичок». Позже стало известно, что «отравление «Новичком», со ссылкой на результаты собственных исследований в лабораториях, сертифицированных Организацией по запрещению химического оружия (ОЗХО), подтвердили Франция и Швеция». Германия заявила, что «использование «Новичка» является грубым нарушением Конвенции о запрещении химического оружия» и обратилась за помощью в ОЗХО, которая провела собственное исследование «биологических



Рисунок 8 – Работа экстренных служб по доставке Алексея Навального в больницу г. Омска

проб Навального» и 6 октября подтвердила выводы германской, французской и шведской лабораторий о наличии в них следов вещества семейства «Новичок». При этом в отчете ОЗХО уточнялось, что «Навального отравили новой разновидностью «Новичка», которая не была включена в список контролируемых химикатов Конвенции о запрещении химического оружия».

Ситуация вокруг Алексея Навального вызвала международный резонанс¹⁸. Внешнеполитическое ведомство Евросоюза 3 сентября выступило с декларацией, в которой от имени всех 27 стран-членов ЕС, а также Норвегии, Исландии, Лихтенштейна, Северной Македонии, Черногории, Грузии и Украины «самым решительным образом осуждалось покушение на Алексея Навального, который был отравлен боевым химическим нервно-паралитическим веществом группы «Новичок», аналогичным тому, которое использовалось при покушении на Сергея и Юлию Скрипаль в Солсбери 4 марта 2018 г.». В декларации отмечалось, что «использование химического оружия при любых обстоятельствах полностью неприемлемо» и является серьезным нарушением международных норм и прав человека. Евросоюз заявил о необходимости сформулировать общий международный ответ России и призвал российское правительство сотрудничать с ОЗХО и «обеспечить беспристрастное международное расследование».

Канцлер ФРГ Ангела Меркель выступила с заявлением, в котором назвала покушение на жизнь Алексея Навального «попыткой заставить его замолчать, преступлением против основных ценностей, за которые мы выступаем». Борис Джонсон, в свою очередь, заявил, что

¹⁶ URL: <https://ngs.ru/text/theme/19438/> (дата обращения: 10.12.2021).

¹⁷ URL: <https://www.svoboda.org/a/30837428.html> (дата обращения: 10.12.2021).

¹⁸ URL: <https://www.rosbalt.ru/world/2020/09/03/1861864.html> (дата обращения: 10.12.2021).



Рисунок 9 – Штаб-квартира ОЗХО

«отравление Навального потрясло мир» и назвал возмутительным «использование Россией химического оружия».

«За использование химического оружия для попытки убийства Алексея Навального» 15 октября Евросоюз ввел санкции против директора ФСБ Александра Бортникова и пяти других высокопоставленных российских чиновников и силовиков, а также против ГосНИИОХТ, который, по их мнению, «занимался разработкой «Новичка»¹⁹. В тот же день о введении аналогичных санкций объявила Великобритания. По данным ЕС, отравление Алексея Навального стало возможно «только с согласия администрации Президента и при участии ФСБ».

Российские власти отрицают все обвинения в свой адрес и ставят под сомнение сам факт умышленного отравления Алексея Навального, ссылаясь на то, что в пробах, отобранных и исследованных в России, никаких отравляющих веществ выявлено не было. В Генпрокуратуре Российской Федерации заявили, что не видят оснований для возбуждения уголовного дела по факту произошедшего, так как нет «каких-либо данных, свидетельствующих о совершении умышленных преступных действий в отношении Навального». МВД России провело несколько доследственных проверок. МИД России назвал отравление Алексея Навального «Новичком» «фантастической, по сути, историей, инициированной с подачи Берлина его евроатлантическими союзниками вкуче с руководством Технического секретариата ОЗХО».

О деятельности ОЗХО

С 30 ноября по 4 декабря работала 25-я сессия Конференции государств-участников Кон-

венции о запрещении химического оружия, ставшая заключительным этапом деятельности ОЗХО в 2020 г.²⁰ (рисунок 9).

В ОЗХО подтвердили уничтожение 98,3 % запасов химического оружия в мире.

Организация по запрещению химического оружия (ОЗХО) подтвердила к настоящему моменту уничтожение в мире 98,3 % запасов химического оружия первой категории. Об этом объявил глава организации Фернандо Ариас, выступая на 25-й Конференции государств – участников ОЗХО. «Проверка уничтожения химического оружия на объектах продолжалась благодаря мерам, которые позволяют обеспечить здоровье и безопасность инспекторов и сотрудников объектов. По состоянию на 31 октября в общей сложности было уничтожено 96303 метрические тонны или 98,3 % объявленного химического оружия первой категории».

Единственным членом ОЗХО, у которого имеются запасы химического оружия, являются США. Его уничтожение в настоящее время продолжается и должно завершиться в 2023 г. Россия завершила ликвидацию своих запасов в 2017 г.

Перед началом 25-й конференции 56 из 193 стран-членов, входящих в Организацию по запрещению химического оружия, осудили якобы имевшее место использование «Новичка» против Алексея Навального²¹.

Было подписано заявление, согласно которому Алексей Навальный пострадал от нервно-паралитического вещества из группы «Новичок». Среди согласившихся с этим утверждением – страны Евросоюза, Соединенные Штаты Америки, Австралия, Канада, Япония, Швейцария, Украина, Грузия, Перу и другие (всего 56 государств). Они считают, что Россия должна незамедлительно раскрыть все обстоятельства использования токсичного химиката против Алексея Навального. В заявлении говорилось, что подписавшие его страны уверены в правильности выводов экспертов ОЗХО о том, что Алексея Навального отравили «Новичком». Они обеспокоены и тем, что вещество использовали в 2018 г. в Великобритании против бывшего офицера ГРУ Сергея Скрипаля и его дочери Юлии.

В заявлении также отмечалось, что использование химического оружия является недопустимым нарушением запрета на применение химического оружия. В связи с этим Россию призвали помочь в расследовании отравления Алексея Навального. Отдельно обра-

¹⁹ URL: <https://www.rbc.ru/politics/15/10/2020/5f8815fd9a794714f1d6e160> (дата обращения: 10.12.2021).

²⁰ Штаб-квартира ОЗХО

²¹ URL: <https://www.opcw.org/resources/documents/conference-states-parties/twenty-fourth-session-conference-states-parties> (дата обращения: 10.12.2021).



Рисунок 10 – Постоянный представитель России в ОЗХО Александр Шульгин в ходе работы Конференции государств-членов ОЗХО

щается внимание на то, что российские власти так и не представили выводы своего расследования. Российская делегация в ОЗХО в связи с этим заявлением обвинила Германию и ее союзников в политическом и санкционном давлении на Россию. Там подчеркнули, что Берлин вместо попыток разобраться затеял «мегафонную» дипломатию.

Налицо факты, показывающие, что не вся деятельность ОЗХО в 2020 г. была конструктивной, политкорректной и полезной для мирового сообщества в вопросах, входящих в компетенцию организации.

В частности, об этом свидетельствует заявление официального представителя МИД России Марии Захаровой 27 ноября о разрушении Западом репутации ОЗХО.

«Запад давно подорвал репутацию Организации по запрещению химического оружия, ее будущее теперь под вопросом», – заявила Захарова. «Подорвана она непрекращающимися скандалами вокруг сфальсифицированных докладов по химическим провокациям в Сирии», – уточнила она. Дипломат подчеркнула, что «это не просто уничтожило ее авторитет», а «в принципе поставило вопрос о ее будущем».

Ученый Леонид Ринк, участвовавший в разработке «Новичка», исключил возможность отравления Алексея Навального «Новичком». Об этом же заявил и главный токсиколог Омской области Александр Сабаев, указав, что врачи омской больницы не обнаружили в организме Алексея Навального следов отравляющих веществ.

При этом Германия «пошла на прямое попрание» Конвенции по запрещению химического оружия, отказавшись взаимодействовать с Россией по инциденту с Алексеем Навальным. Это следовало из заявления российской делега-

ции, приуроченного к открытию 25-й сессии Конференции государств-членов ОЗХО (рисунок 10). «Правительство Германии сразу принялось оказывать активное противодействие проводимой в России доследственной проверке ситуации вокруг Навального, препятствуя установлению истины», – говорилось в заявлении. По словам членов делегации, об отказе от сотрудничества с Москвой говорят, в том числе, игнорирование или «пустые отписки» на пять запросов российской Генпрокуратуры, направленных в соответствии с Европейской конвенцией о взаимной правовой помощи по уголовным делам и двум дополнительным протоколам к ней.

«Как иначе можно квалифицировать нежелание Германии выполнить свои обязательства по статьям VII и IX КЗХО, где четко прописано, что государства-участники должны оказывать друг другу правовое содействие и предпринимать меры для прояснения неясных вопросов путем консультаций и обмена информацией?»

А вот еще факты несовершенства деятельности ОЗХО, требующей коррекции по настоянию некоторых государств-участников, в частности, России:

- *Россия требует положить конец «офисным расследованиям», которые проводит Миссия по установлению фактов применения химического оружия в Сирии (МУФС) без выезда на места инцидентов²². Об этом говорилось в заявлении российской делегации в связи с открытием 25-ой сессии Конференции государств – членов ОЗХО. «Россия неоднократно заявляла о необходимости основательной реформы Миссии по установлению фактов применения химического оружия в Сирии (МУФС). Не устаем повторять требование – положить конец «офисным расследованиям», которые осуществляются без выезда на места инцидентов и самостоятельного отбора проб инспекторами, без соблюдения последовательности действий при обеспечении сохранности вещественных доказательств, а также при опоре на ангажированные НПО, финансируемые противниками Дамаска», – отмечалось в заявлении.*

- *ОЗХО не имеет права назначать «виновных» в химических атаках – позиция России и ряда других государств²³.*

Россия не поддержала проект бюджета Организации по запрещению химического оружия на следующий год. Причиной несогласия российской стороны с проектом бюджета стало то, что расходы на так называемую «неконвенционную деятельность» авторы проекта растворили в различных статьях бюджета.

²² URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/241576046> (дата обращения: 10.12.2021).

²³ URL: <https://rossaprimavera.ru/news/95e5db20> (дата обращения: 10.12.2021).



Рисунок 11 – Эмблема международного военно-технического форума «Армия – 2020»



Рисунок 12 – Экспозиция международного военно-технического форума «Армия-2020»

«Неконвенционная деятельность» – это мероприятия по определению виновных в химических атаках. Таким образом происходит навязывание ОЗХО несвойственных полномочий. Россия же последовательно настаивает на том, чтобы виновных устанавливал лишь СБ ООН.

Напомним, в июне 2018 г. на спецсессии ОЗХО, созванной по инициативе Великобритании, обсуждался вопрос о расширении полномочий организации. Россия, Сирия, Иран и еще целый ряд стран (всего 24 страны) высказались против расширения перечня полномочий. Однако большинством голосов (82 страны высказались «за») британское предложение было принято. Предложение заключается в том, чтобы дать ОЗХО право выносить вердикт о том, кто является виновным в химических атаках. Ранее же эксперты ОЗХО имели право лишь выносить техническое заключение о самом факте применения химического оружия.

О международном военно-техническом форуме «Армия-2020»

С 23 по 29 августа в Конгрессно-выставочном центре «Патриот», на полигоне Алабино, аэродроме Кубинка (Московская область), а также на 66 площадках, расположенных в военных округах и на Северном флоте, были проведены мероприятия Международного военно-технического форума «Армия-2020» (рисунок 11). Отличительной особенностью Форума «Армия-2020»²⁴ стало его совместное проведение с Армейскими международными играми – 2020.

В работе форума приняли участие представители 92 иностранных государств, направивших свои официальные военные делегации, из которых 18 – высокого уровня. Общее количество представителей иностранных военных ведомств составило 320 человек. Национальные выставочные экспозиции представили

шесть иностранных государств: Белоруссия, Бразилия, Индия, Казахстан, Пакистан, Южная Осетия. В рамках статической и динамической программ форума Министерство обороны Российской Федерации представило свыше пяти тысяч образцов вооружения, военной и специальной техники (включая военные округа и Северный флот). Статическая экспозиция – 373 образца (КВЦ «Патриот» – 320; полигон Алабино – 9; аэродром Кубинка – 44). Динамическая экспозиция – 321 образец (аэродром Кубинка – 50; полигон Ашулук – 7; полигон Алабино – 264, а также 18 образцов ВВСТ предприятий промышленности). 1457 предприятий и организаций (в том числе 17 зарубежных) продемонстрировали более 28 тысяч образцов продукции военного и двойного назначения.

Выставочная экспозиция форума была сформирована в павильонах и на открытых площадках Конгрессно-выставочного центра «Патриот», полигона Алабино и аэродрома Кубинка общей площадью свыше 320 тысяч квадратных метров (рисунок 12). В этом году статическая экспозиция Министерства обороны Российской Федерации предусматривала ряд особенностей. На открытой площадке КВЦ «Патриот» развернули выставку новейших и перспективных образцов вооружения. В павильоне D сформировали экспозицию «Инновационная деятельность Минобороны России», где военнослужащие 17 научных рот ВС РФ представили более 60 экспонатов.

В ходе научно-деловой программы форума проведено 186 мероприятий по наиболее актуальным проблемам обеспечения обороны государства, развития международного военного, военно-технического и военно-экономического сотрудничества. Общее количество участников научно-деловой программы превысило 11 тысяч человек. Модераторами ее мероприятий стали известные общественные деятели, веду-

²⁴ URL: <https://www.rusarmyexpo.ru/> (дата обращения: 10.12.2021).



Рисунок 13 – Проведение РХБ разведки в Сирийской Арабской Республике

щие ученые, эксперты и генеральные конструкторы.

Особо следует отметить, что проведенные противоэпидемические мероприятия позволили не допустить завоза и распространения новой коронавирусной инфекции на объекты форума.

О ситуации в Сирийской Арабской Республике

За последние годы ВС РФ многое сделали для стабилизации обстановки в Сирийской Арабской Республике (САР), прекращения широкомасштабных военных операций, разгрома крупнейшего очага терроризма – ИГИЛ²⁵ на Ближнем Востоке. На всей территории Сирии введен режим прекращения боевых действий. Его сторонами стали сирийское правительство и формирования вооруженной оппозиции, сосредоточенные в провинции Идлиб. Роль гарантов соблюдения режима прекращения боевых действий взяли на себя Россия и Турция.

Особая роль в обеспечении безопасности на территории Сирии отводится борьбе с химическими угрозами. В настоящее время сохраняется вероятность проведения террористическими группами террористических актов с использованием особо опасных химических веществ, а также организации постановочных актов применения химического оружия с целью дискредитации сирийского правительства²⁶.

В целях оперативного реагирования на химические угрозы войска РХБ защиты ВС РФ на территории Сирии проводят специальный комплекс мероприятий. Подразделения войск

РХБ защиты ВС РФ ведут постоянный контроль РХБ обстановки на территории Сирии, а также оперативно реагируют на поступающую информацию о фактах террористического применения боевиками токсичных химикатов, осуществляют отбор проб и проведение их лабораторного анализа (рисунок 13).

В целом усилия России в рамках сирийского урегулирования сводятся к следующим главным направлениям: стабилизация ситуации «на земле» и борьба с оставшимися очагами терроризма; оказание всестороннего гуманитарного содействия Сирии; продвижение ведомого и осуществляемого самими сирийцами политического процесса при содействии ООН в соответствии с резолюцией 2254 СБ ООН и решениями Конгресса сирийского национального диалога.

Долгосрочная стабилизация, установление безопасности и укрепление сирийской государственности отвечают общим интересам стран-соседей САР, государств региона и международного сообщества в целом. Чем быстрее страна преодолит последствия разрушительного конфликта, восстановит суверенитет и территориальную целостность, тем более устойчивой она будет к внешним и внутренним вызовам, включая самый опасный из них – терроризм. Успешное разрешение сирийского кризиса может также послужить примером для урегулирования других региональных конфликтов, снизит общий градус международной напряженности.

(По материалам российских и зарубежных СМИ. Фотографии из открытых источников).

**Начальник научно-исследовательского управления 27 НЦ МО РФ,
кандидат технических наук**

**М.П. Шабельников,
Заместитель начальника отдела
27 НЦ МО РФ,**

**кандидат технических наук
А.С. Сипаков,
старший научный сотрудник отдела
27 НЦ МО РФ**

**Д.С. Батинов,
научный сотрудник отдела 27 НЦ МО РФ**

А.А. Болтыкова

²⁵ Движение «Исламское государство» (ИГИЛ) решением Верховного суда РФ от 29 декабря 2014 г. было признано террористической организацией, ее деятельность на территории России запрещена.

²⁶ URL: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/669066> (дата обращения: 10.12.2021).

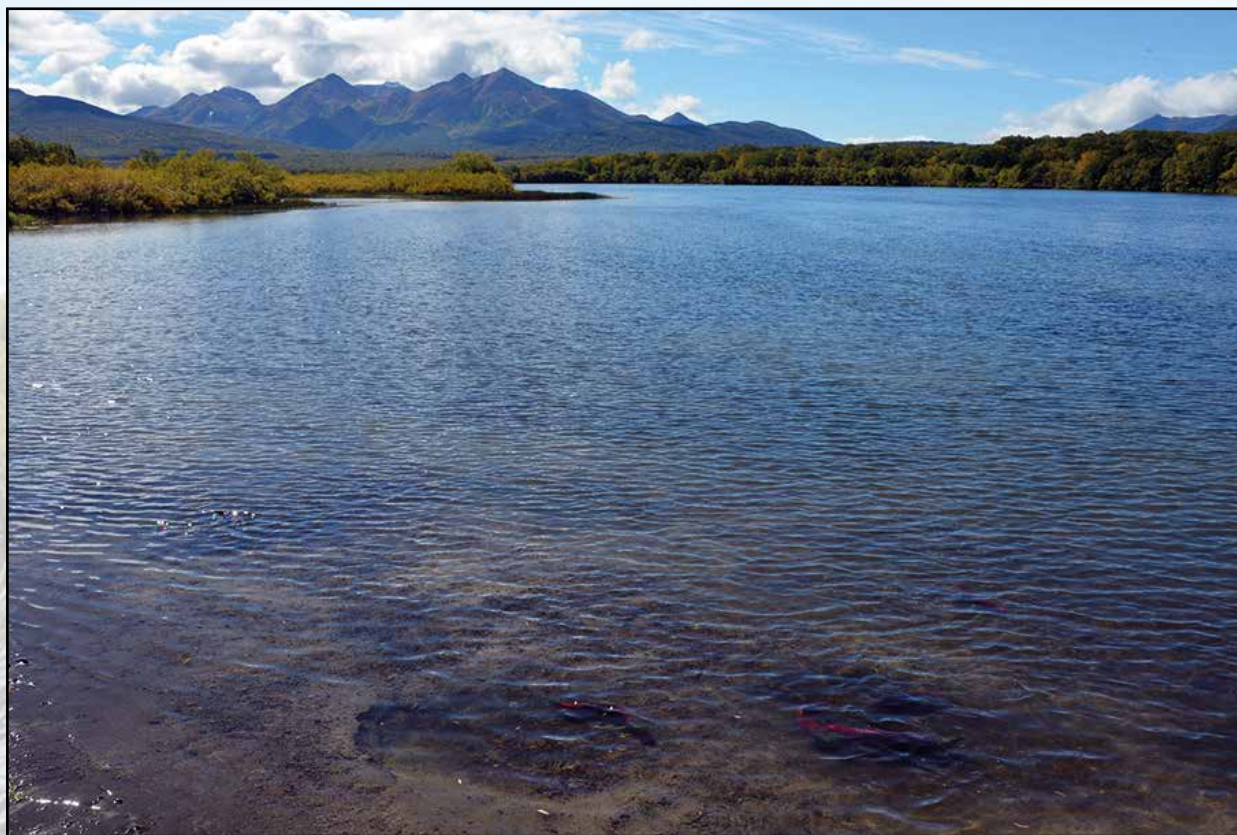
Указатель авторов и статей журнала за 2020 год

Название	Номер журнала	Номера страниц
Редакционная статья		
Обращение главного редактора к читателям	№ 1	3
Редакционная статья	№ 2	103
Не Германии обвинять Россию в применении химического оружия!	№ 3	303–304
Уважаемые товарищи, боевые друзья!	№ 4	403
Проблемы соблюдения Конвенций о запрещении химического и биологического оружия		
Корнеев Д.О., Понсов М.А., Родионов А.А., Петракова Л.В., Рыбальченко И.В. Разработка способа измерения массовой концентрации цианидов в почве с использованием газовой хроматографии и tandemного масс-селективного детектирования. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-1-4-20	№ 1	4–20
Фатеенков В.Н. Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении: история подписания, основные положения. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-104-115	№ 2	104–115
Капашин В.П., Мандыч В.Г., Кармишин А.Ю., Исаев И.Н., Лякин А.С., Коваленко И.В., Назаров В.Д. Оптимизация технологии выполнения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-404-420	№ 4	404–420
Общие вопросы РХБ защиты войск и населения		
Завьялов В.В., Завьялова Н.В., Холстов В.И., Гореленков В.К., Фролов Г.А., Ефременко Е.Н., Лягин И.В. Стратегия разработки современных средств защиты на основе металлоорганических комплексов с заданными свойствами. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-305-337	№ 3	305–337
Биологическая безопасность и защита от биологических угроз		
Сизикова Т.Е., Карулина Н.В., Петров А.А., Лебедев В.Н., Борисевич С.В. Новая опасная эмерджентная коронавирусная инфекция. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-1-21-31	№ 1	21–31
Супотницкий М.В. Новый коронавирус SARS-CoV-2 в аспекте глобальной эпидемиологии коронавирусных инфекций. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-1-32-65	№ 1	32–65
Борисевич С.В., Подкуйко В.Н., Пирожков А.П., Тереньтев А.И., Краснянский В.П., Рождественский Е.В., Назаров С.В., Кузнецов С.Л. Эволюция средств и принципов оспопрививания. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-1-66-85	№ 1	66–85
Борисевич С.В., Сизикова Т.Е., Лебедев В.Н. Пандемия COVID-19: анализ возможных сценариев развития эпидемии заболевания в России. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-116-130	№ 2	116–130
Супотницкий М.В. Пандемия COVID-19 как индикатор «белых пятен» в эпидемиологии и инфекционной патологии. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-338-373	№ 3	338–373
Lakota Ján. Today's Biothreats – Where the Past Predictions Meet the Future. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-421-430	№ 4	421–440
Горшков А.С., Печенкин Д.В., Кузнецовский А.В. Технология CANARY: принципы работы биосенсора, использование для обнаружения возбудителей инфекционных заболеваний. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-431-440	№ 4	431–440
Химическое и биологическое оружие в войнах и конфликтах		
Супотницкий М.В., Шило Н.И., Ковтун В.А. Применение химического оружия в ирано-иракской войне 1980–1988 годов. IV. Ликвидация химического оружия Ирака. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-131-159	№ 2	131–159
Супотницкий М.В. Забытая биологическая война на Корейском полуострове – технические детали. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-441-461	№ 4	441–461
Вооружение и средства войск РХБ защиты		
Чешев Д.Н., Дурнов А.С., Скобликов Г.В., Егорушкин Д.А. Концепция создания автоматизированного информационно-вычислительных проектов программ и планов развития вооружения и средств радиационной, химической и биологической защиты. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-160-167	№ 2	160–167

Васильев А.В., Глухов Ю.А., Кулагин И.Ю., Абаева К.С. Обеспечение эффективного функционирования измерителей мощности дозы на газоразрядных счетчиках в условиях Арктической зоны. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-374-383	№ 3	374–383
Брусенин А.А., Пенязь В.Н., Голышев М.А. Перспективный облик средств индивидуальной защиты военнослужащих Сухопутных войск от поражающих факторов химического и биологического оружия. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-462-469	№ 4	462–469
Повседневная деятельность войск РХБЗ		
Поклонский Д.Л., Матвеев А.В., Россошанская Н.В., Ермилов Н.В., Лазарев И.В., Еремин Г.Г. Участие научно-исследовательских организаций войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации в обеспечении эпидемиологического и эпизоотического благополучия населения ЯНАО по сибирской язве в период 2016–2018 гг. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-168-176	№ 2	168–176
Михайлов В.Г., Шабельников М.П., Терновой А.В., Стяжкин К.К. Первый опыт оперативных групп специальной обработки в условиях распространения COVID-19 в Москве и Московской области. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-384-391	№ 3	384–391
Исторический архив		
Иноземцев В.А., Нельга И.А., Медвецкий И.В., Комиссаренко С.А., Злобин А.В., Третьяков С.В., Шерстюк А.В. История зарубежных исследований отсроченной нейротоксичности, вызванной фосфорорганическими соединениями. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-177-188	№ 2	177–188
Лекции по ключевым вопросам РХБ безопасности		
Лопатина Н.Б., Фролов Д.В. Основные направления развития средств радиационной, химической и биологической разведки зарубежных стран. https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-470-483	№ 4	470–483
Хроника		
Российские специалисты войск РХБ защиты и военные врачи оказывают помощь Италии и Сербии в борьбе со вспышкой коронавирусной инфекции	№ 1	86–88
Главный храм Вооруженных Сил России	№ 2	189
Представители войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации в День памяти и скорби приняли участие в патриотической акции «Свеча памяти»	№ 2	190
Ефим Иванович Смирнов – выдающийся теоретик и организатор советского военного и гражданского здравоохранения (к 115-летию со дня рождения)	№ 2	191–193
Гайнуллина Эра Тазетдиновна. К 90-летию со дня рождения	№ 2	194–195
На смерть схиигумена Отца Петра	№ 2	196–197
Капашин Валерий Петрович (к 70-летию со дня рождения)	№ 3	392–393
Команда российских экипажей химической разведки одержала победу в конкурсе «Безопасная среда» в рамках проведения Армейских международных игр 2020 года	№ 3	394–395
В воинских частях и организациях войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации проходят торжественные мероприятия по освящению иконы святого небесного покровителя войск радиационной, химической и биологической защиты	№ 4	484
Специалисты войск РХБ защиты приняли участие в международной просветительской акции Русского географического общества «Географический диктант-2020»	№ 4	485
Александр Николаевич де Лазари – к 140-летию со дня рождения (12 сентября 1880–23 февраля 1942)	№ 4	486–488
Обзор важных международных событий в области РХБ-безопасности за 2020 год	№ 4	489–497
Рецензия на коллективную монографию		
Рецензия на коллективную монографию «Фосфорорганические нейротоксины» Под ред. чл.-корр. РАН С.Д. Варфоломеева и проф. Е.Н. Ефременко С.В. Петров	№ 3	396–400
Журнал		
Правила направления и опубликования научных статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты»	№ 1	89–97
Порядок и этика рецензирования статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты»	№ 1	98–100
Указатель DOI статей за 2017–2018 гг	№ 2	198

Наша замечательная Россия

Начикинское озеро, центральная Камчатка



Начикинское озеро расположено на высоте 348 м над уровнем моря в долине, образуемой отрогами Восточного хребта. Его длина – 4,9 км, ширина – 2,1 км, максимальная глубина – 36,0 м, средняя глубина – 14,0 м, площадь – около 7,28 км², площадь водосбора – 202 км². Озеро ледникового происхождения, замерзает в середине ноября, вскрывается в начале–середине июня. Облик озера (фотография вверху) сформировался в результате мощных пепловых извержений в 236 г. и 606 г. вулкана Опапы и в 4900 г. до н.э. – вулкана Ксудач. Название дано по названию вытекающей из него реки Начики (сейчас Плотникова), где в XVIII в. стоял острожек тойона Начики. Озеро является крупным нерестилищем лососевых рыб – нерки, кижуча и горбуши. Они поднимаются в озеро из Охотского моря по реке Большой, а затем – по реке Плотникова. В озере начинается их новый жизненный цикл. На верхнем фото самки выметывают икру в вырытые ими нерестовые гнезда, а после оплодотворения засыпают ее галькой. В озере молодь живет 1–3 года, в реках – от нескольких месяцев до 2 лет. Затем, в мае–июне, происходит скат молоди в море. Океанический нагул длится от 1 до 4–5 лет, затем цикл повторяется. На фотографиях нижнего ряда: слева – за рыбой приходят не только медведи; в центре – гибнущая нерка (продолжительность ее жизни на нерестилищах – до трех недель); справа – нерест нерки в Медвежьем ручье (три мишки в это время наблюдали за нами из кустов).

Фотографии М.В. Супотницкого



Сайт журнала



РИНЦ

