



ТЕМА НОМЕРА:

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
И ЗАЩИТА ОТ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ

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

JOURNAL OF NBC
PROTECTION CORPS

ВЕСТНИК ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ

В НОМЕРЕ:

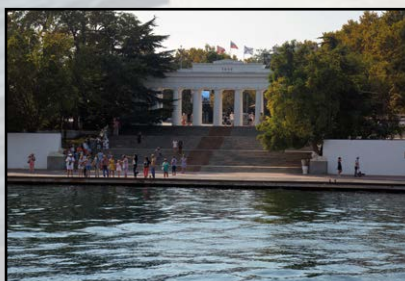
- Запад готовится применить против России и Украины радиологическое оружие
- Бронейбойные снаряды на основе обедненного урана и последствия их применения для окружающей среды и людей
- Лечение лучевых поражений мезенхимальными стволовыми клетками (англ.)

Том 7, № 1
январь-март

2023

Наша замечательная Россия

Памятники боевой славы Севастополя



На территории Севастополя более 2 тыс. памятников разных исторических эпох. Из них периода Крымской войны – 671, Великой Отечественной войны – 394. На верхней фотографии – Константиновская батарея. Расположена на входе в Севастопольскую бухту, в ее северной части. Первую батарею на этом месте возвели в ночь на 15 июня 1778 г. по приказу А.В. Суворова. Оказавшись под угрозой обстрела, находившиеся в бухте турецкие корабли покинули ее. В существующем виде Константиновская батарея была построена в 1834–1840 гг. Она выдержала сильную бомбардировку 5 октября 1854 г., дав достойный отпор англо-французскому флоту, который больше не пытался взять Севастополь с моря. На фотографии нижнего ряда. Слева – Графская пристань. Находится на западном берегу Южной бухты. Построена в 1846 г. по проекту инженер-полковника Джона Уитона как парадный вход в Севастополь со стороны моря. 22 ноября 1853 г. на Графской пристани произошла торжественная встреча севастопольцев с вице-адмиралом П.С. Нахимовым после Синопской победы. В центре – памятник военному инженеру Э.И. Тотлебену, возглавлявшему инженерную оборону Севастополя во время Крымской войны. Установлен на Историческом бульваре Севастополя в 1909 г. Авторы памятника: А.А. Бильдерлинг и И.Н. Шредер. Фотография справа – мемориал у начального участка плавучего моста для сообщения между Северной и Южной сторонами города. Построен в 1855 г. Длина моста – 960 м, ширина – 11 м. Начинался от Николаевской батареи (взорвана) до Михайловской батареи (сегодня музейный комплекс). По нему шло снабжение защитников Севастополя, 8 сентября 1855 г. основная часть гарнизона по этому мосту переправилась на Северную сторону.

Фотографии М.В. Супотницкого



Журнал издается
с 2017 года

ВЕСТНИК ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ

ISSN 2587-5728
(Print)

Том 7, № 1
2023 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, возрождению интереса к их истории и привлечению молодых ученых к работе в научно-исследовательских организациях войск РХБ защиты ВС РФ. «Вестник войск РХБ защиты» – единственный журнал в Российской Федерации, который рассматривает научные проблемы соблюдения конвенций о запрещении химического и биологического оружия, а также историю применения химического и биологического оружия в войнах и конфликтах.

Учредитель и издатель

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

Выходит ежеквартально

Главный редактор

Петров Станислав Вениаминович.

Доктор технических наук. Главный научный сотрудник ФГБУ «27 Научный центр» МО РФ. Москва, Россия

Заместители главного редактора

Супотницкий Михаил Васильевич

Кандидат биологических наук. Старший научный сотрудник. Главный специалист ФГБУ «27 Научный центр» МО РФ. Москва, Россия

Колесников Дмитрий Петрович

Кандидат технических наук, доцент. Заместитель начальника ФГБУ «33 ЦНИИИ» МО РФ. Вольск, Россия

Научные редакторы

Лебединская Елена Владимировна

Кандидат биологических наук. Научный редактор отдела ФГБУ «27 Научный центр» МО РФ. Москва, Россия

Шило Наталья Игоревна

Научный сотрудник отдела ФГБУ «27 Научный центр» МО РФ. Москва, Россия

Дизайн, верстка

Сластилова Л.М.

К публикации принимаются статьи, подготовленные на русском и английском языках, в соответствии с правилами для авторов, размещенным на сайте журнала <https://nbsprot.elpub.ru/jour>

Преимущественно в опубликовании пользуются работы по научным специальностям:

6.2.1. Вооружение и военная техника (технические науки)

6.2.10. Поражающее действие специальных видов оружия, средства и способы защиты (химические науки, технические науки)

5.6. Исторические науки

5.6.1. Отечественная история (п. 8. Военная история России, развитие ее вооруженных сил на различных этапах развития; п. 22. История Великой Отечественной войны; п. 23. Россия в крупнейших международных конфликтах.)

5.6.2. Всеобщая история (п. 17. Мир и война в истории. Военная история, история вооруженных сил.)

Журнал включен в научную электронную библиотеку eLIBRARY.RU и Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Условия оферты для авторов приведены в п. 11 Правил подготовки направления статей в журнал «Вестник войск РХБ защиты» (Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 1. С. 86–95). 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.

Позиция редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.

Редакционная коллегия

Агеев Николай Валентинович

Доктор исторических наук, профессор. Преподаватель кафедры истории войн и военного искусства Военной академии Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации. Москва, Россия

Аминин Дмитрий Львович

Доктор биологических наук, член-корр. РАН. Начальник лаборатории биоиспытаний и механизма действия биологически активных веществ Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН. Владивосток, Россия

Бей Евгений Васильевич

Доктор исторических наук. Заместитель начальника отдела научно-исследовательского института (военной истории) Военной академии Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации. Москва, Россия

Дармов Илья Владимирович

Доктор медицинских наук, профессор. Главный научный сотрудник научно-исследовательского управления филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» МО РФ. Киров, Россия

Ефременко Елена Николаевна

Доктор биологических наук, профессор. Заведующая лабораторией кафедры химической энзимологии химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Москва, Россия

Завьялова Наталья Васильевна

Доктор биологических наук, профессор. Главный научный сотрудник управления ФГБУ «27 Научный центр» МО РФ. Москва, Россия

Кондратьев Владимир Борисович

Доктор технических наук, профессор. Генеральный директор ГНИИ органической химии и технологии. Москва, Россия

Лакота Ян Янович

Доктор медицинских наук. Кандидат медицинских наук (онкология). Старший преподаватель Факультета менеджмента Коменского университета и сотрудник Центра экспериментальной медицины Словацкой академии наук. Братислава, Словакия

Лещенко Андрей Анатольевич.

Доктор технических наук, профессор. Ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» МО РФ. Киров, Россия

Монаков Михаил Сергеевич

Доктор исторических наук. Старший научный сотрудник отдела научно-

исследовательского института (военной истории) Военной академии Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации. Москва, Россия

Нечипуренко Юрий Дмитриевич

Доктор физико-математических наук. Ведущий научный сотрудник лаборатории ДНК-белковых взаимодействий Института молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН. Москва, Россия

Родин Игорь Александрович

Доктор химических наук. Заместитель декана по научно-инновационной работе химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Москва, Россия

Рыбальченко Игорь Владимирович

Доктор химических наук, профессор. Ведущий научный сотрудник отдела ФГБУ «27 Научный центр» МО РФ. Москва, Россия

Холстов Виктор Иванович

Доктор химических наук, профессор. Руководитель Центра аналитических исследований Российской Федерации по конвенциям о запрещении химического и биологического оружия при Минпромторге России. Москва, Россия

Чугунов Евгений Анатольевич

Кандидат исторических наук. Доцент Военной академии РХБ защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко МО РФ. Кострома, Россия

Редакционный совет

Кириллов Игорь Анатольевич (председатель)

Кандидат военных наук. Начальник войск РХБ защиты ВС РФ, Москва, Россия

Кикоть Сергей Григорьевич (заместитель председателя)

Кандидат экономических наук. Заместитель начальника войск РХБ защиты ВС РФ, Москва, Россия

Ковтун Виктор Александрович (заместитель председателя)

Кандидат химических наук, доцент. Начальник ФГБУ «27 Научный центр» МО РФ, Москва, Россия

Иноземцев Валерий Александрович

Доктор военных наук. Начальник ФГБУ «33 ЦНИИИ» МО РФ. Вольск, Россия

Туманов Александр Сергеевич

Кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник. Начальник филиала федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» МО РФ. Киров, Россия

СОДЕРЖАНИЕ

Все рукописи проверяются программой «Антиплагиат»

Тема номера: Радиационная безопасность и защита от ядерного оружия

Редакционная статья

- Запад готовится применить против России и Украины радиологическое оружие
И.А. Кириллов 5

Радиационная безопасность и защита от ядерного оружия

- Бронебойные снаряды на основе обедненного урана и последствия их применения
для окружающей среды и людей
М.В. Супотницкий 6
- Лечение лучевых поражений мезенхимальными стволовыми клетками (англ.)
Ян Лакота 24

Химическое и биологическое оружие в войнах и конфликтах

- Международный терроризм с использованием токсичных химикатов как элемент гибридной войны
Е.Н. Глотов, В.П. Котов, И.А. Лозанов, М.Л. Макаров, О.М. Никитин,
А.М. Флеер, Н.И. Шило 36

Вооружение войск РХБ защиты и средства РХБ защиты ВС РФ

- Аналитическая зависимость вероятности маскировки объектов от плотности и дисперсности аэрозоля
А.А. Брусенин, С.А. Красильников, В.Н. Пенязь,
Д.Н. Буряк, И.В. Артамонов, В.Д. Бурков 53

Лекции по ключевым вопросам РХБ безопасности

- Основные направления развития средств огнеметно-зажигательного вооружения зарубежных стран
В.А. Иноземцев, Н.Б. Лопатина, Л.Б. Долгова, Д.В. Фролов, А.В. Мещеряков 62

Охрана результатов интеллектуальной деятельности войск РХБ защиты ВС РФ

- Типичные ошибки в формуле и описании изобретений, создаваемых
в войсках РХБ защиты ВС РФ
М.В. Супотницкий 73

Исторический архив

- Вклад советских военных ученых в разработку промышленных технологий производства первых отечественных
антибиотиков (пенициллина и стрептомицина)
С.Н. Чигринов, А.В. Миронин, В.Д. Сойбанов, В.В. Тетерин, А.С. Туманов 82

Рецензия

- Биолюминесцентная АТФ-метрия: практические аспекты (рецензия)
М.В. Супотницкий 93

Хроника

- В День российской науки первый заместитель МО РФ Руслан Цаликов вручил Боевое Знамя 27 НЦ МО РФ 95
- В Военной академии РХБ защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко увековечили память
о погибшем на поле боя капитане Дмитрие Чернакове, присвоив его имя одной из лекционных аудиторий 97
- Владимиров Виктор Алексеевич (к 90-летию со дня рождения) 98
- Памяти Ивана Петровича Погорельского 100

Адрес редакции:

27 НЦ МО РФ, 111024, г. Москва, проезд Энтузиастов, д.19.
Тел.: 8 (499) 265-42-90, e-mail: 27nc_1@mil.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: 23.03.2023 г. Тираж 500 экз. Цена свободная.

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@cniihm.ru



Published since
2017

JOURNAL OF NBC PROTECTION CORPS

ISSN 2587–5728
(Print)
Vol. 7 No 1
2023

«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. «Journal of NBC Protection Corps» is the only journal in the Russian Federation that examines the scientific problems of compliance with the conventions on the prohibition of chemical and biological weapons, as well as the history of the use of chemical and biological weapons in wars and conflicts.

Founder and Publisher

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

Quarterly Edition

Editor-in-Chief

Stanislav Veniaminovich Petrov
Doctor of Technical Sciences. Leading Researcher of the «27 Scientific Centre»,
Ministry of Defense of the Russian Federation (MD RF). Moscow, Russia

Deputy Editor-in-Chief

Mikhail Vasilievich Supotnitskiy
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher. Chief Specialist of the
«27 Scientific Institute», MD RF, Moscow, Russia

Dmitry Petrovich Kolesnikov
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Deputy Head of the
«33 Central Research Test Centre», MD RF, Volsk, Russia

Science Editors

Elena Vladimirovna Lebedinskaya
Candidate of Biological Sciences. Researcher at the Department of the
«27 Scientific Centre», MD RF, Moscow, Russia

Natalya Igorevna Shilo
Researcher at the Department of the «27 Scientific Centre», MD RF, Moscow,
Russia

CRC preparation:

Slavilova L.M.

Editorial Board

Nikolay Valentinovich Ageyev
Doctor of Historical Sciences, Professor. Lecturer of the Subdepartment of History
of Wars and Military Art of the Military Academy of the RF Armed Forces' General
Staff, Moscow, Russia

Dmitry Lvovich Aminin
Doctor of Biological Sciences. Corresponding Member of the Russian Academy
of Sciences. Head of the Laboratory of Biotechnology and the Mechanism of Action
of Biologically Active Substances. Institute of Bioorganic Chemistry, Far Eastern
Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Yevgeny Vasilyevich Bey
Doctor of Historical Sciences, Deputy Head of the Department at the Military
History Research Institute of the Military Academy of the RF Armed Forces'
General Staff, Moscow, Russia

Ilya Vladimirovich Darmov
Doctor of Medical Sciences. Professor. Chief Research Associate of the Research
Department. Branch of the «48 Central Scientific Research Institute», MD RF,
Kirov, Russia

Elena Nikolaevna Efremenko
Doctor of Biological Sciences, Professor. Head of the Laboratory, Department of
Chemical Enzymology, Faculty of Chemistry, Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russia

Natalia Vasilevna Zavyalova
Doctor of Biological Sciences, Professor. Chief Researcher of the Department of
the «27 Scientific Centre», MD RF, Moscow, Russia

Vladimir Borisovich Kondratiev
Doctor of Technical Sciences, Professor. General Director of the State Research
Institute of Organic Chemistry and Technology, Moscow, Russia

Lakota Ján
Senior Lecturer, Faculty of Management, Comenius University and fellow at
the Center of experimental medicine SAS. MUDr., (MD), CSc. (PhD). Bratislava,
Slovakia

Andrey Anatolyevich Leshchenko
Doctor of Technical Sciences, Professor. Leading Researcher of the Scientific
and Research Department. Branch Office of the «48 Central Scientific Research
Institute», MD RF, Kirov, Russia

Monakov Mikhail Sergeevich
Doctor of Historical Sciences, Senior Researcher of the Department at the Military

Articles in Russian and English are accepted for publication, prepared in accordance
with the rules for authors posted on the journal's website <https://nbsprot.elpub.ru/jour>

Papers in scientific specialties

6.2.1 Armament and Military Equipment (Technical Sciences)

6.2.10. Damage Effects of Special Types of Weapons, Means and Methods of
Protection (Technical Sciences, Chemical Sciences).

5.6 Historical Sciences:

5.6.1 Russian History (p. 8. Military history of Russia, the development of its Armed
Forces at various stages of development; p. 22. History of the Great Patriotic War;
p. 23. Russia in the main international conflicts).

5.6.2. World History (p. 17. War and peace in history. Military history, history of the
Armed Forces)

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. 2022. V. 6, No 1. P. 86–95).

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 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.

History Research Institute of the Military Academy of the RF Armed Forces'
General Staff, Moscow, Russia

Yuri Dmitrievich Nechipurenko
Doctor of Physical and Mathematical Sciences. Chief Researcher, Laboratory of
DNA-Protein Interactions, Engelhardt Institute of Molecular Biology of Russian
Academy of Sciences, Moscow, Russia

Igor Aleksandrovich Rodin
Doctor of Chemical Sciences. Deputy Dean of the Faculty of Chemistry,
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Igor Vladimirovich Rybalchenko
Doctor of Chemical Sciences. Professor. Leading Researcher of the Department of
«27 Scientific Center», MD RF, Moscow, Russia

Viktor Ivanovich Kholstov
Doctor of Chemical Sciences. Professor. Head of the Russian Center for Analytical
Research on Conventions on the Prohibition of Chemical and Biological Weapons
under the Ministry of Industry and Trade of Russia, Moscow, Russia

Yevgeniy Anatolyevich Chugunov
Candidate of Historical Sciences. Associate Professor. Marshal of the Soviet Union
S.K. Tymoshenko Military Academy of NBC Protection, MD RF, Kostroma, Russia

Editorial Council

Igor Anatolyevich Kirillov (Chairman)
Candidate of Military Sciences. Head of the Radiation, Chemical and Biological
Protection Troops of the Armed Forces of the Russian Federation, Moscow, Russia

Sergey Grigoryevich Kikot (Vice-Chairman)
Candidate of Economic Sciences. Deputy CHead of the Radiation, Chemical and
Biological Protection Troops of the Armed Forces of the Russian Federation for
Armaments and Research, Moscow, Russia

Viktor Aleksandrovich Kovtun (deputy chairman)
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor. Head of the «27 Scientific
Center», MD RF, Moscow, Russia

Valery Aleksandrovich Inozemtsev
Doctor of Military Sciences. Head of the «33 Central Scientific Research Test
Institute», MD RF, Volsk, Russia

Alexander Sergeevich Tumanov
Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher. Head of the Branch of the
«48 Central Scientific Research Institute», MD RF, Kirov, Russia

Theme of the Issue: Radiation Safety and Protection from Nuclear Weapons

Editorial

- West Is Preparing to Use Radiological Weapons against Russia and Ukraine
I.A. Kirillov 5

Radiation Safety and Protection from Nuclear Weapons

- Armor Piercing Projectiles Based on Depleted Uranium and the Consequences of Their Use for the Environment and People
M.V. Supotnitskiy 6
- Treatment of Radiation Lesions with Mesenchymal Stem Cells
Ján Lakota 24

Chemical and Biological Weapons in Wars and Conflicts

- International Terrorism Using Toxic Chemicals as an Element of Hybrid Warfare
E.N. Glotov, V.P. Kotov, I.A. Lozanov, M.L. Makarov, O.M. Nikitin, A.M. Fleyer, N.I. Shilo 36

Biological Security and Protection against Biological Threats

- Forecasting of the Situation in Emergency Situations of a Biological Nature
A.V. Kryuchkov, D.M. Petrushin, M.B. Smirnov, A.O. Matyukh 53

Weapons and Means of NBC Protection Troops

- Analytical Dependence of the Probability of Masking Objects on the Density and Dispersion of the Aerosol
A.A. Brusenin, S.A. Krasilnikov, V.N. Penyaz, D.N. Buryak, I.V. Artamonov, V.D. Burkov 62

Key Issues of NBC Security. Lectures

- The Principal Trends of the Development of Flamethrower-incendiary Armament of Foreign Countries
V.A. Inozemtsev, N.B. Lopatina, L.B. Dolgova, D.V. Frolov, A.V. Meshcheryakov 73

Protection of Results of Intellectual Activity in the Russian NBC Protection Troops

- Typical Mistakes in Claims and Specifications of the Inventions in the NBC Protection Troops
M.V. Supotnitskiy 82

Historical Archive

- The Contribution of Soviet Military Scientists to the Development of Industrial Technologies for the Production of the First Domestic Antibiotics (Penicillin and Streptomycin)
S.N. Chigrinov, A.V. Mironin, V.D. Soybanov, V.V. Teterin, A.S. Tumanov 87

Review

- Bioluminescent ATP-metry: Practical Aspects
M.V. Supotnitskiy 93

Chronicle

- On the Day of Russian Science, the First Deputy of the Ministry of Defence of the Russian Federation Ruslan Tsalikov Presented the Battle Flag of the «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. 95
- Memory of Captain Dmitry Chernakov, who Died on the Battlefield, is Immortalized in the Military Academy of the NBC Protection named after Marshal of the Soviet Union S.K. Tymoshenko 97
- Viktor Alekseevich Vladimirov (90th Birth Anniversary) 98
- In Memory of Ivan Petrovich Pogorelsky 100

Address of the Editorial Office:

Federal State Budgetary Establishment
«27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19, Moscow, 111024, Russian Federation.
Tel.: 8 (495) 693-44-48, e-mail: 27nc_1@mail.ru.

The publication data for the journal is 23.03.2023.
Publication is registered by the Federal
Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.
Certification of the Mass Media
ПМ № ФС 77-69472, April 25, 2017.

All rights reserved. Links to the journal are obligatory while citing.

The publication data for the journal is 23 March 2023.
Circulation: 500 copies. Free price.
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



Запад готовится применить против России и Украины радиологическое оружие

В конце марта 2023 г. заместитель министра обороны Великобритании Аннабель Голди заявила в Палате лордов британского парламента, что Великобритания передаст Украине к танкам «Челенджер-2» бронебойные подкалиберные снаряды с сердечниками из обедненного урана (depleted uranium, DU). Особую циничность ее заявлению придает тот факт, что оно сделано практически накануне очередной годовщины бомбардировок НАТО в Югославии – 24 марта 1999 г., когда началась операция альянса под названием «Ангел милосердия».

Бронебойные подкалиберные боеприпасы – это артиллерийские снаряды, диаметр активной части которых меньше калибра орудия. Они применяются для стрельбы по танкам и другим бронеобъектам, как правило, на дальностях прямого выстрела. DU – другое название металла, основу которого составляют более 90 % изотопов урана-238 и менее 1 % урана-235.

Использование DU в бронебойных боеприпасах связано с его высокой плотностью, обеспечивающей мощное бронепробивное действие, и пирофорностью, проявляющей себя заброневым эффектом. В результате удара боеприпаса с сердечником из DU происходит образование подвижного горячего облака мелкодисперсного аэрозоля урана-238 и его оксидов. При воздействии на организм в дальнейшем они могут спровоцировать развитие серьезных патологий. Основная радиационная опасность от DU возникает в случае его попадания в организм в виде мелкодисперсного аэрозоля.

Использование боеприпасов, содержащих DU, не имеет преимуществ по сравнению с вольфрамовыми боеприпасами в условиях современной войны. Есть и другие эффективные противотанковые средства. Однако НАТО предпочитает боеприпасы с сердечниками из DU. Причины нам понятны – отдаленные последствия их применения для проживающего на этих территориях населения.

Так, на территории Ирака и в странах бывшей Югославии отмечается увеличение количества онкологических заболеваний на 25 %. Жертвами DU становятся также и сами военнослужащие НАТО. В докладе главного воен-

но-медицинского инспектора Италии (2016 г.) сообщается, что у 4095 военнослужащих национальных ВС, задействованных на Балканах (1994–1999 гг.) и в Ираке (2003 г.) в районах, где силами альянса применялись боеприпасы с DU, впоследствии были выявлены злокачественные опухоли. В 8 % случаев для этих молодых людей (330 чел.) онкологические заболевания завершились летальным исходом.

В опубликованном в 2002 г. в Женеве докладе группы экспертов, проводивших под эгидой ООН исследования в местах натовских ударов, отмечено, что экспертов «удивил» факт присутствия в воздухе, по прошествии более двух лет после бомбардировок, частиц DU. Удивились? А ведь в докладе Института экологической политики армии США, представленном Конгрессу в 1994 г., отмечено, что «технологий снижения токсичности обедненного урана не существует... Очистка районов применения боеприпасов с обедненным ураном крайне затруднена». Потому не надо удивляться так быстро, все еще впереди. Нерастворимые частицы оксидов урана годами будут перемещаться воздушными потоками по Европе, не признавая государственных границ.

Кроме того, оставаясь в почве, растворимые соединения урана десятилетиями сохраняют опасность негативного воздействия на людей, животных и сельскохозяйственные культуры.

Таким образом, после применения снарядов с DU значительные посевные площади на территории Украины и России будут заражены, а через автотранспорт радиоактивные вещества будут разнесены на остальную территорию. И помимо заражения собственного населения, это нанесет колоссальный экономический ущерб агропромышленному комплексу обеих стран, прежде всего растениеводству и животноводству, «обрушив» любой экспорт сельскохозяйственной продукции на многие десятилетия. Раз это знают в НАТО – значит, они делают это преднамеренно. По сути, против России и Украины ведется необъявленная ядерная война с применением радиологического оружия. В России это понимают, а на Украине?

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

И.А. Кириллов



Бронебойные снаряды на основе обедненного урана и последствия их применения для окружающей среды и людей

М.В. Супотницкий

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19
e-mail: 27nc_1@mil.ru

Поступила 22.02.2023 г. Принята к публикации 27.03.2023 г.

Поставки коллективным Западом вооруженным силам Украины бронебойных снарядов с сердечниками (пенетраторами) из обедненного урана (depleted uranium, DU) меняют ситуацию в зоне специальной военной операции (СВО). В боевые действия вводится новый поражающий фактор – уран-238 (^{238}U), один из самых долгоживущих природных радиоактивных изотопов урана. Цель обзора – выявить признаки и последствия применения бронебойных снарядов на основе обедненного урана. Материалы и методы исследования. Анализировались источники, доступные через базы данных PubMed, Google Scholar и Российской электронной библиотеки. Результаты исследования. НАТО использует DU в снарядах калибров 20, 25, 30, 105, 120 и 140 мм. Сердечники изготавливаются из рециклированного DU, являющегося отходом производства ядерного оружия. За счет техногенных изотопов он более радиоактивен, чем DU из природного урана. При попадании такого снаряда в бронееквивалент образуется большое количество респираторной радиоактивной и токсичной пыли окислов урана черного цвета, мелких осколков и фрагментов пенетратора, остающихся в бронетехнике и вокруг нее. Один 120-мм снаряд образует примерно 950 г токсичной радиоактивной пыли. Почти 99 % внутренней дозы, полученной военнослужащим, придется на альфа-частицы, наиболее опасные для здоровья. Не попавшие в цель снаряды углубляются в почву, их пенетраторы десятилетиями подвергаются коррозии, выделяя в подземные источники воды растворимые соединения урана. На территориях, где применялись снаряды с DU, наблюдаются массовые заболевания «неясной этиологии» среди военнослужащих и мирного населения, снижающие продолжительность их жизни и фертильность. Обсуждение результатов и выводы. Утверждения, что DU безопасен и малорадиоактивен, являются дезинформацией. Первые признаки применения снарядов с DU, которые можно установить на поле боя: круглые отверстия в броне танков и наличие вокруг них и в самом танке твердой черной пыли. При пожарах на складах таких снарядов, из-за других условий окисления, образуется рассыпающаяся пыль желтого цвета. При исследовании пыли DU необходимо обратить внимание на наличие повышенных концентраций ^{236}U . Факт поражения DU военнослужащего можно подтвердить по наличию урана в его моче. Применение снарядов с DU на территории Российской Федерации по своим последствиям для людей и природы – это применение радиологического оружия, замаскированная форма ведения ядерной войны. И к ней необходимо относиться соответствующим образом.

Ключевые слова: аэрозоль; боеприпасы с обедненным ураном; коррозия; обедненный уран; пенетратор; противотанковый снаряд; радиотоксичность; урановый сердечник; хемотоксичность; U-234; U-235; U-238.

Библиографическое описание: Супотницкий М.В. Бронебойные снаряды на основе обедненного урана и последствия их применения для окружающей среды и людей // Вестник войск РХБ защиты. 2023. Т. 7. № 1. С. 6–23. EDN: rhsvza. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-6-23>

К настоящему времени стало очевидно, что коллективный Запад поставил вооруженным силам Украины бронебойные снаряды с сердечниками¹ из обедненного урана (depleted

uranium, DU). Тем самым Запад демонстрирует миру и России, что для него нет предела в эскалации российско-украинского конфликта. Одновременно меняются и военная ситуация,

¹ В западной научной литературе такие сердечники кинетических снарядов называют пенетраторами (англ. penetrator – тот, кто вторгается).

и ситуация «после войны». Помимо более эффективных противотанковых боеприпасов, в зоне специальной военной операции (СВО) появляется новый поражающий фактор – уран-238 (^{238}U), один из самых долгоживущих природных радиоактивных изотопов урана. После попадания в броню танка или другой бронированной машины, он начинает самостоятельное существование в окружающей человека среде в виде радиоактивных фрагментов уранового сердечника и мелкодисперсных токсичных аэрозолей и радиоактивной пыли.

Цель работы – выявить признаки и последствия применения бронебойных снарядов на основе обедненного урана.

Для достижения данной цели был проведен анализ доступной информации по истории создания и применения кинетических боеприпасов, использующих пенетраторы на основе DU. Исследовались особенности и номенклатура таких снарядов, характерные признаки их применения, токсические и радиотоксические свойства DU, вызываемая патология у людей и особенности нахождения DU в окружающей среде.

Материалы и методы

Анализировались источники, доступные через базы данных PubMed, Google Scholar и Российской электронной библиотеки. Для первого поиска публикаций в англоязычных ресурсах применялись следующие условия поиска и логические операторы: «corrosion of depleted uranium»; «depleted uranium munitions»; «depleted uranium aerosols»; «depleted uranium or radiation dose or pyrophoricity». После просмотра аннотаций из выборки удаляли нерелевантные статьи. На первом этапе работы отобрано 43 обзорных статьи; на втором – отбор источников проводили ручным поиском по ссылкам, приведенным в обзорных работах. Отбирали и анализировали информацию, необходимую для достижения цели исследования. Анализ информации проводили от общего к частному. Источники, выявленные в неиндексируемых изданиях, в «Список источников» не вносили, а указывали в сносках на соответствующих страницах текста статьи.

Общие сведения об обедненном уране.

Уран – природный металлический элемент, токсичный и слаборадиоактивный. Он повсеместно распространен в природной среде со средней концентрацией 3 мг/кг в земной коре и 3,0 мкг/л – в морской воде [1]. Природный уран (U) представляет собой смесь трех радио-

активных изотопов ^{234}U , ^{235}U и ^{238}U (0,0054, 0,72 и 99,27 % соответственно). ^{235}U – делящийся изотоп, это свойство используется в ядерных реакторах (тепловыделяющие элементы) и ядерном оружии. Изотопы U распадаются с испусканием альфа-, бета- и гамма-лучей, проявляя как хемотоксичность, так и радиотоксичность у людей и животных [2].

В организме человека содержится в среднем 0,09 г урана. Он распределен так: примерно 66 % – в скелете, 16 % – в печени, 8 % – в почках и 10 % – в других тканях [3].

Уран природного изотопного состава используется в качестве топлива только в тяжеловодных реакторах. Для большинства реакторов требуется обогащение изотопа ^{235}U от 0,72 до 3–5 % по массе; это достигается с помощью разности масс изотопа посредством газового центрифугирования [4].

Уран с содержанием ^{235}U более 85 % называется оружейным ураном, с содержанием более 20 % и менее 85 % – ураном, годным к оружейному применению. В настоящее время бомбы из урана, по-видимому, нигде не производятся (плутоний вытеснил уран из ядерного оружия), но перспективы ^{235}U сохраняются благодаря простоте пушечной схемы урановой бомбы² и возможности расширенного производства таких бомб при неожиданно возникшей необходимости [3, 5].

DU является отходом, главным образом, производства ядерного оружия. После извлечения ^{235}U из природного U, оставшийся материал носит название «обедненный уран», так как он «обеднен» изотопами ^{235}U и ^{234}U (т.е. примерно 0,0006 % – ^{234}U , 0,2 % – ^{235}U и 99,8 % – ^{238}U). Его изотопный состав варьируется в зависимости от того, как он был получен. При производстве 1 кг обогащенного уранового топлива с содержанием ^{235}U 3 % образуется около 5 кг отходов в виде DU. Также DU может быть получен путем переработки отработанного топлива ядерного реактора [4, 6, 8]. На 2014 г. его мировые запасы составляли около 1,5 млн т [9].

Почти половина излучения урана приходится на изотоп ^{234}U . Уменьшенное содержание ^{234}U (порядка 0,001 %) в DU снижает его радиоактивность почти вдвое по сравнению с природным ураном, при этом уменьшение содержания ^{235}U практически не сказывается на радиоактивности DU. DU излучает на 15 % меньше гамма-излучения, чем природный U. Бета-излучение DU почти идентично природному U. Радиоактивность природного урана

² Суть пушечной схемы заключается в выстреливании зарядом пороха одного блока делящегося материала докритической массы («пулей») в другой – неподвижный («мишень»). Блоки рассчитаны так, что при соединении с некоторой расчетной скоростью их общая масса становится надкритической раньше, чем блоки испарятся. Классическим примером пушечной схемы является бомба «Малыш» («Little Boy»), сброшенная на Хиросиму 6 августа 1945 г. [3].

составляет примерно 25,40 мБк/мкг³, а DU – 14,80 мБк/мкг. Таким образом, удельная активность DU, а также его радиотоксичность, составляют около 60 % радиоактивности и радиотоксичности природного урана [6, 7, 10]. Но это верно, если считать по альфа-излучению, а если учитывать радиоактивность бета- и гамма-излучений, производимых дочерними изотопами DU или продуктами распада, такими как торий-234 и протактиний-234, то радиоактивность DU составляет 75 % от природного U, что не так уж и мало [4]. Даже если считать радиоактивность DU низкой, она все же присутствует и полностью игнорировать радиационные риски от DU неблагоразумно [11].

Химическая токсичность DU такая же, как у природного U, поскольку она не зависит от изотопного состава U. При более низких концентрациях, таких как 0,2 %, токсический эффект DU, в основном, обусловлен химическими, а не радиационными эффектами [7, 12, 13]. Химическая токсичность преобладает над радиационной у растворимых соединений урана, например, уранила⁴ [14, 15].

U и DU могут существовать во многих химических формах [3–5, 14]:

Оксиды урана⁵ – U_3O_8 , UO_2 и UO_3 – твердые вещества, относительно стабильные в широком диапазоне условий окружающей среды, с низкой растворимостью в воде и в тканях организма человека. U_3O_8 – наиболее стабильная форма U и наиболее часто встречается в природе. Диоксид урана UO_2 – твердый керамический материал (англ. solid ceramic material). Представляет собой форму уранового топлива, обычно используемого в легководных реакторах, тяжеловодных реакторах и реакторах-размножителях на быстрых нейтронах. При комнатной температуре UO_2 постепенно превращается в октаоксид триурана (U_3O_8) – наиболее кинетически и термодинамически

стабильную форму U. Плотность его частиц составляет 8,3 г/см³.

Гексафторид урана (Uranium hexafluoride, UF_6) – нестабильное соединение шестивалентного урана и фтора. При нормальных условиях он пребывает в твердом состоянии (в 1,7 раза выше плотности свинца) и принимает разные формы – от частиц наподобие каменной соли до сплошной твердой массы. UF_6 может быть твердым, жидким или газообразным в диапазоне температур и давлений. Быстро реагирует с водой или водяным паром, образуя высококоррозионный фтороводород (HF) и фторид уранила (UO_2F_2).

Уран *металлический* – серебристо-белый, податливый и пластичный металл, не так стабилен, как оксид урана, и будет подвергаться поверхностному окислению. Он тускнеет на воздухе, а оксидная пленка предотвращает окисление основного материала при комнатной температуре. Порошок или стружка металлического урана самовозгораются на воздухе при температуре окружающей среды.

Почти для всех практических целей DU и U можно рассматривать как одно и то же вещество [5].

Для атомной энергетики DU – бесполезный продукт с низкой экономической ценностью. Но такие его свойства, как очень высокая плотность – 19,3 г/см³ (карбид вольфрама – 17 г/см³; свинец – 11,3 г/см³; сталь – 7,9 г/см³), делают его полезным в гражданской сфере, например, в противовесах для самолетов, в легированных специальных сталях, в качестве катализаторов в нефтяной и газовой промышленности, в качестве грузил для нефтяных скважин и для радиационной защиты⁶. Часть российского DU использовалась для разбавления российского оружейного урана (~90 % ²³⁵U) до урана реакторного качества (~5 % ²³⁵U), предназначенного для АЭС США⁷. Военное применение DU находит, в основном, в пенетрирующих боеприпасах и

³ Беккерель (русское обозначение: Бк; международное: Bq) – единица измерения активности радиоактивного источника в Международной системе единиц (СИ). Один Бк определяется как активность источника, в котором за одну секунду происходит в среднем один радиоактивный распад. Бк – маленькая единица измерения, на практике обычно используются кратные единицы, образованные с помощью десятичных приставок. Для измерения удельной (массовой), объемной и поверхностной активности используются, соответственно, единицы: Бк/кг, Бк/м³, Бк/м².

⁴ Уранил – комплексобразующий ион в степени окисления 6+ – $(UO_2)^{+2}$. Соли, содержащие ионы уранила, активно реагируют с различными биологическими молекулами. Более подробно см. в работе С.В. Гудкова с соавт. [15].

⁵ Все соединения урана являются ядами общетоксического и радиотоксического действия. В России соединениям урана присвоен первый класс опасности.

⁶ Подробный обзор использования обедненного урана в гражданских целях представлен М. Betti [16].

⁷ В рамках сделки 1993 г. «Гор–Черномырдин». См. URL: <https://aftershock.news/?q=node/102920&full> (дата обращения: 01.02.2023).

в качестве защитной брони для танков Абрамс M1A1 и M1A2 – лобовая проекция башни [1, 9].

Интересующее нас применение DU – сердечники для бронебойных снарядов⁸. При определенном сплаве с другими металлами и термической обработке (сплавление с 2 % молибдена или 0,75 % титана⁹, быстрая закалка разогретого до 850 °С металла в воде или масле, дальнейшее выдерживание при 450 °С 5 ч), металлический уран становится тверже и прочнее стали (прочность на разрыв >1600 МПа)¹⁰. В сочетании с большой плотностью, это делает закаленный уран чрезвычайно эффективным для пробивания брони, аналогичным по эффективности существенно более дорогому монокристаллическому вольфраму [3].

Существуют два типа DU в зависимости от его источника, то есть от переработки или от добытой урановой руды. DU, используемый вооруженными силами США, содержит техногенный изотоп ²³⁶U (в концентрации 0,0003 %), которого нет в природном (т.е. добытом) уране¹¹. Этот техногенный изотоп возникает только в ядерных реакторах, и его присутствие указывает, что использованная партия DU содержала некоторое количество урана из отходов переработки отработанного ядерного топлива. В таких боеприпасах с DU обнаруживаются ⁹⁹Tc (технеций), ²³⁷Np (нептуний), ²³⁸Pu, ²³⁹Pu, ²⁴⁰Pu (изотопы плутония) и ²⁴¹Am (изотоп америция). DU из уранового топлива более радиоактивен, чем DU, полученный из природного урана. Другие примеси в DU (например, Ti, Zr, Al и Cu) вводятся в процессе его производства [5, 19, 20].

Типы боеприпасов с обедненным ураном.

Работы по использованию урана в кинети-

ческих бронебойных боеприпасах начались в Германии перед Второй мировой войной с создания снарядов на основе сердечников, состоящих из сплава стали с присадкой урана¹². Это серьезно ограничило работы по созданию атомной бомбы. Когда атомщикам в 1939 г. для экспериментов потребовался оксид урана, то оказалось, что он почти весь уже закуплен армейским департаментом, предполагавшим выпускать бронебойные снаряды [21].

Летом 1943 г. Португалия, по настоянию союзников, прекратила экспорт вольфрама в Германию¹³. Его нехватку для производства сердечников бронебойных снарядов из вольфрамовых сплавов немецкие оружейники стали восполнять стальными сплавами с присадками урана. Альберт Шпеер (нем. Albert Speer; 1905–1981), рейхсминистр вооружения и военного производства Германии, в конце 1943 г. был вынужден передать 1,2 тыс. т оксида урана на военные заводы Круппа, что фактически означало отказ от реализации программы создания атомной бомбы [22].

Одной из причин, по которой DU начали использовать в снарядах, стала его цена. Он практически ничего не стоил, но при этом имел высокую плотность, сравнимую с вольфрамом. Важными свойствами сплавов на основе DU оказались следующие:

способность к самозатачиванию при ударе о броню танка при скоростях до 1600 м/с, вольфрамовые сердечники на таких скоростях расплющиваются;

способность к самовоспламенению образующихся при таком ударе фрагментов (пирофорность)¹⁴, обеспечивающая повышенное забронеовое действие по сравнению со снаря-

⁸ Противотанковые снаряды – не единственные пенетрирующие боеприпасы. Вооруженные силы США используют корпус из обедненного урана для термоядерного боеприпаса W61-11, предназначенного для разрушения бункеров. Бомба принята на вооружение в 1997 г. К моменту ее столкновения с землей она может набрать скорость до 610 м/с и углубиться в сухой грунт средней плотности на глубину до 6 м. Этого вполне достаточно для того, чтобы основная часть выделившейся при взрыве энергии (до 90 %) ушла в сейсмическую волну [12].

⁹ В боеприпасах НАТО для улучшения прочности DU, его коррозионной стойкости и обрабатываемости (пластичности) используется около 0,75 % титана – сплав DU-Ti [17], в российских – сплав УПЦ (уран-цинк-никель) [18].

¹⁰ Паскаль (Па) – единица измерения давления (механического напряжения) в Международной системе единиц (СИ). На практике применяют приближенные значения: 2 атм = 0,2 МПа и 2 МПа = 20 атм.

¹¹ Такой DU также содержит небольшое количество продуктов деления ²³⁵U и трансурановых элементов [19].

¹² Присадки (в металлургии) – материалы, вводимые в жидкий металл с целью изменения состава и свойств металла. В данном случае преследовалась цель повышения ударной вязкости и прочности бронебойного снаряда.

¹³ Немецкие запасы вольфрама иссякли еще в 1940 г. За него Германия платила золотом. Более подробно о поставках вольфрама из Португалии в Германию во время Второй мировой войны см. в работе А.М. Хазанова [23].

¹⁴ Пирофорность – способность твердого материала в мелкодробленном состоянии к самовоспламенению на воздухе при определенных условиях (размер частиц, их геометрия, площадь поверхности, концентрация, температура окружающей среды, теплопроводность материала и др.). Для сферических частиц диаметром 0,15, 0,6 и 1,2 см металлического урана температуры воспламенения, определенные в Аргоннской национальной лаборатории (США) в 1950-х гг., составляют 333, 375 и 399 °С соответственно. Порошки неправильной



Рисунок 1 – Отверстие в башне иракского танка, образовавшееся после попадания снаряда с сердечником из DU [25]

дами на основе вольфрамовых сердечников [3, 4, 17, 18].

Эти два явления (самозаточиваемость и пирофорность) связаны между собой – высокая температура, возникающая при ударе уранового penetrатора о сталь, воспламеняет его поверхность, и по мере плавления урана снаряд заостряется, что увеличивает его способность пробить тяжелую броню. Удары снарядов с обедненным ураном характеризуются круглыми входными отверстиями [9] (рисунок 1).

В 1960-х гг. работы по созданию броневой снарядов, содержащих сердечники из DU, начались в Великобритании; в 1980-х гг. – в США. В начале 1980-х гг. они активизировались в связи с программой разработки кинетических броневых боеприпасов¹⁵, стимулированной Холодной войной, и были направлены на масштабные столкновения с советскими танками в Европе [2, 17].

Танковые снаряды с penetrаторами из DU массой 5 кг обладают при вылете из дула пушки кинетической энергией, эквивалентной взрыву 1,4 кг тротила¹⁶ (при скорости 1500 м/с). При встрече с бронированной целью она выделяется примерно за 0,3 мс. Кинетическая энергия 30-мм penetrаторов для скорострельной пушки эквивалентна 50 г тротила (при скорости 1000 м/с). Ее скорость выделения $\approx 0,1$ мс [26].

Высокая начальная скорость penetrатора достигается за счет использования снаряда с

малой массой и большой площадью основания в стволе орудия, позволяющей получить максимальное ускорение от метательного заряда. Стрельба снарядом малого диаметра, «завернутым» в легкую внешнюю оболочку, называемую башмаком или поддоном (англ – sabot), увеличивает его начальную скорость. Как только снаряд вылетает из ствола, башмак больше не нужен, и он отваливается. Это оставляет снаряд, летящий с высокой скоростью, с меньшей площадью поперечного сечения и уменьшенным аэродинамическим сопротивлением во время полета к цели – такой снаряд называют *подкалиберным* [18].

Описанные далее кинетические снаряды с penetrаторами из обедненного урана относятся к броневым оперенным подкалиберным снарядам (БОПС), т.е. к подкалиберным снарядам, стабилизируемым в полете вращением. Это достигается тем, что на лопастях стабилизатора снаряда имеются односторонние скосы, служащие для поддержания вращения снаряда на траектории за счет воздействия боковой составляющей силы сопротивления воздуха. Такое вращение с относительно небольшой угловой скоростью (15–20 об/с) улучшает кучность попадания в цель. Устойчивость снаряда в полете, его сверхзвуковая скорость и небольшое поперечное сечение сердечника позволяют сосредоточить большую кинетическую энергию на малой площади контакта с броней. Большая относительная длина сердечника (10 и более диаметров корпуса) обеспечивает ему высокую бронепробиваемость, а пластичность высокоплотного сплава урана – высокую бронепробиваемость под большими углами [18] (рисунки 2 и 3).

Первоначально такие снаряды разрабатывались для танковых нарезных орудий калибра 105 мм. В настоящее время в НАТО осуществлен переход танковых пушек на калибр 120 мм (танки Abrams M1A1 и M1A2 – США; Leopard-1, Leopard-2 – ФРГ; Leclerc – Франция; Тип 90 – Япония). В основном применяются гладкоствольные орудия. Исключение составляют британские танки – Chieftain (Вождь) и Challenger (Бунтарь), оснащенные 120-мм нарезными пушками L11F5 и L11A7. В вооруженных силах США имеется широкий спектр выстрелов с DU для стрельбы из танков, самолетов и кораблей. В таблице 1 приведены харак-

формы имеют более высокую удельную поверхность, чем сферические, и их температура воспламенения значительно ниже. Для таких порошков со средним диаметром 6,2–200 мкм она приблизительно соответствует 150–200 °С. Изменение концентрации гелия от 33 до 60 % вызывало равномерное повышение температуры воспламенения металлического урана от 615 до 955 °С. В 80 % атмосфере гелия при температуре 955 °С (предел измерения) воспламенения урановых порошков не наблюдалось [24].

¹⁵ Кинетические броневые боеприпасы подробно описаны в работе А.А. Бабкина с соавт. [18].

¹⁶ При взрыве 1 кг тротила выделяется около 4 МДж энергии [26].

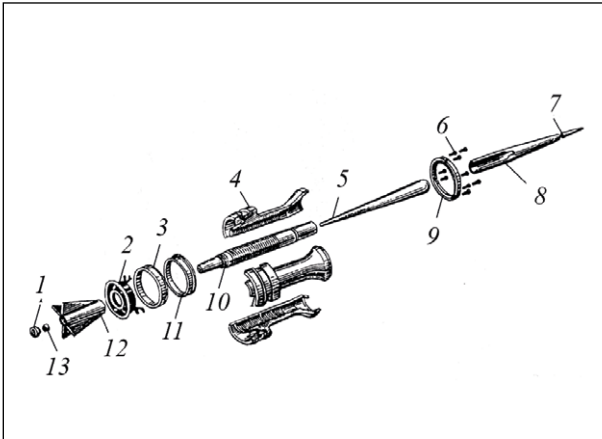


Рисунок 2 – Схема 105-мм БОПС М735 (США). 1 – гайка трассера; 2 – основание obtюратора; 3 – наружное (поворачивающееся кольцо) obtюратора; 4 – сектор ведущего устройства (поддон, «башмак»); 5 – сердечник из DU; 6 – винт; 7 – малый баллистический наконечник; 8 – большой баллистический наконечник; 9 – направляющее кольцо поддона; 10 – корпус; 11 – внутреннее кольцо obtюратора; 12 – стабилизатор; 13 – трассер. Рисунок из книги А.А. Бабкина с соавт. [18]

теристики американских танковых снарядов, в которых используют penetrаторы из обедненного урана [18].

Боеприпасы с penetrаторами из DU также разработаны для использования пулеметами и скорострельными пушками малого калибра (20 мм, 25 мм, 30 мм). Они установлены на кораблях, боевых машинах, вертолетах и самолетах США и их союзников [12]:

ВМС США для поражения противокорабельных ракет (ПКР) используют 20-мм высокоскоростные бронебойные боеприпасы Mk 149 Mod 2 с penetrатором из DU диаметром около 12 мм и массой 180 г – противоракетный комплекс Mk 15 (Vulcan-Phalanx). При попадании в ПКР он вызывает мощный выброс тепловой энергии и мгновенную детонацию ее боевой части (именно это и требуется от зенитных комплексов самообороны кораблей, просто повредить ракету уже недостаточно – обломки срикошетят от воды и могут повредить корабль). Снаряды для стрельбы по наземным целям снабжены самоликвидаторами. Кроме США используются Великобританией и Израилем;

Корпус морской пехоты и армия США – легкие амфибийные машины (LAV), самолеты AV-8B Harrier, боевые машины Bradley – имеют возможность вести огонь 25-мм снарядами M791 APDS-T (бронебойный подкалиберный снаряд с трассирующим снарядом) с DU (200 г). Снаряды взаимозаменяемы с пушкой M242 Bushmaster, автоматической пушкой KBA B02B, пушкой Gatling GE525 (GAU-12/U) и другими системами, отвечающими требованиям НАТО;



Рисунок 3 – Общая схема БОПС М829 А2 (США). А – схема снаряда. Б – боеприпас в разрезе (URL: <https://cezarium.com/wp-content/uploads/2017/04/M829A2.jpg> и https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.6089afa9-645fe8ec-d3fd4dd9-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/M829#/media/File:120mm_M829A2_APFSDS-T.jpg; дата обращения: 06.01.2023). Сверено с изображениями в книге А.А. Бабкина с соавт. [18]

штурмовая авиация (штурмовики А-10) и вертолеты «Апач» – используют 30-мм бронебойно-зажигательные снаряды PGU-14/B API. Снаряд имеет легкий алюминиевый корпус толщиной 0,8 мм, подкалиберный penetrатор конической формы из DU-Ti. Радиус основания penetrатора – 0,8 см, длина – 9,5 см, масса – 280 г. Широко применялся американской армией в ходе косовско-сербского конфликта 1999 г. и Второй войны в Персидском заливе. Снаряд способен пробить стальную броню толщиной до 9 см. Это семейство боеприпасов также совместимо со всеми артиллерийскими системами калибра 30 мм [1, 17].

Самолет А-10 оснащен одной семиствольной авиационной пушкой «Авенджер» (GAU-8/A) схемы Гатлинга со вращающимся блоком стволов, скорострельностью 3,9 тыс. выстрелов в минуту. Типичная боевая нагрузка для А-10 составляет 1100 шт. 30-мм снарядов, уложенных в соотношении 5 снарядов с DU-Ti на один осколочно-фугасный снаряд. Типичная очередь из этого орудия имеет продолжительность 2–3 с и включает от 130 до 190 выстрелов. Снаряды попадают в цель по прямой со скоростью 1000 м/с. В зависимости от угла подхода штурмовика снаряды попадают в землю (цель) на расстоянии 1–3 м друг от друга и покрывают площадь около 500 м². Количество использованных penetrаторов зависит от типа цели. В цель попадает не более 10 % снарядов [9].

Министерство обороны Великобритании в настоящее время использует 120-мм противотанковые снаряды.

Таблица 1 – Основные характеристики американских танковых снарядов, использующих пенетраторы из обедненного урана*

Индекс (страна)	Орудие	Год разработки	Скорость, м/с	Диаметр, мм	Длина, мм	Удлинение	Масса активной части, кг	Бронепробиваемость на 2 км, мм/60°	Бронепробиваемость на 2 км, мм/0°
Калибр 105 мм									
M774 (США)	M68	1979	1508	26	346	13,3	3,4	180	360
M833 (США)	M68	1983	1485	24	427	17,8	3,7	230	460
Калибр 120 мм**									
M829** (США)	M256	1986	1665	27	460	17	3,94	270–280	540–560
M829A1 (США)	M256	1990	1700	24,2	-	-	4,64	350	700
M829A2 (США)	M256	1992	1680	24,2	-	-	-	370	740
M829A3 (США)***	M254	2003	1640	22	800	36	6,0	400–420	800–830
Калибр 140 мм									
XM946****	XM291	1997	1800	24	870	36,2	-	450–500	900–1000

* А.В. Бабкин с соавт. [18].

** БОПС CHARM 3 (Великобритания); DM-43 и DM-53 (ФРГ); OFL120G1 (Франция); PROCIPC (Франция и Германия) – по своей эффективности близки к снарядам M829, в том числе и поздних модификаций.

*** БОПС M829A3 предназначен для поражения объектов с динамической защитой. Эта задача решена за счет композитного сердечника, включающего «лидирующий» стальной элемент и основной – урановый. Общая длина сердечника выросла до 800 мм, масса – до 10 кг. При начальной скорости 1550 м/с такой снаряд способен пробить не менее 700 мм брони с 2 км.

**** БОПС XM946 разработан для перспективной 140-мм танковой пушки XM291. В близкой перспективе длина пенетратора может быть увеличена до 900 и даже 1000 мм.

L26A1 APFSDS – разработан в рамках программы CHARM 1 (CHallenger ARMament 1; т.е. оружие Челленджера) и может вести огонь как из пушки L11, так и из пушки L30. Он имеет пенетратор с длинным стержнем из обедненного урана, окруженным башмаком из алюминиевого сплава. Комбинация выстрела L26A1 и заряда L14 известна как снаряд JERICHO (Jericho 1 с зарядом L8 и Jericho 2 с зарядом L14). Комбинация Jericho 1 была примерно на 15 % лучше по бронепробиваемости, чем L23A1 (пенетратор изготовлен из сплава вольфрама, никеля и меди с 6-лопастным алюминиевым оперением);

L27A1 APFSDS: также известный как CHARM 3 (CHallenger ARMament 3), оснащен более длинным пенетратором из обедненного урана (DU-Ti) радиусом 1,5 см, длиной 30 см и приблизительной массой 4500 г. Предназначен для поражения сложных массивов брони и усовершенствованных форм взрывной реактивной брони (explosive reactive armour – ERA)¹⁷. В 120-мм Тк APFSDS CHARM 3 используется более безопасный заряд L16A1 CCC

(Combustible Cartridge Case) и обозначается как CHARM 3A1 при использовании заряда L17. Поступил на вооружение в 1999 г. Начальная скорость снаряда составляет 1650 м/с.

Эти боеприпасы применяли в Ираке и Кувейте во время войны в Персидском заливе 1990–1991 гг. и вторжения в Ирак в 2003 г. [17].

Применение боеприпасов с обедненным ураном в боевых действиях. Боеприпасы с обедненным ураном применялись как минимум в четырех недавних конфликтах: ирако-кувейтский конфликт 1991 г. (Первая война в Персидском заливе), конфликт в Боснии и Герцеговине 1995 г., косово-сербский конфликт 1999 г. и война НАТО с Ираком (Вторая война в Персидском заливе), начавшаяся в 2003 г. (таблица 2).

В боевых действиях 1991 г. было уничтожено около 3700 иракских танков, но на снаряды с DU приходится не более 500 боевых машин. Танки M1A1 отстреляли 6700 выстрелов M829 (3,94 кг/DU) и 2348 выстрелов M829A1 (4,64 кг/DU). Они составляли примерно 14 % (по массе) от общего количества, выпущенного DU, но

¹⁷ Типа советского комплекса «Контакт-5», устанавливаемого на Т-90, Т-90А, Т-90С.

Таблица 2 – Сводная информация об использовании обедненного урана в боевых действиях*

Боевые действия	Снаряды	Масса DU, т
Ирако-кувейтский конфликт, 1991 г.	ВВС США, 30 мм	259
Ирако-кувейтский конфликт, 1991 г.	Армия США, 120-мм танковые снаряды	50
Ирако-кувейтский конфликт, 1991 г.	ВВС ВМФ США, авиация флота	11
Ирако-кувейтский конфликт, 1991 г.	Великобритания, танковые снаряды	1
Конфликт в Боснии и Герцеговине, 1995	НАТО, 30-мм снаряды	3
Косово-сербский конфликт, 1999 г.	НАТО, 30-мм снаряды	10
Война с Ираком, 2003**	НАТО, по типам снарядов нет данных	775
Всего попало в окружающую среду в результате боевых действий		1100***

* По S.A. Katz [9].

** Данные из работы I. Fairlie [5], ссылающегося на документ «US National Research Council. Review of toxicologic and radiologic risks to military personnel from exposure to depleted uranium during and after combat. Washington (DC): National Academies Press; 2008».

*** Данные обоих источников суммированы (325+775). В это количество не входит DU, выброшенный в окружающую среду во время взрыва и пожара 11.07.1991 г. на складе боеприпасов в Кэмп Доха (Кувейт) и учебных стрельб в Саудовской Аравии.

более половины этого количества было отстреляно на полигонах в Саудовской Аравии¹⁸ [12].

Самолеты А-10 уничтожили около 1000 иракских танков. В отчете Министерства обороны Конгрессу отмечается: «Фактически, более 90 % уничтоженных танков, приписываемых А-10, были уничтожены с помощью ракет Mavericks, а не его 30-мм пушкой GAU-8» (рисунок 4) [12].

Во время войны в Ираке 2003 г. Минобороны Великобритании выпустило приблизительно 2 т DU; количество DU, выпущенное вооруженными силами США, указывают в пределах от 170 до 1700 т [17].

В реальном бою от 80 до 90 % выпущенных танковых снарядов попадают в цель [12]. Роль в боевых действиях авиационных снарядов оказалась переоцененной. Примерно 80 % DU (по

массе), отстрелянного во время ирако-кувейтского конфликта, приходилось на самолеты и в основном они в цель не попали [12, 27]. Самолеты А-10 нанесли 112 ударов снарядами с DU по 85 целям в Косово, десяти целям в Сербии и одной цели в Черногории. Использование боеприпасов с DU США и их союзниками в войне в Афганистане остается неясным. Заявления о применении боеприпасов с обедненным ураном в Афганистане не подтверждены ни американскими военными, ни независимыми расследованиями [12].

Приведенные факты опровергают утверждения о превосходстве и незаменимости снарядов с DU, им есть альтернатива в виде других эффективных противотанковых средств, не оставляющих длительных последствий для окружающей среды [12].



Рисунок 4 – Основной убийца танков в ходе ирако-кувейтского конфликта 1991 г. – AGM-65 Maverick – ракета класса «воздух–земля». Предназначена для непосредственной поддержки с воздуха. Это наиболее широко производимая высокоточная управляемая ракета в западном мире. Масса – 210–304 кг. Длина – 249 см. Диаметр – 30 см. Кумулятивный заряд WDU-20/B – 57 кг. Наведение лазерное инфракрасное и электронно-оптическое. Дальность полета ракеты – более 22 км (URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e9edede2-6460e3bb-19a44cff-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/AGM-65_Maverick; дата обращения: 12.02.2023)

¹⁸ Количественные данные по уничтоженной иракской бронетехнике в разных источниках могут не совпадать и иметь фантазийный характер.



Рисунок 5 – Фрагмент разбившегося пенетратора из DU в почве Испытательного полигона Юма (Yuma Proving Ground, YPG) в Западной Аризоне. Характерный вид: тонкий стержень (немного толще авторучки), покрытый желтыми продуктами коррозии DU. Желтый цвет ему придают шозепит и меташозепит – гидратированные оксиды урана(VI). Благодаря примеси титана, коррозия развивается локальными участками на поверхности пенетратора [28]

Распространение фрагментов и аэрозоля частиц обедненного урана после удара о грунт и броню танка. Пенетраторы, попавшие в грунт, как правило, остаются целыми или разбиваются на несколько крупных фрагментов (рисунок 5).

Когда пенетратор достигает бронированной цели, примерно 10–35 % массы DU (в зависимости от материала и толщины их брони, максимум 70 %) превращается в аэрозоль, немедленно сгорающий с образованием малорастворимых оксидов урана, сохраняющихся в высоких концентрациях в закрытых помещениях, таких как танки или бункеры. Выжившие члены экипажей подбитых танков обычно получают поражение аэрозолем DU и ранения раскаленными фрагментами его уранового сердечника, остающимися в их теле в течение длительного времени¹⁹. Большая часть сгоревшего аэрозоля DU рассеивается ветром в виде пыли, состоящей из оксидов урана диаметром от 0,1 до 10 мкм [5, 26].

В ходе реальных стрельб было установлено, что в месте удара пенетратора в броню танка

температура составляла не менее 600 °С, давление в танке поднималось до 6 и 15 бар²⁰ соответственно для башни (пробивание) и гласиса (взрыв) [30].

Средние аэродинамические диаметры (AMAD)²¹ частиц, образовавшихся при ударе пенетратора с DU о танк, варьировали от 0,8 до 7,5 мкм, т.е. представляли собой респираторную фракцию аэрозоля, проникающую в глубокие отделы легких человека (терминальные бронхи, альвеолы) [31]. Частицы, собранные в отверстиях, сделанных в бронетехнике пенетраторами из DU, имели средний размер 13 мкм [9].

Данные испытаний, проведенных в США, показывают, что обычно около 20 % пенетратора (средняя величина для таких расчетов) с DU распыляется при попадании в танк. Таким образом, при попадании одного 120-мм снаряда из танка с DU в танк противника может образоваться примерно 950 г черной пыли из обедненного урана. За один раз при атаке самолета А-10, стреляющего очередями из 30-мм боеприпасов, от пяти до 16 снарядов с обедненным ураном могут попасть в цель, создав аэрозоль массой от 300 до 960 г [12].

Размер и химическая форма частиц DU отражают условия, в которых они образовались [17]. Пыль DU, образующаяся в результате удара пенетратора о броню танка, имеет черный цвет. На многих объектах, подвергшихся воздействию боеприпасов с DU, а также вокруг них часто видна эта черная пыль. Большая часть пыли DU оседает в пределах 50–100 м от поражаемой цели. Некоторое количество пыли DU может перемещаться дальше по ветру. После осаждения на землю может иметь место ресуспендирование, если размер частиц, содержащих DU, достаточно мал. Уран в виде черной пыли, образовавшейся в результате удара боеприпасов с обедненным ураном о броню танков, плохо растворим в воде. Рентгеноструктурный анализ пыли, полученной в результате боевого применения боеприпасов с обедненным ураном, показал, что уран присутствует в виде 47 % U_3O_7 , 44 % U_3O_8 и 9 % UO_2 . Состав оксидов, скорее всего, непостоянен и будет меняться со временем по мере выветривания [9].

¹⁹ Шестьдесят два американских солдата во время Первой войны в Персидском заливе получили ранения осколками из DU, когда их танки Abrams или бронемшины Bradley были поражены дружественным огнем [29].

²⁰ Бар – метрическая единица давления, но не входит в Международную систему единиц измерения (СИ). Он определяется как точно равный 100 тыс. Па (100 кПа), или немного меньше, чем текущее среднее атмосферное давление на Земле на уровне моря (приблизительно 1,013 бар). По барометрической формуле 1 бар – это примерно атмосферное давление на Земле на высоте 111 м при температуре 15 °С.

²¹ Аэродинамический диаметр частицы аэрозоля – это диаметр частицы с плотностью, равной 1 г/см³, имеющей ту же конечную скорость оседания в воздухе при нормальных условиях, что и данная частица (MVP 2.6.1.60-2002).



Рисунок 6 – Уничтоженные пожаром снаряды M829A1 с пенетраторами из DU. Многие из снарядов перенесли пожар без взрыва или сгорания. На снимках показаны поврежденные огнем снаряды M829A1 DU, извлеченные из прицепов и морских контейнеров CONEX. Hills A. The Doha Disaster, «The Doha Dash». См. URL: <https://tanks-encyclopedia.com/the-doha-disaster-aka-the-doha-dash/> (дата обращения: 20.01.2023)

Составы мелких частиц, от 1 до 20 мкм, соответствовали малорастворимым UO_2 и U_3O_8 или их смеси²²; более крупные частицы указывали на присутствие водорастворимых соединений уранила. Частицы расплавленного урана диаметром от 200 до 500 мкм, содержащие железо, вероятнее всего, образовались при взаимодействии DU с пораженной целью [9]. Сообщалось также об обнаружении в участках поражения танковой брони частиц DU, содержащих металлический U, UC (монокрибид урана), Fe_2U , U_4O_9 , U_3O_7 , UO_2 и UO_3 [31]. Во внутренних объемах танка, пораженного таким снарядом, обнаружены мелкие частицы (0,5–2 мкм), состоящие из сплавов урана и алюминия (компонент пенетратора), и более крупные фрагменты DU (40–170 мкм), содержащие Al, Si, Fe, Zn, P, Cu и Ni [30]. Их токсичность для человека после вдыхания хорошо изучена [34].

Для получения экспериментальных данных о шансах экипажа танка Abrams избежать поражения аэрозолем DU, в Aberдинском испытательном центре (Aberdeen Test Center, США) были проведены стрельбы снарядами с пенетраторами из DU. Изучалась зависимость концентрации аэрозоля DU от времени на позициях заряжающего и механика-водителя после поперечного поражения невентилируемого танка M1A1 (Abrams) через башню. Установлено, что высококонцентрированный аэрозоль DU образуется мгновенно. Используя различные модели расчетов полученной дозы, специалисты Aberдинского испытательного центра пришли к выводу, что наибольшая часть дозы DU поступает выжившему экипажу в течение первой минуты после пробития брони танка [35]. Таким образом, у выжившего экипажа танка не остается времени, чтобы избежать поражения аэрозолем DU.

Измерения, проведенные внутри танка M1A1 после попадания одного пенетратора из DU 120 мм снаряда, соответствовали средним и максимальным попаданиям в организм человека (в течение 15 мин) 12 и 26 мг соответственно. Оценки, полученные в результате измерения концентрации урана в моче 14 солдат, находившихся внутри поврежденной бронетехники, но не раненных осколками, соответствуют вдыханию примерно 25 мг DU. Принимая во внимание различные неопределенности и возможность нескольких попаданий пенетратора, можно предположить, что военнослужащие внутри поврежденного танка могут вдохнуть не менее 50 мг аэрозоля DU или больше [26].

Пыль DU, образующаяся в результате сгорания пенетраторов в условиях пожара²³, имеет желтый цвет. Пожар в июле 1991 г. в Кувейте на складе боеприпасов уничтожил 660 шт. 120-мм подкалиберных снарядов M829A1 с пенетраторами из DU (рисунок 6).

В результате пожара большое количество сильно окисленного урана, такого как оксид урана (UO_3), распространилось по прилегающей местности в виде хрупких крупных желтых частиц. DU присутствовал в кристаллических фазах с продуктами относительно высокой растворимости и биодоступности (т.е. с шозэпитом, дегидратированным шозэпитом, меташозэпитом). Распределение частиц по размеру также было широким, от субмикронных до нескольких сотен микрометров. Средний размер урановых частиц, собранных на месте пожара хранилища снарядов с DU, составил 44 мкм [32, 33].

Радиологическая и химическая токсичность обедненного урана²⁴. Химическая и

²² Аналогичные окислы обогащенного ^{235}U попали в окружающую среду после аварии на Чернобыльской АЭС [15].

²³ Компактный уран загорается при температуре 700 °C [3].

²⁴ Очень основательно эта проблема рассмотрена в работе С.В. Гудкова с соавт. [15].

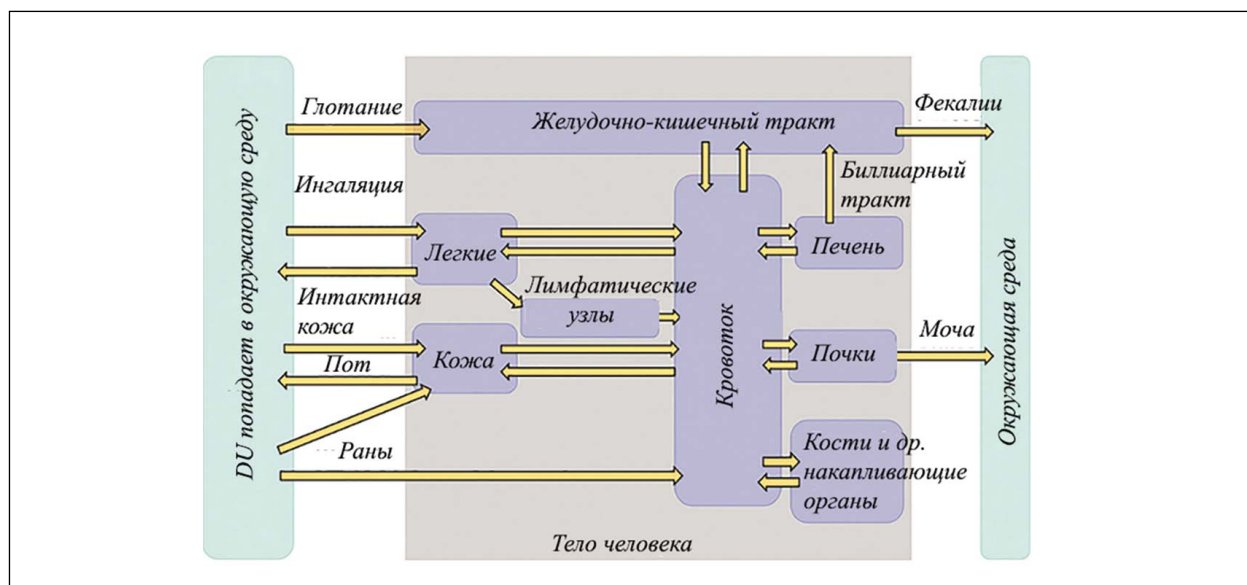


Рисунок 7 – Биокинетика DU в организме человека. Всасывание DU у человека в желудочно-кишечном тракте составляет примерно 2 % для растворимого урана и 0,2 % – для относительно малорастворимых четырехвалентных соединений, таких как UF_4 , UO_2 и U_3O_8 . Абсорбция DU через неповрежденную и поврежденную кожу составила примерно 0,4 и 38 % соответственно. Около 50 % DU выводится с мочой, 1–2 % DU выводится с калом, 25 % могут накапливаться в костях, а остальные 25 % – в мягких тканях. По Y.C. Yue [7]

радиологическая токсичности DU стали изучаться сравнительно недавно, уже после его применения в боевых действиях и в условиях политического давления, направленного на сокрытие последствий для людей и окружающей среды. Поэтому их результаты нельзя считать исчерпывающими.

Основную часть внешнего облучения личный состав, попавший под действие противотанковых снарядов с пенетраторами из DU, получает либо от пыли окислов DU, либо мелких осколков металлического DU (размер около 0,1 мм) [43]. Основная часть внешней дозы от DU связана с гамма-излучением (с энергией 1 МэВ), которое образуется в 0,7 % распада ^{234m}Pa – продукта распада ^{238}U [26]. Контактная доза фрагментов DU составляет около 2 мЗв/ч, а для пыли ожидается гораздо меньшей. Солдаты в транспортных средствах, защищенных броней из DU, подвергались воздействию очень низких мощностей дозы в диапазоне 1 мкЗв/ч в течение более длительных периодов времени [1].

Внутреннее воздействие DU может происходить тремя путями: проглатывание воды и пищи, загрязненных DU; вдыхание аэрозолей DU; и через осколки в теле или зараженные раны. Вдыхание пыли DU является наиболее значимым путем воздействия в боевых ситуациях [4]. На рисунке 7 представлена биокинетика DU в организме человека.

Растворимость соединений DU влияет на его абсорбцию, а также на токсичность. Раз-

личие между радиотоксичностью DU и химической токсичностью четко не определено. Химическая токсичность DU сильно зависит от его химической природы в физиологических условиях и определяется, в основном, растворимыми производными DU, обладающими более быстрой абсорбцией, чем нерастворимые формы, абсорбция которых обычно занимает от месяцев до нескольких лет. Поэтому они играют основную роль в раннем воздействии на здоровье человека.

Радиотоксичность в большей степени обусловлена хроническим воздействием нерастворимых форм DU, откладывающихся в легких, местных лимфатических узлах и костях, сохраняющихся там в течение длительного времени [7, 15]. Почти 99 % внутренней дозы от DU придется на альфа-частицы с пробегом около 4 мкм (в металлическом уране). Канцерогенный эффект высокой плотности ионизации вдоль трека альфа-частицы, как считается, будет в двадцать раз выше, чем при энерговыделении гамма- и бета-лучами (в расчете на единицу выделенной энергии) [26].

Когда боеприпас с DU поражает цель, образуется облако частиц DU диаметром от 0,2 до 15 мкм, состоящих из различных оксидов и обладающих большой удельной поверхностью. При вдыхании более крупные из них задерживаются в ротоглотке и верхних дыхательных путях, часть их проглатывается; но основная масса (частицы диаметром менее 10 мкм) достигает нижних дыхательных путей,

где подвергается альвеолярной абсорбции. Альвеолярная абсорбция происходит в два этапа. Ранняя быстрая фаза, приводящая к пиковым уровням DU в плазме крови, а затем к их снижению с последующим длительным периодом стабильной абсорбции. Продолжительность фаз зависит от размеров частиц и растворимости их различных оксидных форм DU. Кроме того, защитная воспалительная реакция самой легочной ткани может привести через несколько суток к замедлению всасывания DU. Легочный период полувыведения DU составляет около 4 лет²⁵ [9, 11, 36].

Проникший из легких в кровь DU транспортируется кровью в виде комплексов с карбонатом или бикарбонатом, или с трансферрином, или с другими лигандами, и распределяется по всему организму с разной тропностью к отдельным органам и тканям. Особую тропность DU проявляет к костной ткани, так как легко замещает ионы Ca^{2+} , откладываясь в зонах обызвествления и быстро накапливаясь в эндостальной и периостальной областях метафизов бедренной кости, обызвествляющемся хряще и новообразованной костной ткани вдоль трабекулярной кости [41]. Дольше всего DU сохраняется в костях (5–25 лет), а около 1 %, по-видимому, остается там навсегда [15].

Растворимые формы DU быстро проникают в регионарные отделы головного мозга через спинномозговую жидкость. В то время как уровни DU в сыворотке крови возвращались к контрольным уровням к 30 сут, в головном мозге они оставались повышенными. Неблагоприятные неврологические последствия зависели от количества урана, проникшего в ЦНС [37].

При попадании пылевых частиц DU в носовые ходы, его накопление сначала происходит в обонятельной луковице и далее по аксональным волокнам он проникает в мозг, минуя гематоэнцефалический барьер. Экспериментально показано, что концентрация DU в головном мозге через одни сутки после окончания периода воздействия варьировала следующим образом: обонятельная луковица > гиппокамп > лобная кора > мозжечок, в дальнейшем быстро снижаясь. Спонтанная двигательная активность облученных крыс увеличилась через одни сутки после воздействия, а пространственная рабочая память была менее эффективной через 6 суток после воздействия по сравнению с контрольными крысами [38].

Независимо от того, происходит ли воздействие через вдыхание или прием внутрь, почки становятся основным органом-мишенью для

проявления DU своей химической токсичности. Карбонатные комплексы фильтруются в клубочках почек. Эти комплексы диссоциируют по мере того, как фильтрат клубочков проходит по проксимальным канальцам и становится более кислым. Высвобожденный из комплекса ион уранила может реагировать с компонентами фильтрата или с компонентами трубчатой мембраны. Первые могут оставаться растворенными в фильтрате, а вторые могут связываться с ионными участками мембраны щеточной каймы проксимальных канальцев. Растворимые формы урана попадают в мочевой пузырь и выводятся из него, но связанные формы могут изменять или разрушать клетки почечных канальцев. В зависимости от дозы почки могут восстановиться спонтанно или с помощью диализа [11, 39]. Заметная гибель клеток происходит у среднего взрослого мужчины при весовой концентрации урана в почках около 1 мг [26].

Токсические механизмы DU на клеточном, субклеточном и белковом уровнях проявляют себя: окислительным стрессом; повреждением ДНК; аномальной функцией белков; активацией воспалительных процессов; апоптозом и аутофагией²⁶.

Последствия для людей. Исследования на животных показывают, что DU может оказывать негативное влияние на мозг, почки и кости взрослых животных. Эти данные также свидетельствуют о том, что существует высокий риск поражения ЦНС, других органов и тканей, и радиационно-индуцированного рака [11]. К настоящему времени достоверно установлено, что на территориях, где применялись снаряды с DU, наблюдаются массовые заболевания «неясной этиологии» среди военнослужащих и мирного населения. Для этих заболеваний характерны отдаленные эффекты в виде комплекса симптомов: расстройства памяти, бессонницы, угнетенного состояния, головокружений, головной боли, мышечной слабости, болей в суставах, воспаления кожных покровов, нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и других внутренних органов, аллергические реакции, импотенция. К числу наиболее неблагоприятных отдаленных последствий относятся активация канцерогенеза и повышение частоты новообразований. После войны на Балканах сообщалось также о многочисленных случаях острой лейкемии среди военнослужащих, наряду с повышенной частотой других опухолевых заболеваний, которые связывали с

²⁵ DU в виде субмикронных частиц из-за их большой удельной поверхности обладает более богатым механизмом токсичности, чем его растворимые формы [2].

²⁶ Более подробно см. в работах [2, 7, 15, 40].

использованием таких снарядов. Эти заболевания наблюдаются только в Боснии и Косово, где использовались снаряды с обедненным ураном. В расположенной рядом Хорватии, где такие снаряды не применялись, такие последствия отсутствовали [15].

Существуют разные подходы к оценке дозы облучения, полученной от диспергированного DU, но они наталкиваются на трудно учитываемые в расчетах факторы (нелогарифмически нормальное распределение частиц DU по размерам, быстро меняющиеся во времени его концентрации и размеры частиц, разная растворимость и др.)²⁷. Поэтому в настоящее время их невозможно использовать на этапах медицинской эвакуации. По мнению S. Fetter [26], единственным способом оценить величины соответствующих доз облучения военнослужащего может быть анализ содержания урана в его моче.

Судьба обедненного урана в почве. На территориях, где применялись снаряды с DU, он обычно обнаруживается в верхних 5 см почвы в виде пыли из урановых оксидов и фрагментов DU. Если танк был поражен двумя пенетраторами 120 мм снаряда, то в близлежащей зоне площадью 100 м² может находиться 10 кг осколков DU [26]. В нескольких мг почвы могут быть обнаружены сотни тысяч частиц размерами от 0,8 до 7,5 мкм [42]. Концентрация DU снижалась до фоновых концентраций менее чем через 20 см на глубину отбора пробы. В пределах глубины 0–2 см ниже корродированного пенетратора концентрация DU составила 5027 мг/кг. В верхних 5 см почвы под обнаженным пенетратором из DU в среднем его обнаруживали в количестве 3416 мг/кг U²⁸. Наличие более высокой концентрации DU в верхнем профиле указывает на большее количество DU в форме частиц, образовавшихся при ударе пенетратора о броню. В местах, подверженных большому объему водного стока, концентрация урана значительно снижалась после 20 м от источника из-за высокого поверхностного стока. Уран также переносился по всей экосистеме за счет поглощения растениями и потребления дикими животными между трофическими уровнями, но с ограниченным накоплением в частях растений и животных [14].

Независимо от условий выброса частиц урана (образовавшиеся при ударе пенетратора о броню слабо окисленные соединения, например, UO₂; или образовавшиеся в результате пожара сильно окисленные соединения, такие

как шозепит и его производные), большая их часть биодоступна [32]

Неповрежденные урановые пенетраторы 30-мм снарядов с алюминиевыми башмаками были обнаружены в подземных грунтах в местах боевых действий. Глубина, на которой пенетратор может застрять в почве, зависит от угла удара и ее физических свойств [17].

DU термодинамически нестабилен и поэтому корродирует в естественных экосистемах. DU пенетраторов, легированный титаном, более устойчив к коррозии, чем природный U, сплавы DU-Ti подвергаются точечной коррозии, затрагивающей локальные участки на их поверхности. Образующиеся продукты коррозии зависят от содержания воды, при этом продукты коррозии в виде твердых частиц и коллоидного обедненного урана (обычно меташозепит, уранинит или аналогичные фазы) преобладают в средах с более низкой влажностью [17]. С течением времени из-за окисления урана в такой почве образуются относительно хорошо растворимые соединения, такие как шозепит, дегидратированный схозепит, метасхозепит и менее окисленные формы урана – уранинит, студтит и беккерелит. Растворимость шозепит при pH, близком к нейтральному, примерно на 5 порядков выше, чем растворимость UO₂ [31]. Растворимые соединения DU переносятся к поверхности почвы за счет капиллярного действия, вызванного испарением воды [14]. Сводка характеристик частиц DU, собранных с загрязненных территорий 5–30 лет назад, приведена в таблице 3.

Время полной коррозии пенетратора из DU оценивается от 2,5 до 48 лет – в зависимости от конкретной физической и геохимической среды [41]. По другим, также приблизительным подсчетам, пенетраторы полностью проржавеют в течение 20 лет, постепенно выделяя в подземные источники воды растворимые соединения урана [17].

Однако в бескислородных условиях происходит пассивация²⁹ DU, что предотвращает дальнейшую коррозию. Таким образом, DU, отложившийся в бескислородных системах во время конфликта и испытательных стрельб, является наследием для будущих поколений [17].

Для установления факта применения пенетраторов из DU важен изотопный состав DU, обнаруженного в поверхностном слое почвы. По данным масс-спектрометрии (Inductively coupled plasma mass spectrometry, ICP-MS) и альфа-магнитной спектрометрии (Alpha

²⁷ См. работы [20, 26, 30, 35].

²⁸ В почвах по всему миру U в естественных условиях содержится в среднем на уровне 2–3 мг/кг почвы [14].

²⁹ Пассивация металлов – переход поверхности металла в неактивное, пассивное состояние, связанное с образованием тонких поверхностных слоев соединений, препятствующих коррозии.

Таблица 3 – Характеристика частиц DU, собранных с загрязненных территорий*

Источник	Сценарий высвобождения/процесс трансформации	Территория	Кристаллографическая структура
Удар пентратора о броню танка	Столкновение с твердой целью с последующим выветриванием (~ 5 лет)	Косово	UO ₂ , UO _{2,34} , UC, металлический U
	Удар по твердой цели с последующим выветриванием (~10 лет) в засушливой среде	Кувейт	UO ₂ , UC, Fe ₂ U
	Удар по твердой цели с последующим выветриванием (30 лет)**	Эскмил, Великобритания	U ₃ O ₇ , U ₃ O ₈
	Удар по твердой цели с последующим выветриванием (30 лет) в почве, богатой органикой**	Эскмил, Великобритания	U ₃ O ₇ , K(UO ₂) ₂ (PO ₄)×3H ₂ O
Сгоревшие боеприпасы с DU	Взрывы боеприпасов и пожар с последующим выветриванием (~ 10 лет) в засушливой среде	Кувейт	UO ₃ ×2.25H ₂ O, UO ₃ ×2.0H ₂ O, UO ₃ ×0.8H ₂ O
Корродированные пентраторы	Кинетический пентратор не попал в цель и неповрежден, выветривание (~ 7 лет)	Босния, Кувейт	UO ₃ (H ₂ O) ₂ , (UO ₂) O ₂ (H ₂ O) ₂ ×2(H ₂ O),
Промышленные выбросы	Сжигание лома металлического обедненного урана, выветривание (~25 лет)	Колони, шт. Нью-Йорк	UO _{2+x}

* По обобщающей работе O.C. Lind с соавт. [31].

** Обратите внимание на длительность процесса трансформации.

Magnetic Spectrometer, AMS), атомные отношения $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ для частиц DU постоянны, приблизительно равны 0,002. Напротив, относительные концентрации ^{236}U в частицах DU варьировали в зависимости от места отбора проб и были на 5–6 порядков выше, чем в природном уране. Наличие повышенных концентраций ^{236}U может быть связано только с использованием DU, рециклированного из отработавшего топлива, или связано с обращением с DU на оборудовании, ранее загрязненном в ходе операций по рециркуляции на обогатительных фабриках, что должно исключить любые сомнения относительно его происхождения – применение боеприпасов с DU [31].

Обсуждение результатов. Кинетические снаряды на основе DU – весьма эффективное, но не единственное средство поражения бронированной техники. Опыт четырех войн, в которых их применяли, свидетельствует, что когда применяются именно такие снаряды, то, кроме военных, преследуются еще и другие цели, например, создание долговременных последствий на территории противника. Разумеется, это не афишируется, но политика создания условий невозможности существования, ведущей к депопуляции, последовательно, сто-

летиями, проводится англосаксонским миром в отношении народов, считающихся ими враждебными³⁰. Снаряды на основе DU не запрещены международными соглашениями и напрасно надеяться на то, что можно предотвратить их применение против российской армии дипломатическим путем. Нужны более весомые аргументы.

В арсенале НАТО имеются боеприпасы с DU 20-, 25-, 30-, 110-, 120- и 140-мм различного калибра и назначения. И пока наше внимание занято британскими 120-мм противотанковыми снарядами, не исключено, что применялись и применяются другие калибры с DU. Поэтому необходимо осуществлять радиационный мониторинг DU в местах интенсивных боев с подбитой российской бронетехникой.

В исследованной научной литературе обращают на себя внимание статьи, авторы которых пытаются всячески преуменьшить опасность DU. В опубликованной в 1999 г. работе S. Fetter, F. von Hippel [26] путем сложных математических расчетов проводится мысль, что радиация, создаваемая боеприпасами с DU, не представляет серьезной опасности для военнослужащих и местного населения; «что опасения о здоровье людей и о влиянии DU на окружающую среду слишком раздуты». Однако данные, получаемые

³⁰ Например, когда готовилась атомная бомбардировка Хиросимы, американские ученые-атомщики предлагали правительству либо пригласить японских представителей на демонстрационный взрыв атомной бомбы в пустынной местности, либо за некоторое время до сброса бомбы предупредить японское руководство, что им нужно эвакуировать людей из города. И в том, и в другом случае можно было бы убедительно показать мощь нового оружия и избежать массовой гибели людей. Уже после атомного взрыва эти же ученые пытались доказать руководству необходимость сбросить с самолетов брошюры, сообщающие о радиоактивном заражении территорий, над которыми произошли атомные взрывы. Но и это не было сделано [21].

в экспериментах и путем мониторинга состояния здоровья населения на территориях, где велись боевые действия с применением таких боеприпасов, говорят об обратном. Да и сами авторы все же приходят к выводу о реальности радиационной опасности, и рекомендуют входить в технику, пораженную такими пенетраторами, в защитной одежде и масках; загрязненные DU транспортные средства заливать бетоном и захоранивать. То же самое они рекомендуют делать в отношении обломков пенетраторов, рассматривая их как радиоактивные отходы с низким уровнем активности.

На поле боя, там, где имеется подбитая российская техника, необходимо обращать внимание на наличие черной мелкой пыли (внутри боевой машины, на ее наружной поверхности и в непосредственной близости) – это важный признак возможного применения снарядов с DU, а сама пыль представляет собой радиоактивные оксиды урана. При осмотре уничтоженных складов боеприпасов противника, кроме выявления фрагментов снарядов характерной формы, целесообразно обращать внимание на хрупкие крупные желтые частицы, они могут оказаться UO_3 . При пожарах из-за других условий окисления образуется рассыпающаяся пыль желтого цвета. При ее исследо-

вании пыли необходимо обратить внимание на наличие повышенных концентраций ^{236}U . Факт поражения DU военнослужащего можно установить по наличию урана в его моче.

Выводы

Утверждения, что DU безопасен, малорадиоактивен, а его токсичность – это токсичность тяжелого металла, вроде свинца, являются дезинформацией. DU и радиоактивен, и мутагенен; его токсичность весьма сложно опосредована с радиоактивностью, меняющимися во времени концентрациями и размерами частиц и другими факторами. Продолжительность сохранения DU в почве и экосистемах исчисляется десятилетиями, причем все это время, если не принять соответствующие меры по дезактивации, он будет проникать в водисточники, сельскохозяйственные растения, продукты животного происхождения, а через них – в популяцию людей, снижая их продолжительность жизни и фертильность. Применение снарядов DU на территории Российской Федерации по своим последствиям для людей и природы – это применение радиологического оружия, т.е. замаскированная форма ведения ядерной войны. И к ней необходимо относиться соответствующим образом.

Вклад авторов / Authors Contribution:

Разработка концепции статьи; сбор, анализ и систематизация научной литературы; написание статьи / Elaboration of the concept of the paper; collection, analysis, and systematization of scientific literature; writing and edition of paper.

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.

Финансирование. Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации.

Список источников/References

1. Bleise A., Danesi P., Burkart W. Properties, use and health effects of depleted uranium (DU): a general overview // J. Environ. Radioact. 2003. V. 64. P. 93–112. [https://doi.org/10.1016/s0265-931x\(02\)00041-3](https://doi.org/10.1016/s0265-931x(02)00041-3)
2. Zhang L., Chu J., Xia B. et al. Health effects of particulate uranium exposure // Toxics. 2022. V. 10. № 10. P. 575. <https://doi.org/10.3390/toxics10100575>
3. Бекман И.Н. Уран. М. 2009. 300 с. Bekman I.N. Uranus. Moscow. 2009 (in Russian).
4. Shaki F., Zamani E., Arjmand A., Pourahmad J. A Review on toxicodynamics of depleted uranium // Iran. J. Pharm. Res. 2019. V. 18 (Suppl1). P. 90–100. <https://doi.org/10.22037/ijpr.2020.113045.14085>
5. Fairlie I. Depleted uranium: properties, military use and health risks // Med. Confl. Surviv. 2009. V. 25. № 1. P. 41–64. <https://doi.org/10.1080/13623690802568962>
6. Bem H., Bou-Rabee F. Environmental and health consequences of depleted uranium use in the 1991 Gulf

- War // *Environ. Int.* 2004. V. 30. № 1. P. 23–34. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(03\)00151-X](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(03)00151-X)
7. Yue Y.C., Li M.H., Wang H.B. et al. The toxicological mechanisms and detoxification of depleted uranium exposure // *Environ Health Prev. Med.* 2018. V. 23. № 18. <https://doi.org/10.1186/s12199-018-0706-3>
 8. Kazery J.A., Proctor G., Larson S.L. et al. Distribution and fractionation of uranium in weapon tested range soils // *ACS Earth Space Chem.* 2021. V. 5. № 2. P. 356–364. <https://doi.org/10.1021/acsearthspacechem.0c00326>
 9. Katz S.A. The chemistry and toxicology of depleted uranium // *Toxics.* 2014. V. 2. P. 50–78. <https://doi.org/10.3390/toxics2010050>
 10. Bjorklund G., Semenova Y., Pivina L. et al. Uranium in drinking water: a public health threat // *Arch. Toxicol.* 2020. V. 94. № 5. P. 1551–1560. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02676-8>
 11. Briner W. The toxicity of depleted uranium // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2010. V. 7. № 1. P. 303–313. <https://doi.org/10.3390/ijerph7010303>
 12. Fahey D. *Science or science fiction? Facts, myths and propaganda in the debate over depleted uranium weapons.* Berkeley, California, 2003.
 13. Kathren R.L., Burklin R.K. Acute chemical toxicity of uranium // *Health Phys.* 2008. V. 94. № 2. P. 170–179. <https://doi.org/10.1097/01.HP.0000288043.94908.1f>
 14. Dasari S., Guo F., Nie J. et al. Horizontal and vertical transport of uranium in an arid weapon-tested ecosystem // *ACS Earth Space Chem.* 2022. V. 6. № 5. P. 1321–1330. <https://doi.org/10.1021/acsearthspacechem.2c00028>
 15. Гудков С.В., Черников А.В., Брусков В.И. Химическая и радиационная токсичность соединений урана // *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева).* 2014. Т. LVIII, № 3, 4. С. 73–82.
Gudkov S.V., Chernikov A.V., Bruskov V.I. Chemical and radiation toxicity of uranium compounds // *Ros. him. zh. (Zh. Ros. him. ob-va im. D.I. Mendeleeva).* 2014. V. LVIII, № 3, 4. P. 73–82 (in Russian).
 16. Betti M. Civil use of depleted uranium // *J. Environ. Radioact.* 2003. V. 64. № 2–3. P. 113–119. [https://doi.org/10.1016/s0265-931x\(02\)00042-5](https://doi.org/10.1016/s0265-931x(02)00042-5)
 17. Handley-Sidhu S., Keith-Roach M.J., Lloyd J.R., Vaughan D.J. A review of the environmental corrosion, fate and bioavailability of munitions grade depleted uranium // *Sci. Total. Environ.* 2010. № 1. P. 5690–5700. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.08.028>
 18. Бабкин А.В., Велданов В.А., Грязнов Е.Ф. и др. *Боеприпасы / Под ред. Селиванова В.А. Т. 1. М. 2016.*
Babkin A.V., Veldanov V.A., Grjaznov E.F. et al. *Ammunition / Ed. Selivanov V.A. Vol. 1. Moscow. 2016 (in Russian).*
 19. Trueman E.R., Black S., Read D. Characterisation of depleted uranium (DU) from an unfired CHARM-3 penetrator // *Sci. Total. Environ.* 2004. V. 327. № 1–3. P. 337–340. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00401-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00401-7)
 20. Li W.B., Gerstmann U.C., Höllriegl V. et al. Radiation dose assessment of exposure to depleted uranium // *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2009. V. 19. № 5. P. 502–514. <https://doi.org/10.1038/jes.2008.40>
 21. Jungk R. *Brighter than a thousand suns: a personal history of the atomic scientists.* N.Y. 1956.
 22. Ненахов Ю.Ю. *Чудо-оружие Третьего рейха.* Минск. 1999.
Nenahov Ju.Ju. *Miracle weapon of the Third Reich.* Minsk. 1999 (in Russian).
 23. Хазанов А.М. *Португалия и ее империя в эпоху Салазара и Каэтану.* М. 2014.
Hazanov A.M. *Portugal and its empire in the era of Salazar and Caetano.* Moscow. 2014 (in Russian).
 24. Peacock H.B. *Pyrophoricity of uranium (U).* Westinghuse Savannah River Company. 1992.
 25. Dodd B., Coghe F. Damage caused to metals by kinetic and chemical energy projectiles // *ResearchGate.* 2015. 16 June. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1667.0881>
 26. Fetter S., von Hippel F. The hazard posed by depleted uranium munitions // *Science and Global Security.* 1999. V. 8. № 2. P. 125–161.
 27. Papastefanou C. Depleted uranium in military conflicts and the impact on the environment // *Health Phys.* 2002. V. 83. № 2. P. 280–282. <https://doi.org/10.1097/00004032-200208000-00013>
 28. Medina V.F., Waisner S. Methods to reduce sand ejecta from projectile impact – a scaled study with the goal of application to depleted uranium penetrator catch boxes. *Army Range Technology Program ERDC/EL TR-12-10.* U.S. Army Corps of Engineers Washington. 2012.
 29. McClain D.E., Benson K.A., Dalton T.K. et al. Biological effects of embedded depleted uranium (DU): summary of armed forces radiobiology research institute research // *Sci. Total. Environ.* 2001. V. 274. № 1–3. P. 115–118. [https://doi.org/10.1016/s0048-9697\(01\)00734-3](https://doi.org/10.1016/s0048-9697(01)00734-3)
 30. Chazel V., Gerasimo P., Dabouis V. et al. Characterisation and dissolution of depleted uranium aerosols produced during impacts of kinetic energy penetrators against a tank // *Radiat. Prot. Dosimetry.* 2003. V. 105. № 1–4. P. 163–166. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a006214>
 31. Lind O.C., Tschiersch J., Salbu B. Nanometer-micrometer sized depleted uranium (DU) particles in the environment // *J. Environ. Radioact.* 2020. 106077. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2019.106077>
 32. Lind O.C., Salbu B., Skipperud L et al. Solid state speciation and potential bioavailability of depleted uranium particles from Kosovo and Kuwait // *J. Environ. Radioact.* 2009. V. 100. P. 301–307. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2008.12.018>

33. Lind O.C., Oughton D., Salbu B. The NMBU FIGARO low dose irradiation facility // *Int. J. Radiat. Biol.* 2019. V. 95. P. 76–81. <https://doi.org/10.1080/09553002.2018.1516906>
34. Nemery B. Metal toxicity and the respiratory tract // *Eur. Respir. J.* 1990. V. 3. № 2. P. 202–219.
35. Guilmette R.A., Parkhurst M.A. Dose assessment for inhalation intakes in complex, energetic environments: experience from the US Capstone study // *Radiation Protection Dosimetry.* 2007. V. 127, Is. 1–4. P. 516–520. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncm359>
36. Durakovic A., Horan P., Dietz L.A., Zimmerman I. Estimate of the time zero lung burden of depleted uranium in Persian Gulf War veterans by the 24-hour urinary excretion and exponential decay analysis // *Mil. Med.* 2003. V. 168. P. 600–605.
37. Barber D.S., Hancock S.K., McNally A.M. et al. Neurological effects of acute uranium exposure with and without stress // *Neurotoxicology.* 2007. V. 28. P. 1110–1119. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2007.05.014>
38. Monleau M., Bussy C., Lestaavel P. et al. Bioaccumulation and behavioral effects of depleted uranium in rats exposed to repeated inhalations // *Neurosci. Lett.* 2005. V. 390. P. 31–36.
39. Roszell L.E., Hahn F.F., Lee R.B., Parkhurst M.A. Assessing the renal toxicity of capstone depleted uranium oxides and other uranium compounds // *Health Phys.* 2009. V. 96. P. 343–351. <https://doi.org/10.1097/01.HP.0000338421.07312.ed>
40. Ma M., Wang R., Xu L. et al. Emerging health risks and underlying toxicological mechanisms of uranium contamination: Lessons from the past two decades // *Environ. Int.* 2020. V. 145. 106107. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106107>
41. Bourgeois D., Burtpichat B., Goff X.L. et al. Micro-distribution of uranium in bone after contamination: new insight into its mechanism of accumulation into bone tissue // *Anal. Bioanal. Chem.* 2015. V. 407. № 22. P. 6619–6625. <https://doi.org/10.1007/s00216-015-8835-7>
41. Toque C., Milodowski A.E., Baker A.C. The corrosion of depleted uranium in terrestrial and marine environments // *J. Environ. Radioact.* 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2013.01.001>
42. Danesi P.R., Markowicz A., Chinea-Cano E. et al. Depleted uranium particles in selected Kosovo samples // *J. Environ. Radioact.* 2003. V. 64. P. 143–154. [https://doi.org/10.1016/s0265-931x\(02\)00045-0](https://doi.org/10.1016/s0265-931x(02)00045-0)
43. Fischer H. Depleted uranium: sources, exposure and health effects // *World Health Organ.* 2001. V. 4. P. 324–325.

Об авторе

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации. Российская Федерация, 111024, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

Супотницкий Михаил Васильевич. Главный специалист, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. <https://orcid.org/0009-0004-3193-1032>

Контактная информация автора: 27nc_1@mil.ru

Armor Piercing Projectiles Based on Depleted Uranium and the Consequences of Their Use for the Environment and People

M.V. Supotnitskiy

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation
e-mail: 27nc_1@mil.ru

Received February 22, 2023. Accepted March 27, 2023

The intention of the collective West to supply the armed forces of Ukraine with armor-piercing shells with cores (penetrators) made of depleted uranium (DU), is changing the situation in the zone of special military operation (SVO). A new damaging factor is introduced into combat operations – uranium-238 (²³⁸U), one of the longest-lived natural radioactive isotopes of uranium. *The purpose of the review* is to identify the signs and consequences of the use of armor-piercing projectiles based on depleted uranium. *Materials and research methods.* The sources available through the PubMed, Google Scholar and Russian Electronic Library databases were analyzed. *Research results.* NATO uses DU in 20-, 25-, 30-, 105-, 120- and 140-mm caliber projectiles. The cores are made from recycled DU, which is a waste from the production of nuclear weapons. Due to man-made isotopes, it is more radioactive than DU from natural uranium. When such a projectile hits an armored object, a large amount of respirable radioactive and toxic dust of black uranium

oxides, small fragments and fragments of the penetrator, remaining in the armored vehicles and around it, is formed. One 120 mm projectile produces approximately 950 g of black dust. Almost 99% of the internal dose received by the military will come from alpha particles, the most dangerous to health. Projectiles that miss their targets sink deep into the soil, their penetrators corrode for decades, releasing soluble uranium compounds into underground water sources. In areas where DU shells were used, mass diseases of «unexplained etiology» are observed among military personnel and civilians, reducing their life expectancy and fertility. *Discussion of results and conclusions.* The first signs of the use of shells with DU, which can be installed on the battlefield: round holes in the armor of tanks and the presence of solid black dust around them and in the tank itself. In case of fires in the warehouses of such shells, due to other oxidation conditions, crumbling yellow dust is formed. When examining it, it is necessary to pay attention to the presence of elevated concentrations of ^{236}U . The fact that a soldier was hit by DU can be confirmed by the presence of uranium in his urine. The use of DU shells on the territory of the Russian Federation, in terms of its consequences for people and nature, is the use of radiological weapons, a disguised form of nuclear warfare. And it must be treated accordingly.

Keywords: *carcinogenic; chemotoxicity; corrosion of depleted uranium; depleted uranium aerosols; depleted uranium munitions; depleted uranium; endocrine disruptor; Gulf war; munitions; particulate uranium; pyrophoricity; U-234; U-235; U-238; uranium contamination.*

For citation: *Supotnitskiy M.V. Armor Piercing Projectiles Based on Depleted Uranium and the Consequences of Their Use for the Environment and People// Journal of NBC Protection Corps. 2023. V. 7. № 1. P. 6–23. EDN: rhsvza. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-6-23>*

Conflict of interest statement

The author declares 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.

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

References

See P. 20–22.

Author

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation.

Mikhail Vasilyevich Supotnitskiy. Senior Researcher. Chief Specialist. Candidate of Biological Sciences. <https://orcid.org/0009-0004-3193-1032>

Contact information for author: 27nc_l@mil.ru



Treatment of Radiation Lesions with Mesenchymal Stem Cells

Ján Lakota

Centre of Experimental Medicine, SAS, Dubravská cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovakia Faculty of Management Comenius University, Odbojárov 10, 820 05 Bratislava, Slovakia
jan.lakota@savba.sk

Received February 20 2023. Accepted March 27 2023.

Acute radiation syndrome (ARS) is an acute illness caused by exposure to a high dose of ionizing radiation. ARS is the deterministic effect of radiation exposure of the whole body or a significant body volume (partial body irradiation) above a threshold dose of about 1 Gy (gray). Radiation accidents, such as those in Chernobyl (1986) and Fukushima (2011), or the possible use of nuclear weapons during the hostilities or terrorist attacks, can lead to the massive development of ARS in humans. The *aim of the work* is to introduce a new method of post-radiation treatment – the use of allogeneic mesenchymal stem cells (MSCs). *Materials and methods.* The information contained in specialized scientific journals that are freely available and accessible through the global Internet was studied. *Discussion of the results.* In the scenario of mass exposure of the population, when from several tens (hundreds) to millions of people can be irradiated, the transfusion of hematopoietic stem cells traditionally used in such cases would be impossible. MSCs can possibly differentiate into specialized cells, that is, turn into cells of various organs and tissues or induce such kind of regeneration. For practical use, there are two main sources of their isolation and reproduction *ex vivo* – bone marrow and adipose tissue. To date, it has been shown that MSCs derived from adipose tissue can be effective in mitigating the effects of acute radiation illness. Intravenously applied MSCs are migrating mainly to the bone marrow and are partially restoring its function. Deep anatomical structures are also involved in local radiation injuries: bone, muscles, nerves, blood and lymphatic vessels and skin. There is a strong body of evidence suggesting the «repair effect» of MSCs when used to treat such lesions. This is because MSCs can induce the repair and regeneration of the anatomical structures which they are locally applied, possibly by the paracrine effect. The main advantage of allogeneic MSCs over autologous ones is their logistical accessibility. They can be produced in advance in quantities and stored frozen. After thawing, the cells must be cultured for at least 48 hours in humidified incubators with the addition of 5% CO₂. *Findings.* Treatment of MSCs should be started as soon as possible after radiation exposure. Rescue of damaged hematopoiesis in the bone marrow can be achieved by multiple intravenous administration of up to 1 million (10⁶) freshly prepared allogeneic MSCs/kg body weight. Locally (around and in the irradiation area), the dose of MSCs may be lower – 20 million cells. Repeated topical application should be carried out at intervals of two to four weeks. Subsequent surgical reconstruction should be performed by an experienced surgeon and in a specialized center with concomitant topical application of MSCs.

Keywords: *allogeneic adipose-derived stem cells; bone marrow cells; clinical praxis; mesenchymal stem cells; MSC treatment; radiation accident; radiation effects; radiation injuries; radiation lesions; radiation sickness.*

For citation: *Ján Lakota. Treatment of Radiation Lesions with Mesenchymal Stem Cells // Journal of NBC Protection Corps. 2023. V. 7. № 1. P. 24–35. EDN: jrcnaj. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-24-35>*

Introduction

In the book «A slow death: 83 days of radiation sickness»¹ one, even a non-specialist can find the description of the effect of radiation on the human body. The incident happened on September 30, 1999, in a nuclear fuel processing facility in Tokaimura, Japan. Two men (Hisashi Ouchi and Masato Shinohara) were exposed to gamma

and neutron beam radiation. According to the model, Ouchi has been exposed to a radiation level around 20 Sv (sievert). The lethal dose is an exposure 8 Sv. (1 Sv (sievert) = 1 joule/kilogram – a biological effect. The sievert represents the equivalent biological effect of the deposit of a joule of radiation energy in a kilogram of human tissue. The ratio to absorbed dose is denoted by Q. 1 Gy

¹ A Slow Death 83 Days Of Radiation. <https://archive.org/details/ASlowDeath83DaysOfRadiation/page/n115/mode/2up> (date: 20.02.2023).

(gray) = 1 joule/kilogram – a physical quantity. 1 Gy is the deposit of a joule of radiation energy per kilogram of matter or tissue [1]). It should be noted, that according to the nurse medical personnel his admission to the hospital was only temporally and he «would not be hospitalized» for a long time. Judging from his outward appearance it was hard to tell what was wrong with him and impossible to believe that he had received a supralethal dose of radiation. The biggest concern of the personnel was (possible) secondary radiation which finally was not justified. On day +1 his lymphocytes in peripheral blood decreased almost to zero values. On day +5 all chromosomes of the bone marrow were found to be destroyed into pieces. On day +6 Ouchi received peripheral blood stem cell transplant from his HLA identical sister as a donor. On day +9 was entirely forbidden to use tape on Ouchi's skin because the skin underneath started coming off with the tape. Like after burn blisters appeared on his right hand (the site of his body closest to the radiation). On day +10 he was intubated and put on mechanical (artificial) ventilation. On day +16 he his bone marrow showed a full chimerism. All examined cells were XX (female) positive. However, in 3 out of examined 30 cells chromosomal breaks were present. This chromosomal damage was a surprise. One theory was that the neutron beams hit atoms in the body, such as sodium (Na), phosphorus (P) and potassium (K) and these atoms become radioactive themselves. The isotope ^{24}Na has a half time of approximately 15 hours. This means that the 1/1000 (1/1024) of its radioactivity is achieved in 150 hours i.e., 6.25 days. Ouchi received the transplant on day +6 (he was irradiated on day 0) and the radiation could still be effective to cause at least some chromosomal breaks. On the other hand, another explanation comes from a so-called «bystander effect», an effect unique to neutron beam irradiation. The cells irradiated by neutron beams emitted reactive oxygen (oxygen radicals or free radicals), damaging nearby cells that had not been irradiated. On day +26 the intense diarrhea was observed. The damage of all gastrointestinal (GIT) membranes has been confirmed. Moreover, 30 times higher than the norm a level of myoglobin in Ouchi's blood serum has been detected. This was a sign of muscle necrosis. Remarkably, no sign of heart damage had been observed. On day +49 the skin of his front almost completely «disappeared». The team grew artificial pieces of skin *in vitro* (donor Ouchi's sister) and finally transplanted up to 70 pieces of them. No one regenerated, due to fluid leak all had fallen off. On day +82 Ouchi died. The autopsy of Ouchi's body showed the

following results. His body was bright red, as he had been scalded. It was different as in thermally burnt corpses whose bodies were pitch black. No skin remained at the front site of his body. There were severe organ alternations. Every mucus membrane in the body had disappeared (GIT, trachea). The hematopoietic cells disappeared too. The bone marrow was «empty». Ouchi's muscle cells had lost most of their fiber and only the cell membrane remained. In contrast to «ordinary» muscles the vivid red muscle cells remained intact in the heart. In other words, only the muscle cells in the heart had not been destroyed by the radiation. The heart was the one internal organ in Ouchi's body which remained intact.

Main

At the beginning of this section the author would like to point out that the following material (Radiation, Radiation Injuries, Acute radiation syndrome) has been taken from the website².

Radiation. Radioactivity is the phenomenon whereby atoms undergo spontaneous disintegration, usually accompanied by the emission of radiation. Radiation is the transmission of energy through space and is of two types: ionizing and non-ionizing. Depending on the range in the electromagnetic energy spectrum, it is possible to characterize non-ionizing radiation such as heat, microwaves, visible light or others, and ionizing radiation such as X rays and gamma rays. These waves are characterized essentially by their energy, which varies inversely to the wavelength. Ionizing radiation may be emitted in the process of decay of unstable nuclei or by de-excitation of atoms and their nuclei from natural sources like the sun, the stars or cosmic radiation. It may also be produced by X ray machines, nuclear reactors, cyclotrons, and other devices. During radioactive decay, gamma (γ) rays are often produced alongside other types of radiation, such as alpha (α) or beta (β) particles. When a nucleus emits an alpha or beta particle, the daughter nucleus is sometimes left in an excited state which, after de-excitation, returns to a lower energy level by emitting a gamma ray in much the same way that an atomic electron can, in most cases, jump to a lower energy level by emitting visible light. Ionizing radiation can strip electrons from atoms and break the bonds between the atoms of a molecule. Ionizing radiation can be divided into low and high linear energy transfer radiation (as a guide to its relative biological effectiveness), or into strongly penetrating radiation and weakly penetrating radiation (as an indication of its ability to penetrate shielding or human body tissues).

The characteristics of the four major types of radiation emitted by radioactive material, namely,

² INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Medical Management of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 101, IAEA, Vienna, 2020. URL: <https://www.iaea.org/publications/12370/medical-management-of-radiation-injuries> (date: 25.12.2022).

alpha, beta, gamma, and neutron radiation, are as follows:

- Alpha radiation has a relatively short range, travelling only a few centimeters in air. It can be stopped by a sheet of paper and cannot penetrate the outer layers of intact human skin. For this reason, alpha radiation becomes a hazard only if an alpha-emitter radionuclide is taken into the body. Examples of alpha particle emitters are americium-241 (²⁴¹Am) and polonium-210 (²¹⁰Po).

- Beta radiation can travel several meters in air and can penetrate inadequately protected skin. Beta radiation emitters are considered primarily an internal hazard, but the deposition on the skin of radionuclides emitting beta particles of sufficient energy (such as caesium-137 (¹³⁷Cs)) can give rise to «skin burns».

- Gamma radiation is highly penetrating and can pass through most materials, including the human body. For this reason, gamma radiation is considered an external hazard as well as an internal hazard. Examples of gamma radiation emitters are iridium-192 (¹⁹²Ir) and cobalt-60 (⁶⁰Co).

- Neutrons are emitted in the processes of nuclear fission and reaction, or when some radioactive material undergoes spontaneous decay.

When ionizing radiation interacts with the human body, it deposits its energy in organs and tissues. The amount of energy absorbed per unit weight of the organ or tissue is called 'absorbed dose' and is expressed in units of gray (Gy). One

Gy of absorbed dose is equivalent to one joule of radiation energy absorbed per kilogram of organ or tissue mass. Equal absorbed doses from different types of ionizing radiation are not equally harmful. Alpha particles produce greater harm than do beta particles, gamma rays and X rays for a given absorbed dose. To account for this difference, radiation dose is expressed as equivalent dose in units of sieverts (Sv). The equivalent dose in Sv is equal to absorbed dose multiplied by a so-called radiation weighting factor.

Radiation injuries. A nuclear or radiological emergency is defined as: An emergency in which there is, or is perceived to be, a hazard due to: (a) The energy resulting from a nuclear chain reaction or from the decay of the products of a chain reaction; (b) Radiation exposure. The hazard involves a sealed or unsealed radioactive source and may lead to an uncontrolled release of ionizing radiation or radioactive material into the environment or to individuals. Such radioactive sources include sealed sources of radioactive isotopes such as ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs, or ¹⁹²Ir irradiators, used mostly in medicine and industry, and unsealed sources used in nuclear medicine and scientific research. Less frequently, X ray equipment, linear particle accelerators and other equipment have also been involved in the uncontrolled exposure of people. The second step is to identify those individuals possibly exposed or contaminated. The severity of radiation injuries depends on the radiation dose incurred, the

Table 1 – Initial decision making for managing radiation injuries based on vomiting and erythema [5]

Clinical manifestations		Estimated dose		Initial decision
WBE	LE	WBE	LE	
No vomiting	No erythema	<1 Gy	<3 Gy	Outpatient with five week surveillance (blood, skin).
Vomiting 2-3 h after exposure	Primary(early) erythema 12-24 h after exposure	1-2 Gy	>3~8 Gy	Monitoring in a general hospital.
Vomiting 1-2 h after exposure	Primary erythema 8-15 h after exposure	2-4 Gy	>15 Gy <25 Gy	Hospitalization in haematological or surgical (burn) department or specialized surgical department (ideally in a room with laminar air flow and air filtering, and with a plastic surgery team trained in radiation injuries).
Vomiting earlier than 1 h after exposure	Primary erythema within 3-6 h (or less) associated with itching, oedema and pain	>4 Gy	>25 Gy	Hospitalization in a haematological or specialized surgical department (ideally in a room with laminar air flow and air filtering, and with a plastic surgery team trained in radiation injuries). Specialized counselling is necessary.

Table 2 – Methods for the early diagnosis of radiation injuries. The table presents the main methods for early diagnosis of whole body or partial body irradiation, including the procedures, manifestations, expected time of onset and minimum doses necessary for the appearance of the early symptoms and signs of radiation exposure (threshold)¹

Procedure	Manifestation	Time of onset*	Minimum exposure (Gy)
Clinical observations	Nausea, vomiting	Within 48 h	~1
	Erythema	Within hours to days	~3
	Epilation	Within 2–3 weeks	~3
Laboratory examinations:	Absolute lymphocyte count $1 \times 10^9 / L^{**}$	Within 2–72 h	~0.5
Blood cell count			
Cytogenetics***	Dicentric/rings, micronuclei, translocations	Within hours	~0.1 (detection level)

Note. WBE – whole body exposure, LE – local exposure.
 * The latency time is inversely dependent on radiation dose.
 ** The lymphocyte count may decrease within hours. Experts recommend that a baseline count be obtained as soon as possible and the counting be repeated every 4 h on the first day and then daily.
 *** Results can be available in three to five days depending on the technique used.
¹ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies*, EPR-Biodosimetry, IAEA, Vienna. 2011 (date: 22.12.2022).

dose rate, the radiosensitivity of affected tissues and organs, and the area and extent to which the body has been exposed. For the same absorbed dose, the health consequences of a partial body exposure are less severe than those of a whole-body exposure. A single absorbed dose of about 3.5 Gy to the whole body is generally expected to result in the death of 50% of the exposed population group within two months if there is no medical treatment ($LD_{50/60}$, meaning a lethal dose for 50% of the population in 60 days). The $LD_{50/60}$ can be increased to about 5.0–6.0 Gy with advanced mitigative treatment (e.g., bone marrow transplants, hematopoietic growth factors) or supportive treatment, as well as when the exposure is prolonged or fractionated. The survival probability of patients exposed to significantly higher doses is very limited. These patients require standard (best) supportive care.

Acute radiation syndrome

Acute radiation syndrome (ARS) is the acute illness caused by exposure to a high dose of ionizing radiation to the body. ARS is a deterministic effect of radiation exposure to the whole body or to a significant volume of the body (partial body irradiation) above a dose threshold of about 1 Gy. This deterministic effect induces a set of clinical and biological manifestations in the organs and tissues affected. To facilitate the understanding of clinical manifestations and how they overlap, ARS has typically been subdivided into three groups depending on the absorbed dose and the organs primarily involved (hematopoietic, gastrointestinal,

and neurovascular types). However, the overlapping of these clinical manifestations reflects the expression of an inflammatory body response affecting all the organs and tissues, which in severe cases may lead to multiple organ failure. The hypothesis is that the organ system involvement is due not only to the radiation induced depletion of proliferating cells of rapid turnover tissues, but also to radiation induced changes in the vascular system, and specifically in the endothelial cells and the immune system, leading to the development of an uncontrolled systemic inflammatory response [2]. It appears that cytokines play a central role in mediating central nervous system response following irradiation. It has been shown that the radiation response of the central nervous system is characterized by local production of pro-inflammatory cytokines in different brain structures, causing a stimulation of inflammatory cascade, interaction with other inflammatory mediators and up-regulation of the inflammatory process that leads to neurotoxicity [3]. In the same way, radiation induced endothelial dysfunction can cause increased permeability, endothelial cell apoptosis, coagulation disorders, the expression of adhesion molecules, production of inflammatory cytokines and chemokines with transmigration of leukocytes and the release of proteases and reactive oxygen species that can contribute to tissue injury [2, 4].

An initial (rather orientational) judgment according vomiting and primary («early») erythema of a patient after radiation injury is shown in Table 1. A more advanced schedule is shown in Table 2. The

Table 3 – Threshold doses and time of onset for different manifestations of local radiation injuries ¹

Manifestation	Threshold dose, Gy	Time of onset*, days
Second phase erythema**	3	14-21
Temporary epilation	3	14-18
Definitive epilation	7	25-30
Dry desquamation (dry epithelitis)	10	20-28
Moist desquamation (exudative epithelitis)	15	15-25
Necrosis	25	>21

* Time of onset is a reference; it is influenced by actors such as the dose rate, duration of the exposure and individual radiosensitivity.

** Second phase erythema is a deterministic effect referring to an erythema that develops during the manifestation phase of a local radiation injury.

¹ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Medical Management of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 101, IAEA, Vienna, 2020.* URL: <https://www.iaea.org/publications/12370/medical-management-of-radiation-injuries> (date: 23.12.2022).

diagnosis is more profound and is based on some laboratory tests. We are not planning to focus on the treatment of radiation injuries with «conventional» methods (growth factors, hematopoietic cell transplantation, supportive care, plastic surgery, etc.) Our aim is to introduce a new modality in the postradiation treatment – mesenchymal stem cells (MSC). These cells can be used in a systemic or local approach. The local injuries are in more detail characterized in Table 3. A damage of all deeper anatomical structures (bones, muscles, nerves, vessels) is earlier or later observed after high dose local irradiation. Here we would like to focus the reader's attention to an interesting fact. As shown in the Introduction the single organ which was not destroyed by the radiation (gamma rays and neutrons) was the heart. It was the one internal organ in Ouchi's body which remained intact. This «experimental fact» remains a mystery and is open for further laboratory studies.

An example of the skin changes after irradiation is shown in Figure 1.

Mesenchymal stem cells. In the text we will (mainly) use the original text of the author [6]. Mesenchymal stem cells (MSCs) can be isolated from almost all organs and tissues in the human body. For practical purposes, there are two main sources for their isolation and ex vivo expansion – the bone marrow and fat tissue. Based on their inherent plastic adherence properties, the ex vivo expansion of MSCs is a rather simple process. Nevertheless, the biological features (gained from decades of tissue culture experience) are contrary to bureaucratic rules, which govern the good laboratory practice. MSCs cannot be successfully used in the treatment of human diseases if they are not handled optimally akin to the conditions in their natural habitat. Moreover, extrapolation of the data obtained from animal studies (mainly



〈右手〉東大病院転院時には、赤く腫れているだけだった。
撮影：1999年10月7日（被曝8日目）

〈同右手〉表皮が失われ、赤黒く変色している。
撮影：1999年10月25日（被曝26日目）

Figure 1 – The right hand of the patient mentioned in the part Introduction. Left: day +7, Right: day +25 after the radiation accident (URL: <https://archive.org/details/ASlowDeath83DaysOfRadiation/page/n95/mode/2up>, p. 96; date: 23.12.2022)

rodents) to humans is rather unfounded and with little relevance. The paper of Koç [7] symbolically «opened the door» for the mesenchymal stem cells (MSCs) in the third millennium. Here, the authors reported about the autologous blood stem cells and in tissue culture (*in vitro* or *ex vivo*) expanded bone marrow-derived MSCs in advanced breast cancer patients receiving high-dose chemotherapy. Since then, an enormous amount of material has been published [9]. Coming down to the molecular level, our knowledge each day is growing exponentially. Nevertheless, the primary question remains: What is the «therapeutic mechanism» of the applied MSCs? We call this effect as «posthypnagogic command». After the treatment with MSCs, the effect of healing is present for months, without the proven presence of MSCs. We are not coming in detail here; the reader could educate himself in the enormous amount of literature. In our opinion, it is useful to repeat the whole procedure of *ex vivo* expansion in detail as it has been described in part «*Ex Vivo* MSCs Culture» [8]: «Mononuclear cells (from bone marrow) were resuspended at 10^6 cells/mL in Dulbecco's modified Eagle medium, low glucose (DMEM-LG) with 10% fetal bovine serum and 30 mL of cell suspension was plated in a 175 cm² flask. MSCs were cultured in humidified incubators with 5% CO₂ and initially allowed to adhere for 72 h, followed by media change every 3–4 days. When cultures reached more than 90% confluence, adherent cells were detached with 0.05% trypsin-EDTA.» Later, additional characterizations and refinement added some regulatory rules. This *ex vivo* expanded MSCs fulfilled the criteria provided (later) by the International Society for Cellular Therapy [9]. Briefly, MSCs are defined by their plastic-adherent properties under standard culture conditions, by their ability to differentiate into osteocytes, adipocytes, and chondrocytes *in vitro* under a specific stimulus and by positive (CD105, CD73, and CD90) or negative (CD45, CD34, CD14, and HLA-DR) expression of specific surface markers. There are two main sources for their isolation and *ex vivo* expansion for practical purposes – the bone marrow and the fat tissue. This *ex vivo* expansion of MSCs is a rather simple process based on their inherent plastic adherence properties. The pilot paper [10] described the use of «third party» (here – haploidentical) MSCs for transplantation in a patient with severe treatment-resistant grade IV acute graft versus host disease (GVHD) of the gut and liver after allogeneic stem cell transplantation. For decades, two organs (or tissues), i.e., bone marrow and fatty tissue, were the primary sources for the isolation and *ex vivo* expansion of MSCs. MSCs cannot be successfully used to treat human diseases if they are not handled optimally akin to the conditions in their natural habitat. Let us discuss this in depth. As an example,

we will consider the following research paper [11]. The authors claimed that «among patients with advanced heart failure, intramyocardial injection of mesenchymal precursor cells, as compared with the injections of a cryoprotective medium as sham treatment, did not improve successful temporary weaning from left ventricular assist device (LVAD) support at 6 months. These findings do not support the use of intramyocardial MSCs to promote cardiac recovery as measured by temporary weaning from device support» According to the authors, the patients were randomly assigned to cell therapy group who received intramyocardial injection of 150 million MSCs and a cryoprotective medium treatment group without cells for comparison. The allogeneic MSCs were obtained from healthy donors and expanded in a Good Manufacturing Practices (GMP) certified laboratory. It is evident that the cells were thawed directly before use («injections of mesenchymal precursor cells, compared to injections of a cryoprotective medium as sham treatment»). The cells were neither washed nor cultivated further for expansion before use. In the opinion of the authors that it is mandatory to use the MSCs that have been freshly prepared and not frozen or thawed immediately before use.

After decades of expanding the MSCs (and other cells) *ex vivo* (*in vitro*), we firmly stand behind this point of view. After thawing, the cells need to be cultured at least for 48 h in humidified incubators supplemented with 5% CO₂. Only after this wait period, one should start to consider further experimental (or therapeutic) work using these cells. On the other hand, one can consider growing the cells *ex vivo*, detaching them when 80% confluent and applying them to the patient in a short time (up to 3 h at room temperature). The practice to use freshly thawed cells (MSCs) makes the abovementioned study (and others in this fashion designed trials) from the biological point of view rather dubious and medically useless. In our opinion, it is necessary to return to the laboratory and to give the MSCs a «second chance» by consequently following the Good Biological Practice (GBP) developed during the decades of cell tissue culturing *in vitro*. We recommend returning to the praxis of small tissue culture centers associated with (or localized within) the hospitals. In coordination with the hospital departments, they could prepare fresh MSCs, which would be «on demand» prepared for use and treat the patients. Logistically, to prepare a total of $20\text{--}50 \times 10^6$ cells is not a difficult task. One skilled technician could obtain this amount under sterile conditions in 1–2 h. What about the tests for the differentiation and of sterility? Well, yes, one can ask a heretical, unorthodox question: Did anybody ever observe that the MSCs *in vitro* did not differentiate to osteoclasts, adipocytes, and chondrocytes during appropriate treatment?

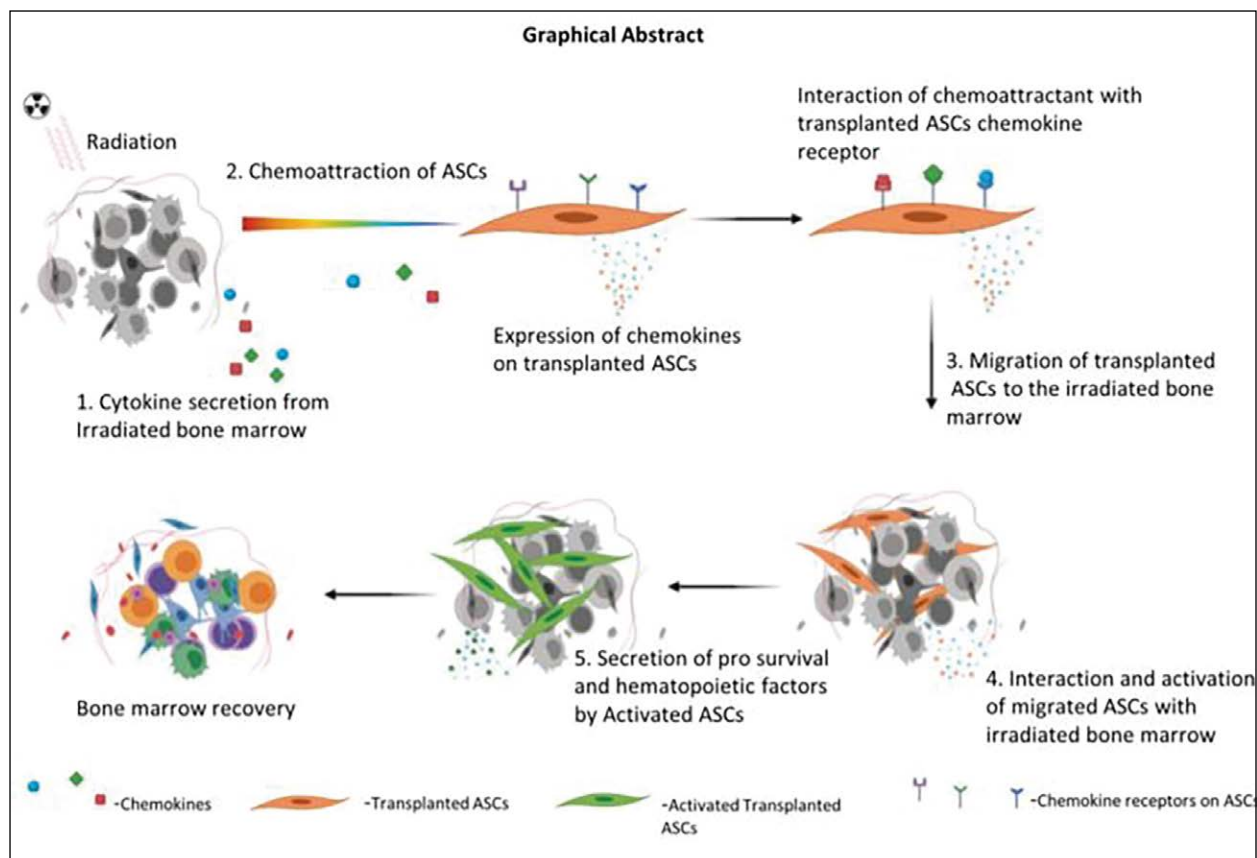


Figure 2 - Allogeneic adipose-derived stem cells rescue irradiation bone marrow cells via secretion of pro-survival and hematopoietic factors. (URL: <https://scitechdaily.com/in-case-of-nuclear-disaster-stem-cells-derived-from-fat-show-promise-as-a-treatment-for-mass-radiation-exposure/>; date: 23.12.2022)

Data emanating from the clinical studies have shown the safety and efficacy of allogeneic MSCs in adult and pediatric patients [12, 13]. Recent clinical application of allogeneic MSCs in ischemic cardiomyopathy patients vindicated these data and reported that allogeneic MSCs were as good as autologous MSCs in their functionality and efficacy, favorably affecting LV end-diastolic volumes, LVEF, and ventricular remodeling leading to improved quality of life [14, 15]. More importantly, these studies did not report any severe adverse reactions associated with the cell-based therapy with allogeneic cells, including immunologic responses. The safety profile of allogeneic MSCs has also been substantiated during a systematic review and meta-analysis of 36 clinical studies, including 1012 participants [16]. Experimental studies assessing immunological profiling of MSCs have shown that although they are not immunoprivileged, allogeneic MSCs are weakly immunogenic, because they lack MHC class II and co-stimulatory molecules, i.e., CD40, CD80, and CD86, while they have weak MHC class I expression [17, 18]. Moreover, they do show immunomodulation by suppressing the activation and proliferation of immune cells [19, 20]. Their

interesting immune profile tips them as a good candidate for cell-based therapy without the need for immunosuppression therapy and takes care of them not being «self» for the recipient [21]. These data about the allogeneic MSCs are a step forward towards the ongoing quest for «Universal donor cells,» which should be available off-the-shelf as a ready-to-use cell preparation [22]. One of the primary advantages of allogeneic MSCs is their logistic superiority over autologous cells [23]. Unlike autologous MSCs, which need to be isolated, purified, and expanded in culture before use for each patient, allogeneic cells are logistically feasible as they may be readily available off-the-shelf. This ready availability makes possible their use in urgent clinical situations, which is not possible with the autologous cells as it may take 3–4 weeks of isolation, purification, and expansion before they could be used for delivery. For any cell-based therapy to be of routine clinical significance as a therapeutic modality, it is imperative that the cells must be available off-the-shelf akin to any other conventional pharmacological agent. Additionally, allogeneic MSCs may allow repeated doses of the cells which may be more beneficial than one-time treatment [24].

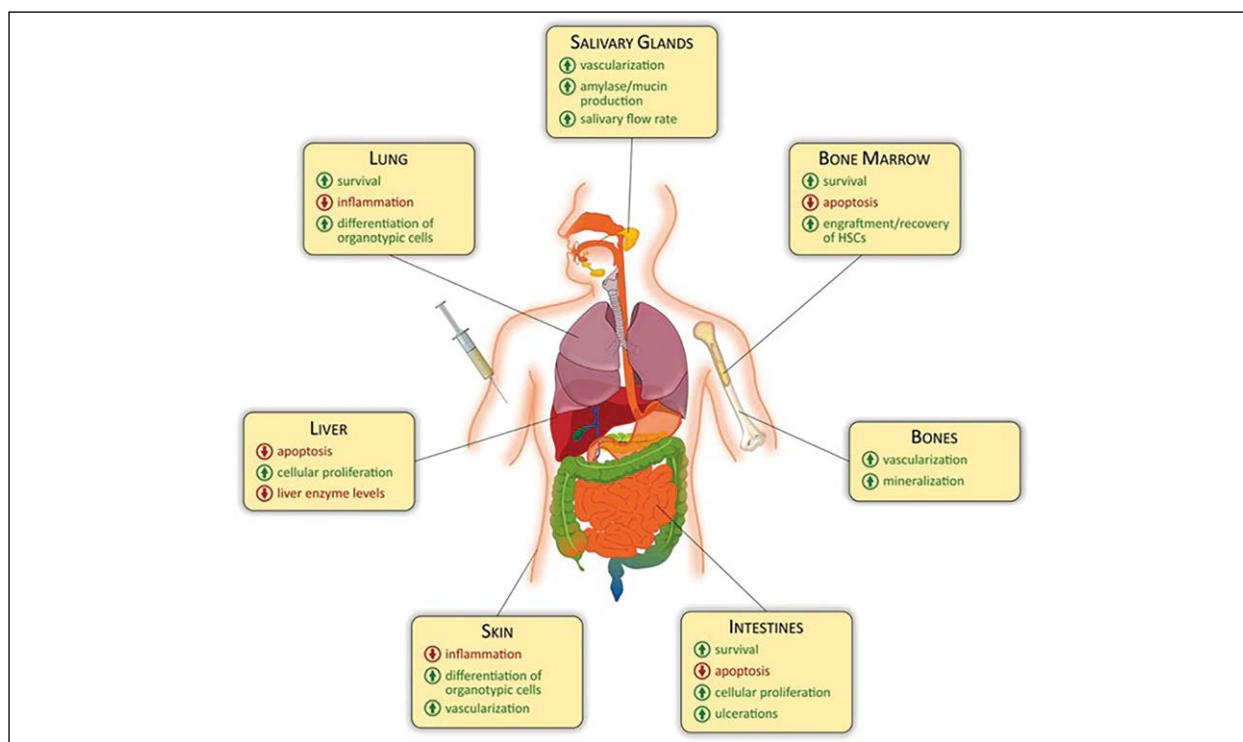


Figure 3 – Organ tissue-specific beneficial effects of MSC treatment (the whole figure has been taken from [31])

Treatment of radiation injuries. First, we will focus on the treatment of ARS. Events leading to the development of ARS can be a radiation accident like in Chernobyl (1986) or Fukushima (2011), a therapeutic misadventure, or nuclear weapon detonation during war or in a terroristic attack [25]. At present, few treatment options are available. Matched hematopoietic stem cell transplant is the therapy of choice. Although bone marrow/ peripheral blood stem cell transplantation is beneficial, maintenance of hematopoietic stem cells, radiation dose determination, and the lack of matched stem cell donor for allogeneic therapy applications are limiting factors. In a mass population exposure scenario, several tens (hundred) to millions of individuals can be exposed; from a practical standpoint, hematopoietic stem cell transfusion is an impossible way forward. In case such a scenario develops, it will be difficult to treat all individuals at the same time, and treatment will be delayed for many affected individuals, which may lead to an increased mortality rate. Other possible treatment options include administration of prohematopoietic cytokines, such as granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF) and granulocyte stimulating factor (G-CSF). In a recent paper «Allogeneic adipose-derived stem cells mitigate acute radiation syndrome by the rescue of damaged bone marrow cells from apoptosis» [26] the authors have shown that adipose tissue derived mesenchymal stem cells (ASC) could be effective

in mitigating total body irradiation (TBI) induced ARS in mice and may be beneficial for clinical adaptation to treat TBI-induced toxicities. The possible explanation of the observed effect is shown in Figure 2.

In the author's opinion «the requisitioned data of the MSCs, mechanically taken from mice and rats, could negatively influence the trends of the research in the novel treatment(s) of human disease» [27]. However, on the other hand the author observed personally direct homing of i.v. applied MSC in the patient's bone marrow [28]. This experimental fact confirms the data obtained in mice: After systemic (i.e. intravenous) application the MSC in humans are (at least partially) homing in the bone marrow of the individual. Here we would like to suggest a possible way to treat the patient(s) with the ARS. The suggested approach is to apply intravenously up to 1 million (10⁶) freshly prepared allogeneic MSC/kg body weight as soon as possible after the radiation injury (ARS). In our opinion this could rescue the damaged hematopoietic stem cells in the bone marrow. The treatment should be applied repeatedly in a span of few days, if possible. We understand that lack of experience can influence the results, nevertheless direct «trials» on a large cohort of patients are missing and it is not imaginable to perform them. Nevertheless, the accidental ARS could be used as «pilot studies». Considering the availability of allogeneic MSC, we repeat and are firmly standing

behind that «For any cell-based therapy, including the ASR treatment, it is imperative that the MSC must be available off-the-shelf akin to any other conventional pharmacological agent.»

The second possible use of MSC is treatment of the local radiation injuries. In [29] the authors present the treatment of four patients with chronically persistent chronic radiation injuries, who they suffer over a few decades, with autologous MSC. It should be noted that after local radiation (accidental) injury the deep anatomical structures are involved too: the bone, muscles, nerves, blood, and lymphatic vessels, and of course the complex structure – the skin. This makes the problem more complex.

In a publication «Cell technologies in the treatment of radiation burns: experience Burnasyan Federal Medical Biophysical Centre» [30] the authors demonstrated the treatment with the MSC of the patients with radiation burns. These patients received radiation therapy for their oncological diagnosis. The postradiation wounds («ulcers») were successfully treated with MSC in 3 patients. In a paper «Mesenchymal stem cells – A new hope for radiotherapy-induced tissue damage?» The authors suggest a possible beneficial role of the MSC in different organs of the human body (Figure 3) [31]. In other words, there is a convincing amount of data which show the effects of MSC in the treatment of

radiation injuries. Moreover, the use of MSC in a «classical» wound healing is well documented. (For review see ref. [32]).

So, repeatedly: First – when should we to start the treatment? Second – should the treatment be local or systemic? Third – how often should the treatment be repeated? Our suggestions are as follows. Due to beneficial effects of MSC (Figure 3) one should apply the MSC intravenously as soon as possible after the local radiation injury. The recommended dose should be up to 1 million (106) freshly prepared allogeneic MSC/kg body weight. The other doses should be applied locally (around and in the irradiated area) rather early. The dose of MSC can be lower (we suggest 20 million cells). The repeated local application should occur in the two to four weeks interval(s). Due to the rather unconvincing effects of the MSC application in the radiological accident in Yanango, Peru³, we are suggesting two points. The MSC should be applied rather early (as suggested above), and they must be prepared in the «spirit» of Good Biological Practice (GBP). We believe that the early («as soon as possible») and repeatable application of MSC can minimize the radiation damage. Of course, the later surgical reconstruction should be performed by an experienced surgeon and in the specialized center with a concomitant local MSC application.

³ URL: <https://www.iaea.org/publications/6090/the-radiological-accident-in-yanango> (date: 22.12.2022).

Authors Contribution

Elaboration of the concept of the paper; collection, analysis, and systematization of scientific literature; writing and edition of paper / Разработка концепции статьи; сбор, анализ и систематизация научной литературы; написание статьи.

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.

Funding. There are no funding sources to declare.

References

1. Ferrari C., Manenti G., Malizia A. Sievert or Gray: Dose Quantities and Protection Levels in Emergency Exposure // *Sensors* (Basel). 2023. V. 23(4). P. 1918. <https://doi.org/10.3390/s23041918>
2. Macià I., Garau M., Lucas Calduch A., López E.C. Radiobiology of the acute radiation syndrome // *Rep Pract Oncol Radiother.* 2011. V. 16. № 4. P. 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.rpor.2011.06.001>
3. Gourmelon P., Marquette C., Agay D. et al. Involvement of the central nervous system in radiation-induced multi-organ dysfunction and/or failure // *Br. J. Radiol.* 2005. Suppl. 27. P. 62–68. <https://doi.org/10.1259/bjr/77700378>
4. Gaugler M.-H. A unifying system: Does the vascular endothelium have a role to play in multi-organ failure following radiation exposure? // *Br. J. Radiol.* 2005. Suppl. 27. P. 100–105. <https://doi.org/10.1259/bjr/24511652>

5. Medical Management of Radiation Accidents / Eds Gusev I.A., Guskova A.K., Mettler F.A., Barabanova A.V. 2nd edn, Boca Raton: CRC Press, FL, 2001. 225 p.
6. Lakota J., Dubrovackova M., Haider K.H. Human Mesenchymal Stem Cells: The Art to Use Them in the Treatment of Previously Untreatable // In: Handbook of Stem Cell Therapy / Ed. Haider K.H. Springer, Singapore. 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2655-6_1
7. Koç O.N., Gerson S.L., Cooper B.W., et al. Rapid hematopoietic recovery after coinfusion of autologous-blood stem cells and culture-expanded marrow mesenchymal stem cells in advanced breast cancer patients receiving high-dose chemotherapy // *J. Clin. Oncol.* 2000. V. 18. № 2. P. 307–316. <https://doi.org/10.1200/JCO.2000.18.2.307>.
8. Musiał-Wysocka A., Kot M., Majka M. The pros and cons of mesenchymal stem cell-based therapies // *Cell Transplant.* 2019. V. 28. № 7. P. 801–812. <https://doi.org/10.1177/0963689719837897>
9. Horwitz E.M., Le Blanc K., Dominici M. et al. International Society for Cellular Therapy. Clarification of the nomenclature for MSC: The International Society for Cellular Therapy position statement // *Cytotherapy.* 2005. V. 7. № 5. P. 393–395. <https://doi.org/10.1080/14653240500319234>
10. Le Blanc K., Rasmuson I., Sundberg B. et al. Treatment of severe acute graft-versus-host disease with third party haploidentical mesenchymal stem cells // *Lancet.* 2004. V. 363. № 9419. P. 1439–1441. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16104-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16104-7)
11. Yau T.M., Pagani F.D., Mancini D.M. et al. Cardiothoracic Surgical Trials Network. Intramyocardial injection of mesenchymal precursor cells and successful temporary weaning from left ventricular assist device support in patients with advanced heart failure: A Randomized Clinical Trial // *JAMA.* 2019. V. 321. № 12. P. 1176–1186. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.2341>
12. Koç O.N., Day J., Nieder M., et al. Allogeneic mesenchymal stem cell infusion for treatment of metachromatic leukodystrophy (MLD) and Hurler syndrome (MPS-IH) // *Bone Marrow Transplant.* 2002. V. 30. № 4. P. 215–222. <https://doi.org/10.1038/sj.bmt.1703650>
13. Horwitz E.M., Gordon P.L., Koo W.K. et al. Isolated allogeneic bone marrow-derived mesenchymal cells engraft and stimulate growth in children with osteogenesis imperfecta: Implications for cell therapy of bone // *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2002. V. 99. № 13. P.8932–8937. <https://doi.org/10.1073/pnas.132252399>
14. Hare J.M., Fishman J.E., Gerstenblith G. et al. Comparison of allogeneic vs autologous bone marrow-derived mesenchymal stem cells delivered by transendocardial injection in patients with ischemic cardiomyopathy: the POSEIDON randomized trial // *JAMA.* 2012. V. 308. № 22. P. 2369–2379. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.25321>
15. Hare J.M., DiFede D.L., Rieger A.C. et al. Randomized comparison of allogeneic versus autologous mesenchymal stem cells for nonischemic dilated cardiomyopathy: POSEIDON-DCM Trial // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017. V. 69. № 5. P. 526–537. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.11.009>
16. Lalu M.M., McIntyre L., Pugliese C. et al. Canadian Critical Care Trials Group. Safety of cell therapy with mesenchymal stromal cells (SafeCell): a systematic review and meta-analysis of clinical trials // *PLoS One.* 2012. V. 7. № 10. P. e47559. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047559>
17. Machado Cde V., Telles P.D., Nascimento I.L. Immunological characteristics of mesenchymal stem cells // *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.* 2013. V. 35. № 1. P. 62–67. <https://doi.org/10.5581/1516-8484.20130017>
18. Lohan P., Coleman C.M., Murphy J.M. et al. Changes in immunological profile of allogeneic mesenchymal stem cells after differentiation: should we be concerned? // *Stem Cell Res. Ther.* 2014. V. 5. № 4. P. 99. <https://doi.org/10.1186/scrt488>
19. Asari S., Itakura S., Ferreri K. et al. Mesenchymal stem cells suppress B-cell terminal differentiation // *Exp. Hematol.* 2009. V. 37. № 5. P. 604–615. <https://doi.org/10.1016/j.exphem.2009.01.005>
20. Corcione A., Benvenuto F., Ferretti E. et al. Human mesenchymal stem cells modulate B-cell functions // *Blood.* 2006. V. 107. № 1. P. 367–372. <https://doi.org/10.1182/blood-2005-07-2657>
21. Karimineko S., Movassaghpour A., Rahimzadeh A. et al. Implications of mesenchymal stem cells in regenerative medicine / *Artif. Cells Nanomed. Biotechnol.* 2016. V. 44. № 3. P. 749–757. <https://doi.org/10.3109/21691401.2015.1129620>
22. Kinkaid H.Y., Huang X.P., Li R.K., Weisel R.D. What's new in cardiac cell therapy? Allogeneic bone marrow stromal cells as "universal donor cells" // *J. Card. Surg.* 2010. V. 25. № 3. P. 359–366. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2009.00984.x>
23. Zhang J., Huang X., Wang H. et al. The challenges and promises of allogeneic mesenchymal stem cells for use as a cell-based therapy // *Stem Cell Res. Ther.* 2015. V. 6. P. 234. <https://doi.org/10.1186/s13287-015-0240-9>
24. Poh K.K., Sperry E., Young R.G., Freyman T. et al. Repeated direct endomyocardial transplantation of allogeneic mesenchymal stem cells: safety of a high dose, "off-the-shelf", cellular cardiomyoplasty strategy // *Int. J. Cardiol.* 2007. V. 117. № 3. P. 360–364. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2006.04.092>
25. Dainiak N., Albanese J. Medical management of acute radiation syndrome // *J. Radiol. Prot.* 2022. V. 42. № 3. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac7d18>
26. Chinnapaka S., Yang K.S., Samadi Y. et al. Allogeneic adipose-derived stem cells mitigate acute radiation syndrome by the rescue of damaged bone marrow cells from apoptosis // *Stem Cells Transl. Med.* 2021. V. 10. № 7.

P. 1095–1114. <https://doi.org/10.1002/sctm.20-0455>

27. Lakota J. Fate of human mesenchymal stem cells (MSCs) in humans and rodents-Is the current paradigm obtained on rodents applicable to humans? // *J. Cell Mol. Med.* 2018. V. 22. № 4. P. 2523–2524. <https://doi.org/10.1111/jcmm.13561>

28. Lakota J., Gocarova K., Spanik S. Treatment of metastatic head and neck cancer with mesenchymal stem cells combined with prodrug gene therapy // *Exp. Oncol.* 2015. V. 37. № 4. P. 298. PMID: 26710845.

29. Akita S., Yoshimoto H., Ohtsuru A. et al. Autologous adipose-derived regenerative cells are effective for chronic intractable radiation injuries // *Radiat. Prot. Dosimetry.* 2012. V. 151. № 4. P. 656–660. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncs176>

30. Kotenko K.V., Eremin I.I., Moroz B.B. et al. Cell technologies in the treatment of radiation burns: experience Burnasyan Federal Medical Biophysical Centre // *Genes & Cells.* 2012. V. 7. № 2. P. 97–102. <https://doi.org/10.23868/gc121646>

31. Nicolay N.H., Lopez Perez R., Debus J., Huber P.E. Mesenchymal stem cells – a new hope for radiotherapy-induced tissue damage? // *Cancer Lett.* 2015. V. 366. № 2. P. 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2015.06.012>. Epub 2015 Jul 9. PMID: 26166559.

32. Haider K.H. *Handbook of Stem Cell Therapy*, Springer Nature Singapore, 1st ed., 2022. ISBN 978-981-19-2654-9. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-2655-6>

Author

Centre of Experimental Medicine, SAS, Dubravská cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovakia Faculty of Management, Comenius University, Odbojárov 10, 820 05 Bratislava, Slovakia.

Ján Lakota, MD, PhD. <https://orcid.org/0000-0002-7088-488X>

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

Лечение лучевых поражений мезенхимальными стволовыми клетками

Лакота Ян

Центр экспериментальной медицины, SAS, Dubravská cesta 9, 841 04 Братислава, Словакия Факультет менеджмента Коменский университет, Odbojárov 10, 820 05 Братислава, Словакия

Получено 20 февраля 2023 г. Принято к публикации 27 марта 2023 г.

Острый лучевой синдром (ОЛС) – острое заболевание, вызванное воздействием на организм высокой дозы ионизирующего излучения. ОЛС представляет собой детерминированный эффект радиационного облучения всего тела или значительного объема тела (частичное облучение тела) выше пороговой дозы около 1 Гр (грей). К массовому развитию ОЛС у людей могут привести радиационные аварии, такие как произошли в Чернобыле (1986 г.) и Фукусиме (2011 г.), и, что сегодня уже нельзя игнорировать – применение ядерного оружия в ходе боевых действий или в результате теракта. *Цель работы* – внедрить новый метод постлучевого лечения – использование аллогенных мезенхимальных стволовых клеток (МСК). *Материалы и методы.* Исследовалась информация, содержащаяся в специализированных научных журналах, находящихся в свободном доступе и доступных через глобальную сеть «Интернет». *Обсуждение результатов.* В сценарии массового облучения населения, когда облученными могут оказаться от нескольких десятков (сотен) до миллионов человек, традиционно используемое в таких случаях переливание гемопоэтических стволовых клеток окажется невозможным. МСК способны дифференцироваться в специализированные клетки, то есть превращаться в клетки различных органов и тканей. Для практических применения существует два основных источника их выделения и размножения *ex vivo* – костный мозг и жировая ткань. К настоящему времени показано, что МСК, полученные из жировой ткани, могут быть эффективными в смягчении последствий острой лучевой

болезни. МСК способны наводиться в костный мозг и частично восстанавливать его функцию. В локальные лучевые поражения вовлекаются и глубокие анатомические структуры: кость, мышцы, нервы, кровеносные и лимфатические сосуды и кожа. Имеется убедительный объем данных, свидетельствующих об эффектах МСК при их применении для лечения таких поражений. Это объясняется тем, что МСК способны дифференцироваться в те анатомические структуры, в которые они попадают. Основное преимущество аллогенных МСК перед аутологичными – логистическая доступность Их можно наработать заранее количествах и хранить в замороженном виде. После оттаивания клетки необходимо культивировать не менее 48 ч во влажных инкубаторах с добавлением 5 % CO₂. **Выводы.** Лечение МСК необходимо начинать как можно раньше после лучевого воздействия. Спасение поврежденных гемопоэтических стволовых клеток в костном мозге может быть достигнуто многократным введением внутривенно до 1 млн (10⁶) свежеприготовленных аллогенных МСК/кг массы тела. Локально (вокруг и в области облучения) доза МСК может быть ниже – 20 млн клеток. Повторное местное применение следует проводить с интервалом от двух до четырех недель. Последующая хирургическая реконструкция должна выполняться опытным хирургом и в специализированном центре с сопутствующим местным применением МСК.

Ключевые слова: клетки костного мозга; клиническая практика; лечение мезенхимальными стволовыми клетками; лучевая болезнь; лучевые поражения; мезенхимальные стволовые клетки; радиационная авария; радиационные эффекты.

Библиографическое описание: Лакота Ян. Лечение лучевых поражений мезенхимальными стволовыми клетками // Вестник войск РХБ защиты. 2023. Т. 7. № 1. С. 24–35. EDN:jrcnaj. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-24-35>

Информация о конфликте интересов

Я заявляю, что подготовил статью из источников, находящихся в свободном доступе в Интернете, а также свободно доступных публикаций, рисунков и других возможных легальных источников. Я, как единственный автор, заявляю, что исследование проводилось при отсутствии каких-либо коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья была рецензирована двумя экспертами в соответствующей области. Рецензии доступны в редакции и в базе данных Российского индекса научного цитирования.

Финансирование. Источников финансирования для декларирования нет.

Список источников

Стр. 32–34.

Об авторе

Центр экспериментальной медицины, SAS, Dubravská cesta 9, 841 04 Братислава, Словакия Факультет менеджмента Коменский университет, Odbojárov 10, 820 05 Братислава, Словакия.

Ян Лакота. MD, PhD. <https://orcid.org/0000-0002-7088-488X>

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



Международный терроризм с использованием токсичных химикатов как элемент гибридной войны

Е.Н. Глотов, В.П. Котов, И.А. Лозанов, М.Л. Макаров,
О.М. Никитин, А.М. Флеер, Н.И. Шило

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19
e-mail: 27nc_1@mil.ru

Поступила 10 ноября 2022 г. Принята к публикации 27 марта 2023 г.

Современный терроризм представляет собой сложную систему, состоящую из комплекса взаимодополняющих процессов – идеологических, криминальных, военных, политических, религиозных и националистических. Химический терроризм является одним из элементов гибридной войны – новой технологии борьбы за переустройство мира на современном этапе. *Цель работы* – рассмотреть один из элементов гибридных войн – химический терроризм. *Источниковая и информационная база исследования*. В настоящей работе использовались источники, обнародованные Организацией по запрещению химического оружия (ОЗХО). Изучались публикации, доступные через базы данных PubMed, Google Scholar, eLibrary и др. *Метод исследования* – системный анализ по принципу от «общего к частному». Исследована вероятность применения террористами различной идеологической направленности боевых отравляющих веществ и токсичных химикатов как части стратегии гибридной войны. *Обсуждение результатов*. Гибридные военные конфликты неклассического характера предполагают участие в боевых действиях международных террористических организаций. Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении (КЗХО) не содержит прямого запрета в отношении негосударственных субъектов на предмет доступа к химоружию и его использования. Такая ситуация очень удобна государствам, подписавшим КЗХО и использующим террористические организации в рамках стратегии не прямых действий. Информационно-психологические операции в таких случаях нацелены на развал и фрагментацию страны, подрыв способности к сопротивлению, дискредитацию лидеров, внесение раскола в ряды союзников. Наиболее четко это проявилось в случае инцидентов с применением токсичных химикатов в Сирии. *Заключение*. Рабочие группы под эгидой ООН и ОЗХО, направляемые в Сирию для расследования инцидентов с применением химического оружия, оказались не способными проводить объективное расследование и обычно оказывались на стороне заказчиков химических террористических актов, вопреки очевидности фальсификации, что, в свою очередь, может привести к серьезным военным конфликтам, для которых роль *casus belli* сыграют ложные новости от глобальных СМИ. Единственным механизмом, позволившим в Сирии пресекать такие провокации, стало использование российской стороной публичного предупреждения о месте и времени намечающейся поставки. В то же время такая избирательная позиция ООН и ОЗХО может в любой момент привести к утрате контроля над химическим оружием в отдельных регионах мира.

Ключевые слова: гибридные войны; ислам; ООН; ОЗХО; политика; Россия; Сирия; терроризм; токсичные химикаты.

Библиографическое описание: Глотов Е.Н., Котов В.П., Лозанов И.А., Макаров М.Л., Никитин О.М., Флеер А.М., Шило Н.И. Международный терроризм с использованием токсичных химикатов как элемент гибридной войны // Вестник войск РХБ защиты. 2023. Т. 7, № 1. С. 24–40. EDN: keesjz. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-36-52>

24 февраля 2021 г., во время заседания коллегии ФСБ, президент России Владимир Путин во вступительном слове отметил,

что необходимо уделить особое внимание вскрытию контактов террористических групп и зарубежных спецслужб, так как тер-

роризм уже давно стал элементом гибридной войны^{1, 2}.

В XXI в. практически на всех континентах военно-политическая обстановка характеризуется нестабильностью. На фоне постепенного перераспределения влияния между традиционными и вновь появляющимися центрами политического и экономического влияния, ужесточения конкуренции между ними, проявляются конфликты интересов как глобальных, так и региональных масштабов.

Основной движущей силой обострения политических конфликтных ситуаций являются экономические интересы западных государств, так как политика есть концентрированное выражение экономики³. Посредством навязывания исключительно своей точки зрения на общемировые процессы и проведения политики сдерживания зарождающихся альтернативных центров политической силы западные страны стремятся удержать свои, завоеванные десятилетиями, позиции. При реализации западными странами такого курса происходит нарастание нестабильности в международных отношениях. Таким образом, борьба военно-политического руководства Запада за повсеместное доминирование в формировании ключевых принципов организации международной системы становится главной тенденцией современного этапа мирового развития. Это обстоятельство, в свою очередь, привело к появлению стратегии гибридных войн – новой технологии борьбы за переустройство мира.

Цель работы – рассмотреть один из элементов гибридных войн – химический терроризм.

Международный терроризм – определение понятия. При изучении проблемы международного терроризма и его развития целесообразно выделить ряд моментов:

- основные цели химического терроризма как элемента гибридной войны;
- религиозный радикализм как основа терроризма и его отношение к традиционному исламу;
- целенаправленная пропагандистская деятельность иностранных СМИ по созданию двойных стандартов в оценке действий различных террористических групп (организаций);

- использование странами Запада и США трибуны ООН и других ведущих международных организаций для дискредитации Сирийской Арабской Республики (САР) и России;

- комплексное применение тактических приемов гибридной войны с использованием токсичных химикатов в САР;

- факторы фальсификации применения токсичных химикатов в САР.

Один из наиболее авторитетных специалистов в области исследований сущности и развития гибридных войн А.А. Бартош в статье «Стратегия и контрстратегия гибридной войны» [1] подчеркнул, что на стратегическом уровне операции гибридной войны рассматриваются в самом широком контексте, охватывающем внутреннюю и внешнюю политику, финансы и экономику страны, информационно-коммуникационную сферу, моральный дух армии и населения и прочие факторы, влияющие на способность нации к сопротивлению. Таким образом, свойством многомерности в полной мере обладают и гибридные военные конфликты [2–4] неклассического характера с участием в боевых действиях вооруженных формирований негосударственных субъектов, в числе которых – международные террористические организации.

В настоящее время одним из элементов стратегии гибридных войн является использование Западом международного терроризма. В правоохранительной практике выделяются следующие черты международного терроризма [5]:

- цели, которые преследуют террористы, затрагивают несколько стран;

- преступление или подготовка к нему начинается в одной стране, а заканчивается в другой;

- средства, на которые существует та или иная террористическая группа, происходят из другой страны;

- жертвами террористических актов становятся граждане различных стран и участники мероприятий, проводимых международными организациями, либо лица, пользующиеся международной защитой;

- нанесенный ущерб затрагивает несколько стран или международные организации.

Поскольку политические и экономические интересы зачастую ставятся выше, чем инте-

¹ Стенограмма выступления Путина на заседании коллегии ФСБ России. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-vystuplenija-putina-na-zasedanii-kollegii-fsb-rossii-24-02-2021.html?ysclid=lbdbp8vgi622054147> (дата обращения: 07.12.2022).

² Лару Д. Гибридная волна: Путин обозначил главные угрозы для России. 24 февраля 2021. URL: <https://iz.ru/1129047/dmitrii-laru/gibridnaia-volna-putin-oboznachil-glavnye-ugrozy-dlia-rossii> (дата обращения: 07.12.2022).

³ Ленин В.И. Еще раз о профсоюзах, о текущем моменте и об ошибках тт. Троцкого и Бухарина. ПСС. 5-е изд. М.: Изд-во политической литературы, 1967. Т. 42. С. 278.

ресы борьбы с терроризмом, то можно увидеть также и непропорциональное вмешательство иностранных держав во внутренние дела того или иного государства. Примером может послужить политическая, экономическая, а также военная помощь различным группировкам вооруженной сирийской оппозиции со стороны США, некоторых европейских и арабских государств. Некоторые из этих группировок являются террористическими организациями (либо тесно с ними связаны), причем они признаны таковыми не только в Сирии, но и в США и даже в ООН.

В современном международном праве применительно к актам химического терроризма имеются пробелы, затрудняющие эффективную борьбу с этим явлением.

1. Отсутствуют нормы международного обычного права, напрямую запрещающие применение химического оружия негосударственными субъектами и – в особенности – квалифицирующие такие действия в качестве международного преступления.

2. «Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» (КЗХО) содержит весьма ограниченный набор обязательств по обеспечению уголовного преследования лиц, осуществляющих деятельность, запрещенную КЗХО для государств-участников. Режим КЗХО не отвечает в полной мере современным требованиям и достигнутым стандартам в борьбе с терроризмом.

Такое положение дел неоднократно отмечалось в дискуссиях в рамках действующей под эгидой Организации по запрещению химического оружия (ОЗХО) с 2001 г. рабочей группы по контртерроризму и ее подгруппы по правовым аспектам указанной проблемы. Конвенция налагает обязательства не разрабатывать, не производить, не приобретать иным образом, накапливать или сохранять химическое оружие или не передавать прямо или косвенно химическое оружие только на государства-

участники⁴. Это в равной степени касается и основополагающего требования не применять химическое оружие ни при каких обстоятельствах.

Таким образом, КЗХО не содержит прямого запрета в отношении негосударственных субъектов на предмет доступа к химическому оружию и его использования. Такой запрет лишь в опосредованной форме вытекает из Статьи VII (1)(a) КЗХО, которая обязывает государства-участники запрещать негосударственным субъектам на своей территории или в любом другом месте под их юрисдикцией, как это признано международным правом, любую деятельность, не разрешенную в соответствии с данной Конвенцией, и вводить уголовное наказание за подобную противоправную деятельность.

Ислам и терроризм. Отдельный интерес, в связи с распространением во всем мире так называемого «исламского терроризма», представляет позиция исламских правоведов по вопросу определения международного терроризма.

Слово «террор» в западноевропейских языках (и в русском – в качестве заимствования) происходит от латинского *terror, ōris m [terreo]* 1) страх, ужас; 2) предмет страха, устрашающее обстоятельство; *terreo, uī, itum, ēre* – 1) пугать, устрашать; распугивать, прогонять, отгонять; отпугивать, (страхом) удерживать, отклонять [6]. Корень *tres-, *ters- – праиндоевропейский⁵.

Так что с точки зрения этимологии террор – это, в первую очередь, устрашение. А также нечто, наводящее страх, внушающее ужас.

Наведение ужаса на врагов, согласно Корану, является разрешенным и даже рекомендованным, но лишь в том случае, если оно является элементом военной тактики в открытых боевых действиях.

«8.59. Пусть не думают неверующие, что они опередят других. Воистину, им не сбежать. 8.60. Приготовьте против них сколько можете силы и боевых коней⁶, чтобы устрашить врага Аллаха и вашего врага, а также тех, которых вы

⁴ Такое положение является серьезным правовым пробелом в контроле над химическим оружием. Иными словами, если, допустим, ИГИЛ (запрещено в России) не присоединилось к КЗХО, это означает, что в части, касающейся неприменения химического оружия, оно никаких обязательств на себя и не брало, а значит, оно может спокойно применять химическое оружие, формально ничего не нарушая. То есть строго формально ИГИЛ применять химическое оружие – можно, так как под обязательства его не применять оно не подписывалось.

⁵ На это обстоятельство указывает наличие однокоренных слов в таких хронологически и географически далеких друг от друга языках, к тому же, принадлежащих к разным языковым группам, как авестийский (диалект Младшей Авесты) (*j. tarštaŋ – f. Schrecken, Furcht.* [7]; н.-перс. *tars* – страх, ужас) и древнегреческий (*τρέω – дрожать, бояться* [8]). Применительно к славянским языкам см. Этимологический словарь русского языка М.: Фасмера. М. 2006. URL: <https://lexicography.online/etymology/vasmer/%D1%82/%D1%82%D1%80%D1%8F%D1%81%D1%83> (дата обращения: 07.12.2022).

⁶ Интересны современные трактовки этого положения. «Это предписание подразумевает развитие различных отраслей военной промышленности, занимающихся изготовлением пушек, пулеметов и винтовок, строительством военных самолетов, наземной и морской воен-

не знаете, но которых знает Аллах. Что бы вы ни израсходовали на пути Аллаха, вам будет возвращено сполна, и с вами не поступят несправедливо. 8.61. Если они склоняются к миру, ты тоже склоняйся к миру и уповай на Аллаха. Воистину, Он – Слышащий, Знающий»^{7,8}.

В средневековых арабских письменных источниках этим же словом обозначался страх перед Богом [9], чтобы верующий избегал гнева и наказания Всевышнего и одновременно просил Его милости и прощения [5].

Терроризм как таковой, в качестве наказуемого деяния, в Коране не упоминается. Но действия (и их последствия), считающиеся террористическими по своему характеру – убийство, причинение ущерба имуществу и т.д., квалифицируются как греховные и наказуемые.

В частности, внимательный анализ многих положений Корана однозначно подтверждает, что в нем уделяется большое внимание вопросам безопасности, заботы о сохранности имущества и жизни людей, неприкосновенности жизни, чести и достоинства [10].

Существует два различных подхода к вопросу определения терроризма среди исламских правоведов⁹. Первый подход отрицает необходимость определения терроризма как такового. Согласно этому мнению, описывать явление терроризма гораздо легче, чем характеризовать его, особенно с учетом того, что характеристика относится к теоретическому и идеологическому вопросу, который может усугублять и без того существующие разногласия относительно философских взглядов, которые в разных обществах могут кардинально отли-

чаться друг от друга. Сторонники данного подхода отмечают, что в вопросе определения терроризма любой исследователь соприкасается с его истинными причинами, связанными с проявлениями несправедливости, порабощения и деспотизма.

Второй подход опирается на мнение ученых, которые раскрывают определение терроризма, используя характеристики его составляющих, перечисляя действия, являющиеся сутью этого преступления. Данный подход, в свою очередь, также делится на два направления: 1) материальное; 2) связанное с определением терроризма в соответствии с его целями.

Материальное направление дает характеристику терроризма как акта, направленного на достижение конкретной цели. Сторонники данного направления определяют терроризм как действие, считающееся террористическим по своему характеру: убийство, захват заложников. В этом контексте основным критерием является квалификация действий, составляющих материальную сторону терроризма. Остальные компоненты терроризма определяются на их основании, их наличие делает преступление собственно террористическим. Ряд исламских специалистов выделяют пять деяний в качестве состава преступления, которые различаются по степени тяжести. При этом необходимым является наличие одного, любого, из этих пяти элементов. Только в таком случае акт можно считать террористическим. К указанным элементам относятся:

- вооруженное насилие, уносящее жизни невинных людей¹⁰;

ной техники, строительством оборонительных укреплений и других инженерных сооружений. Этот аят призывает к развитию общественной мысли и политической деятельности, направленной на развитие мусульман и защиту их интересов от нападков врагов... Это предписание также подразумевает приобретение военной техники, необходимой для ведения боевых действий. Мудрость этого веления заключается в устраниении противника, и этот вопрос остается актуальным по сегодняшний день. Как известно, религиозное предписание остается в силе до тех пор, пока существует причина, по которой оно было ниспослано. И если есть наземная или воздушная боевая техника, которая способна устроить врага и благодаря которой легче одержать победу, мусульмане обязаны приобретать ее и проводить соответствующие разработки. Если подобные разработки невозможны без развития некоторых областей науки, то мусульмане обязаны развивать их, поскольку каждый поступок, необходимый для осуществления обязательного предписания, также является обязательным» [11].

⁷ Аль-Анфаль, 59–61 // Коран. Перевод смыслов и комментарии Э.Р. Кулиева М. 2004. С. 209.

⁸ Важно еще раз отметить следующее обстоятельство. Аяты суры Аль-Анфаль были ниспосланы во время войны, после битвы при Бадре (13 марта 624 г.). Речь идет об открытых военных действиях, т.е. пресловутые «неверующие» (в данном случае речь шла о курайшитах) даже по современным и не исламским понятиям являлись бы законными целями войны.

⁹ Зияд Захер Един. Исламская концепция борьбы с международным терроризмом. Дис. ... канд. юр. наук. URL: <https://www.disscat.com/content/islamskaya-kontseptsiya-borby-s-mezhdunarodnym-terrorizmom?ysclid=latzsqsoh4982337309/read/pdf> (дата обращения: 11.12.2022).

¹⁰ В организациях, считающихся или признанных террористическими, и которые используют в своей деятельности террористические методы, существуют свои идеологические обоснования, объяснения и оправдания своих действий, в том числе и таких, которые можно квалифицировать как теракты. К примеру, массовый расстрел учеников в школе. Или взрыв смертника в толпе людей на базаре или выходящих из мечети. Но приводить эти обоснования мы, по понятным причинам, не будем. К тому же, это бессмысленно – теракты, совершенные общественно опасными способами, в результате которых гибнут случайные люди, совершали и совер-

- необычное тяжкое насилие;
- наличие у преступления черт организованности, проявляющейся в используемых методах действия;
- осознанное преступление, т.е. существование у субъекта преступного умысла, нацеленного на создание обстановки паники и хаоса в массах;
- незаконность акта, отличающегося скрытностью и внезапностью.

Другое направление, как было уже отмечено, сопряжено с определением терроризма в соответствии с его целями.

Таким образом, единого и приемлемого для всех определения понятия международного терроризма в настоящее время также не существует, его еще только предстоит разработать.

Поэтому все усилия, направленные на борьбу с этим явлением, объективно могут оказаться напрасными, если не удастся достичь единства мнений в вопросе, что же именно следует считать актом международного терроризма в целом, безотносительно частных политических, экономических, геополитических и других интересов единичных субъектов международного общения.

Реализация стратегии гибридной войны. Задачей любой стратегии является эффективное использование наличных ресурсов для достижения основной цели. Стратегия достигает основной цели через решение промежуточных тактических задач по оси ресурсы – цель. Стратегия как способ действий становится особо необходимой в ситуации, когда для прямого достижения основной цели недостаточно наличных ресурсов. Тактика же является инструментом реализации стратегии и подчинена основной цели стратегии.

Реализация стратегии гибридной войны на тактическом уровне осуществляется по нескольким основным направлениям:

- навязывание странами Запада своей точки зрения на общемировые процессы;

- расширение негативного влияния на стабильность и предсказуемость международной обстановки, а также инициирование рецидивов в односторонних силовых подходах в международных отношениях;

- создание благоприятных условий для возрастания активности и расширения географии террористических и экстремистских организаций в мире;

- нарушение ранее заключенных межгосударственных договоров в области ограничения и сокращения вооружений;

- наращивание использования современных информационных технологий в целях воздействия на массовое сознание и достижения желаемых политических преобразований в отдельных государствах и регионах;

- усиление глобального информационного противоборства, совершенствование форм противоправной деятельности в киберсфере и сфере высоких технологий.

Субъекты военной политики, планируя и осуществляя свою деятельность, уделяют значительное внимание тому, как она будет представлена в средствах массовой коммуникации (СМК). Не случайно в военной стратегии появился термин информационное обеспечение ТВД. Решение военно-политических задач напрямую зависит от их представления в СМК.

Технологии PR (паблик рилейшнз) представляют собой совокупность информационно-пропагандистских действий, применение которых обеспечивает реализацию военно-политических целей на основе возможностей СМК.

Технологии PR нацелены на всестороннее разъяснение коммуникаторам существующих военно-политических проблем, на создание положительного в их глазах образа (имиджа) субъекта военной политики, на обеспечение благоприятного общественного мнения для реализации предусмотренных целей. Такая линия поведения в информационном пространстве ведет к формированию у людей необходимой ценностной ориентации на во-

шают не только на Ближнем Востоке, так что ничего специфически исламского в них все равно нет. Можно вспомнить, к примеру, как в 1980-е – начале 1990-х гг. буквально «умывалась кровью» вся северная Индия, в первую очередь штат Пенджаб, в результате борьбы сикхских радикальных коммуналистов за «свободу Халистана» (а также борьбы индийских правоохранительных органов с этими коммуналистами). Одному из авторов настоящей статьи доводилось в свое время жить под Амритсаром в доме с простреленными из автоматов дверями и оконными рамами (здесь проводили контртеррористическую операцию), а также неоднократно общаться с родственниками сикхов, убитых боевиками «Дамдами Таксал» за «недостаточную правильность». А заодно наблюдать в Центральном музее сикхизма в амритсарском Золотом храме портреты убитых во время операции «Blue Star» и признанных «мучениками за веру». Наиболее известными за пределами Индии акциями радикальных сикхских коммуналистов стали организация убийства 31 октября 1984 г. тогдашнего премьер-министра Индиры Ганди (в качестве мести за «Blue Star») и взрыв в небе возле побережья Ирландии пассажирского самолета авиакомпании «Air India» (рейс AI 182 Kanishka), следовавшего по маршруту Монреаль–Квебек–Лондон–Нью-Дели–Мумбаи. Боинг-747 был взорван 23 июня 1985 г. на высоте 9500 м. Погибли все 329 находившихся на борту самолета человек, в том числе 82 ребенка. До 11 сентября 2001 г. взрыв рейса AI 182 Kanishka считался самым кровавым актом воздушного терроризма в мире.

енно-политические события, побуждает их к действиям в интересах субъекта военной политики. Таким образом, между коммуникаторами возникает взаимопонимание, и население вовлекается в реализацию военно-политических целей. Значительную роль PR-технологии могут сыграть в разоблачении преступных целей международного терроризма. Исходя из этого, PR можно рассматривать, как сообщения в СМК с целью раскрытия сущности терроризма и формирования в обществе нетерпимости к нему.

Одновременно PR-технологии являются инструментом гибридной войны и поэтому используются США и странами Запада с целью дискредитации экономических и политических оппонентов. Информационно-коммуникационные технологии позволяют добиться перевода страны под внешнее управление при минимальном уровне военного насилия, за счет концентрированного давления в финансово-экономической и информационно-психологической сферах, направленного на хаотизацию экономики, сферы военной безопасности, культурно-мировоззренческой сферы, а также на поддержку экстремистских элементов в оппозиции и осуществление экспансии в регионы, прежде всего за счет координированного использования контролируемых оппозицией электронных отечественных и зарубежных СМИ. Важное место отводится завоеванию поддержки со стороны международных организаций и международной общественности; организации сетевых структур управления подрывными действиями, снабжения, связи и мониторинга обстановки.

Информационно-психологические операции нацелены на развал и фрагментацию страны, подрыв способности к сопротивлению, дискредитацию лидеров, внесение раскола в ряды союзников и партнеров.

В этих целях пропаганда использует следующие приемы:

Во-первых, это ценностный характер содержащихся в тех или иных пропагандистских материалах утверждений, допускающий возможность и существование отличных, в том числе противоположных утверждений.

Пропаганда создает собственную информационную модель действительности, которая может значительно отличаться от аналогичных моделей, создающихся социально-политической наукой. Пропагандистская информационная модель характеризуется четко выраженной прямой связью отбираемых объектов с провозглашаемыми утверждениями. Более того, первые должны соответствовать вторым и предельной простотой (ясностью) изображаемой картины в целом,

согласованностью отдельных фрагментов картины друг с другом и т.д.

При подобном подходе вполне естественной оказывается архитектура модели, отдельные части которой могут быть развиты непропорционально друг другу и, сверх того, характеризоваться значениями (удельными весами), отличающимися от реальных. Одновременно естественным является и то, что из создаваемой модели при прочих равных обстоятельствах исключаются факты и события, нейтральные по отношению к пропагандируемым ценностям или (хотя бы по видимости) противоречащие им; что в модели чаще не фигурируют фрагменты действительности, интерпретация которых (к моменту сообщения) не является однозначной или вызывает затруднения и т.д.

Во-вторых, чаще явно выраженная идеологическая направленность сообщений, но могут осуществляться и просветительские функции.

Пропагандистская информация имеет знаковую окрашенность. Данная черта может выражаться в текстах пропаганды с различной степенью отчетливости – в диапазоне от открытых симпатий и антипатий до суждений, в которых позиция пропагандиста выражена неявным образом. В свою очередь, знак оценки изображаемой действительности, варьируя от максимально сильного утверждения (одобрения) до максимально сильного отрицания (порицания), может не сводиться лишь к этим двум – белой и черной – краскам, но использовать большее или меньшее количество заключенных между ними полутонов и оттенков. Однако суть дела от этого не меняется: всякий образ представляет собой органическое соединение элементов рационального и эмоционального, абстрактного и чувственного отражения действительности. Поэтому и содержащий такой образ вербальный текст с неизбежностью должен окрашивать предлагаемые сведения о действительности, т.е. сопровождать всякое знание о действительности явным или скрытым, сильным или слабым знаком отношения к ней.

В-третьих, распространяемые идеи и взгляды должны воздействовать на сознание людей и изменять их поведение в направлении, необходимом коммуникатору.

Что же касается структуры такой информации, то ее специфика как особого типа отражения (моделирования) социально-политической действительности всецело определяется функциональным назначением данных сообщений. То есть пропагандистская функция информации заключается в том, что сообщения пропаганды реализуют процесс убеждения и обеспечивают проникновение в сознание соответствующих ценностных утверждений.

Таким образом, пропаганда имеет своей непосредственной задачей, во-первых, распространение определенного образа социальной действительности, во-вторых, формирование у людей, к которым она обращена, определенного способа отношения к действительности, включая все возможные формы такого отношения – психологические (эмоциональные), вербальные и деятельностные.

Вместе с тем, пропагандистские высказывания подразумевают выработку у объекта пропагандистского воздействия не просто того или иного отношения к действительности, непосредственно изображаемой в сообщении, но определенного способа отношения к действительности вообще, к действительности как таковой – следовательно, в том числе к той действительности, которая не находит прямого отражения в содержании пропагандистских сообщений, но с которой в процессе практической деятельности постоянно сталкивается аудитория пропаганды.

Реализация пропагандистской функции информации определяется содержанием социальных и политических сил общества. Конкретное наполнение содержания пропагандистских сообщений оказывается прямо противоположным в зависимости от характера социально-экономических и идеологических систем, которые обслуживает соответствующая пропаганда.

Применение токсичных химикатов в Сирии. Комплексное применение тактических

приемов гибридной войны наиболее четко проявилось в случае инцидентов с применением токсичных химикатов в Сирии, которые получили международную огласку. Объективный анализ реального фактического материала с мест так называемых химических атак показал, что ни одно химическое нападение, приписываемое сирийской армии, не нашло объективного подтверждения. Также не зафиксировано ни одного случая использования химических боеприпасов заводского производства. Тем не менее, западные средства массовой информации и неправительственные организации ряда стран развернули масштабную пропагандистскую кампанию о якобы ведущейся сирийским правительством химической войне против своего народа [12].

Впервые о химическом оружии в Сирии всерьез заговорили в 2012 г. Однако развитие наиболее опасного этапа гибридной войны началось в 2013 г.¹¹ [13]. Так, 19 марта 2013 г. антиправительственными силами был осуществлен запуск ракеты, снаряженной зарин, по району Хан аль-Асаль¹² под Алеппо, который находился под контролем правительства Сирии. Правительство Сирии обратилось к ООН с просьбой о помощи в расследовании всех обстоятельств применения химического оружия¹³. Однако ряд высокопоставленных чиновников США заявили, что это правительственные силы Сирии применили химическое оружие. Таким образом, первое применение химического оружия на территории Сирии по-

¹¹ Впервые о химическом оружии в Сирии заговорили в 2012 г. Изначально это были лишь, по сути, слухи со ссылками на некие источники в американских спецслужбах. Однако в июле 2012 г. его наличие подтвердил список сирийского МИД Джихад Макдиси. При этом он подчеркнул, что «никакое оружие массового поражения или неконвенциональное оружие, которым располагает сирийская армия, никогда и ни при каких обстоятельствах не будет использовано в ходе нынешнего кризиса против сирийского народа или гражданского населения. Оно было сделано для использования строго только в случае внешней агрессии против Сирийской Арабской Республики». URL: <https://www.nytimes.com/2012/07/24/world/middleeast/chemical-weapons-wont-be-used-in-rebellion-syria-says.html> (дата обращения: 01.09.2022).

Однако в том же году появились и первые утверждения о его применении в ходе гражданской войны. 23 декабря 2012 г. сирийская оппозиция стала заявлять о якобы применении режимом Асада ядовитого газа в Хомсе. По утверждениям сирийской оппозиции, мгновенно растражированным западными, израильскими, а также рядом арабских СМИ, погибли и пострадали десятки человек. URL: <https://www.timesofisrael.com/rebels-say-assad-regime-used-chemical-weapons-in-attack-on-homs/> (дата обращения: 11.12.2022), URL: <https://www.businessinsider.com/assad-reportedly-using-chemical-weapons-homs-syria-rebels-2012-12> (дата обращения: 11.12.2022), URL: <https://english.alarabiya.net/articles/2012%2F12%2F25%2F256925> (дата обращения: 11.12.2022), URL: <https://www.israeldefense.co.il/en/content/%E2%80%9Csyria-used-chemical-weapons-homs%E2%80%9D> (дата обращения: 11.12.2022). В качестве рабочей версии даже стали вбрасывать идею о том, что в Хомсе был применен зарин. Тогда же стали распространяться и видеоролики с якобы пораженными химическим оружием местными жителями. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=uLc4zoAmbRE> (дата обращения: 11.12.2022). Никаких официальных подтверждений этим сообщениям, однако, не было. Подробнее о хронологии химических инцидентов см. URL: <https://www.armscontrol.org/factsheets/Timeline-of-Syrian-Chemical-Weapons-Activity> (дата обращения: 11.12.2022).

¹² Характерно, что стороны сразу же стали обвинять друг друга, официальный Дамаск – оппозицию, оппозиция – сирийских военных. URL: <https://www.nytimes.com/2013/03/20/world/middleeast/syria-developments.html?pagewanted=all> (дата обращения: 11.12.2022).

¹³ United Nations, 12 December 2013. United Nations Mission to Investigate Allegations of the Use of Chemical Weapons in the Syrian Arab Republic: Final report. 12 December 2013.

лучило полную поддержку со стороны США и их союзников [12].

Посчитав сравнительно удачными результаты первой провокации против правительственных сил Сирии, террористические группировки при поддержке стран Запада провели ряд последовательных атак с применением токсичных веществ против мирного населения. При этом они возлагали всю ответственность за применение запрещенного оружия на правительственные войска Сирии. В работе [12] приводится хронология основных событий, связанных с применением химического оружия:

- август 2013 г., пригород Дамаска – Восточная Гута [14] (самодельные ракеты, зарин)¹⁴;

- апрель – август 2014 г., северная Сирия, провинция Идлиб (единичные бочковые бомбы кустарного производства с баллонами хлора внутри); в 2015 г. Миссия по установлению фактов проводила расследования сообщений о применении в 2014 г. самодельных бочковых бомб с хлором в деревнях Тальменес, ат-Тамана (провинция Идлиб), а также в деревне Кафр Зита (провинция Хама)¹⁵;

- март – май 2015 г., провинция Идлиб (единичные бочковые бомбы кустарного производства с хлором);

- сентябрь 2016 г., населенный пункт Марат-Умм-Хауш (две самодельные мины с ипритом);

- март 2017 г., деревня аль-Латамна, провинция Хама (подрыв двух боеприпасов, снаряженных зарином, применение бочковой бомбы с хлором, а также имитация применения боеприпасов, снаряженных зарином);

- апрель 2017 г., город Хан-Шейхун, провинция Идлиб (имитация применения авиационной бомбы, снаряженной зарином);

- февраль 2018 г., город Саракиб, провинция Идлиб (два баллона с хлором);

- апрель 2018 г., Дума, восточная Гута (бомба с зарином).

На протяжении веков у большинства населения планеты выработалось резко негативное отношение к использованию в боевых действиях, и особенно в мирное время, токсичных химикатов. Химическое оружие (ХО) всегда ассоциировалось, в первую очередь, с аморальностью, особой жестокостью и бесчеловечностью. Именно поэтому, посредством провокаций с использованием ХО, наиболее быстро достигаются цели по дискредитации действующей власти любого государства и склонению мирового сообщества к устойчивому мнению о

необходимости силового и экономического давления на него. Современная обстановка в мире свидетельствует о том, что применение токсичных химикатов (ТХ) в локальных вооруженных конфликтах приобретает реальные формы инструмента политического давления на государства.

Токсичные химикаты, чаще всего используемые во время терактов или провокаций. По мнению зарубежных исследователей, изучающих вопросы химического терроризма [15–17], наиболее вероятно террористами могут быть использованы «классические» отравляющие вещества. Это, в первую очередь, отравляющие вещества (ОВ) нервно-паралитического действия, такие как табун (GA), зарин (GB), зоман (GD), вещества типа VX, а также ОВ кожно-нарывного действия – иприт (HD), азотистые иприты (HN-1, HN-2, HN-3), люизит (L). В то же время нельзя исключать возможность применения террористами высокотоксичных веществ, выпускаемых химической промышленностью (хлор, фосген, цианиды), а также химических средств борьбы с беспорядками (CS, CN, CR).

Некоторым образом, часть приведенного перечня «классических» отравляющих веществ и высокотоксичных веществ химической промышленности была реализована при совершении актов химического терроризма. Примером служат химические инциденты в Сирии, произошедшие в период 2013–2018 гг. с применением зарина, иприта и хлора, последствиями которых явились ракетные удары по объектам Сирийской Арабской Республики. Они же стали предлогом для оказания военной поддержки силам оппозиции.

Из всех случаев применения токсичных химикатов в Сирии использование зарина в проведении террористами химических атак представляет наибольшую угрозу для гражданского населения. Для расследования инцидентов с применением зарина в Сирию направлялись те или иные рабочие группы под эгидой ООН и ОЗХО. Рабочие группы ООН – ОЗХО, под разными названиями, с различными наборами полномочий и планами действий каждый раз доказательно устанавливали факт применения зарина. Однако на этом объективное расследование заканчивалось и путем подтасовки данных рабочие группы приходили к одним и тем же выводам, что зарин синтезирован из исходных соединений по стандартам и техноло-

¹⁴ United Nations Mission to Investigate Allegations of the Use of Chemical Weapons in the Syrian Arab Republic Report on the Alleged Use of Chemical Weapons in the Ghouta Area of Damascus on 21 August 2013. URL: https://s3.amazonaws.com/unoda-web/wp-content/uploads/2013/09/SG_Report_of_CW_Investigation.pdf. (дата обращения: 11.12.2022).

¹⁵ Third Report of the OPCW Fact-Finding Mission in Syria. S/1230/2014. 18 December 2014.

гиям правительственных предприятий и применялся правительственными вооруженными силами в виде боеприпасов бинарного типа.

Критический анализ выводов группы по расследованию и идентификации (ГРИ). Исходя из проведенного анализа зарубежных публикаций в работе [18], можно судить о том, что основное внимание при выполнении научно-исследовательских работ уделялось различным производным кислот фосфора. Эти соединения изучались как в плане поиска веществ с промежуточной летучестью, так и в плане отработки новых компонентов бинарных систем химического оружия.

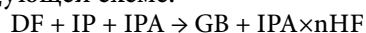
Реакции в бинарных боеприпасах должны, по возможности, осуществляться в следующих условиях:

- происходить в однородной (гомогенной) среде;
- в отсутствие катализатора;
- без дополнительного нагрева и повышения давления;
- скорость реакции должна обеспечивать образование целевого соединения в течение короткого времени (от нескольких секунд до нескольких минут).

Акцептор фтористого водорода подбирался, исходя из ряда требований:

- минимальная молекулярная масса;
- сравнительно невысокая температура кипения (до 100 °С);
- прекрасная растворимость (более 10 г/л) в одном из компонентов смеси, создающая возможность образования однородной (гомогенной) среды, без границы раздела фаз;
- способность образовывать полифторгидраты, т.е. одна молекула акцептора может связывать несколько молекул фтористого водорода.

Созданный и принятый на вооружение в США в конце 1970-х годов гаубичный снаряд М-687 (155-мм) явился воплощением разработок в рамках программы химического перевооружения. В бинарном боеприпасе М-687 (155-мм), т.е. в боеприпасе, принятом на вооружение в армии США, предполагается наличие двух контейнеров (канистр): М-20 (с компонентом DF) и М-21 (с изопропиловым спиртом – компонент IP и изопропиламином – компонент IPA). Смесь IP и IPA называется некритическим компонентом (ОРА). Образование зарина (GB) в таком бинарном боеприпасе возможно по следующей схеме:



Взаимодействие дифторангидрида метилфосфоновой кислоты и изопропилового спирта в присутствии акцептора фтористого водорода осуществляется с довольно высоким выходом зарина за несколько секунд. Смешивание исходных реагентов может осуществляться простым механическим разрушением оболочек (контейнеров) в боеприпасе либо на местах хранения (в критических ситуациях международной обстановки), либо на боевых позициях. Естественно, что с увеличением времени смешивания компонентов увеличивается и выход продукта. В США проводились токсикологические испытания реакционных смесей зарина, полученного по бинарному варианту, через определенное время вовлечения во взаимодействие соответствующих исходных реагентов. Образующиеся реакционные смеси проявляют токсичность того же порядка, что и чистый зарин.

Исходя из основных требований, предъявляемых к акцептору фтористого водорода, наиболее оптимальным вариантом является изопропиламин. И именно изопропиламин нашел

Таблица 1 – Основные свойства гексаметилентетрамина и изопропиламина

Название вещества	Синонимы	Формула	Молекулярная масса	Внешний вид	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С	Растворимость г/100 мл
Гексаметилентетрамин	Гексамин, уротропин, уризол, метенамин, формамин	$(CH_2)_6N_4$	140,19	Бесцветные кристаллы	263 с разложением	-	в воде – 81,3; в хлороформе – 13,4; в метаноле – 7,3; в этаноле – 2,9
Изопропиламин	2-аминопропан	$(CH_3)_2CHNH_2$	59,11	Прозрачная жидкость	-101,2	34	Смешивается в любых соотношениях с водой, этиловым и метиловым спиртами, диэтиловым эфиром

свое применение в воплощении бинарного боеприпаса, разработанного в США (таблица 1).

Использовать же гексамин в качестве акцептора фтористого водорода в бинарных боеприпасах совершенно не целесообразно по целому ряду объективных причин, основанных на физико-химических свойствах гексамина:

- гексамин – это твердое вещество с довольно высокой молекулярной массой и поэтому будет занимать значительную весовую нагрузку в боеприпасе;

- сравнительно низкая растворимость в спиртах однозначно приведет при смешивании исходных реагентов к образованию в боеприпасе объемного гелеобразного осадка, который будет препятствовать образованию целевого соединения – зарина.

Использование гексамина в процессе получения зарина в промышленных объемах, конечно, допустимо. Однако во всей, ставшей уже классической, научно-технической литературе указывается на нежелательность использования практически любых акцепторов галогеноводородов. Это связано с рядом технологических затруднений отделения галогенидов в процессе получения фторфосфонатов. Хотя в США реализовали метод получения зарина, на заключительном этапе, взаимодействием дифторметилфосфоната (DF) и изопропилового спирта в присутствии третичного амина [19, 20].

Еще с середины прошлого столетия стало очевидным, что способы получения зарина в промышленности и способы получения зарина в бинарных боеприпасах отличаются друг от друга. Главные отличия заключаются в следующем:

- в бинарном боеприпасе существует жесткий лимит времени образования зарина – от нескольких секунд до минут, что в промышленности отсутствует;

- при промышленном получении зарина обязательным технологическим этапом является выделение целевого продукта – зарина из реакционной смеси, в то время как в бинарном боеприпасе зарин остается в реакционной смеси вместе со всеми продуктами реакции.

Обнаружение в Сирии на месте совершения террористических актов с использованием зарина таких соединений, как диизопропилфторфосфат (DIPF), триизопропилфосфат (TRP), диизопропилметилфосфонат (DIMP), гексамин, а также продуктов разложения зарина – изопропилметилфосфоновой кислоты (ИМРА) и метилфосфоновой кислоты (МРА), с большой долей вероятности указывает на то, что был применен заранее синтезированный зарин. И совершенно не понятно, почему группа по расследованию и идентификации (ГРИ), Миссия ОЗХО по установлению фактов, связанных с применением химических веществ в качестве

оружия (МУФС) и ряд других организаций утверждают, что в Сирии применялся бинарный вариант зарина с участием гексамина в качестве акцептора фтористого водорода.

Здесь необходимо подчеркнуть, что в случае реального применения бинарного боеприпаса, содержащего DF, изопропанол и алифатический амин (например, изопропиламин), на месте подрыва боеприпаса амин ввиду его высокой летучести обнаружить чрезвычайно затруднительно. Кроме того, для подрыва боеприпасов использовался гексоген, тогда как в штатных боеприпасах ВС США и других стран гексоген никогда не использовался.

В заключении ГРИ утверждается, что обнаружение в смеси на месте подрыва аниона гексафторида фосфора свидетельствует об однозначном использовании фтористого водорода в качестве фторирующего агента. Однако в доступных публикациях, посвященных изучению процессов замещения атомов хлора на фтор в молекулах производных фосфонатов, отмечается, что при использовании в качестве фторирующих реагентов различных фторидов неметаллов в образующихся реакционных смесях может присутствовать ион гексафторида фосфора [21]. Поэтому обнаружение в какой-либо смеси, наряду с продуктами фторирования, присутствие и аниона гексафторида фосфора не может являться основанием для однозначного утверждения об использовании в качестве фторирующего реагента фтористого водорода.

Необходимо отметить, что Совместный механизм ООН – ОЗХО по расследованию случаев применения химоружия в Сирии (СМР) только в середине 2017 г. получил более десяти сообщений об обретении, обладании, передаче, либо намерении использовать химическое оружие или отравляющие вещества негосударственными субъектами. В том числе были получены сообщения, в которых говорилось об обретении негосударственными субъектами (такими, как запрещенные в РФ ИГИЛ и «Джабхат ан-Нусра» ракет и снарядов, начиненных отравляющими веществами. В случае с химическим терроризмом, с высокой долей уверенности, можно говорить об опасности бесконтрольного и масштабного накопления вооружений не государствами, которые являются субъектами отношений в области контроля над вооружениями, разоружения и нераспространения, а негосударственными субъектами, ставящими перед собой цель подрыва стабильности и безопасности как в отдельных государствах и регионах, так и в глобальном масштабе. По сути, гонка вооружений приобретает нового субъекта. Об этом свидетельствует появление под контролем

ИГИЛ промышленных мощностей по производству химоружия.

Авторов, написавших многоплановую работу [17], трудно заподозрить в симпатиях к России или правительству Сирии. Но при рассмотрении вопроса «Химическое оружие массового уничтожения и терроризм: анализ угроз» обращено внимание на то, что инсайдерская деятельность в области работ с токсичными химическими веществами может ликвидировать трудности производства токсичных химикатов и их средств доставки. В результате развития науки и техники растет количество людей, работающих с высокотоксичными веществами двойного назначения и обладающих знаниями и опытом, которые могут быть использованы в террористических целях. Инсайдеры, решившие участвовать в химическом терроризме, могут иметь самые различные мотивы – от идеологических до финансовых. В данной работе подчеркивается, что следует серьезно рассматривать возможность того, что ранее произведенные сирийские отравляющие вещества могли попасть в руки террористических группировок во время гражданской войны.

Однако руководящая группа СМР уверенно возложила ответственность за применение зарина в Сирии на Сирийскую Арабскую Республику, подчеркнув, что в распоряжении ГРИ нет информации, которая могла бы указывать на возможность каких-то других, альтернативных выводов, несмотря на то, что ее расследование якобы пыталось проверять и альтернативные гипотезы.

Медицинские аспекты и формулировки. Первый инцидент, связанный с химическим терроризмом с применением зарина, произошел в Японии [22]. Японская религиозная секта Судного дня (или «Аум синрике») использовала зарин против гражданских лиц в Японии 27 июня 1994 г. Целью террористического акта было общежитие в Мацумото, где проживали трое судей, которые вынесли решение против секты в суде по земельной сделке [15]. Была предпринята попытка распространить зарин (примерно 600 г зарина в концентрации 33 масс. %, смешанного с гексаном и N,N-диэтиланилином) на открытом воздухе, однако неустойчивое направление ветра не привело к смертельному поражению судей. Однако в тот же вечер погибли семь человек, находившихся по соседству, и более 144 мирных жителей получили поражения различной степени тяжести. По всей видимости, организаторы учли особенности применения летучих токсичных химикатов и уже следующей попыткой «Аум синрике» было распространение зарина на закрытой территории. Для этого было выбрано место в системе Токийского метро, где

пять поездов должны были встретиться в 8:15 утра. 20 марта 1995 г. члены секты в поездах проткнули пластиковые пакеты, содержавшие 30 масс. % зарина, острыми зонтиками. Это привело к постепенному испарению зарина и образованию смертоносного газового облака. В результате этой химической атаки двенадцать пассажиров погибли и около 5500 обратились за медицинской помощью.

Острые симптомы, характерные для зарина, были описаны в обоих случаях и состояли из миоза (сужение зрачков), увеличения трахеобронхиального секрета, сужения бронхов, ларингоспазма, повышенной потливости, недержания мочи и кала, мышечных фасцикуляций, тремора и судорог. У неэкспонированных людей были различные симптомы, в первую очередь связанные со стрессом реакции, и в некоторых случаях эти симптомы сохранялись. На основании данных 627 пострадавших, находившихся на лечении в больнице Святого Луки, симптомами, перечисленными в порядке распространенности, были миоз (сужение зрачков; 90,5 %), головная боль (50,4 %), нарушение зрения (37,6 %), боль в глазах (37,5 %), одышка (29,2 %), тошнота (26,8 %), кашель (18,8 %), боль в горле (18,3 %) и помутнение зрения (17,9 %). Случаи были классифицированы как тяжелые, если они включали судороги или остановку дыхания, требующие механической вентиляции, умеренные для респираторных расстройств или фасцикуляций и легкие только для глазных симптомов (рисунок 1).

Нельзя исключать, что террористический акт с использованием зарина, совершенный религиозными «фанатиками» в Японии, послужил определенным учебным пособием для организаторов и исполнителей химических атак в Сирии. В то же время данные об основных симптомах при поражении заринном в случае массового отравления людей были довольно неудачно скопированы представителями рабочих групп ООН – ОЗХО в Сирии.

Рабочие группы ООН – ОЗХО проводили работу по установлению масштабов последствий применения зарина. Эта деятельность, в основном, заключалась в следующем:

- изучение экспертных заключений в отношении оказанной медицинской помощи, описанных в показаниях очевидцев и медицинских отчетах, а также помощи, оказанной в ряде медицинских учреждений;
- определение общего количества пострадавших;
- определение степени тяжести отравления по характерным симптомам и т.п.

Наиболее характерный пример реальной работы рабочих групп проявился в расследовании обстоятельств применения зарина 4



Рисунок 1 – Эвакуация пораженных в результате теракта с использованием зарина в токийском метро (URL: <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/03/19/national/crime-legal/1995-aum-sarin-attack-tokyo-subway-still-haunts-leaving-questions-unanswered/> / Дата обращения: 11.12.2022)

апреля 2017 г. в Хан Шайхуне, который в тот момент находился вне контроля Правительства Сирийской Арабской Республики.

С точки зрения ведущих специалистов Российской Федерации, работа комиссии ОЗХО проводилась ближе к формальному выполнению необходимых задач при проведении такого рода расследований. Основные методы сбора и оценки надежности информации включали, в частности, следующие: исследование существующих сообщений; оценка и подтверждение бэкграунда; проведение опросов медицинского персонала, предполагаемых пострадавших и других лиц, имеющих отношение к предполагаемому инциденту; изучение документации и записей, предоставленных опрошенными; изучение и оценка симптомов

пострадавших, как они описывались опрошенными; сбор биомедицинских образцов и проб из объектов окружающей среды для последующих анализов.

Эпидемиологическое расследование должно было дать информацию о масштабе каждого события и обеспечить контекстуальную и географическую информацию, которая должна быть впоследствии перепроверена и подтверждена той группой, которая занимается пробами с объектов окружающей среды.

Однако, как уже было сказано выше, МУФ не смогла лично посетить место предполагаемого инцидента¹⁶ и таким образом не имела возможности:

- оценить географическое местоположение места предполагаемого инцидента;

¹⁶ Миссии по установлению фактов в Сирии практически никогда не выезжают на места предполагаемого применения химического оружия, ссылаясь на соображения безопасности. С одной стороны, все международные организации, базирующиеся на Западе, действительно очень серьезно относятся к вопросам безопасности своих сотрудников в горячих точках и при первой же угрозе либо полностью покидают проблемный регион, либо нанимают местный персонал. С другой стороны, это приводит к тому, что сотрудники МУФ не имеют возможности сами отбирать пробы на местах предполагаемых инцидентов, что является грубейшим нарушением принятых в ОЗХО процедур (Standard Operating Procedures), поскольку только так можно обеспечить неприкосновенность и сохранность проб (chain of custody). Ранее в прошлом даже то обстоятельство, что инспектора пробы отбирали пробоотборниками, не привезенными с собой, а предоставленными местной стороной, служили основанием для того, чтобы поставить под сомнение результаты анализов. В Сирии, однако, все делается гораздо проще – представители МУФ принимают пробы, взятые сирийской оппозицией с видеофиксацией процесса пробоотбора. Как минимум однажды – при расследовании предполагаемого применения ХО в Саракибе (провинция Идлиб, САР) 4 февраля 2018 г. – это обстоятельство дало результат, заставляющий усомниться в подлинности проб и, как следствие, в доказательной базе расследования о гипотетическом применении химического оружия. Речь шла о проверке многочисленных сообщений о применении хлора (sic!) в баллонах. На место происшествия представители МУФ выехать не смогли по соображе-

- посетить больницы и клиники, где пострадавших лечили в первое время (с самого начала);

- получить непосредственный доступ к записям, в том числе регистрационным карточкам пациентов, медицинским картам, схемам лечения, отчетам о проведении лабораторных исследований, которые велись в медицинских учреждениях, куда пострадавшие поступили изначально;

- провести непосредственно на месте происшествия сбор доказательной базы и клинические обследования.

Практически всю информацию рабочие группы ООН – ОЗХО получали из каких-либо открытых источников, местных медицинских работников, населения, представителей вооруженных антиправительственных формирований. Источниками информации были такие организации, как Центр перспективных международных исследований (C4ADS); Центр документации по химическим нарушениям Сирии (CVDCS); Комиссия по международному правосудию и отчетности (CIJA); Аналитический проект Европола по основным международным преступлениям (AP CIC); Европейский Союзный спутниковый центр; Институт глобальной государственной политики (Gppi) – мир и безопасность; Защита прав человека; независимая международная комиссия по расследованию событий в Сирийской Арабской Республике; Правовая инициатива Открытого общества; Мир СОС; гражданская оборона Сирии (SCD, также известную как «Белые каски»); Сирийский Центр Правосудия и подотчетности; Сирийская сеть по правам человека (SNHR); Сирийский альянс НПО, Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и т.п. [12].

Комиссии отмечали, что определение тяжести симптоматики зависит от определения, данного конкретным врачом и/или больницей, и оно не обязательно сопоставимо с определением, данным другими.

В представленных ниже иллюстрациях и цифрах суммированы данные из отчетов и документов, присланных УЗИ. В общем количестве пораженных включены также и погибшие. Как отмечалось выше, нельзя исключить веро-

ятности, что некоторые пациенты, зарегистрированные в Хан Шайхуне, также обращались и были зарегистрированы и в других больницах из-за затянувшихся симптомов. Как следствие, они были зарегистрированы дважды.

Всего около 200 человек. Симптомы: респираторные, любые – 199 (99,5 %); потеря сознания – 64 (32,0 %); конвульсии, спазмы – 65 (32,5 %); слюноотделение, пена изо рта – 100 (50,0 %); кашель – 47 (23,5 %); тошнота, рвота – 84 (42,0 %); головокружение, головная боль – 17 (8,5 %); перевозбуждение – 31 (15,5 %); потоотделение – 53 (26,5 %); покраснение глаз – 52 (26,0 %); сужение зрачков – 167 (83,5 %); припухлость остроты зрения – 19 (9,5 %).

Несмотря на явно предвзятое отношение рабочих групп к правительству Сирии, в ряде отчетов были фрагментарно упомянуты нестыковки, противоречия, откровенно абсурдные данные в предоставляемой информации. В этом плане, к наиболее характерным попыткам представления заведомо ложной информации можно отнести следующие моменты:

- в ряде случаев пострадавшие были доставлены в стационары до установления фактов применения зарина, однако СМР не проводил расследование в отношении этих несоответствий и не смог установить связь несоответствий с возможным постановочным сценарием или же с неадекватным ведением отчетности в условиях хаоса;

- несоответствие результатов анализов биомедицинских проб пострадавших и признаков, симптомов отравления заринном; неоднократно были выявлены несоответствия результатов анализов на наличие зарина (продуктов распада зарина) в моче (положительный результат) и в крови (отрицательный результат). Медицинские эксперты отметили, что сочетание негативного результата анализа крови и положительного результата анализа мочи невозможно.

Несмотря на то, что в медицинских отчетах и действиях спасателей были выявлены потенциально значимые несоответствия, рабочие группы ООН – ОЗХО сочли, что это явилось результатом слабой подготовки кадров, условиями хаоса или стремления преувеличить серьезность ситуации для последующего освещения в СМИ. Но вариант намеренной под-

ням безопасности и пробы получили от сирийской оппозиции, в том числе от «Белых касок». Пробы разделили на аликвоты и направили в назначенные лаборатории. Результаты анализов показали наличие диизопротилметилфосфоната (DIMP), изопротилметилфосфоната (IPMPA) и метилфосфоновой кислоты (MPA). Объяснения, каким образом хлор превратился в продукты разложения зарина, явно лежат за пределами химической науки. Еще интересная деталь – все свидетели инцидента дружно рассказывали, что в момент предполагаемого химического нападения взрыва не было. Между тем, в результатах анализов были обнаружены следы взрывчатки (тринитротолуола, TNT). В результате в итоговом отчете МУФ вынуждена была признать, что в пробах обнаружены химикаты, присутствие которых нельзя объяснить естественными причинами и к хлору они отношения не имеют, но информации, позволяющей сделать какие-либо выводы, в распоряжении ОЗХО недостаточно [12].

тасовки фактов с целью скрыть явно постановочный характер произошедшего применения зарина совершенно не рассматривался.

Следует обратить внимание и на такой момент, когда на представленных кадрах спасательных и дегазационных мероприятий спасатели беспорядочно поливают людей водой из шланга на протяжении длительного времени. Эти действия спасателей вызвали у специалистов в области физиологически активных веществ, мягко говоря, недоумение. Однако, если углубиться в историю исследований действия нервно-паралитических веществ на человека, то можно обнаружить интересный цикл работ середины прошлого столетия. D. Grob с соавторами проводили эксперименты по изучению воздействия фосфорорганических токсичных веществ на человека и мелких лабораторных животных [23–25]. В этих публикациях указано, что представленные работы были в основном выполнены по контракту между медицинскими лабораториями химического корпуса армии США и университетом Джона Хопкинса. Можно предположить, что некоторые формулировки и результаты исследований из прошлого явились инструктивным посланием для ряда нынешних специалистов неправительственных оппозиционных и террористических группировок в Сирии. Именно в этих работах употребляется термины «нервно-паралитический газ», «жидкий нервно-паралитический газ». Более аккуратные англичане обратили внимание на то, что общепринятые формулировки «нервно-паралитический агент» заменены на «нервно-паралитический газ» [16]. В упомянутых работах D. Grob с соавторами имеет место пассаж о том, что место, пораженное заринном, следует промыть обильным количеством воды. Поэтому нельзя исключить, что на каких-то этапах подготовки варварских действий в Сирии активное участие принимали некавалифицированные советники из США.

Заключение

Современный терроризм представляет собой сложную систему, состоящую из комплекса взаимодополняющих процессов – идеологических, криминальных, военных, политических, религиозных и националистических. Наиболее серьезной угрозой для человечества является технологический терроризм, который заключается в использовании или угрозе использования химического и биологического оружия, радиоактивных и высокотоксичных химических веществ, а также в попытках захвата экстремистами ядерных и иных про-

мышленных объектов, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей, ради достижения политических и иных целей. Одним наиболее вероятным и опасным направлением действий экстремистов на сегодняшний день является создание и использование токсичных химикатов. Исходя из современных фактов тактических приемов действий экстремистов, можно утверждать, что возможность проявления терроризма с использованием высокотоксичных химических веществ будет только возрастать. В свою очередь это может привести к военным конфликтам, для которых роль *casus belli* сыграют фэйковые новости от глобальных СМИ. Примером такой ситуации может быть гражданская война в Сирии.

На протяжении нескольких лет в Сирии неоднократно имели место террористические атаки с применением зарина. Зарин был идентифицирован и на местах подрыва боеприпасов, и в биомедицинских пробах. Однако совершенно очевидна фальсификация фактов применения зарина боеприпасами бинарного исполнения. Проведенный анализ совокупности рассмотренных фактов позволяет утверждать, что использовался заранее синтезированный зарин в грубо имитированных боеприпасах якобы бинарного снаряжения. Рабочие группы ООН – ОЗХО, как правило, на места применения зарина не выезжали, занимаясь исключительно сбором информации из каких-либо непроверенных, сомнительных открытых источников в интернете, от антиправительственных оппозиционных организаций, местных медицинских работников, населения, представителей вооруженных антиправительственных формирований. В то же время, наблюдалось практически полное игнорирование данных, которые представляло правительство Сирии. Одиозное стремление США и стран Запада нагнетать международную напряженность в гегемонистских целях привело к чрезвычайно опасной ситуации массового использования в гибридной войне высокотоксичных химикатов. Единственным механизмом, позволившим в Сирии пресекать такие провокации, стало использование российской стороной публичного предупреждения о месте и времени намечающейся постановки. В то же время такая избирательная позиция ООН и ОЗХО может в любой момент привести к утрате контроля над химическим оружием в отдельных регионах мира.

Вклад авторов / Authors Contribution

Все авторы внесли свой вклад в концепцию рукописи, участвовали в обсуждении и написании этой

рукописи, одобрили окончательную версию. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи / All authors contributed to the conception of the manuscript, the discussion, and writing of this manuscript, approved the final version. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

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.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке 27 НЦ МО РФ.

Список источников / References

1. Бартош А.А. Стратегия и контрстратегия гибридной войны // Военная мысль. 2018. № 10. С. 5–20.
Bartosh A.A. Strategy and Counter-Strategy of Hybrid War // Military Thought. 2018. № 10. P. 5–20 (in Russian).
2. Бартош А.А. Экстремизм, терроризм и сепаратизм как важные составляющие стратегии гибридной войны Запада против России // Научные труды ученых Отделения общих проблем войны, мира и армии Академии военных наук. М., 2019. С. 158–169.
Bartosh A.A. Extremism, Terrorism and Separatism as Important Components of the Strategy of the West's Hybrid War against Russia // Scientific Works of Scientists from the Department of General Problems of War, Peace and the Army of the Academy of Military Sciences. Moscow, 2019. P. 158–169 (in Russian).
3. Сержантов А.В., Смоловый А.В., Долгополов А.В. Трансформация содержания войны: от прошлого к настоящему – технологии гибридных войн // Военная мысль. 2021. № 2. С. 20–27.
Serzhantov A.V., Smolovy A.V., Dolgoplov A.V. Transformation of the Content of War: from Past to Present – Technologies of Hybrid Wars // Military Thought. 2021. № 2. P. 20–27 (in Russian).
4. Ивашов Л.Г. Операции мягкой силы в гибридной войне // Мягкая сила: теория и практика в международных отношениях. М., 2018. С. 89–108.
Ivashov L.G. Operations of Soft Power in the Hybrid War // Soft Power: Theory and Practice in International Relations. Moscow, 2018. P. 89–108 (in Russian).
5. Моисеев А.И. Проблема определения терроризма в международном праве // Актуальные проблемы российского права. 2014. № 12. С. 2919–2923.
Moiseev A.I. The Problem of Defining Terrorism in International Law // Actual Problems of Russian Law. 2014. № 12. P. 2919–2923 (in Russian).
6. Латинско-русский словарь / Под ред. Дворецкого И.Х. М., 1986. С. 767–768.
Latin-Russian Dictionary / Ed. Dvoretzkiy I.Ch. Moscow, 1986. P. 767–768.
7. Bartholomae Ch. Altiranisches Wörterbuch. Strassburg, 1904. P. 644.
8. Вейсман А.Д. Греческо-русский словарь. Репринт V-го издания 1899 г. М., 1991. С. 1254.
Weisman A.D. Greek-Russian Dictionary. Reprint of the 5th Edition of 1899. Moscow, 1991. P. 1254.
9. Зияд Захер Един. Подходы исламских правоведов к определению международного терроризма. Источник: <https://www.sovremennoepravo.ru/>
Ziyad Zaher Yedin. Approaches of Islamic Jurists to the Definition of International Terrorism. Source: <https://www.sovremennoepravo.ru/> (in Russian).
10. Шейх Юсуф Кардави. Дозволенное и запретное в Исламе. М., 2005. С. 301–303.
Sheikh Yusuf al-Qaradawi. Permissible and Forbidden in Islam. Moscow, 2005. P. 301–303.
11. Абд ар-Рахман ибн Насир Саади. Толкование Священного Корана Облегчение от Великодушного и Милостивого. В 2-х т. Т. 1. М.: Умма, 2006. С. 724.
Abd al-Rahman ibn Nasir Saadi. Interpretation of the Holy Quran Relief from the Generous and Merciful. In 2 Vols. V. 1. Moscow: Umma, 2006. P. 724 (in Russian).
12. Ковтун В.А., Колесников Д.П., Супотницкий М.В., Шило Н.И. Сирийская химическая война // Вестник войск РХБ защиты. 2018. Т. 2. № 3. С. 7–39.
Kovtun V.A., Kolesnikov D.P., Supotnitskiy M.V., Shilo N.I. Syrian Chemical War // Journal of NBC Protection Corps. 2018. V. 2. № 3. P. 7–39 (in Russian).
13. 2 Case Study: The OPCW in Syria // Peter van Ham, Sico van der Meer, Malik Ellahi. Chemical Weapons Challenges Ahead: The Past and Future of the OPCW, Oct. 1, 2017. P. 29. URL: https://www.jstor.org/stable/resrep17327.5?seq=1#metadata_info_tab_contents
14. Pita R., Domingo J. The Use of Chemical Weapons in the Syrian Conflict // Toxics. 2014. V. 2. P. 391–402;

<https://doi.org/10.3390/toxics2030391>

15. Chemical Warfare Agents: Chemistry, Pharmacology, Toxicology, and Therapeutics / Eds Romano J.A., Jr., Lukey B.J. 2nd ed. 2008. 744 p.
16. Chemical Warfare Agents: Toxicology and Treatment / Eds Marrs T.C., Maynard R.L., Sidell F.R. 2nd ed. 2007. 753 p.
17. Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents / Ed. Gupta R.C. 2nd ed. 2015. 1137 p.
18. Синицын А.Н., Глотов Е.Н., Романенко С.Н. и др. Современное состояние и перспективы продолжения исследований в области химии отравляющих веществ в условиях действия Конвенции о запрещении химического оружия / Под ред. Холстова В.И. М.: ВАРХЗ, 1999. 93 с.
- Sinitsyn A.N., Glotov E.N., Romanenko S.N. et al. Current State and Prospects for Continuing Research in the Field of Chemistry of Poisonous Substances under the Conditions of the Convention on the Prohibition of Chemical Weapons / Ed. Kholstov V.I. Moscow: VAKhZ, 1999. 93 p. (in Russian)
19. Franke S. Lehrbuch der Militärchemie. Band 1. Deutscher Militärverlag. Berlin, 1967.
20. Лос К. Синтетические яды / Перевод с нем. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 259 с.
- Los K. Synthetic Poisons / Translation from German. Moscow: Publ. House of Foreign Literature, 1963. 259 p.
21. Fild M., Handke W. Methylene Compounds of Nonmetals. V. Methylendiphosphorus halides // Zeitschrift fuer Anorganische und Allgemeine Chemie. 1987. V. 555. P. 109–117.
22. Okumura T., Suzuki K., Fukuda A. et al. The Tokyo Subway Sarin Attack: Disaster Management, Part 1: Community Emergency Response // Acad. Emerg. Med. 1998. V. 5. № 6. P. 613–617. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.1998.tb02470.x>
23. Grob D., Harvey A.M. The Effects and Treatment of Nerve Gas Poisoning // Am. J. Med. 1953. V. 14. P. 52–63.
24. Grob D. The Manifestations and Treatment of Poisoning Due to Nerve Gas and Other Organic Phosphate Anticholinesterase Compounds // Arch. Int. Med. 1956. V. 98. P. 221–239.
25. Grob D., Harvey J.C. Effects in Man of the Anticholinesterase Compound Sarin (isopropyl methyl phosphonofluoridate) // J. Clin. Invest. 1958. V. 37. P. 350–368.

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации. Российская Федерация, 111024, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

Глотов Евгений Николаевич. Старший научный сотрудник, канд. хим. наук, доцент.

Котов Владимир Павлович. Научный сотрудник отдела.

Лозанов Иван Алексеевич. Начальник отдела, канд. хим. наук.

Макаров Михаил Леонтьевич. Старший научный сотрудник, канд. техн. наук.

Никитин Олег Михайлович. Старший научный сотрудник, канд. хим. наук.

Флеер Александр Михайлович. Заместитель начальника отдела.

Шило Наталья Игоревна. Научный сотрудник отдела.

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

Контактное лицо: Глотов Евгений Николаевич, 27nc_l@mil.ru

International Terrorism Using Toxic Chemicals as an Element of Hybrid Warfare

E.N. Glotov, V.P. Kotov, I.A. Lozanov, M.L. Makarov, O.M. Nikitin, A.M. Fleyer, N.I. Shilo

*Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation
e-mail: 27nc_1@mil.ru*

Received 10 November 2022. Accepted 27 March 2023.

Modern terrorism is a complex system that consists of a complex of complementary processes – ideological, criminal, military, political, religious and nationalistic. Chemical terrorism is one of the elements of hybrid warfare – a new technology in the fight for the reorganization of the world at the present stage. *The purpose of this article* is to consider one of the elements of hybrid wars – chemical terrorism. *Sources and informational basis of the research, methodology.* In this work, the sources published by the Organization for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) were used. The publications available through the databases PubMed, Google Scholar, eLibrary, etc. were also studied. Research method – system analysis. The probability of the use of chemical warfare agents and toxic chemicals by terrorists of

various ideological orientations as part of a hybrid war strategy has been studied. *The discussion of the results.* Hybrid military conflicts of a non-classical nature involve the participation of international terrorist organizations in hostilities. The Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on Their Destruction (CWC) does not explicitly prohibit non-state actors from obtaining and using chemical weapons. This situation is very convenient for the states that have signed the CWC and use terrorist organizations as part of the strategy of indirect action. In such cases the information and psychological operations are aimed at the collapse and fragmentation of countries, undermining their ability to resist, discrediting their leaders, and causing a split in the ranks of the allies. This was most clearly shown in the incidents with the use of toxic chemicals in Syria. *Conclusion.* Working groups under the auspices of the UN and the OPCW, sent to Syria to investigate incidents with the use of sarin, proved unable to conduct objective investigations. They usually ended up on the side of the sponsors of chemical terrorist attacks, despite the evidence of falsification. This, in turn, can lead to serious military conflicts, for which the role of *casus belli* will be played by false news from the global media. The only mechanism that made it possible to stop such provocations in Syria was a public warning from the Russian side about the place and time of the planned false flag attack. At the same time, such a selective position of the UN and the OPCW can at any moment lead to the loss of the control over chemical weapons in certain regions of the world.

Keywords: *hybrid war; Islam; politics; Russia; Syria; terrorism; toxic chemicals.*

For citation: *Glotov E.N., Kotov V.P., Lozanov I.A., Makarov M.L., Nikitin O.M., Fleyer A.M., Shilo N.I. International Terrorism Using Toxic Chemicals as an Element of Hybrid Warfare // Journal of NBC Protection Corps. 2023. V. 7. № 1. P. 36–52. EDN: keesjz. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-36-52>*

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.

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

References

See P. 50–51.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation.

Evgeny Nikolaevich Glotov. Senior Researcher. Candidate of Chemical Sciences. Associate Professor.

Vladimir Pavlovich Kotov. Researcher.

Ivan Alekseevich Lozanov. Head of the Department. Candidate of Chemical Sciences.

Mikhail Leontievich Makarov. Senior Researcher. Candidate of Technical Sciences.

Oleg Mikhailovich Nikitin. Senior Researcher. Candidate of Chemical Sciences.

Alexander Mikhailovich Fleyer. Deputy Head of the Department.

Natalya Igorevna Shilo. Researcher.

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

Contact person: Evgeny Nikolaevich Glotov; 27nc_l@mil.ru



Аналитическая зависимость вероятности маскировки объектов от плотности и дисперсности аэрозоля

А.А. Брусенин, С.А. Красильников, В.Н. Пенязь,
Д.Н. Буряк, И.В. Артамонов, В.Д. Бурков

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19
e-mail: 27nc_1@mil.ru

Поступила 16.03.2022 г. Исправленный вариант 14.03.2023 г. Принята к публикации 27.03.2023 г.

При существующем методе оценки эффективности маскировки объектов аэрозолями применяются два параметра: длина и ширина непросматриваемой дымовой завесы с вероятностью не менее 50 %. Оба параметра получены в ходе практических испытаний средств аэрозольной маскировки. Однако они недостаточны относительно оценки маскирующей способности облака аэрозоля как пространственного образования. *Цель работы* – выявление аналитической зависимости вероятности маскировки объектов от плотности и дисперсности аэрозоля. *Материалы и методы исследования.* Использовали расширенный подход оценки вероятности маскировки при любом теоретическом значении плотности потока (интегральной концентрации, $г/м^2$) аэрозоля по линии визирования с учетом его дисперсности, посредством расчета формирования поля вероятностей от 5 до 95 % по всей пространственной структуре аэрозольного облака. Используемый метод – моделирование на ПЭВМ зависимости доли закрытия пространства для наблюдателя (окуляра оптического прибора) частицами аэрозоля данной дисперсности и плотности потока, которая принята нами за вероятность маскировки. *Обсуждение результатов.* Показано, что полученное аналитическое выражение в результате обработки накопленных результатов моделирования на ПЭВМ полностью соответствует закономерности Буге–Ламберта–Бера, которая является обобщением многолетних практических лабораторных и полевых экспериментов с аэрозолями в воздухе и дисперсными частицами в растворах. Полученные значения вероятности позволяют получить обобщенный критерий эффективности в виде нового понятия – приведенной зоны маскировки. Данный термин в математическом смысле аналогичен приведенной зоне поражения, которая применяется для оценки нанесения ущерба боеприпасами. *Заключение.* Для полноценной оценки эффективности аэрозольного противодействия приведенную зону маскировки необходимо рассчитывать по всем возможным линиям визирования (наблюдения объекта): горизонтали, вертикали и по наклонным трассам. Данное условие отражает способ применения современного высокоточного оружия типа ПТРК Javelin, наводка которых на цель осуществляется преимущественно по горизонтали, а конечная траектория перед ударом представляет «горку» по вертикали. Теоретическая разница значений вертикальных и горизонтальных маскирующих экранов, полученная авторами с использованием новой методики расчета параметров аэрозольного облака, представлена в иллюстрациях статьи.

Ключевые слова: вероятность маскировки; дисперсность маскирующих аэрозолей; интегральная концентрация; линия визирования; маскировка аэрозолями; применение маскирующих дымов; плотность потока аэрозоля; средства маскировки аэрозолями; частицы дымов; эффективность маскировки аэрозолями.

Библиографическое описание: Брусенин А.А., Красильников С.А., Пенязь В.Н., Буряк Д.Н., Артамонов И.В., Бурков В.Д. Аналитическая зависимость вероятности маскировки объектов от плотности и дисперсности аэрозоля // Вестник войск РХБ защиты. 2023. Т. 7, № 1. С. 53–61. EDN: wuqmgr. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-53-61>

Развитие противником новых средств вооружения нового оружия, в частности, высокоточного (ВТО), обуславливает необходи-

мость адекватного ответа по всем возможным направлениям: активным и пассивным в части применения средств радиоэлектронной

борьбы, создания ложных целей и маскировки объектов применением аэрозолей для снижения величины поражения объектов (предотвращенного ущерба)¹ [1, 2].

В этой связи оценка вероятностного состояния аэрозольных образований применительно к маскирующим дымам или пиротехническим составам для имитации ложных целей или маскировки объектов является актуальной научной задачей² [3, 4]. При оценке аэрозольных образований при их применении в качестве ложных тепловых целей необходимо определять концентрацию тепловыделяющего вещества (мг/л или г/м³ – дифференциальная величина), используемого для достаточного нагрева воздуха, а при снижении заметности объектов рассчитывается суммарное количество аэрозоля по линиям визирования объекта (г/м² – интегральная величина). В настоящее время при оценке маскирующих аэрозолей используются две величины: длина и ширина непросматриваемой завесы с вероятностью не менее 0,5 (50 %). Однако они недостаточны относительно оценки маскирующей способности облака аэрозоля как пространственного образования [5].

Цель работы – выявление аналитической зависимости вероятности маскировки объектов от плотности и дисперсности аэрозоля.

Для достижения поставленной цели использовался расширенный подход оценки вероятности маскировки при любом теоретическом значении плотности потока (интегральной концентрации, г/м²) аэрозоля по линии визирования с учетом его дисперсности, посредством расчета формирования поля вероятностей от 5 до 95 % по всей пространственной структуре аэрозольного облака.

Ранее нами описан подход к математическому моделированию вероятности маскировки объектов с применением ПЭВМ для расчета доли светового потока, которому аэрозольные частицы различной дисперсности создают препятствие (поглощением, отражением или рассеиванием) по ходу его распространения от объекта к наблюдателю [5].

В результате численного эксперимента на ПЭВМ получены массивы значений данной вероятности (P_i) от интегральной концентрации аэрозоля (Δ_i , г/м²) по линии визирования. Последнюю величину авторы предлагают именовать плотностью потока аэрозоля по аналогии с

Таблица 1 – Зависимость вероятности маскировки от плотности потока аэрозоля с дисперсностью 1 мкм (данные авторов)

Расход АОС (Δ_i , г/м ²)	Вероятность маскировки $P(i)$, доля
0,1	0,155
0,2	0,3275
0,3	0,4725
0,4	0,49
0,41	0,5005
0,5	0,595
1	0,825
1,5	0,885

другими физическими параметрами (энергии в виде тепла и света, количества радиоактивных частиц и т. д.), оцениваемыми их отношением к единице площади. При этом необходимо понимать, что применительно к маскировке аэрозолями плотность потока (по линии визирования) ориентирована перпендикулярно плоскости наблюдения объекта и оценивается как мгновенная величина в заданный интервал времени τ_i , а для величины количества света, тепла и т. д., этот параметр связан с единицей времени накопления (экспозиции) – секунда, час и т. п. Причем, для источников аэрозоля, действующих с постоянной производительностью в течение времени их горения или активного дымообразования (шашки, генераторы и дымовые машины), значение плотности потока по заданной линии визирования в этом интервале – величина постоянная [5].

Иллюстрация фрагментов полученных значений массивов вероятности маскировки от плотности потока ($P(i) - \Delta(i)$) при осуществлении моделирования на ПЭВМ приведена в таблицах 1–3.

Очевидно, что при проведении развернутых расчетов по оценке эффективности маскировки аэрозолями использование массива указанных данных неудобно, поскольку при получении значения плотности потока (Δ_k) в промежутках полученного массива (Δ_i , см. таблицы 1–3) необходимо осуществлять отдельный дополнительный цикл (при программировании на ПЭВМ) для определения соответствующего значения вероятности маскировки (P_k) методом интерполяции. В этой

¹ Вагонов С.Н. Брыксин С.В. и др. Состояние и перспективы развития ложных целей для защиты летательных аппаратов. Сборник материалов VI Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы пиротехники». М.: 2015. С. 3–6.

² Емельянов М.В., Веригин А.Н. Вероятностные модели дисперсных систем в пиротехнике. Сборник материалов VI Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы пиротехники». М.: 2015. С. 268–273.

Таблица 2 – Зависимость вероятности маскировки от плотности потока аэрозоля с дисперсностью 2 мкм (данные авторов)

Расход АОС (Δ), г/м ²	Вероятность маскировки P(i), доля
0,1	0,08
0,2	0,16
0,3	0,2
0,4	0,31
0,8	0,505
0,9	0,515
1	0,535
1,5	0,73

Таблица 3 – Зависимость вероятности маскировки от плотности потока аэрозоля с дисперсностью 5 мкм (данные авторов)

Расход АОС (Δ), г/м ²	Вероятность маскировки P(i), доля
0,1	0,038
0,7	0,24
1	0,286
1,2	0,356
1,4	0,374
1,8	0,454
2,2	0,548
3,0	0,632
5	0,81

связи возникает необходимость поиска аналитической зависимости вероятности маскировки от плотности потока аэрозоля.

В научной практике войск РХБ защиты ВС РФ используются логарифмически нормальный закон распределения случайной величины (1), например, вероятности величины поражения от значения экспозиционной дозы, который, по-нашему мнению, может использоваться и для определения вероятности маскировки [6]:

$$P = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\sqrt{k} \ln \left(\frac{I_c}{I_{c50}} \right) \right) \right], \quad (1)$$

где: I_c – экспозиционная доза (мг×мин/л) или плотность потока (интегральная концентрация, Δ , г/м²) АОС по линии визирования (наблюдения за объектом);

I_{c50} – медианное значение экспозиционной дозы (плотности потока), обеспечивающие вероятность поражения заданной степени тяжести или вероятности маскировки объекта в данном диапазоне размера частиц со значением 0,5 (50 %);

$\operatorname{erf}(\alpha)$ – вероятностная функция Крампа от аргумента α в скобках;

\sqrt{k} – параметр закона.

Второй возможный вариант зависимости вероятности маскировки (P) от плотности потока Δ [5, 6]:

$$P = 1 - e^{-\lambda \cdot x} = 1 - e^{-(x/x_{cp})}, \quad (2)$$

где: x_{cp} – математическое ожидание случайной величины;

λ – Параметр закона, как правило, имеет размерность, обратную случайной величине,

что обеспечивает условие "безразмерности" показателя степени экспоненциальной функции.

Уравнение (2) применительно к процессу маскировки примет вид:

$$P = 1 - e^{-a \times \Delta} \quad (3)$$

где: Δ – плотность потока по линии визирования, г/м²;

a – параметр закона, который может быть определен после логарифмирования двух частей уравнения (3) с его частичным преобразованием, м²/г:

$$a = -\ln(1-P) / \Delta \quad (4)$$

При этом параметр a может быть рассчитан как усредненная величина для множества полученных значений массивов в интервале ($P_i - \Delta_i$). При проведении сравнительных расчетов установлено, что наименьшие расхождения теоретических и практических результатов численного эксперимента, при использовании метода наименьших квадратов, обеспечивает представленная выше зависимость (3), рисунок 1.

При этом параметр a принимает следующие значения, зависящие от дисперсности аэрозоля:

$$\begin{aligned} & - 1 \text{ мкм} - (1,6684); \\ & - 2 \text{ мкм} - (0,8627); \\ & - 5 \text{ мкм} - (0,3267). \end{aligned} \quad (5)$$

Вид полученных зависимостей и их сопоставление с результатами моделирования на ПЭВМ показан на рисунках 1–3, при этом рисунки 2 и 3 соответствуют аналитической зависимости (3).

Для использования данной зависимости при оценке эффективности маскировки аэрозолем с другими размерами возможно применение двух вариантов:

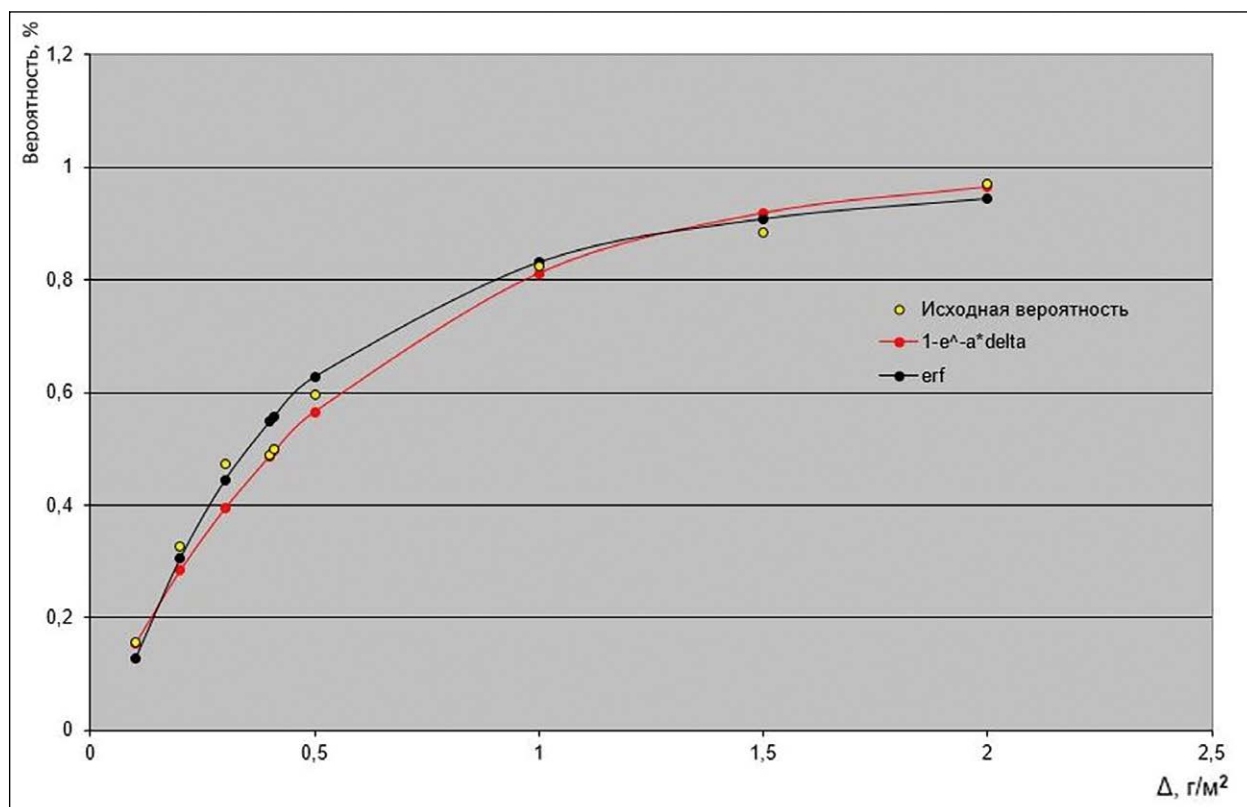


Рисунок 1 – График зависимости вероятности маскировки от плотности потока аэрозоля для частиц 1 мкм (данные авторов)

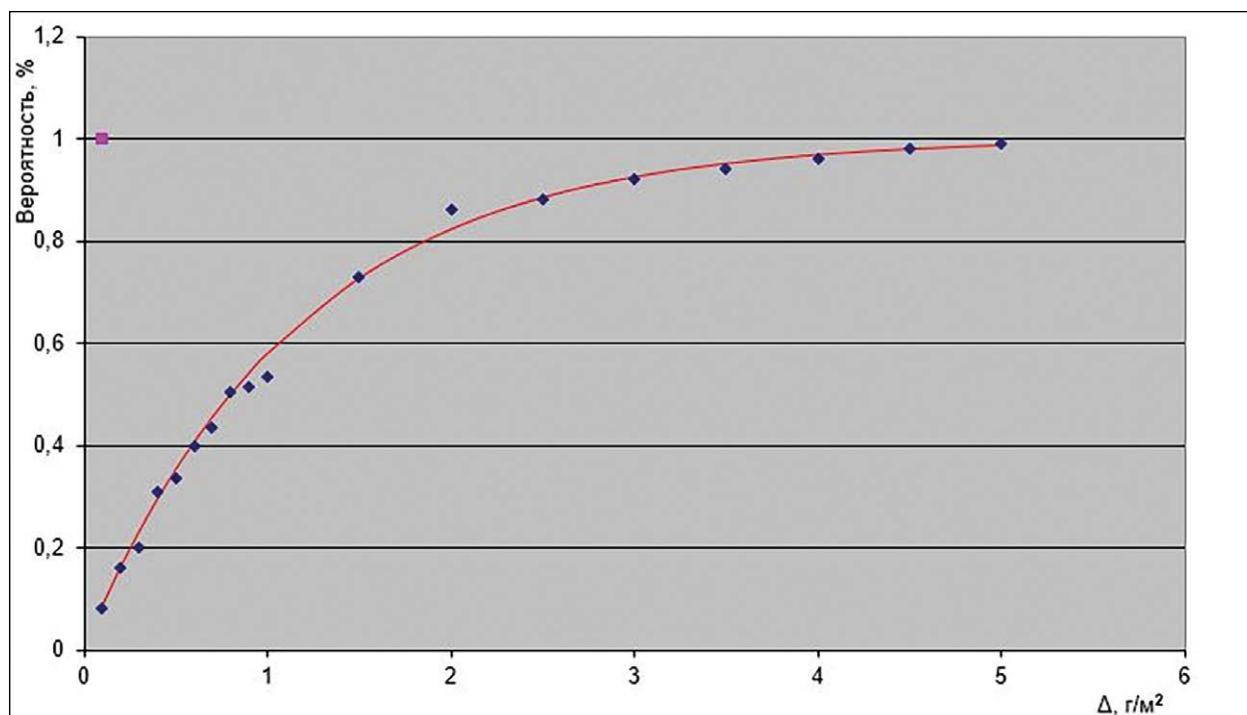


Рисунок 2 – График зависимости вероятности маскировки от плотности потока аэрозоля для частиц 2 мкм (данные авторов)

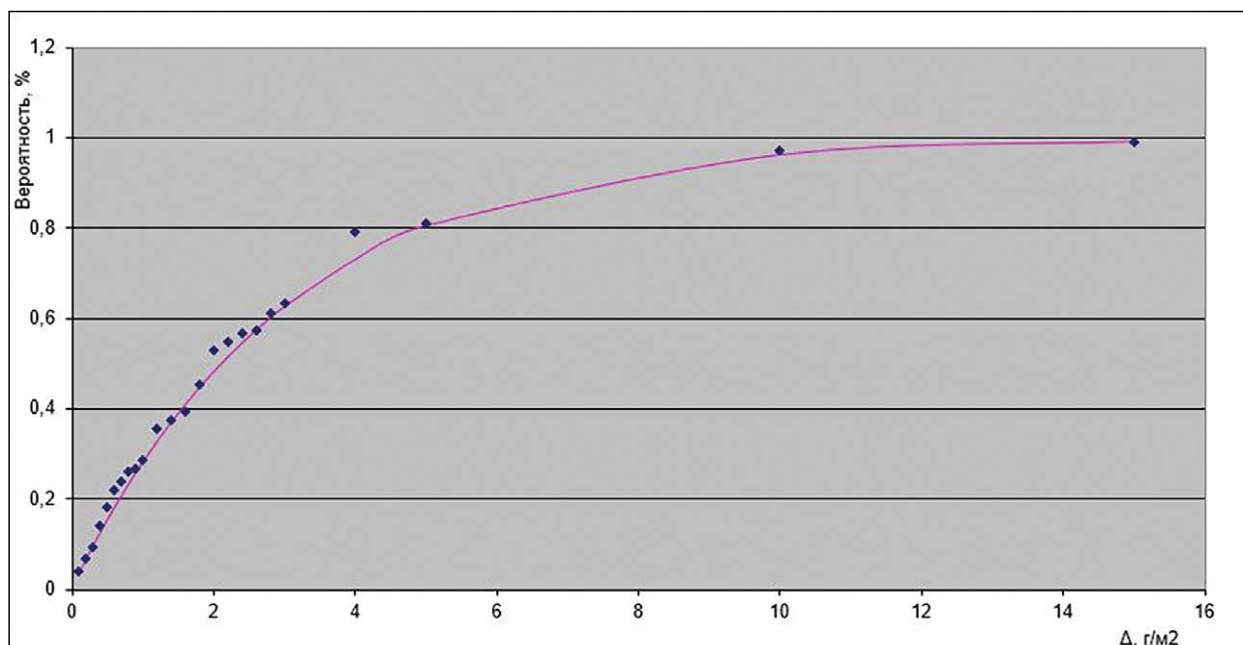


Рисунок 3 – График зависимости вероятности маскировки от плотности потока аэрозоля для частиц 5 мкм (данные авторов)

– при размерах частиц в пределах от 1 до 5 мкм – для расчета параметра α использовать метод интерполяции;

– для размера диаметра частиц за пределами данного интервала $0,9 \text{ мкм} \geq D_i \geq 5,1 \text{ мкм}$ осуществлять оценку вероятности маскировки моделированием ее на ПЭВМ, а затем осуществить расчет параметра α по алгоритму, показанному выше.

Таким образом, получен факторный закон маскировки в виде аналитической зависимости. Возможен закономерный вопрос: какая практическая польза наличия данной зависимости, в отличие от использования привычных двух параметров – длины и ширины не просматриваемой завесы с вероятностью маскировки объектов не менее 0,5 (50%)?

Авторами статьи предлагается расширение возможности оценки эффективности маскировки применением параметра приведенной зоны маскировки относительно всего аэрозольного облака по аналогии с приведенной зоной поражения, применяемой для оценки средств поражения противника. Необходимо понимать, что в математическом смысле приведенная зона маскировки соответствует условной площади, в пределах которой вероятность маскировки равна 1,0 (100%):

$$S_{\text{пр}} = \iint P(x, y) \times dx dy \quad (6)$$

Практический расчет этого параметра заключается в условном «разбиении» площади маскировки, перпендикулярной линии визирования (наблюдения) объекта на элементарные

площадки, в которых определяется среднее значение вероятности, что обеспечивает замену двойного интеграла в виде суммы ряда:

$$S_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^N (\bar{P}_i \times \Delta S_i), \quad (7)$$

Отношение величины для вертикального визирования аэрозольного облака к значению горизонтальной площади $S_{\text{общ}}$ может использоваться как показатель эффективности маскировки объекта на данной площади.

Для учета противодействия воздушному противнику необходима оценка маскировки в нескольких направлениях: горизонтальной (по направлению ветра и перпендикулярно ему), а также по вертикали сверху для оценки площади маскирующих экранов. Возможен вариант расчета по наклонной линии визирования по отношению к горизонту. При этом отметим, что вероятность маскировки для этих условий имеет промежуточное значение между вертикалью и горизонталью. Для расчета этих экранов необходима оценка плотности потока по линиям визирования целей с использованием известных математических моделей оценки концентрации примеси по осям координат X, Y, Z. Общий аналитический вид этих моделей для непрерывно действующих источников примеси (генераторы, шашки и дымовые машины) представлен ниже:

$$C(x, y, z) = Q \cdot \varphi(y) \cdot \Psi_z \cdot \frac{1}{U}, \quad (\text{мг/л, г/м}^3) \quad (8)$$

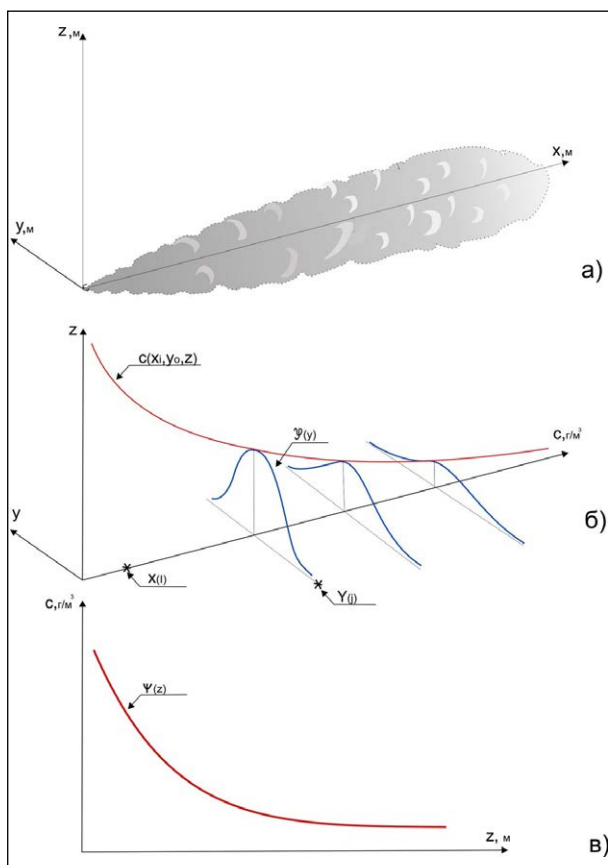


Рисунок 4 – Визуализация распространения примеси: а – визуализация распространения аэрозоля от непрерывно-действующего наземного источника (ТДА, шашки и генераторы); математическое отображение распределения примеси аэрозоля: б – по осям X, Y ; в – по оси Z (данные авторов)

где Q – производительность источника в режиме стационарного дымопуска, г/с;
 $\varphi(y)$ – функция распределения вещества по оси Y , 1/м;
 $\Psi_s = \Psi(x, z, 0)$ – функция распределения вещества по высоте Z , 1/м;
 \bar{U} – средняя скорость приземного ветра на расчетной высоте, м/с.

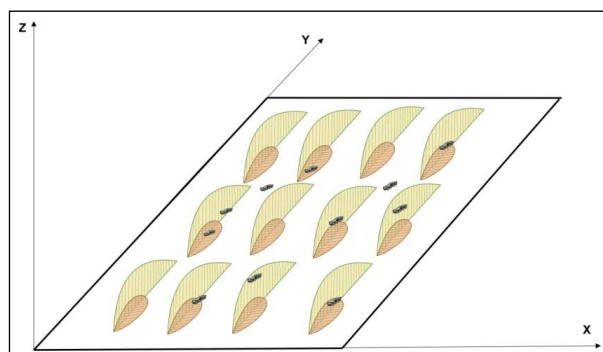


Рисунок 5 – Схема маскировки объектов формированием вертикальных и горизонтальных экранов маскировки (зеленый цвет – вертикальный, коричневый – горизонтальный экран вдоль ветра, вертикальный экран перпендикулярный ветру – не показан) (данные авторов)

Графическое отображение этих зависимостей показано на рисунке 4.

Плотность потока Δ (г/м²) примеси по линии визирования рассчитывается, исходя из этих моделей, интегрированием концентраций по заданному направлению. На основе полученного значения плотности, определяется вероятность маскировки для данной линии, а затем по всей плоскости перпендикулярной визированию. На их основе можно получить значения площади вертикальных и горизонтальных экранов маскировки объектов, графическое их отображение представлено на рисунках 5 и 6.

Такие данные позволяют разработать новые подходы по рациональной организации АЭП средствам разведки и наведения оружия противника по отношению к прежним взглядам [7–9].

Выводы

1. В результате моделирования на ПЭВМ получены статистические данные доли закрытия пространства частицами аэрозоля в зависимости от дисперсности частиц (мкм) и их плотности (интегральной концентрации по линии визирования, г/м²), которая используется как

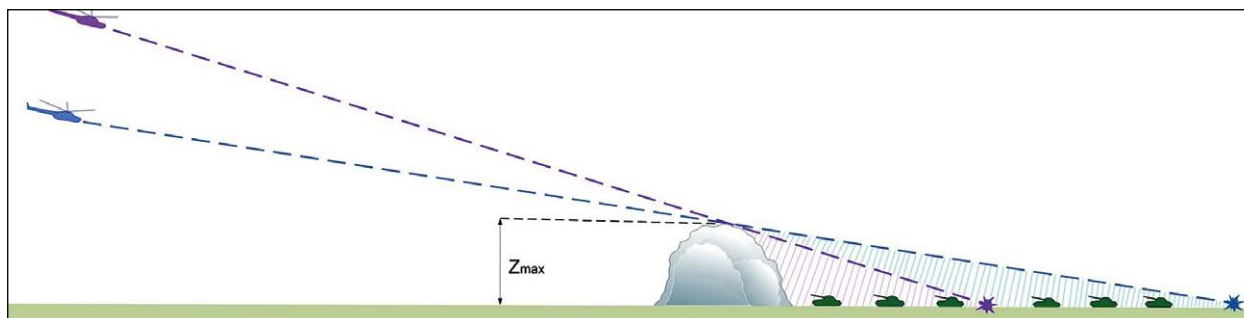


Рисунок 6 – Схема формирования вертикальной «тени» скрытия объектов от воздушных средств противника при постановке аэрозольной завесы (данные авторов)

вероятность маскировки объектов при применении маскирующих дымов для всех типов источников (точечных непрерывно-действующих, мгновенных высотных и т. д.).

2. Вероятность маскировки объекта (снижения заметности объектов) зависит от величины плотности потока (интегральной концентрации по линии наблюдения объекта), эквивалентной закономерности Буге–Ламберта–Бера.

3. Применение полученной аналитической зависимости позволяет получить обоб-

щенную оценку эффективности маскирующего действия аэрозольного облака в виде численного значения приведенной зоны маскировки объектов относительно маскируемой площади для любых линий визирования.

4. Оценка приведенной зоны маскировки возможна при использовании математических моделей распределения примеси по осям координат (X , Y , Z), соответствующих типам источников, применяемых для скрываются объектов.

Вклад авторов / Authors Contribution

Б.А.А. – редактирование статьи. **К.С.А.** – обоснование математического аппарата для выбора аналитической модели. **П.В.Н.** – постановка задачи, написание начального варианта статьи. **Б.Д.Н.** – литературный поиск, проведение расчетов по оценке параметров аналитической модели. **А.И.В.** – разработка программы для ПЭВМ по математическому моделированию маскировки. **Б.В.Д.** – оформление статьи в соответствии с требованиями к публикациям. Все авторы внесли свой вклад в концепцию рукописи, участвовали в обсуждении и написании этой рукописи, одобрили окончательную версию. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи / **В.А.А.** – editing an article. **К.С.А.** – substantiation of the mathematical apparatus for choosing an analytical model. **П.В.Н.** – setting the task, writing the initial version of the article. **Б.Д.Н.** – literature search, calculations to estimate the parameters of the analytical model. **А.И.В.** – development of a PC program for mathematical modeling of camouflage. **Б.В.Д.** – design of the article in accordance with the requirements for publications. All authors contributed to the concept of the manuscript, participated in the discussion and writing of this manuscript, and approved the final version. All authors have read and agreed with the published version of the manuscript. All authors contributed to the conception of the manuscript, the discussion, and writing of this manuscript, approved the final version. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

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.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке 27 НИЦ МО РФ.

Список источников / References

1. Дронов А. Взгляды командования Бундесвера на применение БЛА // Зарубежное военное обозрение. 2014. № 12. С. 79–84.
Dronov A. The views of the Bundeswehr command on the use of UAVs // Zarubezhnoe voennoe obozrenie. 2014. № 12. P. 79–84 (in Russian).
2. Голубев С.В., Плотников С.В., Кирьянов В.К. О необходимости подготовки специалистов радиоэлектронной борьбы с системами управления беспилотными летательными аппаратами и робототехническими средствами иностранных армий // Военная мысль. 2017. № 4. С. 74–80. EDN: YKGSZL.
Golubev S.V., Plotnikov S.V., Kiryanov V.K. Training of EW specialists is needed in the sphere of struggle against foreign armies' control systems over unmanned aerial vehicles and robotic means // Voennaja mysl'. 2017. № 4. P. 74–80. EDN: YKGSZL (in Russian).
3. Судаков К.М., Вагонов С.Н., Поляков Е.П. Состояние и перспективы аэрозольных средств защиты объектов ВВСТ // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. Вып. 12. Ч. 2. С. 204–208. EDN: TLTXOD.
Sudakov K.M., Vagonov S.N., Poljakov E.P. State and prospects of development of aerosol remedies of objects of wmse // Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki. 2014. Issue 12. Part 2. P. 204–208. EDN: TLTXOD (in Russian).
4. Брыксин С.В., Поляков Е.П., Вагонов С.Н. Состояние и перспективы пиротехнических средств защиты летательных аппаратов от ВТО // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. Вып. 12. Ч. 2. С. 199–204.

EDN: TLTXNT.

Bryksin S.V., Poljakov E.P., Vagonov S.N. State and prospects pyrotechnics protection from aircraft precision weapons // *Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki*. 2014. Issue 12. Part 2. P. 199–204. EDN: TLTXNT.

5. Колесников Д.П., Пенязь В.Н., Голышев М.А., Буряк Д.Н., Артамонов И.В. Влияние дисперсности аэрозоля на его маскирующую способность // *Вестник войск РХБ защиты*. 2021. Т. 5. № 3. С. 260–268. EDN: UYDDHO. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-3-260-268>

Kolesnikov D.P., Penyaz V.N., Golyshev M.A., Buryak D.N., Artamonov I.V. Effect of Aerosol Dispersion on Its Masking Ability // *Journal of NBC Protection Corps*. 2021. V. 5. No 3. P. 260–268. EDN: UYDDHO. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-3-260-268> (in Russian).

6. Применение дымов в бою и операции. МО СССР. М.: Воениздат, 1975. 144 с.

The use of smoke in combat and operations. USSR Ministry of Defense. Moscow: Voenizdat, 1975. 144 p. (in Russian)

7. Дымовые завесы. Извлечение из английского «Наставления о применении дымов». Ленинград: Государственное издательство. Отдел военной литературы, 1927. 28 с.

Smoke screens. Extract from the English «Manual on the use of smoke». Leningrad: Gosudarstvennoe izdatel'stvo. Otdel voennoj literatury, 1927. 28 p. (in Russian).

8. Ванин Ф.И. Боевые дымы. Пособие для осоавиахимовского актива / Под ред. Якубовича И.В. М.: Главная редакция химической литературы, 1935. 120 с.

Vanin F.I. Combat smoke. Manual for the Osoaviakhimov asset / Ed. Yakubovich I.V. Moscow: Glavnaja redakcija himicheskoj literatury, 1935. 120 p. (in Russian).

9. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию. М. 1987. 278 с.

Raist P. Aerosols. Introduction to theory. Moscow. 1987. 278 p. (in Russian).

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации. Российская Федерация, 111024, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

Брусенин Альберт Александрович. Начальник отдела, кандидат технических наук.

Красильников Сергей Александрович. Старший научный сотрудник отдела, кандидат технических наук.

Пенязь Владимир Николаевич. Старший научный сотрудник отдела, кандидат технических наук, почетный работник науки и техники РФ.

Буряк Дмитрий Николаевич. Старший научный сотрудник отдела.

Артамонов Илья Валерьевич. Научный сотрудник отдела.

Бурков Валерий Дмитриевич. Научный сотрудник отдела.

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

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

Analytical Dependence of the Probability of Masking Objects on the Density and Dispersion of the Aerosol

A.A. Brusenin, S.A. Krasilnikov, V.N. Penyaz, D.N. Buryak, I.V. Artamonov, V.D. Burkov

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation
e-mail: 27nc_1@mil.ru

With the existing method for evaluating the effectiveness of masking objects with aerosols, two parameters are used: the length and width of an invisible smoke screen with a probability of at least 50%. Both parameters were obtained during the practical tests of aerosol masking means. However, they are insufficient for assessing the masking ability of an aerosol cloud as a spatial formation. *The purpose of this work* is to reveal the analytical dependence of the probability of objects masking on the density and dispersion of the aerosol. *Materials and methods.* An extended approach was used to estimate the probability of masking at any theoretical value of the flux density (integral concentration, g/m^2) of aerosol along the line of sight, taking into account its dispersion, by calculating the formation of a probability field from 5 to 95% over the entire spatial structure of the aerosol cloud. The method used is the simulation on a PC of the dependence of the share of space occlusion for the observer (the eyepiece of an optical device) by aerosol particles of a given dispersion and flux density, which we took as the probability of masking. *Discussion.* It is shown in the

article, that the resulting analytical expression as a result of processing the accumulated simulation results on a PC fully corresponds to the Bouguer-Lambert-Beer law, which is a generalization of many years of practical field and laboratory experiments with aerosols in the air and dispersed particles in solutions. The obtained probability values allow us to obtain a generalized efficiency criterion in the form of a new concept - the reduced masking zone. This term is mathematically analogous to the reduced impact zone, which is used to assess damage caused by munitions. *Conclusion.* For a full assessment of the effectiveness of aerosol countermeasures, the reduced masking zone must be calculated for all possible lines of sight (observation of an object): horizontally, vertically, and along inclined paths. This condition reflects the method of using modern weapons such as Javelin anti-tank systems, which are aimed at the target mainly horizontally, and the final trajectory before the impact is a «hill». The theoretical difference between the values of vertical and horizontal masking screens, obtained by the authors using a new method for calculating the parameters of an aerosol cloud, is presented in the illustrations to the article.

Keywords: probability of the camouflage; dispersion of masking aerosols; integral concentration; line of sight; aerosol masking; use of masking smoke; aerosol flux density; aerosol masks; smoke particles; aerosol masking effectiveness.

For citation: Brusenin A.A., Krasilnikov S.A., Penyaz V.N., Buryak D.N., Artamonov I.V., Burkov V.D. Analytical Dependence of the Probability of Masking Objects on the Density and Dispersion of the Aerosol // Journal of NBC Protection Corps. 2023. V. 7. № 1. P. 53–61. EDN: wuqmgr. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-53-61>

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.

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

References

See P. 59–61.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation.

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

Sergey Alexandrovich Krasilnikov. Senior Researcher. Candidate of Technical Sciences.

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

Dmitry Nikolayevich Buryak. Researcher.

Ilya Valerievich Artamonov. Researcher.

Valery Dmitrievich Burkov. Researcher.

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

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



Основные направления развития средств огнеметно-зажигательного вооружения зарубежных стран

В.А. Иноземцев, Н.Б. Лопатина, Л.Б. Долгова, Д.В. Фролов, А.В. Мещеряков

Федеральное государственное бюджетное учреждение «33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт» Министерства обороны Российской Федерации, 412918, Российская Федерация, г. Вольск-18, ул. Краснознаменная, д. 1
e-mail: 33cnii-ito@mil.ru

Поступила 15.12.2022 г. Принята к публикации 27.03.2023 г.

Лекция предназначена для повышения квалификации и уровня знаний курсантов и выпускников военных учебных заведений в области зарубежных средств огнеметно-зажигательного вооружения. В лекции рассмотрены два учебных вопроса:

- 1) основные направления развития зарубежных зажигательных боеприпасов;
- 2) основные направления развития зарубежных систем огнеметно-зажигательного вооружения.

Ключевые слова: боеприпас; граната; гранатомет; мина; минометная система; огнеметно-зажигательное вооружение; реактивная система залпового огня; снаряд.

Библиографическое описание: Иноземцев В.А., Лопатина Н.Б., Долгова Л.Б., Фролов Д.В., Мещеряков А.В. Основные направления развития средств огнеметно-зажигательного вооружения зарубежных стран // Вестник войск РХБ защиты. 2023. Т. 7, № 1. С. 62–72. END: uhtuik. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-62-72>

Военные специалисты ведущих зарубежных стран на основе опыта, полученного в современных боевых конфликтах, отмечают, что благодаря высокой поражающей способности, наличию достаточной сырьевой базы и относительно низкой стоимости, огнеметно-зажигательное вооружение при его массовом применении будет иметь существенные преимущества по сравнению с другими видами оружия еще длительное время.

Зарубежные средства огнеметно-зажигательного вооружения подразделяются на две основные группы (зажигательные боеприпасы, системы огнеметно-зажигательного вооружения), которые в свою очередь подразделяются на подгруппы, объединенные в соответствии со сходством тактико-технических характеристик, назначения, области применения.

1. Основные направления развития зарубежных зажигательных боеприпасов

Среди зарубежных зажигательных боеприпасов особое место занимают гранаты различного типа и назначения, которые остаются достаточно мощным и одновременно наиболее простым средством поражения живой силы, зданий и сооружений, вооружения и военной техники противника.

В настоящее время на вооружении армий зарубежных стран стоят разнообразные зажигательные гранаты, но несмотря на это, специалистами ведутся исследования по разработке новых, еще более эффективных образцов.

Одними из последних разработок являются термобарическая граната GHTB болгарского государственного объединения KINTEX¹, ручная граната M26IM израильского военно-промышленного концерна IMI² и ручная гра-

¹ Armscom. URL: https://www.armscom.net/products/ghtb_thermobaric_hand_grenade_by_kintex (дата обращения: 15.11.2022).

² Israel Military Industries. URL: <https://www.israeldefense.co.il/en/company/israel-military-industries-ltd> (дата обращения: 15.11.2022).



Рисунок 1 – Зарубежные зажигательные гранаты (А – GHTB (Болгария) – фото с сайта: <https://www.armscom.net/products/> (дата обращения: 15.11.2022); Б – M26IM (Израиль) – фото с сайта: <https://www.israeldefense.co.il/en/company/> (дата обращения: 15.11.2022); В – ALHAMBRA (Испания) – фото с сайта: <http://instalaza.com/producto/> (дата обращения: 23.03.2020))

Таблица 1 – Основные характеристики зарубежных зажигательных гранат

Характеристика	Значение		
	GHTB (Болгария)	M26IM (Израиль)	ALHAMBRA (Испания)
Диаметр, мм	58	61	65
Высота, мм	145	107	95
Общая масса, г	510	450	400
Масса взрывчатого вещества, г	320	170	110
Время задержки инициации, с	4,8	4,5	3,5

ната ALHAMBRA испанской фирмы Instalaza SA³ (рисунок 1).

Термобарическая граната GHTB предназначена для уничтожения живой силы противника, находящейся в закрытых помещениях, траншеях, полевых укрытиях, зданиях и сооружениях, за инженерными заграждениями, а также внутри бронированных и небронированных транспортных средств. Также она применяется против террористических и диверсионных групп, совершающих преступные действия в мирное и военное время.

Ручная граната M26IM отличается от M26, стоящей на вооружении армии Израиля, послойным разнесением высокочувствительных иницирующих и нечувствительных к ударам основных взрывчатых веществ, что делает ее устойчивой к прямому попаданию пули. Основные взрывчатые и зажигательные вещества располагаются во внешнем контуре образца, ближе к оболочке.

Специалистами испанской фирмы Instalaza SA, которая специализируется на проектиро-

вании, разработке и производстве продукции для вооруженных сил Испании и других стран, разработан ряд ручных гранат ALHAMBRA с электронно-механическим взрывателем. По утверждению разработчиков, изделиям не требуется специальных условий хранения и технического обслуживания, так как особенностью гранат является отсутствие детонатора, что обеспечивает безопасность ALHAMBRA при транспортировке, хранении и использовании. Во время испытаний безопасность гранаты была доказана на 99,91 % (95 % степени уверенности по критерию Фишера (Fisher-Snedecor)).

Основные характеристики зарубежных зажигательных гранат представлены в таблице 1.

Для боевого применения зажигательных веществ в сухопутных войсках ведущих зарубежных стран используются артиллерийские зажигательные мины и снаряды.

Одной из последних разработок специалистов израильского военно-промышленного концерна IMI является 60-мм зажигательная минометная мина M-818 HE4. Данная мина

³ Instalaza SA. Products. URL: <http://instalaza.com/producto/sistemas-de-entrenamiento/> (дата обращения: 23.03.2020).

⁴ Israel Military Industries. URL: <https://www.israeldefense.co.il/en/company/israel-military-industries-ltd> (дата обращения: 15.11.2022).

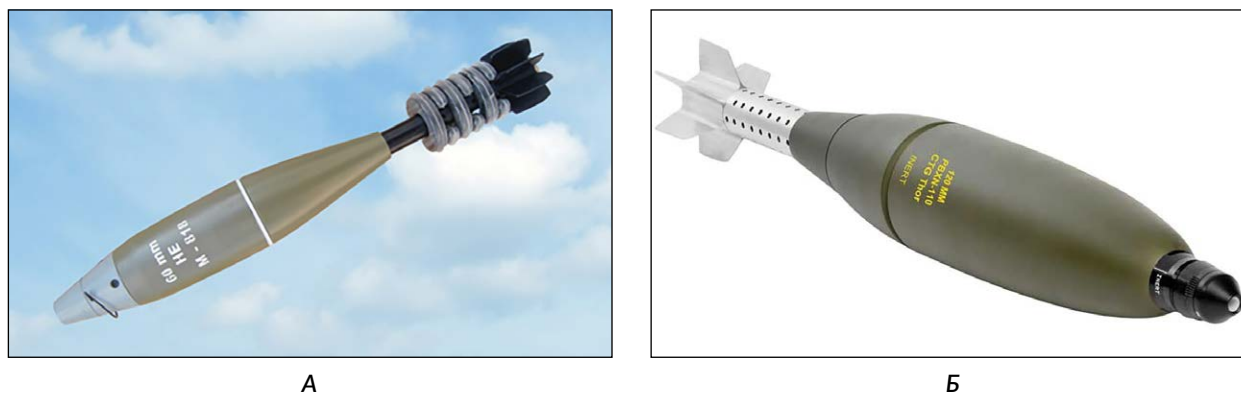


Рисунок 2 – Зарубежные зажигательные мины

(А – М-818 HE (Израиль) – фото с сайта: <https://www.israeldefense.co.il/en/company/> (дата обращения: 15.11.2022);
 Б – THOR (Швеция) – фото с сайта: <https://www.saab.com/products/> (дата обращения: 15.11.2022))

Таблица 2 – Основные характеристики зарубежных зажигательных мин

Характеристика	Значение	
	М-818 HE (Израиль)	THOR (Швеция)
Калибр, мм	66	120
Длина с взрывателем, мм	438	770
Масса, кг	2,2	15
Масса взрывчатого вещества, кг	0,4	3,4
Дальность действия, м	4000	8500

применяется из всех современных легких 60-мм минометов, используемых на уровне пехотных подразделений категории «взвод» и «рота». Среди них: легкая минометная система M224, состоящая на вооружении армии и корпуса морской пехоты США; миномет M6 Mortar австрийской компании Hirtenberg, который состоит на вооружении армии Австрии, армии и подразделений морской пехоты Великобритании и другие.

Специалисты швейцарского подразделения SBDS шведской корпорации Saab разработали новый тип 120-мм минометной мины THOR⁵, который относят к новому поколению минометных боеприпасов и по техническим характеристикам ставят его в один ряд с 155-мм артиллерийскими снарядами. По их мнению, стандартная мина при взрыве рассеивает вверх порядка 50 % осколков, что снижает ее эффективность. При этом THOR благодаря цилиндрической форме основной части на 20 % эффективнее направляет осколки и на 250 % превышает поражающую способность по сравнению со стандартными минами своего

класса. Мины THOR выпускаются в различных модификациях, которые отличаются друг от друга боезарядом и типом поражающих элементов. В базовой версии 120-мм минометный снаряд содержит, кроме взрывчатого вещества, 4250 стальных шариков.

Общий вид наиболее представительных зарубежных зажигательных мин представлен на рисунке 2, а их основные характеристики – в таблице 2.

Специалисты немецкого консорциума GIWS, в который входят фирмы Rheinmetall AG и Diehl Group, разработали 155-мм артиллерийский снаряд SMARt-155⁶ с сенсорным взрывателем и двумя одноименными само-прицеливающимися боевыми элементами. Этот надежный, высокоэффективный артиллерийский снаряд относится к категории «выстрелил и забыл». В тонкостенном стальном корпусе боеприпаса размещены два автономных, само-прицеливающихся боевых элемента. Каждый из них имеет три датчика индикации цели: миниатюрный радиолокатор, работающий на принципах как пассивной, так и активной локации, а также инфракрасный детектор.

Результаты полигонных испытаний специальная комиссия военного ведомства Германии признала удачными и рекомендовала принять этот боеприпас на вооружение сухопутных сил. Также была определена программа производства этих снарядов, включая зажигательный вариант, согласно которой потребность в них составляет 88 000 боевых единиц и 18 000 учебных. Общая стоимость работ по программе составила 2,5 млрд. евро.

Компания IMI разработала новый 155-мм артиллерийский снаряд M454 S-HE⁷. По за-

⁵ Saab. Products. URL: <https://www.saab.com/products/warheads/> (дата обращения: 17.01.2018).

⁶ Defense Update. URL: https://defense-update.com/20080810_smart.html (дата обращения: 15.11.2022).

⁷ Israel Military Industries. URL: <https://www.israeldefense.co.il/en/company/israel-military-industries-ltd> (дата обращения: 15.11.2022).



Рисунок 3 – Зарубежные зажигательные снаряды (А – SMArt-155 (Германия) – фото с сайта: <https://defense-update.com> (дата обращения: 15.11.2022); Б – M454 S-HE (Израиль) – фото с сайта <https://www.israeldefense.co.il/en/company/> (дата обращения: 15.11.2022))

явлению разработчиков, боевая часть снаряда M454 S-HE, спускаемая с парашютом и детонирующая на оптимальной высоте над целью, обеспечивает в пять раз большую поражающую силу по сравнению со стандартными осколочно-фугасными снарядами при применении их против живой силы и легкобронированных целей. Боеприпас M454 S-HE соответствует стандартам НАТО, может применяться из любого 155-мм буксируемого или самоходного орудия с длиной ствола 39, 45 и 52 калибров. Благодаря встроенной системе самоуничтожения на поле боя не остается неразорвавшихся снарядов.

В Израиле завершились испытания новой высокоточной системы ведения огня, использующей минометный снаряд Iron Sting (Железное жало)⁸ с лазерным и GPS-наведением. Его разработкой в течение 10 лет занималась компания Elbit Systems по заказу израильского министерства обороны. Минометный снаряд калибра 120-мм предназначен для безоткатного миномета Cardom, установленного на бронетранспортере M113, или минометной системы Cardom Spear, установленной на внедорожнике Hummer с колесной формулой 4 х 4. В настоящее время решается вопрос о начале серийного производства снаряда Iron Sting и постановке его на вооружение ВС Израиля.

⁸ Elbit Systems. URL: <https://elbitsystems.com/pr-new/the-directorate-of-defense-rd-in-the-ministry-of-defense-the-idfs-ground-forces-and-elbit-systems-reveal-the-iron-sting-a-precise-laser-and-gps-guided-mortar-munition/> (дата обращения: 15.11.2022).

⁹ Raytheon. URL: <https://www.raytheonmissilesanddefense.com/what-we-do/land-warfare> (дата обращения: 15.11.2022).

¹⁰ Raytheon. URL: <https://raytheon.mediaroom.com/2019-05-22-New-DeepStrike-missile-exceeds-US-Army-lethality-requirements> (дата обращения: 15.11.2022).

Таблица 3 – Основные характеристики зарубежных зажигательных снарядов

Характеристика	Значение	
	SMArt-155 (Германия)	M454 S-HE (Израиль)
Калибр, мм	155	155
Длина с взрывателем, мм	898	804
Масса с взрывателем, кг	47	46
Масса взрывчатого вещества, кг	4,2	3
Дальность стрельбы, км	22	28

Общий вид наиболее представительных зарубежных зажигательных снарядов представлен на рисунке 3, а их основные характеристики – в таблице 3.

По инициативе американской компании Raytheon был осуществлен проект по разработке, испытаниям и производству перспективного пехотного боеприпаса Pike⁹. В работе также принимала участие норвежско-финская компания Nammo, задачей которой было создание твердотопливного двигателя и боевой части. Целью проекта было создание нового боеприпаса, необходимого для дополнения штатных стрелковых систем в пехотных подразделениях. Главная идея заключалась в сокращении габаритов ракеты и обеспечении совместимости с существующими гранатометами. Компания-разработчик заявляет о получении высоких технических и боевых характеристик образца.

Специалисты компании Raytheon также ведут разработку перспективной тактической гиперзвуковой ракеты DeepStrike¹⁰ для замены оперативно-тактических ракет ATACMS. Огневые испытания двигателя боеприпаса состоялись в конце апреля 2019 г. В военном ведомстве США рассматривают возможность применения нового боеприпаса реактивными системами залпового огня M270A1 MLRS и M142 HIMARS.

Дальность стрельбы ракетами DeepStrike составляет порядка 500 км против 300 км у современных боеприпасов реактивных систем залпового огня M142 HIMARS и M270A1 MLRS. Разработчики утверждают, что благодаря новым ракетам американские войска смогут поражать цели на большем расстоянии и с



А



Б

Рисунок 4 – Зарубежные ракеты (А – Pike (США) – фото с сайта: <https://www.raytheonmissilesanddefense.com> (дата обращения: 15.11.2022); Б – ALAS (Сербия) – фото с сайта <https://www.armyrecognition.com> (дата обращения: 15.11.2022))

Таблица 4 – Основные характеристики зарубежных ракет

Характеристика	Значение	
	Pike (США)	ALAS (Сербия)
Калибр, мм	40	175
Длина с взрывателем, мм	426	2040
Масса, кг	0,770	50
Масса боевой части, кг	0,270	10
Дальность действия, км	2,1	25

более высокой точностью, гиперзвуковая скорость позволит почти вдвое уменьшить время подлета ракеты к цели. Кроме того, DeepStrike не оставляет после себя неразорвавшихся суббоеприпасов, а за счет меньшего размера нового боеприпаса пусковые установки ракетных комплексов вмещают вдвое больше ракет: две – в M142 HIMARS, четыре – в M270A1 MLRS. Поступление первых партий ракет в вооруженные силы США начнется с 2023 г., однако на этой фазе они будут применяться только с пусковых установок M142 HIMARS, так как оснащение M270A1 потребует обновления программного обеспечения. Начало полномасштабного производства DeepStrike намечено на 2024 г.

Специалистами частной сербской фирмы EDePro и государственной компании ОАЭ EARH создан многоцелевой ракетный комплекс ALAS¹¹, реализующий принцип «пуск в район предполагаемого нахождения цели – обнаружение и идентификация, выбор цели – поражение цели», в том числе в полностью автоматическом или полуавтоматическом режимах.

ALAS представляет собой крылатую ракету наземного/надводного базирования, запускаемую из транспортно-пускового контейнера (ТПК), носителем которого может быть бронетехника, коммерческие грузовики, катер или маломерное судно. В варианте для ОАЭ используется шасси автомобиля Nimg с колесной формулой 6 x 6. В целях маскировки платформа с ТПК автоматически закрывается тентом.

Существуют варианты ракеты: ALAS-B с дальностью полета до 60 км; противокорабельный ALAS-C для береговой обороны ближнего рубежа с дальностью полета 25 км, возможно применение системы без боеголовки в качестве разведывательного/патрульного беспилотного летательного аппарата (БПЛА); вариант ближнего действия с вертикальным стартом LORANA с дальностью полета до 9 км. Также на базе ALAS создан облегченный и удешевленный его вариант RALAS¹², который может оснащаться кумулятивной или термобарической боевой частью.

Общий вид наиболее представительных зарубежных ракет представлен на рисунке 4, а их основные характеристики – в таблице 4.

Таким образом, современные зажигательные боеприпасы остаются основными средствами, используемыми вооруженными силами многих стран мира для поражения и деморализации живой силы противника и уничтожения его вооружения и военной техники, а также запасов материальных средств, быстрого уничтожения растительного покрова, демаскируя войска противника в районах боевых действий, а также для освещения местности в ночных условиях с целью повышения эффективности артиллерийского огня своих подраз-

¹¹ Armyrecognition. News. URL: https://www.armyrecognition.com/partner_2015_news_online_show_daily_coverage/partner_2015_edepro_unveils_the_new_spider_guided_missile_system_32406153.html (дата обращения: 15.11.2022).

¹² Lazar RALAS Yugoimport wheeled anti-tank missile carrier armored vehicle. URL: <https://armyrecognition.com/> (дата обращения: 30.09.2021).

делений. Зарубежные специалисты в области разработки зажигательных боеприпасов продолжают работы в направлении повышения эффективности их применения.

2. Основные направления развития зарубежных систем огнеметно-зажигательного вооружения

В вооруженных силах многих государств мира в качестве огнеметно-зажигательных систем широко используются гранатометы, которые, по мнению специалистов, обеспечивают требуемые гибкость и маневр огнем, в том числе необходимые избирательность поражения и надежность стрельбы при ведении ближнего боя в сложных условиях обстановки.

За рубежом ведутся исследования по созданию новых, еще более эффективных образцов. Среди последних разработок в данной области – подствольный гранатомет M320A1 компании Heckler & Koch (Германия)¹³, противотанковый ручной гранатомет RGW 110 компании Dynamit Nobel Defence (Германия)¹⁴ и ручной противотанковый гранатомет Carl Gustaf M4 компании Saab (Швеция)¹⁵ (рисунок 5).

Гранатомет M320A1 был создан специально для ВС США для замены гранатомета M203, который был разработан в 1967 г.. Новый гранатомет имеет самовзводный спусковой механизм и в случае осечки при выстреле достаточно снова нажать на спусковой крючок. M320A1 может стрелять всеми штатными гранатами НАТО – фугасными, дымовыми и осветительными. С 2021 г. началась его постанковка на вооружение армии США и первые партии были переданы морским пехотинцам. Завершить постанковку M320A1 на вооружение планируется в четвертом квартале 2024 г.

Ручной противотанковый гранатомет одноразового применения RGW 110 немецкой компании Dynamit Nobel Defence дополнит линейку уже выпускаемых компанией и стоящих на вооружении ВС Германии одноразовых РПГ RGW 60 и RGW 90. Основной тип выстрела RGW 110 – граната с тандемной кумулятивной боевой частью (возможен фугасный подрыв).

Гранатомет Carl Gustaf версии M4 шведской компании Saab предназначен для уничтожения бронированных целей, живой силы и огневых позиций противника, а также создания дымовых завес и освещения местности. По заявлению разработчиков, последний вариант гранатомета отличается меньшей массой по сравнению со своими предшественниками. Помимо снижения массы и габаритных размеров, были улучшены функциональные возможности версии M4 посредством обеспечения установки планок «Пикатинни». Это позволяет устанавливать на гранатомет переднюю ручку и накладку для размещения на плече. В перспективе переднюю ручку, если потребуются, возможно заменить пультом интеллектуальной прицельной системы.

Основные характеристики наиболее представительных зарубежных гранатометов представлены в таблице 5.

В армиях зарубежных стран широко применяются минометы, которые остаются эффективным средством огневой поддержки в бою.

Специалисты швейцарской компании RUAG Defence разработали новую минометную систему COBRA¹⁶, которая представляет собой минометный боевой модуль в виде опорно-поворотного устройства, вооружения и средств управления, собранных в единую кон-

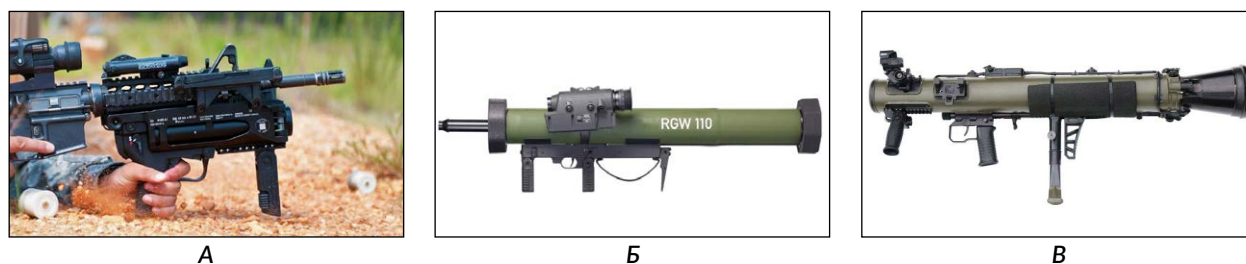


Рисунок 5 – Зарубежные гранатометы

(А – M320A1 (Германия) – фото с сайта: <https://www.heckler-koch.com> (дата обращения: 15.11.2022); Б – RGW 110 (Германия) – фото с сайта: <https://dn-defence.com> (дата обращения: 15.11.2022); В – Carl Gustaf M4 (Швеция) – фото с сайта: <https://www.saab.com/products/> (дата обращения: 15.11.2022))

¹³ Heckler and Koch. Products. URL: <https://www.heckler-koch.com/en.html> (дата обращения: 15.11.2022).

¹⁴ Dynamit Nobel Defence. Products. URL: <https://dn-defence.com/schulterwaffen-2/rgw-110-2/?lang=en> (дата обращения: 15.11.2022).

¹⁵ Saab. Products. URL: <https://www.saab.com/products/carl-gustaf-m4> (дата обращения: 15.11.2022).

¹⁶ RUAG COBRA mortar system. URL: <https://www.ruag.com/en/products-services/land/vehicles-weapon-systems/> (дата обращения: 29.11.2019).

Таблица 5 – Основные характеристики зарубежных гранатометов

Характеристика	Значение		
	M320A1 (США, Германия)	RGW 110 (Германия)	Carl Gustaf M4 (Швеция)
Калибр, мм	40	110	84
Общая масса, кг	1,5	10	6,7
Длина, мм	350	1000	1000
Дальность стрельбы, м	350	800	1300
Время задержки инициации, с	4,8	4,5	3,5

струкцию. Характерной чертой этого модуля является наличие нескольких кожухов.

COBRA может использовать любые существующие неуправляемые и управляемые минометные мины калибра 120 мм. Укороченный ствол или учебный режим, предусматривающий использование 81-мм вкладыша, сокращают дальность стрельбы. По желанию заказчика система COBRA может изготавливаться без механизма заряжания. В таком случае миномет превращается в дульнозарядное орудие с ручным заряжением, но сохраняет все прочие боевые качества. Наведение миномета осуществляется при помощи электрических приводов, интегрированных в опорно-поворотное устройство.

Специалисты немецкого концерна Rheinmetall завершили работу над новым минометом RSG60¹⁷, который предназначен для оснащения подразделений сухопутных войск и сил специального назначения. Как заявлено, пехотный вариант миномета реконфигурируется в вариант для спецназа в течение нескольких секунд без использования специального ин-

струмента путем демонтажа опорной плиты, выполненной из композитных материалов.

По мнению разработчиков, конкурентными преимуществами RSG60 являются низкий вес и легкость переноски, быстрота и простота применения, эргономичность. По сравнению с предыдущим поколением минометов Rheinmetall новинка отличается увеличенной на 500 метров дальностью стрельбы, которая, в свою очередь, зависит от типа используемых боеприпасов. Общий вид наиболее представительных зарубежных минометов представлен на рисунке 6, а их основные характеристики – в таблице 6.

Реактивные системы залпового огня (РСЗО) являются наиболее мощным средством огневой поддержки наземных группировок войск. На современном этапе за рубежом, в основном, осуществляется модернизация существующих образцов, направленная на повышение боевых показателей и эксплуатационных характеристик таких систем путем совершенствования, прежде всего, артиллерийской части и бортовой системы управления огнем. Данные работы ведутся в целях обеспечения возмож-



А



Б

Рисунок 6 – Зарубежные минометы (А – COBRA (Швейцария) – фото с сайта: <https://www.ruag.com> (дата обращения: 29.11.2019); Б – RSG60 (Германия) – фото с сайта <https://www.rheinmetall-defence.com> (дата обращения: 15.11.2022))

¹⁷ Rheinmetall Defence. Products. URL: https://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/systems_and_products/weapons_and_ammunition/indirect_fire/mortars/index.php (дата обращения: 15.11.2022).

Таблица 6 – Основные характеристики зарубежных минометов

Характеристика	Значение	
	COBRA (Швейцария)	RSG60 (Германия)
Калибр, мм	120	60
Длина ствола, см	160	70
Масса, кг	1350	15,8
Дальность стрельбы, м	9000	3200

ности применения управляемых боеприпасов для увеличения точности стрельбы.

Так, проведенная в США модернизация 227-мм РСЗО M270 MLRS¹⁸ до модификации A1 позволила снизить время подготовки пусковой установки к открытию огня с 93 до 16 с, а массу артиллерийской части на 10 %. В отличие от артсистемы M270, модернизированная РСЗО наряду с неуправляемыми реактивными снарядами и оперативно-тактическими ракетами может применять управляемые реактивные снаряды увеличенной дальности с точностью стрельбы до 15 м. Масса артиллерийской части снижена за счет применения легких сплавов и материалов в ее конструкции, а также в корпусах транспортно-пусковых контейнеров.

Модификацией M270 также является немецкая РСЗО MARS, в которой осуществлены незначительные доработки по требованию бундесвера¹⁹.

В целом в ходе проведения работ по модернизации РСЗО M270 срок эксплуатации системы увеличен на 10-15 лет, благодаря чему она сможет оставаться на вооружении еще долгое время. Кроме того, характерной тенденцией является создание на базе существующей техники облегченных образцов пусковых установок (ПУ), боевая масса которых позволяет осуществлять их переброску самолетами военно-транспортной авиации.

В частности, в США в целях реализации требований по обеспечению военных действий экспедиционных формирований фирмой Lockheed Martin Vought System была разрабо-

тана РСЗО M142 HIMARS²⁰. Ее основной особенностью является авиатранспортабельность самолетами типа C-130, а готовность системы к открытию огня после выгрузки не превышает 10 мин.

Всего, по данным Lockheed Martin, было произведено 540 установок. США, Румыния, Сингапур, Объединенные Арабские Эмираты, Иордания – страны, которые в настоящее время имеют на вооружении HIMARS. Также были одобрены их продажи Польше и Тайваню, кроме того, Эстония подтвердила, что приобретет до шести систем у США в рамках пакета стоимостью в 500 млн. дол.²¹ По данным на конец августа 2022 г., США передали вооруженным силам Украины 20 единиц РСЗО HIMARS²².

В настоящее время в ВС США увеличивается доля высококомобильных артиллерийских систем, в том числе РСЗО, способных обеспечить эффективное решение задач огневой поддержки войск. Сухопутные войска страны намерены существенно увеличить парк реактивных систем залпового огня в контексте усиления возможностей по ведению боевых действий, запланировав закупку 343 пусковых установок M142 HIMARS, а также восстановление и модернизацию гусеничных РСЗО M270. Компания Lockheed Martin заключила контракт с МО США на восстановление и модернизацию ранее выведенных из эксплуатации 50 единиц РСЗО M270 MLRS до уровня M270A2, предусматривающий усиленное бронирование и новую систему управления огнем. После модернизации РСЗО M270A2 MLRS смогут находиться на вооружении до 2050 г. В июле текущего года сухопутные войска армии США получили на вооружение первую модернизированную реактивную систему залпового огня M270A2. Гусеничная установка получила новый 600-сильный двигатель, улучшенную бронированную кабину и современную систему управления огнем. Модернизация обеспечивает совместимость РСЗО с новейшими управляемыми боеприпасами повышенной дальности, включая ER GMLRS и PrSM²³. Компания Lockheed Martin получила контракт

¹⁸ Lockheed Martin. Products. URL: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/m270.html> (дата обращения: 15.11.2022).

¹⁹ Krauss-Maffei Wegmann. Products. URL: <https://www.kraussmaffei.com/> (дата обращения: 15.11.2022)

²⁰ Lockheed Martin. Products. URL: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/himars.html> (дата обращения: 15.11.2022).

²¹ Кропман В. РСЗО HIMARS решающий фактор в повышении военной мощи Украины. URL: <https://www.dw.com/ru/> (дата обращения: 10.08.2022).

²² Информационный портал «Российская газета». URL: <https://rg.ru/2022/10/04/prezident-ssha-bajden-obiavilo-peredache-rszo-himars-ukraine.html> (дата обращения: 15.11.2022).

²³ Американские военные получили первую модернизированную систему залпового огня M270. URL: <https://military-today.com/> (дата обращения: 8.08.2022).



А



Б



В

Рисунок 7 – Зарубежные реактивные системы залпового огня

(А – M142 HIMARS (США) – фото с сайта: <https://www.lockheedmartin.com> (дата обращения: 15.11.2022); Б – MARS (Германия) – фото с сайта: <https://www.kraussmaffei.com/> (дата обращения: 15.11.2022); В – SR5 (Китай) – фото с сайта: <http://www.military-today.com> (дата обращения: 15.11.2022))

Таблица 7 – Основные характеристики зарубежных реактивных систем залпового огня

Характеристика	Значение		
	M142 HIMARS (США)	MARS (Германия)	SR5 (Китай)
Калибр, мм	227	240	122/220
Общая масса, т	16,0	25,2	25,0
Количество направляющих, шт.	6	12	40/12
Максимальная дальность стрельбы, км	70	70	50/70

на сумму 32,980 млн. долл. на модернизацию реактивной системы залпового огня в конфигурации M270A2 с предполагаемой датой завершения работ 31 мая 2026 г.²⁴ Также военное ведомство США планирует восстановить 160 единиц M270 MLRS, находящихся на хранении, и модернизировать 225 пусковых установок до уровня M270A1.

Вооруженные силы КНР представили новую реактивную систему залпового огня PHZ-11 калибра 122 мм на гусеничном шасси, которая по данным разработчиков, является версией 122-мм РСЗО SR4, устанавливаемой на шасси грузового автомобиля²⁵. Конструктивно PHZ-11 имеет сходство и с американской РСЗО MLRS M270 с бронированной кабиной в передней части машины и пусковой установкой, расположенной в задней части шасси.

Система может стрелять различными типами неуправляемых 122-мм ракет, в том числе фугасными с дальностью от 15 до 30 км. Модульная конструкция PHZ-11 обеспечивает возможность стрельбы ракетами разного калибра, поскольку точки крепления на поворотную платформу являются общими для

ракетных блоков разного калибра, включая 220 мм и 300 мм.

Китайская компания NORINCO разработала реактивную систему залпового огня SR5²⁶. Боевая машина РСЗО среднего радиуса действия SR5 является универсальной пусковой платформой. В конструкции платформы применены такие современные технологии как, автоматизированное заряжание и пуск реактивных снарядов из транспортно-пусковых контейнеров, заряжаемых в ферму артиллерийской части. Система обладает высоким уровнем автоматизации и хорошей маневренностью. При помощи данной системы можно осуществлять пуски тактических управляемых ракет, пуски управляемых и неуправляемых реактивных снарядов калибров 122 и 220 мм. Модульная система обеспечивает возможность сочетания блоков реактивных снарядов разных калибров.

В ноябре 2022 г., на выставке AirShow China 2022, компания NORINCO продемонстрировала новую версию своей многокалиберной РСЗО SR5, которая теперь кроме управляемых и неуправляемых ракет разных калибров также

²⁴ Lockheed Martin заключила контракт с Великобританией на сумму 32 миллиона долларов на рекапитализацию РСЗО M270A2. URL: <https://militaryleak.com>. (дата обращения: 14.04.2022).

²⁵ Новая 122-мм РСЗО Китая PHZ-11 на гусеничном шасси. URL: <https://www.armyrecognition.com/> (дата обращения: 5.08.2020).

²⁶ Military Today URL: <http://www.military-today.com/artillery/sr5.htm> (дата обращения: 15.11.2022).

способна запускать барражирующие боеприпасы, также называемые дронами-камикадзе²⁷.

В настоящее время в Китае фронт научно-исследовательских работ по созданию новых, еще более эффективных образцов РСЗО непрерывно расширяется. На эти цели ассигнуются крупные денежные суммы, привлекаются лучшие научные силы. Заделом новых НИР является совершенствование лучших образцов РСЗО, производимых в ведущих зарубежных странах и в частности – России.

Общий вид наиболее представительных зарубежных РСЗО представлен на рисунке 7, а их основные характеристики – в таблице 7.

Главными направлениями дальнейшего развития гранатометов, минометов и реак-

тивных систем залпового огня для зарубежных специалистов остаются разработки в области увеличения калибра и типов боеприпасов, совершенствования конструкции и технологий их изготовления, повышения дальности и точности стрельбы.

Таким образом, за рубежом продолжают работы в области средств огнеметно-зажигательного вооружения по усовершенствованию существующих образцов и разработке новых, обладающих повышенными боевыми характеристиками, универсальностью конструкции, что позволит в режиме реального времени по информации систем разведки всех уровней наносить избирательные, практически точечные удары по заданным объектам и целям.

²⁷ Armyrecognition. News. URL: https://www.armyrecognition.com/defense_news_november_2022_global_security_army_industry/china_presents_new_sr5_mlrs_rocket_launcher_able_to_launch_loitering_munitions.html (дата обращения: 17.11.2022).

Вклад авторов / Authors Contribution

Все авторы внесли свой вклад в концепцию рукописи, участвовали в обсуждении и написании этой рукописи, одобрили окончательную версию. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи / All authors contributed to the conception of the manuscript, the discussion, and writing of this manuscript, approved the final version. All authors have and agreed to the published version of the manuscript.

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.

Финансирование

Источников финансирования для декларирования нет.

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.

Иноземцев Валерий Александрович. Начальник института, доктор военных наук.

Лопатина Наталия Борисовна. Старший научный сотрудник.

Долгова Любовь Борисовна. Младший научный сотрудник.

Фролов Дмитрий Владимирович. Начальник отдела, канд. тех. наук, доц.

Мещеряков Анатолий Владимирович. Заместитель начальника отдела.

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 Flamethrower-incendiary Armament of Foreign Countries

V.A. Inozemtsev, N.B. Lopatina, L.B. Dolgova, D.V. Frolov, A.V. Meshcheryakov

*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
e-mail: 33cnii-ito@mil.ru*

Received December 15, 2022. Accepted March 27, 2023

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 flamethrower-incendiary armament. Two problems are considered in the lecture:

- 1) the principal trends of the development of incendiary ammunition of foreign countries;
- 2) the principal trends of the development of flamethrower-incendiary systems of foreign countries.

Keywords: ammunition; grenade; grenade launcher; mine; mortar system; flamethrower-incendiary armaments; multiple launch rocket system; shell.

For citation: Inozemtsev V.A, Lopatina N.B., Frolov D.V. The Principal Trends of the Development of Flamethrower-incendiary Armaments of Foreign countries // Journal of NBC Protection Corps. 2022. V. 7. № 1. P. 62–72. END: uhtuik. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-62-72>

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.

Funding. There are no funding sources to declare

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.

Valery Aleksandrovich Inozemtsev. Head of the Institute. Doctor of Military Sciences.

Nataliya Borisovna Lopatina. Senior Researcher.

Lyubov Borisovna Dolgova. Junior Researcher.

Dmitriy Vladimirovich Frolov. Chief of the Scientific and Research Department. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Anatoliy Vladimirovich Meshcheryakov. Deputy Chief of the Scientific and Research Department.

Contact information for all authors: 33cnii-ito@mil.ru

Contact person: Nataliya Borisovna Lopatina; 33cnii-ito@mil.ru



Типичные ошибки в формуле и описании изобретений, создаваемых в войсках РХБ защиты ВС РФ

М.В. Супотницкий

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19
e-mail: 27nc_1@mil.ru

ОХРАНА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ ВС РФ

Поступила 10.01.2023 г. Принята к публикации 27.03.2023 г.

Рост изобретательской активности в войсках РХБ защиты ВС РФ сопровождается ростом запросов экспертизы, приводящих к затягиванию процесса рассмотрения патентных заявок в Федеральном институте промышленной собственности Роспатента. *Цель работы* – обобщить ошибки, наиболее часто встречающиеся в формуле и описании изобретений, создаваемых в войсках РХБ защиты ВС РФ. *Материалы и метод исследования.* Анализировали запросы экспертизы по заявкам на изобретения за последних четыре года, по которым в итоге были получены положительные решения, т.е. задержка в их рассмотрении не была следствием переписки из-за отсутствия технического решения. В заявочных материалах выявляли и обобщали наиболее характерные ошибки, указанные экспертом со ссылками на нормативные документы. Положения этих документов разъясняли в тексте статьи и подкрепляли ссылками на работы специалистов по патентному праву. *Результаты исследования.* Основные ошибки, выявляемые на этапе формальной экспертизы, допускаются в заявлении, описании чертежей и в формуле изобретения. На этапе экспертизы по существу эксперты обращают внимание на непонимание заявителями правил составления формулы изобретения и разделов описания, обосновывающих формулу. Раздел «Уровень техники» обычно представляется в виде литобзора, в котором ближайший аналог не разбирается; технический результат не указывается; примеры, раскрывающие осуществление заявляемого изобретения, неполноценны. В формуле может отсутствовать родовое понятие, необоснованно применяться степени обобщения и др. *Обсуждение результатов и выводы.* Ошибки, выявляемые на этапе формальной экспертизы, легко устранимы при внимательном отношении к подготовке заявочных документов. Ошибки, выявляемые на этапе экспертизы по существу, носят системный характер. В их основе – стереотип поведения специалиста, в котором пока нет места поиску эффективной правовой защиты собственных разработок, он «не видит» патентоспособные технические решения и не может их планировать. Выход из сложившейся ситуации возможен путем подготовки молодых специалистов в области правовой охраны и защиты изобретений, полезных моделей, промышленных образцов и способов их использования, еще до того, как они приступят к своей основной деятельности. Обучение целесообразно сопровождать изучением основ Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Планирование служебных изобретений должно осуществляться еще при планировании этапов НИР и ОКР, что, кстати, требует ст. 1370 ГК РФ. Само патентование необходимо осуществлять не случайным образом, а в рамках патентной политики и контрполитики организации.

Ключевые слова: *войска РХБ защиты ВС РФ; изобретение; патентное право; прототип; родовое понятие; техническая проблема; технический результат; техническое решение; ФИПС; формальная экспертиза; экспертиза по существу.*

Библиографическое описание: Супотницкий М.В. Типичные ошибки в формуле и описании изобретений, создаваемых в войсках РХБ защиты ВС РФ // Вестник войск РХБ защиты. 2023. Т. 7. № 1. С. 73–81. EDN: untpoj. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-73-81>

Наличие у организации патентов на изобретения – объективный показатель эффективности планирования и выполнения НИР. Рост изобретательской активности в войсках РХБ защиты ВС РФ, наблюдаемый в последние годы – это показатель наличия большого твор-

ческого потенциала у входящих в войска коллективов. Однако он сопровождается и ростом запросов экспертизы, приводящих к затягиванию процесса рассмотрения патентных заявок в Федеральном институте промышленной собственности Роспатента (ФИПС). Последнее

обстоятельство указывает на наличие недостатков в их подготовке. *Цель работы* – обобщить ошибки, наиболее часто встречающиеся в формуле и описании изобретений, создаваемых в войсках РХБ защиты ВС РФ.

Для достижения данной цели рассмотрены алгоритмы составления описания изобретения и составления патентной формулы по этапам патентной экспертизы глазами эксперта.

Материалы и метод исследования. Анализировали запросы экспертизы за четыре последних года по заявкам на изобретения, по которым в итоге были получены положительные решения, т.е. задержка в их рассмотрении не была следствием отсутствия технического решения. В заявочных материалах выявляли и обобщали наиболее характерные ошибки, указанные экспертом со ссылками на нормативные документы¹. Положения этих документов разъясняли в тексте статьи и подкрепляли ссылками на работы специалистов по патентному праву [1–7]. Всего проанализировано 14 запросов. Номера заявок не указываются.

Результаты исследования

В Роспатенте после регистрации заявок проводятся поэтапно два вида экспертизы: формальная и по существу.

Формальная экспертиза заявки на изобретение. Регулируется ст. 1384 ГК РФ. Она заключается в проверке наличия документов заявки и их соответствия требованиям п. 2 ст. 1375 ГК РФ. Они следующие:

1. Заявка на выдачу патента на изобретение должна относиться к одному изобретению или к группе изобретений, связанных между собой на-

столько, что они образуют единый изобретательский замысел (требование единства изобретения).

2. Заявка на изобретение должна содержать (эти документы представляются в ФИПС):

1) заявление о выдаче патента с указанием автора изобретения и заявителя – лица, обладающего правом на получение патента, а также места жительства или места нахождения каждого из них;

2) описание изобретения, раскрывающее его сущность с полнотой, достаточной для осуществления изобретения специалистом в данной области техники;

3) формулу изобретения, ясно выражающую его сущность и полностью основанную на его описании;

4) чертежи и иные материалы, если они необходимы для понимания сущности изобретения;

5) реферат.

Экспертизой выявлены два типа ошибок из возможных²:

К первому типу относятся ошибки в заявлении о выдаче патента и в представленных чертежах, поясняющих сущность изобретения.

Заявление – документ, являющийся основанием для совершения юридически значимых действий по государственной регистрации изобретения. Заполняется по форме, представленной в приложении к «Правилам составления заявки...». Ошибки, в основном, имеют отношение к п. 19 «Требований ...» – неполное заполнение графы под кодом 71. Графа должна содержать следующие сведения о заявителе:

1) фамилия, имя и отчество физического лица (фамилия указывается перед именем) или

¹ Патентное право регламентирует вопросы правовой охраны и защиты изобретений, полезных моделей, промышленных образцов и способы их использования [1, 2]. Юридически оно опирается на четвертую часть ГК РФ, главным образом, на главу 72 «Патентное право» (статьи 1345–1407). Патентное право является частью права интеллектуальной собственности [2, 3]. В настоящее время работу Роспатента с изобретениями регламентируют девять документов, утвержденных Приказом Министерства экономического развития РФ от 25 мая 2016 г. № 316: «Правила составления, подачи и рассмотрения документов, являющихся основанием для совершения юридически значимых действий по государственной регистрации изобретений, и их формы (далее – «Правила составления заявки ...»).

«Требования к документам заявки на выдачу патента на изобретение (далее – «Требования ...»).

«Состав сведений о заявке на выдачу патента на изобретение, публикуемых в официальном бюллетене Федеральной службы по интеллектуальной собственности».

«Порядок проведения информационного поиска при проведении экспертизы по существу по заявке на выдачу патента на изобретение и представления отчета о нем».

«Порядок и сроки информирования заявителя о результатах проведения информационного поиска по заявке на выдачу патента на изобретение и публикации отчета о таком поиске».

«Порядок и условия проведения информационного поиска по заявке на выдачу патента на изобретение по ходатайству заявителя или третьих лиц и предоставления сведений о его результатах».

«Состав сведений о выдаче патента на изобретение, публикуемых в официальном бюллетене Федеральной службы по интеллектуальной собственности».

«Состав сведений, указываемых в патенте на изобретение».

«Форма патента на изобретение».

Их можно «скачать» одним файлом с Официального интернет-портала правовой информации: www.pravo.gov.ru.

² Не было запросов экспертизы по поводу представления заявки на объект, которому не предоставляется правовая охрана, или по несоблюдению требования единства изобретения.

полное наименование юридического лица (согласно учредительным документам), а также почтовый индекс места жительства, места нахождения, код страны;

2) идентификаторы заявителя (для российских заявителей):

основной государственный регистрационный номер (ОГРН), идентификационный номер налогоплательщика (ИНН) для заявителя, российского юридического лица; страховой номер индивидуального лицевого счета (СНИЛС) и, по желанию заявителя, идентификационный номер налогоплательщика (ИНН), серия и номер документа, удостоверяющего личность для заявителя – российского физического лица.

Чертежи, поясняющие сущность изобретения – правила их оформления регламентируются п.п. 56–61 «Требований ...». Претензий со стороны формальной экспертизы об отсутствии чертежей при описании заявляемых устройств не было. Но есть замечания к самим чертежам. Прежде всего это касается надписей на чертежах – они должны выполняться без каких-либо надписей и пояснений, за исключением необходимых слов (например, «вода», «пар», «открыто», «закрыто», «А-А» (для обозначения разреза). Размеры на чертеже не указываются. При необходимости они приводятся в описании изобретения. Элементы на чертеже обозначаются арабскими цифрами в соответствии с их упоминанием в описании изобретения. Одни и те же элементы, представленные на нескольких чертежах, обозначаются одной и той же цифрой. Но не следует обозначать различные элементы, представленные на различных фигурах, одинаковой цифрой.

Второй тип ошибок проявляется неправильно составленной формулой изобретения, настолько неправильной, что формальная экспертиза, а не экспертиза по существу направляет запрос.

Согласно п. 53.3 «Требований ...», формула изобретения должна ясно выражать сущность изобретения как технического решения, то есть содержать совокупность существенных признаков, в том числе родовое понятие, отражающее назначение изобретения, достаточную для решения указанной заявителем технической проблемы и получения при осуществлении изобретения технического результата. Пункт 54.1 «Требований ...» указывает на то, что любой пункт формулы должен излагаться в виде одного предложения.

Составление пункта формулы из двух предложений – часто встречающаяся ошибка, выявляемая на этапе формальной экспертизы. Она свидетельствует о психологическом стереотипе у сотрудника, готовившего заявку и рассма-

тривающего ее как очередную статью, а формулу – как аннотацию к статье. Поэтому второе предложение в формуле может содержать, что угодно: библиографические данные, признаки аналога, технический результат, рекламную и другую информацию. Экспертиза в этом случае вынуждена направить заявителю запрос с предложением исключить из формулы второе предложение, рассмотрение заявки приостанавливается до получения ответа от заявителя. Обычно такая ошибка в формуле изобретения, выявленная на этапе формальной экспертизы, предвещает для экспертизы по существу весьма проблемное описание изобретения и, соответственно, необходимость в новых запросах и затянутость делопроизводства по заявке.

Экспертиза изобретения по существу. Регулируется ст. 1386 ГК РФ. Проводится по ходатайству заявителя или третьих лиц либо при подаче заявки на изобретение, или в течение трех лет с даты подачи этой заявки, и при условии завершения формальной экспертизы этой заявки с положительным результатом. Если ходатайство о проведении экспертизы заявки на изобретение по существу не подано в установленный срок, заявка признается отозванной.

Экспертиза по существу в соответствии п. 52 «Правил составления заявки...» начинается с проверки *достаточности раскрытия сущности изобретения* в документах заявки, предусмотренной п.п. 1–4 п. 2 ст. 1375 ГК РФ и представленных на дату ее подачи для осуществления специалистом в данной области техники. Проверяется, содержатся ли в материалах заявки предусмотренные п.п. 1–4 п. 2 ст. 1375 ГК РФ сведения о назначении изобретения, о техническом результате, обеспечиваемом изобретением, раскрыта ли совокупность существенных признаков, необходимых для достижения указанного заявителем *технического результата*, а также соблюдены ли установленные п. 36–43, 45–50 «Требований...» правила, применяемые при раскрытии сущности изобретения и возможности осуществления изобретения.

Основная ошибка наших заявителей в разделе описания «**Уровень техники**» – написание его в виде литобзора, в котором ближайший аналог не разбирается. К сожалению, она очень распространена. Никакой необходимости пересказывать эксперту сведения, которые он может почерпнуть из технической литературы, нет. Приводятся только сведения об известных заявителю аналогах его изобретения с выделением из них аналога, наиболее близкого к изобретению (прототипа, ближайшего аналога). Смысл составления этого раздела описания на изобретение заключается в приведении экс-

перту доказательств того, что изложенная в отличительной части формулы совокупность признаков является существенной, т.е. позволяет получить *новый технический результат*. Но новый не «вообще», а тот, который не достигается ближайшим аналогом. Для этого в описании должно проводиться противопоставление заявляемого технического решения ближайшему аналогу. Ближайший аналог – это всегда объект того же назначения, известный из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета изобретения. Аналогов может быть и три, и десять, и один (ближайший). Их количество не ограничено. В случае пионерского изобретения, аналогов может не быть³. Поэтому при описании каждого из аналогов изобретения непосредственно в тексте приводятся библиографические данные источника информации, в котором он раскрыт, признаки аналога изобретения с указанием тех из них, которые совпадают с существенными признаками изобретения и приводятся в формуле. Наиболее близким аналогом (прототипом) является тот, чьи признаки максимально совпадают с заявляемым изобретением. Совпадающие с существенными признаками изобретения включают в ограничительную часть формулы (п. 35 «Требований ...»).

Например, для исследования проб воды на содержание зарина, при необходимости его определения в концентрациях менее 0,03 ppm (3×10^{-5} мг/мл), чувствительность пламенно-фотометрического детектора (ПФД) оказалась недостаточной. В данном случае этот способ будет *ближайшим аналогом* заявляемого, более чувствительного способа определения зарина в воде, если и он использует ПФД. *Техническая проблема*, на решение которой направлено изобретение – низкая чувствительность ближайшего аналога, проявляющаяся при детекции в воде зарина с помощью ПФД. Критикуя ближайший аналог, необходимо показать эксперту, что в его рамках невозможно в принципе добиться нужной чувствительности прибора, объяснить, почему; и уже на этой основе сформулировать ограничительную часть формулы изобретения:

Способ повышения чувствительности определения в воде зарина, включающий его определение с помощью пламенно-фотометрической детекции, ... – это ограничительная часть формулы.

Далее в формуле вы заявляете, каким образом можно повысить чувствительность ПФД (т.е. как вы решили техническую проблему – низкую чувствительность используемого способа определения зарина в воде): ... *отличающийся* тем, что в инжекторе давление газа-носителя гелия повышают⁴ до 25 psi, температуру – до 250 °C при потоке водорода в пламенно-фотометрическом детекторе – 75 мл/мин, воздуха – 100 мл/мин, гелия – 60 мл/мин. – эта часть формулы называется отличительной⁵.

Совокупность существенных признаков изобретения, приведенных в ограничительной и отличительной частях формулы, и есть техническое решение технической проблемы – низкой чувствительности по зарину способа ближайшего аналога. Признаки относятся к существенным, так как они влияют на возможность решения указанной технической проблемы и получения обеспечиваемого изобретением *технического результата*, то есть находятся в причинно-следственной связи с указанным техническим результатом (п. 36 «Требований ...»)⁶. В данном примере он проявляется при осуществлении способа в эксперименте увеличением его чувствительности в 1,7 раза по зарину, растворенному в воде.

В разделе описания «**Осуществление изобретения**» приводятся сведения, показывающие, как оно может осуществлено. Но «не вообще», а с реализацией указанного заявителем назначения изобретения и с подтверждением возможности достижения заявленного технического результата. Это делается путем приведения детального описания, по крайней мере, одного примера осуществления изобретения со ссылками на графические материалы, если они представлены, и в соответствии с п.п. 45–61 «Требований ...» [5].

Неполноценность примеров, раскрывающих осуществление заявляемого изобре-

³ Разделения на ограничительную и отличительную части может и не быть в том случае, если формула характеризует индивидуальное химическое соединение; штамм микроорганизма, линию клеток растений или животных; применение продукта или способа по определенному назначению; изобретение, не имеющее аналогов (пионерское) – см. п. 2 ст. 54 «Требований ...».

⁴ Для описания способа используются глаголы третьего лица множественного числа, например, «нагревают», «увлажняют», «перемешивают».

⁵ Определение способа см. в п. 1 ст. 1350 ГК РФ: способ – процесс осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств.

⁶ В данном случае в ограничительной части формулы такой признак как «определение с помощью пламенно-фотометрической детекции» также является существенным, так как без этой операции технический результат не достигается.

тения, затягивает его рассмотрение. Приведенная в таких примерах информация должна подтверждать с максимальной точностью возможность реализации изобретения по пунктам формулы. Например, согласно материалам заявки, заявитель утверждает, что предложенное им техническое решение позволяет повысить устойчивость гранул гербицидов к «истиранию и хранению с высоким содержанием действующего вещества» – способ, заявленный им в п. 1 формулы. Однако в материалах заявки отсутствуют данные, раскрывающие такую устойчивость и длительность хранения, тем самым вынуждая эксперта делать запрос.

Характерная ошибка в описании – не указание технического результата. Вместо этого наш заявитель пишет «задачей изобретения является получение состава». Но ни в «Требованиях ...», ни в «Правилах составления заявки...» нет такого понятия, как «задача изобретения». Есть техническая проблема, ее решение проявляется техническим результатом. Такая ошибка заявителя обычно приводит к запросу экспертизы, так как эксперту не всегда понятно, в отношении каких признаков формулы вести экспертизу на предмет ее соответствия условиям патентоспособности (ст. 1350 ГК РФ).

Далее проводится проверка заявленного изобретения условиям патентоспособности. Устанавливается, что изобретение *промышленно применимо*⁷, соответствует условиям патентоспособности *новизна* и *изобретательский уровень* согласно п.п. 2, 4 ст. 1350 ГК РФ; и проводится анализ формулы изобретения – см. п. 53 «Требований ...».

Замечаний экспертизы не было по п. 4. ст. 1349 ГК РФ (результаты интеллектуальной деятельности, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали); по п. 5 (что не является изобретением) и п. 6 (объекты, которым не предоставляется правовая охрана в качестве изобретения) ст. 1350 ГК РФ.

Рассмотрим замечания экспертизы, касающиеся *формулы изобретения*. Наши изобретатели не всегда понимают, что описание изобретения и формула изобретения – это разные документы; а формула – не аннотация, содержащая сведения об изобретении, а документ, предназначенный для определения объема правовой охраны, предоставляемой патентом (п. 2 ст. 1375 и п. 2 ст. 1376). Первый пункт – независимый. Он определяет, что именно защи-

щает патент, дает определение запатентованного объекта. Формула изобретения может содержать, наряду с независимым, еще и зависимые пункты. Объем правовой охраны определен всей формулой, а не только независимым пунктом [4, 6].

В соответствии с п. 2 ст. 1375 ГК РФ, формула изобретения выражает сущность изобретения и должна быть полностью основана на описании. Эксперт на основе анализа материалов, приведенных в описании, и *родового понятия* в формуле, устанавливает обоснованность того, какие признаки должны быть отнесены к существенным и включены (или не включены) в анализируемую формулу. И тут он наталкивается на неправильно указанное родовое понятие или его отсутствие – распространенная ошибка наших заявителей.

Родовое понятие говорит о назначении изобретения. С указания родового понятия начинается изложение формулы изобретения как совокупности признаков изобретения, необходимой для реализации изобретением этого назначения.

Например, заявлено «1. Композиция, включающая...» – родовое понятие отсутствует; правильно – «1. Композиция для противогрибковой обработки, включающая...». Фраза «...для противогрибковой обработки» – это и есть родовое понятие. Указав, «для чего», заявитель в описании должен показать, «как» это будет достигнуто; а в формуле привести совокупность существенных признаков, отражающих назначение изобретения (т.е. родовое понятие), достаточную для решения технической проблемы (в данном примере – низкая антигрибковая активность аналога) и получения при осуществлении изобретения технического результата (повышение эффективности антигрибковой обработки в каких-то показателях).

Признаки изобретения, содержащиеся в формуле, которые не являются необходимыми для реализации изобретением его назначения, указанного родовым понятием, признаются несущественными (см. п. 51 «Правил составления заявки ...»). Эксперт вынужден будет направить запрос, в котором укажет на необходимость их удаления из формулы – рассмотрение заявки затянется [6].

Другая распространенная ошибка – непонимание роли интервалов значений в формуле. Такие признаки как «не более 60 °С», «от 45 °С до 55 °С» и др. – являются количественными и существенными. Они должны быть обосно-

⁷ Определение *промышленной применимости* содержится в п. 4 ст. 1350 ГК РФ: «Изобретение является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, других отраслях экономики или в социальной сфере». В случае, если изобретение не соответствует условию промышленной применимости, проверка новизны и изобретательского уровня не проводится.

ваны примерами осуществления изобретения. Такая же ошибка, когда в формуле указано количественное значение компонентов в виде диапазонов значений, а в примерах компоненты взяты в точечных значениях. Согласно п. 45 (4) «Требований...», если изобретение охарактеризовано в формуле изобретения количественными существенными признаками, выраженными в виде интервала непрерывно изменяющихся значений параметра, должны быть приведены примеры осуществления изобретения, показывающие возможность получения технического результата во всем этом интервале [4].

Другая ошибка – использование заявителем в формуле общих понятий, не подтвержденных материалами описания, т.е. необоснованное применение заявителем степени обобщения при характеристике признаков, включенных в формулу. Например, в п. 1 формулы используются такие обобщения: «модифицирующая добавка», «связующее вещество». Но в представленном примере в качестве модифицирующей добавки используется неонол, а в качестве связующего вещества – Na-карбоксиметилцеллюлоза, т.е. он не охватывает всю совокупность признаков п. 1 формулы. Эксперт в этом случае, следуя п. 56 «Правил составления заявки ...» (формула должна быть основана на описании изобретения), предложит ограничить объем притязаний неонолом и Na-карбоксиметилцеллюлозой.

Другой пример – согласно п. 1 формулы изобретения, заявляемый «пенный состав используется для нейтрализации малодорантов». У эксперта использование такого термина вызовет сомнение в правомерности степени обобщения родового понятия. Малодоранты – это огромный класс соединений. Он сошлется на п.п. 2 п. 45 «Требований ...»:

«Если изобретение охарактеризовано в формуле изобретения с использованием существенного признака, выраженного общим понятием, охватывающим разные частные формы реализации существенного признака, либо выраженного на уровне функции, свойства, должна быть обоснована правомерность использованной заявителем степени обобщения при раскрытии существенного признака изобретения путем представления сведений о частных формах реализации этого существенного признака, а также должно быть представлено достаточное количество примеров осуществления изобретения, подтверждающих возможность получения указанного

заявителем технического результата при использовании частных форм реализации существенного признака изобретения».

И предложит заявителю ограничить объем притязаний в отношении малодорантов в объеме представленных примеров, либо представить дополнительные примеры, раскрывающие широкое применение заявленного состава в процессе нейтрализации малодорантов. В случае предоставления дополнительных сведений, заявителю эксперт предложит показать реализацию назначения и достижение технического результата для такой совокупности признаков.

Ошибкой является включение в формулу признака, не обеспечивающего возможность понимания его смыслового содержания на основании уровня техники специалистом в данной области. В ограничительной части формулы нашим заявителем указан признак «внутреннее нестандартное байонетное крепление». Характеристика «нестандартное» не содержит в себе сведений о геометрических характеристиках и/или размерах указанного байонетного крепления, т.е. не обеспечивает понимание его смыслового содержания, что является нарушением нормы п. 53(4) «Требований...».

Распространенная ошибка при составлении формулы – необоснованные в описании альтернативные признаки. Например, в формуле указаны – «внутренние байонетные крепления противоаэрозольных, противогазовых и комбинированных фильтров» – три альтернативы использования заявляемого технического решения. Но в описании отсутствуют примеры осуществления двух альтернатив получения заявленных технических результатов – при использовании переходника с внутренними байонетными креплениями противогазовых и комбинированных фильтров. Эксперт, ссылаясь на п. 45 (3) «Требований ...» будет вынужден предложить привести соответствующие примеры осуществления изобретения.

Признак может быть выражен в виде альтернативы – «элементы двух или трех типов», но при условии, что при любом допускаемом указанной альтернативой выборе в совокупности с другими признаками, включенными в формулу изобретения, обеспечивается получение одного и того же технического результата. Если в описании он не показан, то это основание для запроса и корректировки формулы⁸ [7].

Нельзя заключать существенные признаки в скобки. В этом случае они не обеспечивают возможность понимания их смысло-

⁸ См. п. 46 «Правил составления заявки ...» «Если предложенная заявителем формула изобретения содержит признак, выраженный альтернативными понятиями, проверка, предусмотренная подпунктами 2–8 п. 43 Правил, проводится в отношении каждой совокупности признаков, включающей одно из таких понятий».

вого содержания (п. 55 «Правил составления заявки ...») так как непонятно, являются ли они уточняющими признаками, ограничивающими объем изобретения, или только примерами реализации признака перед скобками, не ограничивающими объем прав заявителя. Признаки могут быть включены в скобки, если они являются синонимами или аббревиатурами. В последнем случае необходимо следовать п. 53 (9) «Требований...» – признак может быть выражен в виде условного наименования только в случае, когда оно общеизвестно и имеет точное значение, а иное раскрытие существенного признака затруднительно.

Обсуждение результатов и выводы

Так как в данной статье мы рассматривали замечания экспертизы к заявкам на изобретения, по которым в конечном итоге были выданы патенты, то напрашивается вывод, что причина таких запросов – ошибки в подготовке заявочных материалов. Это очевидно для ошибок, выявляемых на этапе формальной экспертизы. Но очевидно и то, что на этапе экспертизы по существу они носят системный характер. Их избежать можно, избавившись от устоявшегося стереотипа поведения старших поколений, в котором нет места для поиска эффективной правовой защиты собственных разработок. Создание патентной службы – это часть решения проблемы. Да, она позволит избежать некоторых ошибок, выявляемых на этапах патентной экспертизы. Но как патентовед узнает о созданном изобретении, если сотрудник не знает, что это такое, решая в ходе

экспериментальных НИР и ОКР различные технические проблемы, вроде той, что мы привели в примере с повышением чувствительности ПФД при определении концентрации зарина в воде? Он будет их решать, не подозревая, что вошел в область, где технические знания соприкасаются с правовыми, и не будет обращаться к специалистам по патентному праву. К тому же *патентная защита – это искусство*. В ее основе лежат глубокие специальные знания и умение не только видеть объект уже созданного изобретения, но и перспективы его создания другими изобретателями на несколько шагов вперед. Выход мы видим в расширении подготовки молодых специалистов в области правовой охраны и защиты изобретений, полезных моделей, промышленных образцов и способов их использования. И эту работу необходимо проводить до того, как молодой специалист приступит к своей основной деятельности и пропитается стереотипами поведения предыдущих поколений. Он должен уметь видеть еще не созданные объекты, логику их развития еще на этапе планирования НИР. Такое обучение целесообразно сопровождать изучением основ Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ)⁹. Планирование служебных изобретений должно осуществляться на этапе планирования НИР и ОКР, что, кстати, требует ст. 1370 ГК РФ. Само патентование целесообразно осуществлять в рамках тщательно разработанной патентной политики и контрполитики организации¹⁰, учитывающей тенденции развития объектов и логику конкурирующих организаций.

⁹ Более подробно см. в книге Г.С. Альтшуллера [8] и его последователей [9].

¹⁰ См. работы [10, 11].

Вклад автора / Author Contribution

Разработка концепции статьи; сбор, анализ и систематизация научной литературы; написание статьи / Elaboration of the concept of the paper; collection, analysis, and systematization of scientific literature; writing and edition of paper.

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.

Финансирование. Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации.

Список источников / References

1. Пустозерова В.М. Авторское и патентное право : Нормативная база. М.: 1999. Pustozerova V.M. Copyright and patent law: Regulatory base. Moscow. 1999. (in Russian).
2. Ревинский О.В. Право промышленной собственности: курс лекций. М.: 2018. Revinskij O.V. Industrial Property Law: a course of lectures. Moscow. 2018. (in Russian).
- 3 Черкасова О.В. Защита интеллектуальной собственности. Екатеринбург. 2017. Cherkasova O.V. Intellectual Property Protection. Ekaterinburg. 2017. (in Russian).
4. Джермакян В.Ю. Объем прав определяется всей формулой изобретения, а не только ее независимым пунктом // Журнал Суда по интеллектуальным правам. 2016. № 12. С. 58–63. Dzhermakjan V.Ju. The scope of rights is determined by the entire claims, and not just its independent paragraph // Zhurnal Suda po intellektual'nym pravam. 2016. № 12. P. 58–63. (in Russian).
5. Котенева О.Е., Николаев А.С. Патентоведение. СПб.: 2020. Koteneva O.E., Nikolaev A.S. Patenting. Saint Petersburg. 2020 (in Russian).
6. Джермакян В.Ю. Патентное право по Гражданскому кодексу Российской Федерации: постатейный комментарий, практика применения, размышления. 3-е изд., перераб. и доп. М.: 2014. Dzhermakjan V.Ju. Patent law under the Civil Code of the Russian Federation: article-by-article commentary, application practice, reflections. 3rd ed., revised and enlarged. Moscow. 2014. (in Russian).
7. Химичев В.А. Изменение формулы изобретения: условия реализации и правовые последствия // Журнал Суда по интеллектуальным правам. 2016. № 11. С. 38–48. Himichev V.A. Change of the invention formula: implementation conditions and legal consequences // Zhurnal Suda po intellektual'nym pravam. 2016. № 11. P. 38–48. (in Russian).
8. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. 11-е издание. М.: 2022. Al'tshuller G.S. Find an idea. Introduction to TIPS – the theory of inventive problem solving. 11th edition. Moscow. 2022. (in Russian).
9. Меерович М.И., Шрагина Л.И. Технология творческого мышления. М.: 2008. Meerovich M.I., Shragina L.I. Creative Thinking Technology. Moscow. 2008. (in Russian).
10. Эриванцева Т.Н. Принципы построения патентных стратегий или как сделать так, чтобы интеллектуальная собственность работала. М.: 2021. Jerivanceva T.N. Principles of building patent strategies or how to make intellectual property work. Moscow. 2021. (in Russian).
11. Николаев А.С. Патентная аналитика: учебно-методическое пособие. СПб.: 2022. Nikolaev A.S. Patent analytics: teaching aid. Saint Petersburg. 2022. (in Russian).

Об авторе

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации. Российская Федерация, 111024, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

Супотницкий Михаил Васильевич. Главный специалист, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. <https://orcid.org/0009-0004-3193-1032>

Контактная информация автора: 27nc_l@mil.ru

Typical Mistakes in Claims and Specifications of the Inventions in the NBC Protection Corps

M.V. Supotnitskiy

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation
e-mail: 27nc_1@mil.ru

Received January 10, 2023. Accepted March 27, 2023

The growth of inventive activity in the NBC Protection Troops is accompanied by an increase in requests for examination, leading to a delay in the process of considering patent applications at the Federal Institute of Industrial Property of Rospatent. *The aim of this work* is to summarize the common mistakes in the claim and the Specifications of the inventions in the NBC Protection Troops. *Materials and research methods.* Examination requests for applications

for inventions were analyzed, for which positive decisions were eventually received, i.e. the delay in their consideration was not due to the lack of a technical solution. In the application materials, the most typical mistakes were identified and summarized with the references to regulatory documents. The provisions of these documents were explained in the text of the article and supported by references to the work of patent law specialists. The main mistakes detected at the stage of formal examination are made in the application, description of drawings and in the claims. At the stage of substantive examination, the experts pay attention to the applicants' misunderstanding of the rules for drawing up the claims and sections of the description that substantiate the claims. The «Background of the Invention» section is usually presented in the form of a review, in which the closest analogue is not analyzed; the technical result is not indicated; examples revealing the implementation of the claimed invention are not complete. *Discussion of results and conclusions*. Any mistakes detected at the stage of formal expertise can be easily corrected with careful attention to the preparation of application documents. The mistakes identified at the stage of substantive examination are of a systemic nature. They are based on the stereotypes of a specialist, who can not see patentable technical solutions and cannot plan them. It is possible to correct this situation by training young specialists in the field of legal protection and protection of inventions, utility models, industrial designs and methods of their use, even before they start their main activities. It is possible also to accompany such trainings with the study of the fundamentals of the Theory of Inventive Problem Solving. Patenting itself must be carried out within the framework of the organization's patent policy.

Keywords: *formal examination; generic concept; invention; patent law; prototype; NBC Protection Corps; substantive examination; technical problem; technical result; technical solution.*

For citation: *Supotnitskiy M.V. Typical Mistakes in Claims and Specifications of the Inventions in the NBC Protection Corps // Journal of NBC Protection Corps. 2023. V. 7. № 1. P. 73–81. EDN: untpoj. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-73-81>*

Conflict of interest statement

The author declares 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.

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

References

See P. 80.

Author

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation.

Mikhail Vasilyevich Supotnitskiy. Senior Researcher. Chief Specialist. Candidate of Biological Sciences. <https://orcid.org/0009-0004-3193-1032>

Contact information for author: 27nc_1@mil.ru



Вклад советских военных ученых в разработку промышленных технологий производства первых отечественных антибиотиков (пенициллина и стрептомицина)

С.Н. Чигринов, А.В. Миронин, В.Д. Сойбанов, В.В. Тетерин, А.С. Туманов

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
e-mail: 23527@mil.ru

Поступила 25.10.2022 г. Исправленный вариант 10.12.2022 г. Принята к публикации 23.12.2022 г.

В отечественной литературе заслуги в промышленном производстве пенициллина и стрептомицина обычно признаются за представителями гражданских институтов и предприятий, тогда как ключевая роль, сыгранная военными учеными в решении этой задачи, остается в тени. *Цель работы* – обобщение имеющихся фактов о роли отечественных военных ученых в создании технологии получения первых в СССР антибиотиков. *Материалы и методы исследования.* Анализировались открытые зарубежные и отечественные источники по рассматриваемой проблеме, в том числе архивные документы 48 ЦНИИ МО РФ. *Результаты исследования и выводы.* В начале 1942 г. разработку проблемы, связанной с получением пенициллина, в Советском Союзе возглавила академик АМН СССР З.В. Ермольева. На первом этапе исследований была применена технология получения пенициллина, основанная на использовании поверхностного способа выращивания культур гриба-продуцента антибиотика в матрацах. Такой способ не мог обеспечить потребности страны в препарате. Решить задачу массового производства пенициллина и стрептомицина в начале 1944 г. советское правительство поручило НИИ эпидемиологии и гигиены Красной Армии (НИИЭГ), расположенному в г. Кирове (в настоящее время – филиал федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» МО РФ). В 1944–1945 гг. впервые в СССР военными специалистами НИИЭГ была разработана технология промышленного производства пенициллина глубинным способом с аэрацией, созданная ими для производства вакцин еще в 1935 г. Глубинное выращивание проводили в аппаратах-культиваторах конструкции инженер-подполковника А.В. Крутякова. В ходе работы из большого количества исследованных штаммов был отобран штамм плесневого гриба (*Penicillium chrysogenum* 23248), использование которого обеспечило наибольшие выходы пенициллина, подобраны наиболее эффективные условия культивирования. Опыт, приобретенный военными специалистами в ходе разработки технологии глубинного производства пенициллина, послужил основой создания в НИИЭГ в 1946–1947 гг. способа получения отечественного стрептомицина из своего штамма *Streptomyces griseus* и на оригинальных дешевых отечественных средах. В 1947 г. сотрудник НИИЭГ подполковник мед. службы Н.И. Николаев и врачи Д.Д. Федоринов и В.И. Горохов первыми в мире с успехом применили стрептомицин НИИЭГ для лечения больных с легочной чумой во время эпидемии чумы в Маньчжурии. В конце 1940-х гг. технологии получения пенициллина и стрептомицина и соответствующая документация были переданы в гражданское здравоохранение для промышленного освоения. Роль военных ученых в ее создании была забыта.

Ключевые слова: антибиотики; военные ученые; микромицеты; НИИЭГ; пенициллин; промышленная технология; стрептомицин.

Библиографическое описание: Чигринов С.Н., Миронин А.В., Сойбанов В.Д., Тетерин В.В., Туманов А.С. Вклад советских военных ученых в разработку промышленных технологий производства первых отечественных антибиотиков (пенициллина и стрептомицина) // Вестник войск РХБ защиты. 2023. Т. 7. № 1. С. 82–92. EDN: zjceua <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-7-1-82-92>

Многолетняя история научной деятельности федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации (48 ЦНИИ МО РФ), в частности, его филиала, расположенного в г. Киров (далее – филиал 48 ЦНИИ), тесно связана с разработкой средств и методов защиты от возбудителей бактериальной природы, в том числе особо опасных инфекционных заболеваний. Именно здесь были впервые разработаны технологии промышленного производства первых отечественных антибиотиков [1]. Тем не менее, в настоящее время информация о роли отечественных военных ученых в разработке технологий промышленного производства антибиотиков разобщена, представлена отдельными короткими историческими очерками и требует обобщения.

Цель работы – обобщение имеющихся фактов о роли отечественных военных ученых в создании технологии получения первых в СССР антибиотиков.

Для ее достижения анализировались открытые зарубежные и отечественные источники по рассматриваемой проблеме, в том числе архивные документы 48 ЦНИИ МО РФ.

Исторические аспекты использования антибиотиков. В истории применения и изучения антибиотиков есть много моментов, сближающих ее с работой по созданию ядерного оружия (политические хитросплетения, сложные отношения с союзниками по антигитлеровской коалиции, детективные и разведывательные элементы), а также существованием легенд вокруг определенных личностей [2–5].

Первые упоминания о веществах, которые мы сегодня считаем антибактериальными, датируются V в. до н.э. (Китай), где створожившееся молоко применялось для обеззараживания поверхности кожи. В средневековье подобная молочная сыворотка уже применялась для лечения инфекционных заболеваний кожных покровов [6–7].

Начало эры антибиотиков было положено внедрением в лечебную практику пенициллина, точнее бензилпенициллина. До настоящего времени в отечественных и зарубежных средствах массовой информации периодически поднимают вопрос об истории его открытия с точки зрения приоритета медицины той или иной страны [8].

Антибактериальный и лечебный эффект зеленой плесени был впервые обнаружен в начале 1870-х гг. приват-доцентом Императорской медико-хирургической академии А.Г. Полотебновым (1838–1907), а первые научные данные об антибактериальной активности микромицетов рода *Penicillium* были опубликованы в

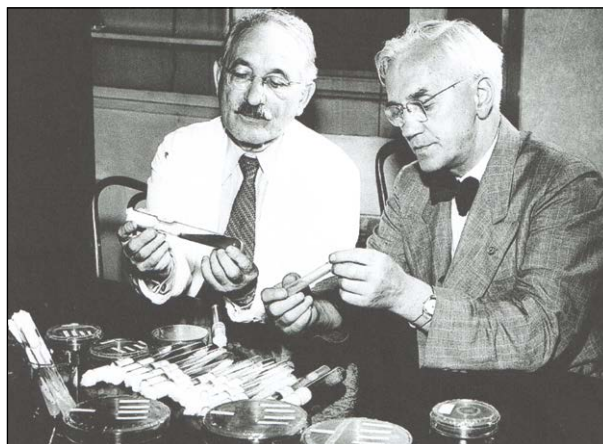


Рисунок 1 – З.А. Ваксман и А. Флеминг – первооткрыватели стрептомицина и пенициллина

(URL: <https://www.benefitspro.com/2016/05/24/will-the-401k-mep-become-the-penicillin-of-retirement/?slreturn=20221017024445>;

дата обращения: 16.11.2022)

1871–1872 гг. русскими врачами В.А. Манассеиным (1841–1901) и А.Г. Полотебновым, которые, будучи в научной командировке в Вене (1868–1870 гг.), совместно работали в микологической лаборатории Д. Визнера (D. Weesner) и изучали микроскопические грибки рода *Penicillium* (главным образом *P. glaucum* и *P. crustaceum*), описали их культурально-морфологические и другие основные свойства, в том числе – противобактериальные [9, 10].

Луи Пастер (Louis Pasteur, 1822–1895) в 1877 г. отметил, что рост колоний болезнетворных бактерий можно ограничить путем введения в культуру других бактерий. Ученый показал, что возбудитель сибирской язвы не вызывает заболевание при введении в организм совместно с сапрофитами [11].

Открытие стрептомицина и пенициллина. В сентябре 1928 г. британский микробиолог Александр Флеминг (Alexander Fleming, 1881–1895) сделал эпохальное открытие антибактериальных свойств микромицета, идентифицированного позднее как *P. notatum*, назвав выделяемое микромицетом вещество пенициллином, отмечая, что «...это может быть эффективный антисептик для подавления чувствительных к пенициллину микробов...» [11]. Статья о пенициллине вышла в *British Journal of Experimental Pathology* в 1929 г., но внимания не привлекла. В этом же году он обнаружил, что осуществлять работу с пенициллином сложно, его выработка чрезвычайно трудоемка и выделить его в чистом виде невозможно. К тому же экстракт плесени оказался нестойким, быстро выводился из тканей, и создать нужную концентрацию для полного уничтожения бактерий не получа-



Рисунок 2 – З.В. Ермольева
(URL: <https://iz.ru/943511/aleksandr-bulanov/panatceia-dlia-fronta-kak-biokhimiki-pomogli-vyzhit-na-voine>; дата обращения: 16.11.2022)



Рисунок 3 – Ампулы с лиофильно высушенным препаратом «пенициллином-крустозином ВИЭМ»
(URL: <https://iz.ru/943511/aleksandr-bulanov/panatceia-dlia-fronta-kak-biokhimiki-pomogli-vyzhit-na-voine>; дата обращения: 16.11.2022)

лось [12]. Продолжение истории открытия пенициллина связано с именами других исследователей так называемой «Оксфордской группы»: профессора Говарда Уолтера Флори (Howard Walter Florey, 1898–1968), заведующего кафедрой патологии в Оксфордском университете, и биохимика Эрнста Бориса Чейна (Ernst Boris Chain, 1906–1979) [13]. В 1938 г. им в руки попала статья А. Флеминга об антибактериальной активности культур *Penicillium*. Оксфордская группа попыталась выделить пенициллин из грибка *P. notatum* и в 1939 г. им удалось создать устойчивый, хотя и очень грубо очищенный пенициллин-сырец, провести с ним биологические испытания сначала на животных, а затем и в клинике [6]. С 1940 г. появляется ряд публикаций группы ученых Оксфордского университета о возможности выращивания *P. notatum* на синтетических средах, способам выделения, очистки и концентрирования пенициллина [14–15].

Стрептомицин – исторически второй антибиотик (после пенициллина), он же первый из группы аминогликозидов, а также первый, оказавшийся эффективным против туберкулеза и чумы. Стрептомицин образуется в процессе жизнедеятельности лучистых грибов *Streptomyces globisporus streptomycini* или других родственных микроорганизмов. Он был открыт в 1943 г. микробиологом и биохимиком Зельманом Абрахамом Ваксманом (Selman Abraham Waksman, 1888–1973) – ученым российского происхождения, эмигрировавшим из России в США и возглавившим в 1942 г. Рутгерский университет в Нью-Брунsvике. Следует отметить, что и сам термин «антибио-

тик» предложил в 1942 г. именно З.А. Ваксман¹. Стрептомицин стали применять для лечения туберкулеза и проказы только в 1946 г. Тогда же выяснилось, что этот антибиотик эффективен в отношении бактерий, против которых не помогали уже известные пенициллин и сульфаниламидные препараты. В 1949 г. после долгой клинической апробации началось массовое производство этого лекарственного средства.

Использование антибиотиков во время Великой Отечественной войны. В 1942 г. в Москве были получены из Лондона короткие секретные донесения о результативности работ по пенициллину [16]. Наркомздрав запросил у англичан плесневый грибок *P. notatum*, но союзники отказали. В начале 1942 г. разработку проблемы, связанной с получением пенициллина, в СССР возглавила академик Академии медицинских наук СССР Зинаида Виссарионовна Ермольева (1898–1974) (рисунок 2) [17–18].

Многие проблемы были решены З.В. Ермолевой в руководимой ею экспериментально-производственной лаборатории биохимии микробов Всесоюзного института экспериментальной медицины (ВИЭМ). Сотрудниками этой лаборатории Т.И. Балезиной (1913–2010) и И.В. Равич был выделен первый отечественный штамм-продуцент (*P. crustosum*) пенициллина, получены первые партии отечественного препарата-крустозина, изучены его свойства, показана высокая терапевтическая эффективность [19–21].

В начале 1943 г. З.В. Ермолевой удалось добиться решения правительства об организации производства пенициллина на заводе № 13.

¹ История создания стрептомицина. URL: <https://pharmedu.ru/publication/istoriya-sozdaniya-streptomycin> (дата обращения: 10.03.2021).



Рисунок 4 – З.В. Ермольева (первый ряд в центре) с бригадой военных врачей и ученых на испытани-ях пенициллина. Прибалтийский фронт, 1944 г. (URL: <https://chgbiblio.ru/archives/46017>; дата обра-щения: 16.11.2022)



Рисунок 5 – Комплекс зданий губернской земской больницы г. Вятки в начале XX века. В 1942 г. – городская инфекционная больница. (фотография филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России)

На этом заводе профессор П.Г. Стрелков вне-дрил разработанный им оригинальный метод лиофильной сушки препарата, и пенициллин вскоре стал выпускаться в виде сухого порош-ка (рисунок 3).

Методы очистки пенициллина для про-мышленного производства разрабатывали В.А. Северин, М.М. Левитов, Е.Н. Лазарева, Ф.Ф. Цуриков и М.И. Жилабо. В 1944 г. был соз-дан регламент получения пенициллина при по-верхностном культивировании продуцента, и налажено массовое производство пенициллина для нужд фронта [21].

В ноябре 1944 г. главный хирург Красной армии Н.Н. Бурденко (1876–1946) возглавил ра-боту бригад, выехавших в лечебные учрежде-ния 1-го Прибалтийского фронта для примене-ния пенициллина при тяжелых ранениях. Ру-ководителем бактериологической лаборатории была назначена З.В. Ермольева (рисунок 4). Бла-годаря применению первого отечественного антибиотика пенициллина-крустозина смерт-ность от ран и инфекций в армии снизилась на 80 %, а количество ампутаций конечностей – на 20–30 %² [22].

Необходимость развертывания массово-го производства пенициллина в СССР во вре-мя Великой Отечественной войны диктова-лась огромным потоком раненых и больных с фронтов боевых действий, ждущих помощи, а также необходимостью иметь на вооружении препарат, позволяющий максимально сохра-нить человеческие жизни и сократить срок пребывания больных и раненых в госпиталях. Лабораторные установки и технологии поверх-

ностного выращивания гриба-продуцента пе-нициллина не могли обеспечить потребности здравоохранения и военной медицины воюю-щих стран. Поэтому закономерно возник во-прос об организации промышленного произ-водства пенициллина.

Роль ученых НИЦ в разработке техноло-гии производства и выпуска пенициллина. Исходя из практической важности пеницил-лина для нужд фронта в 1944 г. приказом на-чальника Главного Военно-санитарного управ-ления Красной Армии генерал-полковника ме-дицинской службы Е.И. Смирнова (1904–1989) перед НИИ эпидемиологии и гигиены Красной Армии (НИИЭГ; сегодня филиал 48 ЦНИИ, в г. Киров), была поставлена задача: срочно от-работать технологию и наладить производство пенициллина [23–24].

Поставленная задача решалась коллек-тивом института в сложных условиях, так как НИИЭГ в сентябре 1942 г. разместили в зданиях городской инфекционной (бывшей губернской) больницы г. Кирова, помещения которой были не приспособлены для выполнения производ-ственной деятельности. Для развертывания НИР на базе кировской городской инфекци-онной больницы были построены минимально необходимые объекты (компрессорная, корпу-са изолятора, жилой дом) (рисунок 5) [1].

В этот непростой период обязанности на-чальника НИИЭГ исполнял канд. мед. наук Николай Филиппович Копылов. Он же осу-ществлял руководство и принимал непосред-ственное участие в разработке технологий промышленного производства пенициллина и

² День Дюнкера: как пенициллин занял место в строю. URL: <https://medportal.ru/s/enc/infection/reding/72/> (дата обращения: 10.03.2021).



Рисунок 6 – Н.Ф. Копылов
(фотография филиала ФГБУ «48 ЦНИИ»
Минобороны России)

стрептомицина глубинным способом культивирования (рисунок 6) [1].

Благодаря проведенным мероприятиям, уже в октябре 1944 г. Кировские микробиологи направили в госпитали фронтowego подчинения первые партии пенициллина. На первом этапе исследований была применена технология, основанная на использовании поверхностного способа выращивания культур гриба-продуцента антибиотика в матрацах.

В 1945 г. М.Н. Бакина и М.В. Алтухов разработали более эффективный способ поверхностного выращивания гриба-продуцента на дисковых аппаратах системы НИИЭГ. Один такой аппарат давал 200–230 л нативного пенициллина, что заменяло использование 800–900 матрацев. Однако поверхностный способ культивирования не мог обеспечить колоссальных потребностей в препарате. Поэтому основное внимание при разработке способа массового производства пенициллина специалисты НИИЭГ уделили методу глубинного культивирования с аэрацией, который был разработан ими для производства вакцин еще в 1935 г.

В 1944–1945 гг. впервые в нашей стране усилиями коллектива военных ученых и инженеров НИИЭГ была разработана технология промышленного производства пенициллина глубинным способом. Результаты этих исследований описаны в диссертационной работе Марии Николаевны Бакиной³.

В ходе работы из большого количества исследованных штаммов были отобраны штаммы плесневого гриба, использование которых позволяло обеспечить наибольшие выходы пенициллина. В качестве основного производственного штамма было рекомендовано применять *P. chrysogenum* 23248.

Микробиологами и технологами института был разработан комплекс методов, позволяющий надежно сохранять в течение длительного времени производственные штаммы микроорганизмов рода *Penicillium* без присущей им диссоциации и снижения продукции антибиотика, а также осуществлять постоянный контроль кондиционности производственных штаммов. В ходе разработки оптимальных условий глубинного выращивания плесневых грибов использовались методы и аппаратура, ранее созданные в НИИЭГ. Глубинное выращивание проводили в специальных аппаратах-культиваторах системы НИИЭГ конструкции инженер-подполковника А.В. Крутякова, которые позволяли выращивать культуры гриба-продуцента в глубине питательной среды при постоянной аэрации с соблюдением условий полной асептики. Аппараты были изготовлены из металла, имели постоянный обогрев, позволяющий точно поддерживать необходимую температуру – $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$, и обеспечивали возможность легко, не нарушая стерильности, отбирать пробы для определения старения концентрации пенициллина. Объем аппаратов – 1100 л каждый, рабочая емкость – 600–700 л. Для снабжения растущих культур кислородом на дне аппаратов устанавливались барботеры, через которые подавался стерильный воздух (рисунок 7) [24].

В ходе исследований было показано, что форма барботеров оказывала существенное влияние на выход антибиотика. Экспериментальным путем была обоснована целесообразность использования секторных барботеров. Воздух, подаваемый в аппараты, стерилизовали пропусканием через специальные ватные фильтры, подачу воздуха и скорость аэрации регулировали путем создания в аппаратах разрежения (оптимальное соотношение составляло 1 л воздуха на 1 л среды). Жидкую питательную среду готовили непосредственно в аппарате, стерилизовали под давлением и охлаждали холодной водой, циркулирующей в рубашке аппарата. Для обеспечения максимального выхода пенициллина при глубинном выращивании продуцента важную роль играет используемая питательная среда. Экспериментальными исследованиями было установлено, что из всего многообразия известных к тому времени

³ Бакина М.Н. Экспериментальная разработка вопросов промышленного производства пенициллина: дис.... канд. мед. наук. Киров, 1946. 176 с.

питательных сред оптимальной для этой цели оказалась усовершенствованная среда Чапека–Докса с дрожжевой водой и лактозой [23–24].

Для приготовления посевного материала использовали двухсуточную аэрированную культуру в количестве 7,5 % к общему количеству засеваемой среды. Предотвращение образования пены в процессе аэрации культуры гриба-продуцента достигалось применением молока (0,5 % от объема питательной среды). В качестве защитного компонента от посторонней микрофлоры использовали борную кислоту.

Созданная технология глубинного получения пенициллина обеспечивала накопление антибиотика в среднем в количестве до 256 оксфордских единиц (ОЕ) в 1 мл культуральной жидкости при снижении потерь пенициллина в процессе ферментации до 3,5 %. Продолжительность культивирования составляла от 6 до 8 суток. За кратчайший срок (2 месяца) специалистами института было выпущено 10 т нативного пенициллина [24].

Значительный вклад внесли специалисты НИИЭГ также и в технологию выделения и очистки пенициллина. Было установлено, что мицелий гриба-продуцента содержит эндотоксин, растворимый только в некоторых органических растворителях. Для предупреждения возможности перехода эндотоксина в готовый продукт в процессе очистки пенициллина рекомендовано использовать фильтрацию культуральной жидкости через фильтр-пресс Зейтца для освобождения от элементов гриба. В ходе экспериментальных исследований была создана технология очистки и концентрирования нативного пенициллина до 16–20 тыс. ОЕ/мл с помощью усовершенствованного учеными НИИЭГ метода с использованием бисульфита натрия и органических растворителей (амилацетат, хлороформ). В результате этого обеспечивалась возможность получения сухого порошкообразного готового препарата пенициллина в количестве 65 % от нативного, содержащего 800–1300 ОЕ/мг, не вызывающего побочных эффектов и легко переносимого больными при парентеральном введении в больших дозах.

В 1945 г. группой И.А. Чалисова (1906–1995) были отработаны методы оценки безвредности производственных серий пенициллина НИИЭГ. В последующем он выполнил чрезвычайно важный цикл работ по изучению действия антибиотиков на различные ткани организма [1].

В результате комплексных исследований, проведенных специалистами НИИЭГ, была осуществлена разработка глубинного метода производства пенициллина, охватывающая практически все важнейшие вопросы, в том числе: выбор производственного штамма-продуцента, его поддержание и воспроизводство,



Рисунок 7 – Аппараты-культиваторы системы НИИЭГ (часть аппаратного зала). Киров, 1945 г. (фотография филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России)

технологию получения нативного пенициллина в аппаратах-культиваторах специальной конструкции, оптимизацию питательной среды и условий выделения и очистки антибиотика. Все это в совокупности обеспечило возможность резкого повышения объемов производства пенициллина, удешевления стоимости антибиотика и улучшения качества готового препарата. В конце 1940-х годов, после завершения исследований, усовершенствованная технология и соответствующая документация были переданы в гражданское здравоохранение для промышленного освоения.

Высокая эффективность данной работы во многом была обусловлена использованием военными микробиологами НИИЭГ богатого опыта как личного, так и накопленного в стране и за рубежом. Консультантом исследований была профессор З.В. Ермольева, которая неоднократно приезжала в НИИЭГ и находилась в курсе проводившихся работ, что обеспечило возможность последующего быстрого внедрения результатов исследований в практику.

Роль ученых НИИЦ в разработке технологии производства и выпуске стрептомицина. Опыт, приобретенный военными специалистами в ходе разработки технологии глубинного производства пенициллина, послужил основой создания в НИИЭГ в 1946–1947 гг. способа получения отечественного стрептомицина из своего штамма и на оригинальных дешевых отечественных средах. Военными микробиологами были разработаны питательные среды для выращивания *Actinomyces (Streptomyces) griseus* и биосинтеза стрептомицина поверхностными и глубинными культурами, методы очистки антибиотика и его получения в сухом виде, а также контроля качества готового препарата. Данная техно-



Н.Ф. Копылов

Н.Н. Гинсбург

М.М. Файбич

И.В. Птушкин



А.С. Груденков

М.В. Алтухов

П.Ф. Романов

**Рисунок 8 – Лауреаты Сталинской премии, 1948 г.
(фотографии филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России)**

логия обеспечивала возможность получения стрептомицина в производственных условиях с выходом готового продукта в количестве 30 % от нативного с содержанием в сухом препарате до 700 мкг стрептомицина основания в 1 мг. Стрептомицин НИИЭГ представлял собой очищенный порошкообразный препарат, запаянный в ампулы емкостью 25 мл, в которых создавался глубокий вакуум. Данные разработки сотрудников НИИЭГ, в последующем, также были переданы в Минздрав СССР для промышленного освоения [1, 23, 24].

Одновременно с решением технологических задач, в опытах на животных и добровольцах специалистами НИИЭГ были отработаны профилактические и терапевтические дозы стрептомицина, рациональные лекарственные формы и схемы его применения при таких заболеваниях, как чума, дизентерия, дифтерия. В августе 1947 г. сотрудник НИИЭГ подполковник медицинской службы Н.И. Николаев (1903–1981) совместно с гражданскими врачами Д.Д. Федориновым и В.И. Гороховым впервые

в мире с успехом применили стрептомицин НИИЭГ для лечения людей во время эпидемии чумы в Маньчжурии. Н.И. Николаев доказал, что при условии раннего применения этого антибиотика в массивных дозах эффективному лечению поддаются не только бубонная, но и первичная легочная форма чумы, поэтому им были разработаны детальные рекомендации по схемам лечения больных чумой стрептомицином⁴ [1]. Успех применения стрептомицина был таков, что в том же 1947 г. препарат включили в экстренном порядке в перечень медикаментов, которыми снабжались противочумные отряды на территории СССР⁵.

Высокая оценка заслуг военных ученых. Вклад военных микробиологов в разработку технологий производства пенициллина и стрептомицина был высоко оценен руководством страны. В 1948 г. за решение этой проблемы лауреатами Сталинской премии стали полковник медицинской службы Николай Филиппович Копылов (1902–?), полковник медицинской службы Николай Николаевич Гинсбург (1901–?),

⁴ Николаев Н.И. Чума в Манчжурии: дис. ... д-ра мед. наук. Киров. 1949. 482 с.

⁵ Нестерова Ю. Стрептомицин – лекарство против войн. URL: https://medaboutme.ru/articles/streptomitsin_lekarstvo_protiv_voynu (дата обращения: 23.03.2021).



Н.И. Николаев



Р.В. Карнеев

Рисунок 9 – Сотрудники НИИЭГ, получившие правительственные награды за разработку технологий производства пенициллина и стрептомицина (фотографии филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России)

полковник медицинской службы Михаил Михайлович Файбич (1898 – не ранее 1985), полковник медицинской службы Иван Васильевич Птушкин, подполковник медицинской службы Андрей Степанович Груденков (1902–1986), инженер-подполковник Михаил Васильевич Алтухов, подполковник медицинской службы Павел Федорович Романов (рисунок 8)⁶.

Правительственные награды получили подполковник медицинской службы Георгий Алексеевич Радовицкий, майор Александр Александрович Свиридов, инженер-подполковник Руф Васильевич Карнеев, полковник медицинской службы Николай Иванович Ни-

колаев, майор медицинской службы Мария Николаевна Бакина (рисунок 9) [23].

В 1952 г. за разработку и внедрение в производственную практику аппарата АКМ-Ш, применяемого для производства пенициллина и вакцин, лауреатом Сталинской премии стал инженер-подполковник Алексей Филиппович Шестеренко⁷.

В последующие годы одной из основных задач НИИЭГ, помимо развития технологий и техники выращивания микроорганизмов, явилось изучение эффективности новых коммерческих антибактериальных препаратов, и разработка на их основе схем экстренной профилактики и лечения особо опасных инфекционных заболеваний, в том числе и потенциальных агентов биологического оружия [1]. Были испытаны и изучены сотни различных антибиотиков и химиопрепаратов, а также лекарственных форм на их основе в отношении возбудителей многих бактериальных инфекций. Данные исследования явились базой для разработки рекомендации о необходимости развертывания в СССР производства соответствующих антибиотиков для нужд Минобороны и обоснования тактико-технических требований к средствам профилактики и лечения особо опасных и опасных инфекционных заболеваний. Результатом кропотливого труда военных ученых НИИЭГ стало создание инструкций Министерства обороны СССР и Министерства здравоохранения СССР по экстренной профилактике и лечению опасных и особо опасных инфекций.

⁶ Постановление Совета Министров СССР «О присуждении Сталинских премий за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы за 1947 год» // Известия № 130 от 03.06.1948.

⁷ Постановление Совета Министров СССР «О присуждении Сталинских премий за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы за 1951 год» // Правда № 237 от 14.12.1952.

Вклад авторов / Authors Contributions

Все авторы внесли свой вклад в концепцию рукописи, участвовали в обсуждении и написании этой рукописи, одобрили окончательную версию. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи / All authors contributed to the conception of the manuscript, the discussion, and writing of this manuscript, approved the final version. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

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.

Финансирование. Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации, Киров.

Список источников / References

1. Медведев Н.П., Погорельский И.П., Кибирев А.В. и др. История и современность. 1928–2008. Федеральное государственное учреждение «48 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны России. Киров: ОАО «Кировская областная типография», 2008. 648 с.
Medvedev N.P., Pogorelskiy I.P., Kibirev A.V. et al. History and modernity. 1928–2008. Federal State Institution «48 Central Research Institute» of the Ministry of Defense of Russia. Kirov: ОАО Kirov Regional Printing House, 2008. 648 p. (in Russian).
2. Телегин Л.П. 50 лет промышленности антибиотиков // Антибиотики и химиотерапия. 1994. Т. 39. № 1. С. 11–12.
Telegin L.P. 50 years of the antibiotics industry // Antibiotics and Chemotherapy. 1994. V. 39. № 1. P. 11–12 (in Russian).
3. Ермольева З.В. Методы производства пенициллина. Л. 1944. 19 с.
Ermolyeva Z.V. Methods for the production of penicillin. Leningrad, 1944. 19 p. (in Russian).
4. Балежина Т.И. Пенициллины // БМЭ. 1982. Т. 18. С. 459–460.
Balezina T.I. Penicillins // ВМЕ. 1982. V. 18. P. 459–460 (in Russian).
5. Кузнецова С.М. К 50-летию Государственного научного центра по антибиотикам (страницы истории) // Антибиотики и химиотерапия. 1997. Т. 42. № 5. С. 10–23.
Kuznetsova S.M. To the 50th anniversary of the State Scientific Center for Antibiotics (pages of history) // Antibiotics and Chemotherapy. 1997. V. 42, № 5. P. 10–23 (in Russian).
6. Гришин М.И. Антибиотики. М.: АСТ, Сова Харвест. 2012. 160 с.
Grishin M.I. Antibiotics. Moscow: АСТ, Owl Harvest. 2012. 160 p. (in Russian).
7. Коковин Л.А. Побочные эффекты антибиотиков и некоторые особенности их применения // Российские аптеки. 2010. № 23. С. 256–264.
Kokovin L.A. Side effects of antibiotics and some features of their use // Russian pharmacies. 2010. № 23. P. 256–264 (in Russian).
8. Навашин С.М. Наука об антибиотиках: ретроспектива и взгляд в будущее // Антибиотики и химиотерапия. 1996. Т. 41. № 4. С. 3–9.
Navashin S.M. The science of antibiotics: a retrospective and a look into the future // Antibiotics and Chemotherapy. 1996. V. 41. № 4. P. 3–9 (in Russian).
9. Манассеин В.А. Об отношении бактерий к зеленому кистевнику (*Penicillium glaucum* L.K.S. и *Penicillium crustaceum* F.R.S.) и о влиянии некоторых средств на развитие этого последнего // Воен.-мед. журнал. 1871. Т. 49, ч. 112., кн. 9. С. 29–59, кн. 10. С. 138–179.
Manassein V.A. On the attitude of bacteria to the green brush (*Penicillium glaucum* L.K.S. and *Penicillium crustaceum* F.R.S.) and the influence of certain agents on the development of this latter // Voen.-med. journal. 1871. V. 49, Part 112, Book 9. P. 29–59, Book 10. P. 138–179 (in Russian).
10. Полотебнов А.Г. Патологическое значение плесени // Мед. вестник. 1872. № 34 С. 273–279, № 52. С. 459–463.
Polotebnov A.G. Pathological significance of mold // Med. messenger. 1872. № 34. P. 273–279, № 52. P. 459–463 (in Russian).
11. Fleming A. On the antibacterial action of cultures of *Penicillium*; with special reference to their use in the isolation of *B. influenza* // Brit. J. Exp. Path. 1929. № 10. P. 226–236.
12. Fleming A. Some problems in the use of antiseptics // Brit. Dent. J. 1931. № 52. P. 105–117.
13. Abraham E.P., Chain E. An enzyme from bacteria able to destroy penicillin // Nature. 1940. № 146. P. 837.
14. Abraham E.P., Chain E. Purification and some physical and chemical properties of penicillin; with a note on the Spectrographic examination of penicillin preparations by E.R. Holiday // Brit. J. Exp. Path. 1942. № 23. P. 103–119.
15. Florey H.W., Jennings M.A., Some biological properties of highly purified penicillin // Brit. J. Exp. Path. 1942. № 23. P. 120–123.
16. Навашин С.М. Зинаида Виссарионовна Ермольева (К 100-летию со дня рождения). Тип. экз. М.: Гос. науч. Центр по антибиотикам. 1998. 20 с.
Navashin S.M. Zinaida Vissarionovna Ermolyeva (To the 100th anniversary of her birth). Tin. copy. Moscow: State scientific antibiotic center. 1998. 20 p. (in Russian).
17. Ермольева З.В. Пенициллин. М.: Медгиз. 1946. 153 с.
Ermolyeva Z.V. Penicillin. Moscow: Medgiz. 1946. 153 p. (in Russian).
18. Ведьмина Е.А. З.В.Ермольева: борьба с холерой – дело всей жизни // Антибиотики и химиотерапия. 1998. № 5. С. 10–15.
Vedmina E.A. Z.V. Ermolyeva: the fight against cholera is a matter of life // Antibiotics and chemotherapy. 1998. № 5. P. 10–15 (in Russian).
19. Ермольева З.В. Пенициллин и его применение // Советская медицина. 1944. № 7–8. С. 1–3.

Ermolyeva Z.V. Penicillin and its application // Soviet medicine. 1944. № 7–8. P. 1–3 (in Russian).

20. Ермольева З.В., Маршак А.Ю., Каплун Т.И., Левитов М.М. Пенициллин и его применение при септических и гнойных осложнениях ранений // Клиническая медицина. 1944. № 22. С. 39–45.

Ermolyeva Z.V., Marshak A.Yu., Kaplun T.I., Levitov M.M. Penicillin and its use in septic and purulent complications of wounds // Clin. medicine. 1944. № 22. P. 39–45 (in Russian).

21. К истории открытия отечественного пенициллина (стенограмма конференции во Всесоюзном институте антибиотиков, приуроченной к 85-летию со дня рождения Зинаиды Виссариевны Ермольевой) // Антибиотики и химиотерапия. 1994. Т. 39. № 1. С. 13–32.

On the history of the discovery of domestic penicillin (transcript of the conference at the All-Union Institute of Antibiotics dedicated to the 85th anniversary of the birth of Zinaida Vissarionovna Yermolyeva) // Antibiotics and Chemotherapy. 1994. V. 39. № 1. P. 13–32 (in Russian).

22. Бурденко Н.Н. Письма хирургам фронтов о пенициллине. М.: Центр. типограф. им. Ворошилова. 1945. 68 с. Burdenko N.N. Letters to surgeons of the fronts about penicillin. Moscow: Center. print. of the name of Voroshilov, 1945. 68 p. (in Russian).

23. Васильев Н.Т., Пименов Е.В., Калининский В.Б., Бакулин М.К. Вклад военных медиков в разработку технологий промышленного производства первых отечественных антибиотиков // Антибиотики и химиотерапия. 1996. Т. 41. № 4. С. 3–6.

Vasilev N.T., Pimenov E.V., Kalininsky V.B., Bakulin M.K. The contribution of military doctors to the development of technologies for the industrial production of the first domestic antibiotics // Antibiotics and Chemotherapy. 1996. V. 41. № 4. P. 3–6 (in Russian).

24. Бакулин М.К., Туманов А.С., Бакулин В.М., Калининский В.Б. Вклад кировских микробиологов в разработку производства пенициллина и стрептомицина (к 70-летию создания технологии глубокого получения первых отечественных антибиотиков) // Антибиотики и химиотерапия. 2014. № 5–6. С. 41–45.

Bakulin M.K., Tumanov A.S., Bakulin V.M., Kalininsky V.B. The contribution of Kirov microbiologists to the development of the production of penicillin and streptomycin (to the 70th anniversary of the creation of the technology for the deep production of the first domestic antibiotics) // Antibiotics and Chemotherapy. 2014. № 5–6. P. 41–45 (in Russian).

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.

Чигринов Сергей Николаевич. Научный сотрудник, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.

Миронин Александр Викторович. Ведущий научный сотрудник, д-р мед. наук, проф.

Сойбанов Владимир Дмитриевич. Младший научный сотрудник.

Тетерин Владимир Валентинович. Начальник научно-исследовательского отдела – заместитель начальника управления, канд. биол. наук.

Туманов Александр Сергеевич. Начальник филиала, канд. мед. наук.

Контактная информация для всех авторов: 23527@mil.ru

Контактное лицо: Чигринов Сергей Николаевич; varhbz@mil.ru 23527@mil.ru

The Contribution of Soviet Military Scientists to the Development of Industrial Technologies for the Production of the First Domestic Antibiotics (Penicillin and Streptomycin)

S.N. Chigrinov, A.V. Mironin, V.D. Soybanov, V.V. Teterin, A.S. Tumanov

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 25 October 2022. Accepted 23 December 2022.

In the domestic literature, the industrial production of penicillin and streptomycin is commonly attributed to the

representatives of civil institutions and enterprises. However, the key role of military scientists in solving this problem remains in the background. *The purpose of this article* is to summarize the available facts about the role of Soviet military scientists in creating a technology for obtaining the first antibiotics in the USSR. At the beginning of 1942, all the works, related to the penicillin in the Soviet Union, was headed by academician of AMS USSR Z.V. Ermolyeva. At the first stage of the research, the technology for obtaining penicillin was applied, based on the use of a surface method of growing cultures of the antibiotic-producing fungus in mattresses. But this method could not meet the country's needs for the drug. In early 1944, the Soviet government tasked the Research Institute of Epidemiology and Hygiene of the Red Army (NIEG) in Kirov (now a branch of the Federal State Budgetary Institution «48th Central Research Institute» of the Ministry of Defense of the Russian Federation) to solve the case of mass production of penicillin and streptomycin. In 1944–1945 for the first time in the USSR military specialists from NIEG developed a technology for the industrial production of penicillin by the deep method with aeration. The deep cultivation was carried out in cultivator devices designed by engineer-Lieutenant Colonel A.V. Krutyakov. During the research, a fungus strain (*Penicillium chrysogenum* 23248) was selected from a large number of studied strains, the use of which provided the highest yields of penicillin, and the most effective cultivation conditions were selected. The experience, obtained by the Soviet military specialists during the development of the technology for the deep production of penicillin, served in 1946–1947 as the basis for the creation of the method for obtaining domestic streptomycin from the domestic *Streptomyces griseus*. In 1947, for the first time in the world an employee of the NIEG Lieutenant Colonel of medical service N.I. Nikolaev and civil doctors D.D. Fedorinov and V.I. Gorokhov used the NIEG streptomycin successfully for the treatment of patients with pneumonic plague during the plague epidemic in Manchuria. In the late 1940s the technologies for the production of penicillin and streptomycin, as well as the relevant documentation, were transferred to civil healthcare institutions for the industrial development.

Keywords: antibiotics; industrial technology; NIEG; penicillin; streptomycin.

For citation: Chigrinov S.N., Mironin A.V., Soybanov V.D., Teterin V.V., Tumanov A.S. *The Contribution of Soviet Military Scientists to the Development of Industrial Technologies for the Production of the First Domestic Antibiotics (Penicillin and Streptomycin)* // *Journal of NBC Protection Corps*. 2023. EDN: zjceua. V. 7, № 1. P. 82–92. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-1-82-92>

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.

Funding. Branch Office of the Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of Defence of the Russian Federation.

References

See P. 82–92.

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
Sergey Nikolaevich Chigrinov. Researcher, Candidate of Medical Sciences.

Alexander Viktorovich Mironin. Leading Researcher, Doctor of Medical Sciences. Professor.

Vladimir Dmitrievich Soybanov. Junior Researcher.

Vladimir Valentinovich Teterin. Head of Scientific and Research Department – Deputy Head of Scientific Research Board, Candidate of Biological Sciences.

Alexander Sergeevich Tumanov. Chief of Branch Office, Candidate of Medical Sciences

Contact information for all authors: 23527@mil.ru

Contact person: Sergey Nikolaevich Chigrinov; 23527@mil.ru



Биolumинесцентная АТФ-метрия: практические аспекты (рецензия)

Биolumинесцентная АТФ-метрия: практические аспекты: монография / Е.Н. Ефременко, Н.Н. Угарова, Г.Ю. Ломакина, О.В. Сенько, Н.А. Степанов, О.В. Маслова, А.Г. Асланлы, И.В. Лягин. М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2022. 376 с., ил. ISBN 978-5-907497-77-1

Bioluminescent ATP-metry: practical aspects: monograph / E.N. Efremenko, N.N. Ugarova, G.Y. Lomakina, O.V. Senko, N.A. Stepanov, O.V. Maslova, A.G. Aslanly, I.V. Lyagin. M.: Publishing House «SCIENTIFIC LIBRARY», 2022. 376 с. ISBN 978-5-907497-77-1

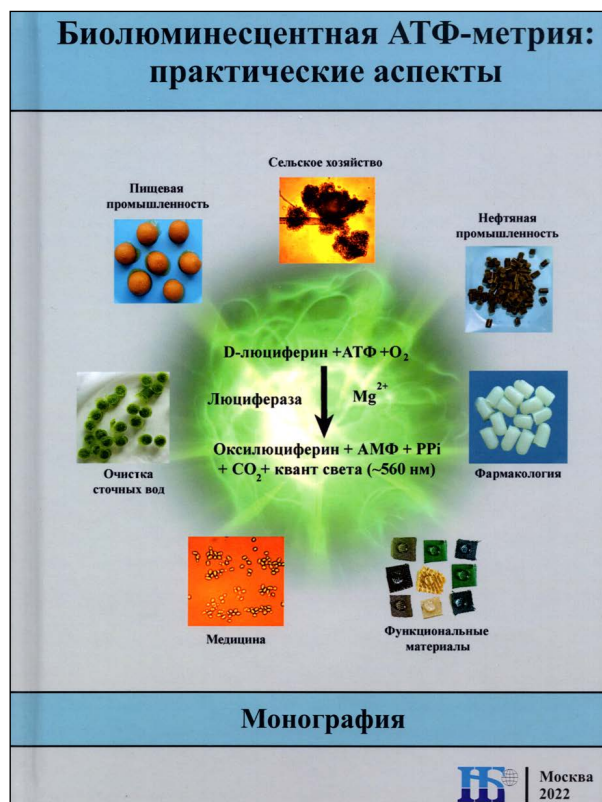
Рецензенты:
 член-корр. РАН С.Д. Варфоломеев
 профессор А.Д. Исмаилов

Новая монография наших коллег – сотрудников из кафедры химической энзимологии химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, вышедшая в октябре 2022 г. под редакцией профессоров *Е.Н. Ефременко* и *Н.Н. Угаровой*, посвящена возможностям использования высокочувствительного биolumинесцентного метода анализа концентраций аденозинтрифосфата (АТФ) в санитарии, биомедицине, токсикологии, энзимологии и в других областях знаний, имеющих отношение к безопасности человека.

Книга состоит из девяти глав:

1. Биохимические основы АТФ-метрии и определение концентрации АТФ в разных клетках.
2. АТФ-метрия в пищевой промышленности.
3. АТФ-метрия в медицинских исследованиях.
4. АТФ-метрия в разработке новых комбинированных антимикробных препаратов.
5. АТФ-метрия в очистке сточных вод.
6. АТФ-метрия в разработке природоподобных технологий на основе применения гуминовых веществ.
7. АТФ-метрия в исследовании и контроле процессов биокоррозии и деградации бетонов.
8. АТФ-метрия в разработке новых иммобилизованных биокатализаторов для различных биотехнологических процессов.
9. АТФ-метрия в разработке систем хранения клеток различных микроорганизмов.

Для подготовки монографии авторами использовано 590 научных публикаций, в основном зарубежных; и собственные эксперимен-



тальные данные. В монографию включены 108 рисунков и 66 таблиц.

АТФ-метрия основана на том, что АТФ – соединение, которое всегда присутствует в живых клетках, и его содержание можно измерить. При гибели клетки, в первую очередь прекращается синтез АТФ, в то время как гидролиз АТФ может некоторое время продолжаться, поэтому содержание внутриклеточного АТФ быстро падает вплоть до нулевых значений. Существует линейная зависимость между содержанием внутриклеточного АТФ и численностью метаболически активных клеток, способных к делению.

Биolumинесценция – свечение живых организмов, в основе которого лежит катализируемая специфическим ферментом, люциферазой, хемилуминесцентная реакция. В реакции биolumинесценции, катализируемой ферментом – люциферазой светляков, АТФ – обязательный компонент. Достоинствами люциферазы светляков является ее абсолютная специфичность по отношению к АТФ и самый высокий квантовый выход свечения среди известных биolumи-

несцентных систем. Интенсивность биolumинесценции зависит от количества АТФ в пробе. Для регистрации ее интенсивности используются специальные приборы – люцинометры.

Основой успешного использования биolumинесцентной АТФ-метрии учеными кафедры стали фундаментальные разработки по изучению структуры и механизма действия люциферазы светляков, начатые на химфаке МГУ еще в конце 1970-х гг. профессором Ильей Васильевичем Березиным. Наиболее известным и используемым в настоящее время в России является АТФ-реагент, разработанный сотрудниками кафедры энзимологии. Он содержит мутантную, рекомбинантную люциферазу светляка *Luciola mingrelica*, которая значительно превосходит природную люциферазу по активности и термостабильности, и обладает низкой чувствительностью к различным ингибиторам и детергентам реакционных смесей.

Современная биolumинесцентная АТФ-метрия – это быстрый, селективный, чувствительный и надежный метод для использования в медицинской практике, обеспечивающий низкофоновый и низкотоксичный мониторинг АТФ в живых клетках. Метод незаменим для определения активности вакцин на основе медленно растущих живых клеток микроорганизмов; наличия живых микроорганизмов в иммунобиологических препаратах медицинского и ветеринарного назначения; при изучении различных метаболических изменений и процессов, протекающих с участием АТФ, как на интактных клетках, так и органеллах в присутствии внешних стимулов; для определения активности диагностически важных ферментов и метаболитов.

Разработанные на кафедре энзимологии химического факультета МГУ методы биolumинесцентной АТФ-метрии востребованы для обнаружения бактериального заражения биологических жидкостей; оценки чувствительности микрофлоры к антибактериальным препаратам; быстрого количественного определения антибиотиков в клинических образцах и изучения механизма их действия; решения экологических задач при разработке и использовании природоохранных технологий; изучения эффективности антимикробных препаратов; химико-биологических средств защиты и противокоррозионных

агентов; проведения дифференцированного анализа клеток.

Авторы привели конкретные варианты разработанных ими протоколов и методов анализа АТФ в разных средах и клетках, что может найти свое дальнейшее развитие в практике научных исследований российских ученых.

Важное научно-практическое приложение биolumинесцентной АТФ-метрии, показанное авторами монографии, это выявление некультивируемых микроорганизмов и обнаружение живых микроорганизмов в биопленках. По мнению многих современных эпидемиологов некультивируемые формы микроорганизмов и их биопленки формируют природные очаги опасных инфекций, чьи территории нельзя установить по эпизоотиям среди грызунов и эпидемическим вспышкам среди людей. Сочетание биolumинесцентной АТФ-метрии и методов молекулярной диагностики открывает новые возможности по установлению границ природных очагов опасных инфекций (чума, холера, туляремия и др.).

Монография рассчитана на специалистов, интересующихся современными высокочувствительными методами исследования различных процессов с участием отдельных клеток или сложных по составу природных и синтетических консорциумов или ассоциаций клеток, находящихся в суспензионном или иммобилизованном состоянии. Она будет полезной для студентов, аспирантов, научных сотрудников, специализирующихся в области аналитической и биоорганической химии, физико-химической биологии, химической энзимологии, токсикологии, биохимии, молекулярной биологии.

Монография подготовлена при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды». При подготовке монографии использованы результаты, полученные при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 18-29-05064, № 18-29-17069, № 18-29-25065), РНФ (грант № 16-14-00061), государственными заданиями МГУ имени М.В. Ломоносова и ООО Биотехнология.

Главный специалист 27 НЦ МО РФ
канд. биол. наук, ст. науч. сотр.

М.В. Супотницкий

Контактная информация автора: 27nc_1@mail.ru



В День российской науки первый заместитель МО РФ Руслан Цаликов вручил Боевое Знамя 27 НЦ МО РФ



*Первый заместитель Министра обороны Российской Федерации Руслан Цаликов
и начальник 27 НЦ МО РФ Виктор Ковтун на вручении Боевого Знамени
Фотография К.Ю. Лосика*

Восьмого февраля 2023 г. в День российской науки состоялось торжественное мероприятие по вручению Боевого Знамени ФГБУ «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации (27 НЦ МО РФ).

За годы своей деятельности коллектив 27 НЦ МО РФ прошел сложный путь становления, развития и в настоящее время является ведущей научной организацией войск РХБ защиты ВС РФ по научному обоснованию и подготовке предложений руководству страны по обеспечению защиты национальных интересов, поддержанию паритета и безопасности государства в военно-химической области.

Специалисты 27 НЦ МО РФ, наряду с задачами, направленными на укрепление обороноспособности Вооруженных Сил Российской Федерации и обеспечение радиаци-

онной, химической и биологической безопасности личного состава войск и населения страны, выполняют научные исследования по изучению новых заболеваний и разработке средств профилактики против них. В научном центре появились новые возможности для проведения исследований, разработки методик и препаратов в целях противодействия новым угрозам.

Во время ритуала вручения Боевого Знамени первый заместитель Министра обороны Российской Федерации, действительный государственный советник первого класса Руслан Цаликов зачитал Грамоту Президента Российской Федерации и вручил воинскую реликвию 27 НЦ МО РФ.

«Обретение Боевого Знамени воинской частью во все времена было знаковым событием,

олицетворяющим ее честь, доблесть, славу и боевые традиции», – сказал он в своём обращении к военнослужащим 27 НЦ МО РФ, пожелав им здоровья, благополучия и успехов в деле служения Отечеству.

Для всех военнослужащих и сотрудников 27 НЦ МО РФ – это особый ритуал, который проводился в течение двух дней.

Накануне состоялась церемония крепления полотнища Знамени к древку. На торжественном мероприятии присутствовал личный состав 27 НЦ МО РФ, Герои Российской Федерации, ветераны Вооруженных Сил и войск РХБ защиты, представители научно-исследовательских организаций, Настоятель храма святого благоверного князя Андрея Боголюбского иерей Кирилл Краев, который провел обряд освящения Боевого Знамени и благословил всех воинов на военную службу.

Помимо ветеранов, действующих военнослужащих войск РХБ защиты, в мероприятии приняли участие юнармейцы отряда имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко. Они возложили цветы к трем памятникам, на территории 27 НЦ МО РФ: в честь защитников крепости Осовец, героев Великой Отечествен-

ной войны и ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС.

Знаковой частью мероприятия стала церемония награждения специалистов научно-исследовательских организаций войск РХБ защиты. Первый замглавы военного ведомства вручил дипломы и награды специалистам научно-исследовательских организаций войск РХБ защиты.

По завершении церемонии в ознаменование Дня Российской науки начальник войск РХБ защиты Герой Труда РФ генерал-лейтенант Игорь Кириллов поздравил командование и личный состав 27 НЦ МО РФ и вручил ряду его сотрудников медали «За достижения в области развития инновационных технологий».

Для гостей церемонии с музыкальными номерами выступили творческий коллектив г. Москвы под руководством Ирины и Натальи Нужиных – Шоу-группы «Нужные люди» и член Общероссийской организации «Офицеры России» Ксения Минина.

*Младший научный сотрудник отдела
27 НЦ МО РФ*

Н.П. Соляник



В Военной академии РХБ защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко увековечили память о погибшем на поле боя капитане Дмитрие Чернакове, присвоив его имя одной из лекционных аудиторий

Открытие именной аудитории, по словам начальника Военной академии генерал-лейтенанта Игоря Емельянова, «историческое событие» для академии. «Память о Дмитрие Чернакове, который отдал жизнь за Родину, за страну и каждого из нас, навечно сохранится в стенах вуза и будет передаваться другим поколениям. Его ратный подвиг и служение Отечеству позволит воспитывать курсантов академии на примере доблести и чести», — отметил он.

На церемонии торжественного присвоения аудитории имени кавалера ордена Мужества капитана Дмитрия Чернакова и открытия памятной доски курсанты Военной академии заступили в почетный караул и почтили погибшего минутой молчания.

В своем выступлении мама Дмитрия поблагодарила руководящий состав академии за сохранение и увековечивание памяти сына и передала в дар музею ВА РХБ защиты фуражку Дмитрия, которая положила начало новой экспозиции, посвященной Героям спецоперации на Украине.

Старая истина – на войне погибают лучшие. Дмитрий Чернаков имел способности серьезного исследователя. Его научные работы отмечены дипломами международных и всероссийских конкурсов, а имя юного исследователя было внесено в энциклопедию «Одаренные дети – будущее России». Школу он закончил с серебряной медалью, Военную академию РХБ защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко – с золотой медалью. В числе лучших выпускников военных вузов он был приглашен Президентом Российской Федерации в Кремль на торжественный прием. Продолжил обучение в магистратуре, которую также закончил с отличием, работал над кандидатской диссертацией.

У памятника ТОС-1 (тяжелая огнеметная система), установленного возле Военной ака-



Лекционная аудитория и памятная доска, увековечивающие память о кавалере ордена Мужества Дмитрии Ивановиче Чернакове (29.04.1992–03.03.2022). Фотография академии

демии РХБ защиты и являющейся символом войск РХБ защиты ВС РФ, прошел митинг, посвященный памяти героев СВО, в ходе которого состоялось возложение гирлянды и цветов в честь воинов-огнеметчиков.

Оркестр Военной академии РХБ защиты под руководством военного дирижера подполковника Э. Клейна исполнил Государственный Гимн Российской Федерации. После его исполнения личный состав академии прошел торжественным маршем.

За свою не очень длинную жизнь он успел сделать многое, в памяти своих сослуживцев и коллег он останется героем навсегда. Подвиг воина – это подвиг веры, долга, присяги. О нем должны помнить будущие поколения во имя мира на Земле. Помнить и быть благодарными тем, кто ценой собственной жизни дарит нам великое счастье – жить.

*Младший научный сотрудник отдела
27 НЦ МО РФ*

Н.П. Соляник



Владимиров Виктор Алексеевич (к 90-летию со дня рождения)

15 июня 2022 г. контр-адмиралу Виктору Алексеевичу Владимирову исполнилось 90 лет со дня рождения.

Доктор технических наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Ветеран войск РХБ защиты Вооруженных Сил Российской Федерации, Почетный ветеран Вооруженных Сил Российской Федерации, Директор филиала Союза ветеранов войск РХБ защиты по Военно-Морскому Флоту Вооруженных Сил Российской Федерации.

О себе Виктор Алексеевич Владимиров в своей автобиографической книге «Жизнь, отданная служению народу» написал: «Позади многие годы жизни и, оглядываясь назад, вспоминая прожитые годы, содеянное за это время, приходишь к выводу, что сделано было немало, главным образом в интересах государства, в интересах нашего народа, чему я отдавал основное время и вкладывал всю душу. Пожалуй, есть чем гордиться».

Действительно, из простого паренька с Красной Пресни г. Москвы вырос неплохой руководитель, на военной службе ставший контр-адмиралом, а после завершения военной службы – статс-секретарем – заместителем Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, к тому же доктором технических наук, лауреатом премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, имеющим сотни научных трудов, являющимся одним из создателей нескольких государственных систем, обеспечивающих защиту войск и населения от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях различного характера, которому присвоено звание Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, награжденному несколькими орденами Советского Союза и Российской Федерации.

Виктор Алексеевич на военной службе с 1952 г. по 1990 г. Он окончил Высшее Во-



*Контр-адмирал
Виктор Алексеевич Владимиров*

енно-Морское училище инженеров оружия в г. Ленинграде (1957 г.) и Военно-Морскую академию (1965 г.) по специальности военный инженер-химик. Основными этапами прохождения военной службы Виктором Алексеевичем являлись:

1965–1978 гг. – Северный флот. Закончил службу в должности Начальник химической службы флота.

1978–1990 гг. – Начальник Управления радиационной безопасности в войсках и на флотах (1982г.);

1978–1990 гг. – Начальник Управления радиационной безопасности Управления Начальника

химических войск Минобороны СССР.

Основным вкладом, внесенным контр-адмиралом В.А. Владимировым в развитие армии и флота, является:

создание системы ликвидации последствий аварий летательных аппаратов с ядерными энергетическими установками на борту (1981 г.);

создание системы обеспечения радиационной безопасности в войсках и на флотах (1982 г.);

создание Единой системы выявления и оценки масштабов и последствий применения противником ОМП (1989 г.).

Как специалист в области обеспечения радиационной безопасности он лично участвовал в ликвидации радиационных аварий на атомных подводных лодках, с первого дня аварии на Чернобыльской АЭС руководил выявлением и оценкой радиационной обстановки в районе аварии.

После завершения военной службы Виктор Алексеевич перешел на работу в Государственную комиссию по чрезвычайным ситуациям Совета Министров СССР (1996–2002 гг.), а затем в МЧС России (вначале ГКЧС России), где проработал почти 30 лет.

1991–1996 гг. – заместитель Председателя ГКЧС России, заместитель министра России по

делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

1996–2002 гг. – начальник Центра стратегических исследований гражданской защиты МЧС России (ЦСИ ГЗ МЧС России);

2002–2019 гг. – главный специалист ЦСИ ГЗ МЧС России.

Виктор Алексеевич в эти годы активно участвовал в становлении МЧС России, в создании Российской системы по Чрезвычайным ситуациям (РСЧС), в создании и становлении ЦСИ ГЗ МЧС России как научной организации, в выполнении важных исследований по вопросам защиты населения и территории страны от опасностей различного характера. Он был основным разработчиком федерального законодательства о защите населения в том числе и создания единой Российской системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и организатором ее практического становления. По личной инициативе организовал двухгодичный эксперимент на базе Штаба Владимирской области по реорганизации штабов ГО всех уровней в единые органы управления по делам ГО и ЧС и подготовил Решение Правительства Российской Федерации для успешного перевода системы защиты страны на новые территориальные органы управления, уполномоченные на решение задач в области защиты населения в мирное и военное время. В результате этого эксперимента государством были обосновано введены в штаты территориальных органов МЧС России новые в том числе генеральские должности.

Безусловно победы и достижения, давались Виктору Алексеевичу нелегко, а в результате постоянного напряженного труда. Но в итоге жизнь прожита не зря, и Виктору Алексеевичу есть чем гордиться. В своих воспоминаниях он пишет: «Оглядываясь на прошедшие годы, хочется подчеркнуть, что всю жизнь я

действительно старался вести активный образ жизни, мечтал, стремился заглядывать в завтрашний день и добиваться намеченных целей. Конечно, было нелегко. Приходилось много трудиться. Надо сказать, что везло с начальниками, которые помогали мне в службе, в работе, в жизни. Среди них были командир соединения вице-адмирал М.Г. Проскунов, командующий Северным флотом адмирал флота Г.М. Егоров, начальник химической службы ВМФ контр-адмирал Г.М. Потанин начальник химических войск Минобороны СССР генерал-полковник В.К. Пикалов, заместитель Председателя Правительства СССР В.Х. Догужиев, Министр МЧС России С.К. Шойгу и др.»

За достигнутые успехи в службе и работе Виктор Алексеевич награжден орденами СССР и Российской Федерации: «Трудового Красного Знамени», «За службу Родине в СССР», «Дружбы» и «Почета», а также многими медалями.

От Русской Православной Церкви Московского патриархата он заслуженно награжден «Медалью I степени имени Святого благоверного великого князя Андрея Боголюбского» – небесного покровителя войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации. Таковы основные заслуги перед Родиной героя нашего времени контр-адмирала Виктора Алексеевича Владимирова.

Дорогой Виктор Алексеевич!

Мы, ветераны войск РХБ защиты, Гражданской обороны и МЧС России уважаем Вас, любим Вас и гордимся Вами. Вы для нас образцовый пример Человека, Гражданина, Офицера и Патриота. Желаем Вам и Вашим близким крепкого здоровья, удачи во всех начинаниях и много лет плодотворной полноценной жизни.

Дирекция Союза ветеранов войск РХБ защиты Вооруженных Сил Российской Федерации



Памяти Ивана Петровича Погорельского

23 января 2023 г. ушел из жизни ведущий научный сотрудник филиала федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации (г. Киров), доктор медицинских наук, профессор, полковник медицинской службы в отставке Иван Петрович Погорельский.

Иван Петрович родился 29 августа 1948 г. в г. Виннице. В 1972 г. он с золотой медалью закончил военно-медицинский факультет Куйбышевского медицинского института и получил диплом о высшем образовании по специальности «военный врач». В том же году лейтенанта медицинской службы Погорельский был направлен в НИИ микробиологии (г. Киров) на должность младшего научного сотрудника.

И.П. Погорельский принимал непосредственное участие в разработке средств профилактики, диагностики и лечения особо опасных инфекций, стал высококвалифицированным специалистом в области изучения генетики возбудителей инфекционных заболеваний. Высокой степенью новизны отличались полученные им данные о феномене лизогении у чумного микроба, о вкладе пестицина и фибринолизина в его биологические свойства. В соавторстве с сотрудниками отдела генетики бактерий Иваном Петровичем разработаны принципы и методы микробиологической, серологической и молекулярно-биологической диагностики опасных инфекционных заболеваний бактериальной природы.

В 1981 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по профилю работы отдела генетики бактерий. В 1991 г. ему присуждена ученая степень доктора медицинских наук.

Иван Петрович автор более 200 научных работ и патентов. Высокая квалификация и



Профессор Иван Петрович Погорельский

эрудиция позволили ему возглавить научную школу филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России по направлению «Микробиология возбудителей особо опасных инфекций». С 1993 г. до последнего времени он являлся членом специального диссертационного совета на базе ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России, в работе которого принимал активное участие. Под его руководством более 10 соискателей стали кандидатами наук.

Его опыт, как авторитетного ученого-микробиолога, был востребован при выполнении Федеральных целевых программ.

За безупречную службу и успехи в науке Иван Петрович награжден орденом «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени и многими медалями.

В течение двух десятилетий Иван Петрович занимался преподавательской деятельностью на кафедре микробиологии Вятского государственного университета.

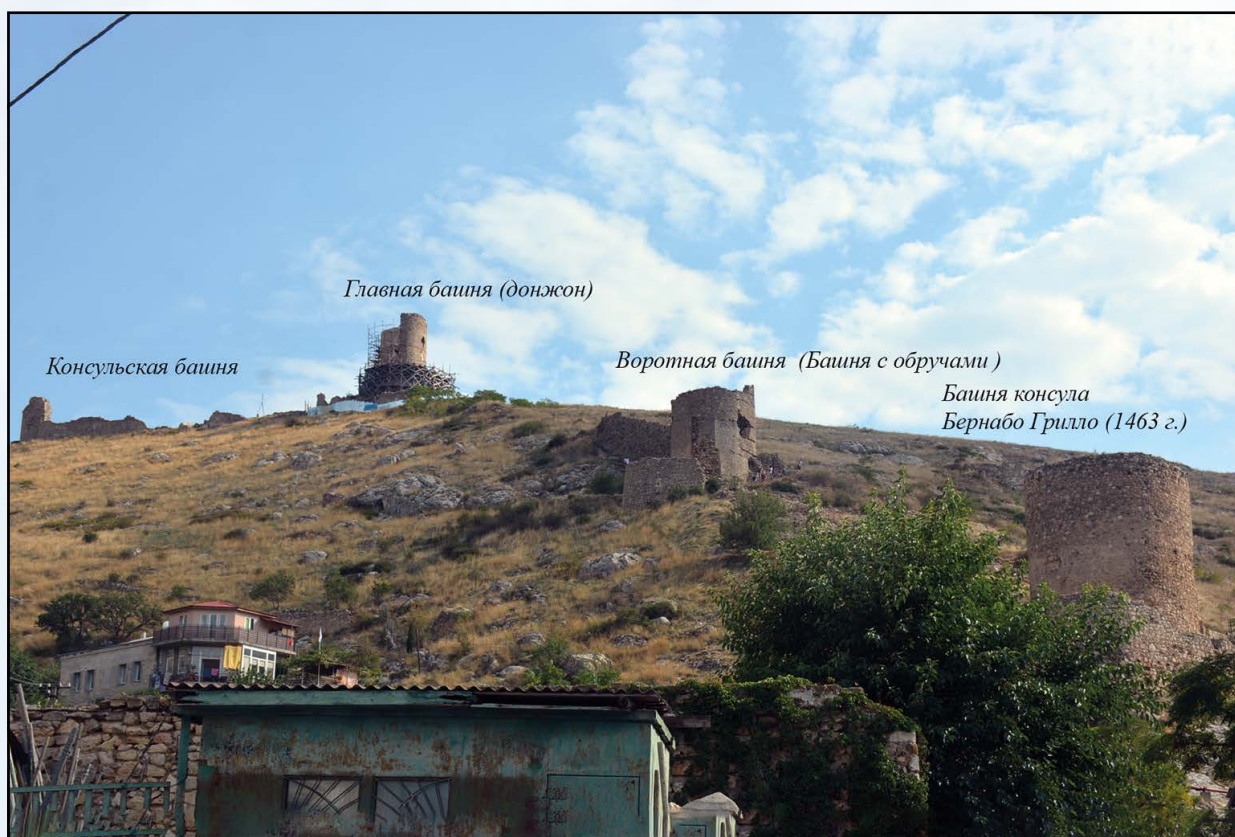
Иван Петрович – романтик науки. Его отличали чуткость и отзывчивость, интеллигентность, доброта и доброжелательность, сердечность, приветливость, постоянная готовность прийти на помощь в любом деле. Он обладал широким научным кругозором, пониманием научной истины как абсолютной ценности. Коллеги отмечали: «Это счастье – работать рядом с Иваном Петровичем».

С уходом из жизни Ивана Петровича Погорельского коллектив филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России и научное сообщество в целом понесли невосполнимую утрату.

*И.В. Дармов, А.А. Леценко, В.С. Лобастов
Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации (г. Киров)*

Наша замечательная Россия

Генуэзская крепость Чембало, Крым

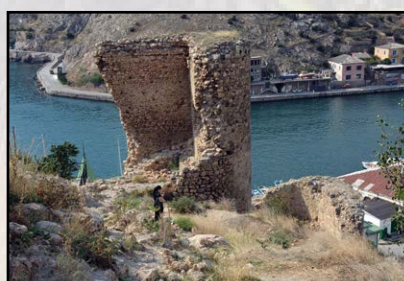


Главная башня (донжон)

Консульская башня

Воротная башня (Башня с обручами)

Башня консула
Бернабо Грилло (1463 г.)



Руины крепости располагаются на вершине и склонах горы Кастрон (192 м над уровнем моря) на территории города Балаклава, пригорода Севастополя. Крепость возникла на месте византийского поселения. Ее строительство начато в 1357 г. Развитие и совершенствование фортификационных сооружений Чембало было связано с серией военных конфликтов латинян с провизантийским православным княжеством Феодоро в 20–40-х гг. XV в. Длина каменной крепостной стены – 1080 м, а общая площадь укрепленной городской территории – 3,3 га. Стены крепости были сложены из крымского мраморного известняка, который славится своей долговечностью. Вход в бухту был перекрыт железной цепью. Основные крепостные сооружения построены в 1464–1467 гг. в правление консула Джiovанни Батисто ди Олива и при финансовой поддержке банка Святого Георгия, учрежденного объединением генуэзских менял в 1407 г. Банк предназначался для управления торговыми факториями в Северном Причерноморье. В Чембало шла бойкая торговля всем, что можно получить с эксплуатируемых генуэзцами территорий, в том числе и славянскими рабами. Упадок крепости наступил в 1475 г., когда ее захватили турки. В 1783 г. Крым стал частью Российской империи.

На фотографии вверху – общий вид сохранившихся каменных сооружений крепости. На фотографиях внизу слева – Воротная башня, за ней – цитадель крепости (донжон), ее высота – 20 м; далее Консульская башня (высота – 15 м). На фотографии в центре – руины башни консула Бернабо Грилло. Ее пушки позволяли контролировать фарватер Балаклавский бухты. Напротив – гора Таврос, под которой ранее находились подземный судоремонтный завод и база подлодок, а ныне музейный комплекс. На фотографии справа – руины воротной башни – археологи предполагают, что здесь были главные ворота крепости.

Фотографии М.В. Супотницкого



Сайт журнала



РИНЦ

