



ТЕМА НОМЕРА:

НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОБЛЮДЕНИЯ КОНВЕНЦИЙ
О ЗАПРЕЩЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО
И БИОЛОГИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

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

JOURNAL OF NBC
PROTECTION CORPS

ВЕСТНИК ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ

Том 6, № 2
апрель-июнь

2022

В НОМЕРЕ:

- Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко награждена орденом Кутузова
- Бактерицидные свойства модульного защитного материала
- Оспа обезьян как малоизученная биологическая угроза для России

Наша замечательная Россия

Нижегородский кремль



Нижний Новгород основан в 1221 г. Владимирским князем Юрием Всеволодовичем (1188–1238). Первым укреплением города был «детинец» – деревянная крепость, окруженная земляным валом. Город-крепость позволил Владимиро-Суздальским князьям получить в свои руки контроль над всей торговлей Руси по Волге и стать плацдармом для распространения русского влияния в Поволжье. При Иване III Нижний играл роль пограничного города и служил местом военного сбора при действиях Москвы против Казани. Строительство каменного кремля начато в 1508–1509 гг. Завершено после 1516 г. Двухкилометровая стена имела 13 башен (все восстановлены): 5 прямоугольных, являются проезжими и 8 башен – круглые глухие. В XVI в. кремль неоднократно подвергался осадам со стороны казанских татар (в 1521 и 1536 гг.), но ни разу не был сдан. В начале XVII в. Нижний Новгород стал центром национально-освободительной войны против польско-литовской интервенции. В 1608–1609 гг. нижегородские служивые люди, выйдя из стен кремля, разгромили отряды мятежников, посланных Лжедмитрием II, а затем участвовали в освобождении городов Центральной России. В 1612 г. сформированное в Нижнем Новгороде ополчение под руководством князя Д.М. Пожарского и К. Минина («второе ополчение») выступило от стен кремля на освобождение Москвы.

Фотография в верхнем ряду – вид на Нижегородский кремль с Волги (по часовой стрелке башни: Часовая, Северная и Тайницкая). Фотографии нижнего ряда: слева – Часовая башня, вдали место слияния Оки и Волги; центр – Михайло-Архангельский собор. Существует со времени основания города. Восстановлен в 1631 г. в память о Нижегородском ополчении. Здесь похоронен Кузьма Минин. Справа – самая большая башня кремля – Ивановская. При казанско-нагайской осаде города в 1505 г., выстрелом с этой башни был убит ногайский мурза, что послужило причиной снятия осады.



ВЕСТНИК ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ

ISSN 2587-5728
(Print)

Том 6, № 2
2022 г.

Журнал издается
с 2017 года

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

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

Заместители главного редактора

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

Ответственный секретарь

Шило Н.И. (Москва)

Научный редактор

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

Редакционная коллегия

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

Редакционный совет

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

Заместители председателя:

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

Члены редакционного совета:

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

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

Адрес редакции:

27 НЦ МО РФ, 111024, г. Москва,
проезд Энтузиастов, д. 19, стр. 20
Тел.: 8 (495) 693-44-48, e-mail: 27nc_1@mail.ru.
Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77-69472 от 25.04.2017 г.
Все права защищены. При перепечатке материалов и размещении их на интернет-ресурсах ссылка на журнал обязательна.

Подписано в печать: 27.06.2022 г. Тираж 500 экз.
Отпечатано в типографии:
ФГУП «ЦНИИХМ им. Д.И. Менделеева», 115487,
г. Москва, ул. Нагатинская, д. 16 А.
Тел.: 8 (499) 661-80-46, e-mail: ntrved@cniihm.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Редакционная статья

Еще один орден на Боевом знамени: Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко награждена орденом Кутузова
К.Н. Аккузин, Е.А. Чугунов 103

История и современность обеспечения РХБ безопасности

Международная военно-историческая конференция «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко: этапы большого пути (к 90-летию со дня основания)». 109

Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия – 30 лет со дня образования
В.П. Капашин, В.Г. Мандыч, С.И. Самарин, И.Н. Исаев,
И.В. Коваленко, В.Л. Верига 114

Химическая безопасность и защита от химического терроризма

Бактерицидные свойства модульных защитных материалов
В.В. Завьялов, Н.В. Завьялова, В.И. Холстов, В.А. Ковтун, В.К. Гореленков,
Г.А. Фролов, И.В. Лягин, Н.А. Степанов, Е.Н. Ефременко, А.Г. Фролов 123

Биологическая безопасность и защита от биологических угроз

Применение птичьих желточных антител для лечения поражений, вызванных агентами биологического оружия и возбудителями особо опасных инфекций
В.С. Каплин 137

Оспа обезьян как малоизученная биологическая угроза для России
М.В. Супотницкий 152

Лекции по ключевым вопросам РХБ безопасности

Особенности устройства, маркировки и кодировки химических боеприпасов и боевых приборов США и стран НАТО (Лекция)
В.В. Козловский, А.В. Уракчинцев, О.В. Гусев 178

Рецензия на сборник документов центрального архива ФСБ России

Хабаровский процесс. Документальные свидетельства: сборник документов. (Рецензия)
М.В. Супотницкий 195

Хроника

Холстов Виктор Иванович (к 75-летию со дня рождения) 198
Памяти Петра Геннадьевича Васильева (1951–2022 гг.) 199

Преимуществом в опубликовании пользуются работы по научным специальностям 6.2.1, 6.2.10, 6.3.4 и 6.3.5. Все рукописи проверяются программой «Антиплагиат»
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).
К публикации принимаются статьи на русском и английском языках, подготовленные в соответствии с «Правилами направления и опубликования научных статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты». Статьи проходят рецензирование не менее чем двумя рецензентами. Используются модели двойного слепого рецензирования либо открытого рецензирования (по выбору авторов). Плата за публикацию статьи и рецензирование рукописей не взимается, ускоренная публикация не допускается. Труды заочных конференций не публикуются.
Журнал распространяется в органах законодательной и исполнительной власти Российской Федерации, в центральных органах военного управления, в научно-исследовательских организациях и образовательных учреждениях Министерства обороны Российской Федерации, в организациях и на предприятиях промышленности, работающих в сфере РХБ защиты, а также поступает в Российскую государственную библиотеку, Российскую национальную библиотеку и другие крупнейшие библиотеки Российской Федерации. Позиция редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.



JOURNAL OF NBC PROTECTION CORPS

ISSN 2587-5728
(Print)
Vol. 6 No 2
2022

Published since
2017

«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

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

Deputy Editors-in-Chief

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Supotnitskiy M.V. (Moscow)
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kolesnikov D.P. (Volsk)

Executive Secretary

Shilo N.I. (Moscow)

Science Editor

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

Editorial Board

Corresponding Member of RAS, Doctor of Biological
Sciences, Professor Aminin D.L. (Vladivostok)
Doctor of Medical Sciences, Professor
Darmov I.V. (Kirov)
Doctor of Biological Sciences, Professor
Efremenko E.N. (Moscow)
Doctor of Biological Sciences, Professor
Zavyalova N.V. (Moscow)
Doctor of Technical Sciences, Professor
Mukhin V.M. (Elektrostal)
Doctor of Medical Sciences, Professor
Rembovskiy V.R. (St.-Petersburg)
Doctor of Chemical Sciences, Professor
Rodin I.A. (Moscow)
Doctor of Chemical Sciences, Professor
Rybalchenko I.V. (Moscow)
Doctor of Chemical Sciences
Savelieva E.I. (St.-Petersburg)

Editorial Council

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

Vice-Chairmen:

Candidate of Economical Sciences Kikot S.G. (Moscow)
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Kovtun V.A. (Moscow)

Editorial Council Members:

Doctor of Military Sciences
Inozemcev V.A. (Volsk)
Doctor of Technical Sciences, Professor
Kondratyev V.B. (Moscow)
Candidate of Medical Sciences Tumanov A.S. (Kirov)
Doctor of Chemical Sciences, Professor
Kholstov V.I. (Moscow)

CRC preparation: Slastilova L.M. (Moscow)

Address of the Editorial Office

Federal State Budgetary Establishment
«27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of
the Russian Federation, Entuziastov passage, 19/20,
Moscow, 111024, Russian Federation.

Tel.: 8 (495) 693-44-48, e-mail: 27nc_1@mil.ru.

Publication is registered by the Federal
Service for Supervision in the Sphere of Telecom,
Information Technologies and Mass Communications.

Certification of the Mass Media

ПИ № ФС 77-69472, April 25, 2017.

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

The publication data for the journal is

27 June, 2022. Circulation: 500 copies.

Published in: Federal State Unitary Establishment

«TSNIIOKhM» named after D.I. Mendeleev»,

Nagatinskaya Str. 16A, Moscow 115487,

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

e-mail: ntrved@cniiohm.ru

Contents

Editorial

- Another order on the Battle Banner: Military Academy of Radiation, Chemical
and Biological Protection named after Marshal of the Soviet Union S.K. Tymoshenko was
awarded the Order of Kutuzov
K.N. Akkuzin, E.A. Chugunov 103

History and Modernity of NBC Security

- International Military-Historical Conference «Military Academy of Radiation, Chemical
and Biological Protection named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko:
Stages of a Long Journey (on the Occasion of the 90th Anniversary of its Formation)» 109
- Federal Directorate for Safe Storage
and Destruction of Chemical Weapons – 30th Anniversary
V.P. Kapashin, V.G. Mandych, S.I. Samarin, I.N. Isaev, I.V. Kovalenko, V.L. Veriga 114

Chemical Security and Protection against Chemical Terrorism

- Bactericidal Properties of Modular Protective Materials
V.V. Zavyalov, N.V. Zavyalova, V.I. Kholstov, V.A. Kovtun, V.K. Gorelenkov,
G.A. Frolov, I.V. Lyagin, N.A. Stepanov, E.N. Efremenko, A.G. Frolov 123

Biological Security and Protection against Biological Threats

- The Use of Avian Yolk Antibodies in the Inactivation of Highly Toxic Components of
Biological Weapons and Especially Dangerous Infections
V.S. Kaplin 137
- Monkeypox: A Little-Studied Biological Threat to Russia
M.V. Supotnitskiy 152

Key Issues of NBC Security. Lectures

- Peculiarities of Design, Marking and Coding of US and NATO Chemical Munitions and
Warfare Devices (Lecture)
V.V. Kozlovsky, A.V. Urakhintsev, O.V. Gusev 178

Review of the Collection of Documents of the Central Archive of the FSB of Russia

- Khabarovsk War Crimes Trials. Documentary Evidence: Collection of Documents (Review)
M.V. Supotnitskiy 195

Cronicle

- Kholstov Viktor Ivanovich (75th Birth Anniversary) 198
- In Memoriam Vasilyev Pyotr Gennadievich (1951-2022) 199

Papers in scientific specialties 6.2.1, 6.2.10, 6.3.4 and 6.3.5 enjoy the advantage in publication.

All manuscripts are checked by the Anti-Plagiarism program.

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 Protection
Corps. 2022. V. 6. P. 86-95).*

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

*The journal is distributed among the bodies of legislative and executive power of the Russian Federation, in the main
military headquarters, scientific and research institutions and educational establishments of the Ministry of Defence
of the Russian Federation, in engineering, experimental design offices and industrial and manufacturing structures,
working in the sphere of NBC Defence. The journal is distributed also among the main libraries of the Russian
Federation, including Russian State Library and Russian National Library*

*The information and views set out in this publication are those of the author(s) and do not necessarily reflect the
official opinion of the Editorial Board.*

Еще один орден на Боевом знамени: Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко награждена орденом Кутузова



Начальник войск РХБ защиты ВС РФ генерал-лейтенант И.А. Кириллов прикрепляет орден Кутузова к Боевому знамени академии в день ее 90-летия (фотография авторов)

13 мая 2022 г. Военной академии радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (ВА РХБ защиты) исполнилось 90 лет. В течение всей своей истории академия занимала и ныне занимает важнейшее место в структуре войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных сил Российской Федерации. Ее роль и значение в подготовке высококвалифицированных офицерских кадров на всех этапах исторического развития Советского Союза и современной России оставались неизменно огромными, а сегодня возросли еще больше.

Выпускники академии в 1920–1930-е гг. профессионально и ответственно исполняли воинский долг, занимая командные и инженерные должности в РККА. Стойко и уверенно проявили себя в боях против японских войск на р. Халхин-Гол в 1939 г. и в ходе советско-финляндской войны 1939–1940 гг., достойно и мужественно воевали на фронтах Великой Отечественной войны. Постоянно поддерживая высокую готовность частей и

соединений РККА к противохимической защите, они организовывали и добивались эффективного применения в боевых действиях огнеметно-зажигательных средств и маскирующих дымов в бою и операции.

Наряду с напряженной учебно-воспитательной работой, в академии велась и интенсивная научно-исследовательская работа (НИР) в интересах фронта. Основными направлениями усилий ее ученых стали исследования в области развития огнеметно-зажигательного вооружения, дымовых средств, средств противохимической защиты и разработки образцов специальной техники. Из состава научных работников академии была создана специальная группа по производству жидкого взрывчатого вещества «Нитрол-35» для снаряжения фугасных авиабомб для нужд фронта.

С октября 1941 г. по июль 1942 г. академия находилась в эвакуации в г. Самарканде, где продолжала по ускоренной программе готовить офицеров для фронта. Многие выпускники академии отдали свои жизни за свободу и независимость нашей великой Родины. За

героизм и отвагу на полях сражений они были награждены орденами и медалями Советского Союза и других государств.

Качественно новый этап в работе академии наступил в середине 1950-х гг. Поступление на вооружение стран НАТО ракетно-ядерного оружия, возможность масштабного применения ими высокотоксичных отравляющих веществ и обусловленные этим новые взгляды на ведение боевых действий вызвали расширение сферы деятельности и задач, решаемых химическими войсками и химической службой. Основной их задачей стало обеспечение защиты войск от оружия массового поражения (ОМП), в решении которой активное участие принимала и академия.

Ее выпускники успешно решали задачи подготовки войск к защите от ОМП и боевой готовности войск РХБ защиты, развития военной науки и техники: принимали участие в испытаниях ядерного оружия на Семипалатинском и Новоземельском полигонах в 1950–1970-х гг., тушении лесных пожаров в средней полосе России в 1972 г., ликвидации аварий с ракетным топливом и сильнодействующими ядовитыми веществами в различных регионах страны.

Гонка вооружений, расширение исследований в области новых видов оружия и средств массового поражения, принятие на вооружение нейтронных боеприпасов оказали влияние на характер возможных боевых действий и потребовали новых подходов к содержанию боевой подготовки войск, организации их защиты от ОМП. Перед академией встали задачи: дать слушателям глубокие знания в области военно-химического дела в целях внедрения их в практику боевой подготовки; вести эффективную военно-научную и научно-исследовательскую работу в интересах химического обеспечения боя (операции), повысить уровень преподавания учебных дисциплин. Научные методы организации и планирования исследований, повышение их эффективности и качества заняли прочное место в работе научно-исследовательского отдела академии.

Стремительное развитие военной теории и практики обусловило необходимость систематического обновления и пополнения знаний офицеров химических войск. Эту задачу успешно решали академические курсы, которые вели переподготовку и усовершенствование офицерского состава войск по различным профилям.

Учитывая опыт Великой Отечественной войны и войсковых учений в области применения огнемтно-зажигательных и дымовых средств, академия проводила работы по совершенствованию огнеметов, дымовых машин и

приборов, повышению их боевой эффективности, дальности поражения и маневренности. В начале 1980-х гг. создается система выявления и оценки РХБ обстановки при применении ОМП, разрушениях (авариях) на РХБ опасных объектах во взаимосвязи со всеми видами и родами войск.

В 1983 г. в был создан специальный конструкторский факультет, задача которого состояла в подготовке инженеров с высшим военным образованием для ряда промышленных министерств. Быстрое развитие ядерной энергетики и химической промышленности в стране, участвовавшие тяжелые аварии на предприятиях вызвали необходимость исследования возможных последствий разрушений (аварий) таких объектов, их влияния на действия войск в зонах заражения и боеспособность соединений (частей). Одновременно нужно было определить задачи, которые могут выполнять химические войска, необходимость совершенствования их технического оснащения для выявления радиационной и химической обстановки, ликвидации последствий заражения радиоактивными и сильнодействующими ядовитыми веществами в районах аварий (разрушений) на потенциально опасных промышленных объектах. Разработкой этих вопросов занимались сотрудники военно-научной группы по оперативно-тактическим проблемам химического и химико-технического обеспечения. Активно включились в эту работу научно-исследовательские лаборатории и военно-специальные кафедры академии. Выполнение исследований внесло существенный вклад в разработку проблем радиационной и химической безопасности войск. Выводы из этих работ нашли реализацию в ряде уставных документов, руководствах и учебных пособиях. Главным итогом работы явились повышение уровня профессиональной подготовки научных сотрудников и профессорско-преподавательского состава, публикация ряда научных статей, а также внедрение материалов исследований в учебный процесс академии и военных училищ химической защиты. Научные результаты, полученные в ходе исследований, сыграли впоследствии положительную роль в организованном выполнении частями химических войск задач по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Процесс реформирования Вооруженных сил Российской Федерации в 2000-е гг. поставил новые задачи перед личным составом академии. С целью развития существующей и перспективной инфраструктуры учебных заведений Министерства обороны Российской Федерации в 2006 г. академия была передислоцирована в Кострому на базу Костромского

высшего военного командного училища химической защиты.

1 сентября 2013 г. на основании директивы Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации академия получила наименование «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко».

Сегодня ВА РХБ защиты является не только высшим военно-учебным заведением, но и крупным научным центром по проблемам РХБ безопасности, технологии органических веществ, разработки и производства специальных материалов и средств биологической защиты войск и окружающей среды.

В современном учебном процессе академии заложены инновационные подходы обучения с использованием компьютерных технологий, тренажерных комплексов и электронных учебников. Осуществляется рационализация интеллектуальной деятельности за счет использования современных методов радикального повышения эффективности и качества подготовки военных специалистов.

Проводимые в академии исследования дают возможность осуществлять научное обоснование основных направлений развития войск РХБ защиты. Ее научный потенциал позволяет решать весь спектр задач подготовки специалистов, требуемой в войсках РХБ защиты компетенции. С 2006 г. действует диссертационный совет по двум научным специальностям трех отраслей наук (военных, технических, химических) и 12 военно-научных школ. В течение только последних 30 лет подготовлено: 648 кандидатов и 53 доктора наук, более 150 доцентов и 21 профессор.

Ежегодно Военная академия принимает активное участие в Конгрессно-выставочной деятельности на международном военно-техническом форуме «АРМИЯ» по направлениям.

По итогам 2022 г. ВА РХБ защиты стала призером и лауреатом Конкурса «Прорыв в будущее» («Лучший инновационный проект в интересах ВС РФ»).

В 2015 г. в академии сформирована и действует 11-я научная рота войск РХБ защиты. Военная академия непосредственно принимает участие в формировании облика многофункционального бронешлема, планируемого к включению в состав перспективной боевой экипировки военнослужащих. Разработанный в академии «Бронешлем-противогаз» в 2019 г. стал победителем конкурса «Прорыв в будущее» «Лучший инновационный проект в интересах ВС РФ».

В настоящее время проводятся дальнейшие работы по созданию комплексных средств для защиты органов дыхания и головы во-

еннослужащего «Бронемаска-респиратор» и «Противогаз-бронешлем» второго поколения.

В 2022 г. юбилейном для академии году 11 научная рота заняла 1 место в номинации «За достижения в научно-исследовательской деятельности научных рот» с инновационной разработкой «Комплексные соединения биметаллов с пантотеновой кислотой и аминокислотами, проявляющие ранозаживляющие и радиозащитное действие», которая может быть эффективно применена в качестве противолучевых и ранозаживляющих средств в профилактических и терапевтических целях, включая медицинскую практику военного и антитеррористического характера в чрезвычайных условиях радиационных инцидентов.

Большое внимание академия уделяет развитию спорта. Она является организатором Спартакиады войск РХБ защиты, которая проводится ежегодно начиная с 2015 г.

Военная академия РХБ защиты активно включилась в работу по противодействию новой коронавирусной инфекции. На начальном этапе академия принимала непосредственное участие в прогнозировании развития ситуации с его распространением для выработки противоэпидемических мероприятий по недопущению его распространения в Российской Федерации. В апреле академией было предложено два варианта. Первый вариант – прогнозная модель развития ситуации с COVID-19 в Российской Федерации на основе описания развития пандемии с помощью нормального закона распределения. Второй вариант – на основе математической модели Сандерсона. Было сделано предположение, что все неизвестные исходные данные можно заменить неким коэффициентом, отображающим общее количество случаев заболевания в день – базовое репродуктивное число. Полученные данные легли в основу доклада Министру обороны. Разработанные прогнозы подтвердили сходимость результатов по пику первой волны пандемии, что позволило вышестоящим органам военного управления выработать эффективные меры противодействия распространения новой коронавирусной инфекции.

Далее Российская Федерация столкнулась с нехваткой средств защиты от новой коронавирусной инфекции. Элементарно отсутствовали средства защиты органов дыхания и кожи. В соответствии с указанием начальника войск РХБ защиты ВС РФ с целью своевременного обеспечения сотрудников медицинских учреждений Костромской области средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи – специалистами Военной академии РХБ защиты проводились испытания материалов и готовых изделий, предназначенных для защиты медицинского персо-

нала, работающего в условиях возможного заражения коронавирусной инфекцией.

В период с 4 апреля по 11 марта 2020 г. специалистами академии проводились испытания материалов, предназначенных для изготовления средств защиты медицинского персонала, работающего в условиях возможного заражения коронавирусной инфекцией.

Было организовано взаимодействие с Управлением Роспотребнадзора по Костромской области. В адрес Управления Роспотребнадзора были направлены данные обобщенных результатов более 1000 испытаний 67 образцов материалов и 12 готовых изделий, проведенных специалистами Военной академии РХБ защиты.

Изготовленный по рекомендациям специалистов академии костюм «Здоровье» прошел испытания в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения. А изготовленный по рекомендациям специалистов Военной академии РХБ защиты многоцветный изолирующий костюм «Лайтер» успешно прошел ряд испытаний в научных организациях.

В тот же период в Военной академии была разработана многоцветная защитная маска со сменными вкладышами. На основании заключенного договора с гражданской организацией было пошито более 1000 экземпляров защитной маски для нужд медицинских учреждений Костромской области.

С начала пандемии и по настоящее время Военная академия оказывает помощь в проведении дезинфекции внутренних поверхностей и объемов помещений не только на своей территории, но и на территории города Костромы и Костромской области. Также специалисты Военной академии принимали активное участие в проведении дезинфекции в составе расчетов за пределами Российской Федерации. Расчеты академии проводили дезинфекцию самолетов и техники, прибывающей из-за рубежа в рамках кампании по эвакуации российских граждан из стран с тяжелой эпидемической обстановкой.

Далее перед специалистами Военной академии встал вопрос по подготовке специалистов по проведению диагностических исследований по выявлению новой коронавирусной инфекции.

Учитывая наличие в штате Военной академии РХБ защиты комплекса многофункционального мобильного модульного для анализа патогенных биологических материалов (агентов), его широкие возможности (в том числе и проведение диагностических работ с микроорганизмами III-IV групп патогенности) и поддержки принятия решений оперативных групп Минобороны России, действующих в чрезвычайных ситуациях биологического характера, 29 декабря 2020 г. Военной академией была по-

лучена лицензия для проведения диагностических исследований новой коронавирусной инфекции и санитарно-эпидемиологическое заключение, что позволило проводить анализы всех категорий военнослужащих и работников академии на наличие (отсутствие) новой коронавирусной инфекции.

За большой вклад в борьбу с пандемией новой коронавирусной инфекции COVID-19 34 сотрудника академии в 2022 г. были награждены медалью Министерства обороны Российской Федерации «За борьбу с пандемией COVID-19».

С 2015 г. на базе академии в рамках Международных армейских игр проводятся армейский и международный этапы конкурса «Безопасная среда». Ее команда стала его лидером в 2015 г. и 2020 г., заняв 1-е места. В 2020 г. на армейском этапе вне конкурса в соревнованиях участвовала команда девушек-курсантов ВА РХБ защиты. С 2017 г. ежегодно на базе ВА РХБ защиты проходит Всеармейский конкурс специалистов психологической службы Вооруженных сил Российской Федерации.

Сегодня академия реализует более 10 образовательных программ специалитета, магистратуры и адъюнктуры, более 30 дополнительных профессиональных программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки, готовит офицерские кадры как для войск РХБ защиты, так и всех родов и родов войск Министерства обороны Российской Федерации, других Федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации, где предусмотрена военная служба. Приобретенные знания, морально-боевые и психологические качества офицеров постоянного состава и слушателей ярко проявились в ходе боевых действий и вооруженных конфликтах.

Гордость академии составляют ее выпускники, среди которых 9 Героев Советского Союза, 3 Героя Российской Федерации, 10 Героев Социалистического Труда (Н.С. Патоличев и Л.А. Щербицкий удостоены этого звания дважды), 1 Герой Труда Российской Федерации, более 30 лауреатов Государственных премий, 20 академиков и членов-корреспондентов академии наук, 6 Заслуженных мастеров спорта Советского Союза и Российской Федерации, а также выдающиеся ученые и руководители государственных органов. Они проходили службу во всех видах и родах войск Вооруженных сил СССР и Российской Федерации, руководили войсками РХБ защиты в военных округах (17) и группах войск (4), в оперативно-стратегических направлениях (4), ВМФ (4). Более 370-ти выпускников академии стали генералами.

Исторический путь ВА РХБ защиты ознаменован рядом высоких наград Отечества и зарубежных государств.

За большие заслуги в подготовке офицерских кадров для Вооруженных Сил СССР и в связи с 50-летием Советской Армии и Военно-Морского Флота Указом Президиума Верховного Совета СССР от 22 февраля 1968 г. (приказ Министра обороны СССР от 22 февраля 1968 г. №23) академия награждена орденом Красного Знамени (№ ордена – 550947).

В связи с увековечением памяти Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко Постановлением Совета Министров СССР от 19 мая 1970 г. академии присвоено наименование «Военная Краснознаменная академия химической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко».

18 мая 1972 г. Указом Президиума Верховного Совета РСФСР за достигнутые успехи в подготовке высококвалифицированных офицерских кадров для советских Вооруженных сил Военная Краснознаменная академия химической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко награждена почетной грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР.

За высокие показатели в боевой и политической подготовке и в ознаменование 50-летия образования СССР ЦК КПСС, Президиум Верховного Совета СССР в декабре 1972 г. наградили академию Юбилейным почетным знаком. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 14 мая 1982 г. за большие заслуги в подготовке высококвалифицированных офицерских кадров и развитии советской военной науки Военная академия химической защиты была награждена орденом Октябрьской Революции.

Помимо подготовки офицеров для Вооруженных Сил для страны, в академии, начиная с 1949 г. подготовлено более 2000 офицеров иностранных армий. Академия многократно удостоивалась и высоких правительственных наград зарубежных стран.

Важнейшие вехи своей 90-летней истории академия проанализировала в апреле 2022 г. в рамках работы Международной военно-исторической конференции «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко: этапы большого пути (к 90-летию со дня основания)», участниками которой стали представители Вооруженных сил 19 стран. Результаты этого анализа свидетельствуют о том, что коллектив академии достойно продолжает славные традиции своих предшественников и уверенно шагает в будущее.

В юбилейном для академии 2022 г. на ее Боевом знамени появилась новая высокая го-



Рисунок 2 – Орден Кутузова

сударственная награда Родины – орден Кутузова (рисунок 2).

Статут этой награды определяет: «Орденом Кутузова могут быть награждены объединения, соединения и воинские части Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов за подвиги и отличия в боях по защите Отечества, в операциях по поддержанию (восстановлению) международного мира и в контртеррористических операциях, за участие в проведении операций, в ходе которых, несмотря на упорное сопротивление противника, были достигнуты цели операций с полным сохранением боеспособности воинских частей, за мужество и самоотверженность, проявленные в ходе выполнения учебно-боевых задач, за высокие показатели в боевой подготовке, а также военные образовательные организации высшего образования и их обособленные структурные подразделения (филиалы) за значительные достижения в подготовке квалифицированных кадров».

В Указе Президента Российской Федерации от 25 апреля 2022 г. № 227 «О награждении государственными наградами Российской Федерации» говорится следующее: «За заслуги в обеспечении безопасности государства, укреплении его обороноспособности и подготовке высококвалифицированных военных кадров наградить орденом Кутузова федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома)»».

Высокую награду военному вузу 13 мая 2022 г. на торжественном собрании вручил начальник войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации генерал-лейтенант И.А. Кириллов, возглавлявший академию в период с 2014 г. по 2017 г.

В своем поздравлении он отметил большие заслуги академии в подготовке офицерских кадров на всех этапах исторического развития страны в XX – начале XXI вв., подчеркнул мужество и героизм, отвагу проявленные ее выпускниками при выполнении боевых задач на Чернобыльской АЭС, в Афганистане и на Северном Кавказе, на территории Сирийской Республики, в ходе специальной военной операции на Украине. В заключение он сказал о том, что «заслуги академии перед Отечеством на современном этапе достойно оценены государством. Награждение орденом Кутузова - это высокая оценка коллектива академии, что позволит продолжать ваши славные традиции».

Личный состав академии с 90-летием и награждением орденом поздравил также губернатор Костромской области С.К. Ситников. Он отметил особый вклад выпускников вуза в борьбу с коронавирусной инфекцией, а также знания и опыт военных химиков, проявленные в ходе специальной операции на территории Украины. Глава региона также сказал, обращаясь к участникам торжественного мероприятия: «При выполнении всех задач выпускники академии четко и профессионально выполняли свой долг. Это не только знание основных кафедр, это еще и огромная воспитательная работа, которая всегда проводилась в академии. Мы отмечаем уровень гражданской подготовки.

Курсантов нашей академии отличает высокий уровень любви к своей Родине. Огромное спасибо вам за это. Я рад поздравить академию с присвоением государственной награды – орденом Кутузова. Желаю всем военнослужащим, ветеранам, профессорско-преподавательскому составу крепкого здоровья, семейного благополучия. Победы и мира после нее!».

В рамках торжественного собрания состоялось награждение личного состава академии медалями Министерства обороны Российской Федерации за усердие при выполнении задач радиационной, химической и биологической защиты, достижение высоких показателей в служебной деятельности, умелое и грамотное руководство подчиненным личным составом. Среди них - выпускник академии 2013 г., участник специальной военной операции на территории Украины, командир огнеметной роты, капитан А. Анисимов. Молодой офицер в своем кратком и очень искреннем выступлении сумел озвучить, наверное, то самое главное, ради чего несколько поколений коллектива и выпускников ВА РХБ защиты прошли славный 90-летний путь служения Отечеству и ныне продолжают уверенно и успешно двигаться по нему вперед: «Пусть этот день станет поводом вспомнить о силе воли, мужестве и отваге, которые есть в каждом из нас. В каждом выпускнике нашей академии, которые сейчас выполняют специальные задачи на территории России и других государств. Я хочу заверить, что мое поколение выпускников с честью и достоинством выполнит все возложенные на нас задачи. Нас не остановит ни западное оружие, ни украинские националисты, ни западные санкции. Мы всегда будем с нашей Родиной, Россией!».

Об авторах

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

Аккузин Константин Николаевич. Начальник отдела (организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров) ВА РХБЗ, канд. воен. наук.

Чугунов Евгений Анатольевич. Старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории (обоснования исходных данных для планирования развития системы ВиС ВА РХБ защиты) ВА РХБЗ, канд. истор. наук, доцент.

*Контактная информация для всех авторов: varhbz@mil.ru
Контактное лицо: Аккузин Константин Николаевич; varhbz@mil.ru*

Международная военно-историческая конференция «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко: этапы большого пути (к 90-летию со дня основания)»

Международная военно-историческая конференция «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко: этапы большого пути (к 90-летию со дня основания)» состоялась 21–22 апреля 2022 г. в г. Костроме. Мероприятие проводилось в соответствии с Планом военно-исторической работы ВС РФ на 2022 г., Планом военно-исторической работы УНВ РХБ защиты ВС РФ на 2022 г., а также указаниями начальника войск РХБ защиты ВС РФ как совместный проект академии, Костромского государственного историко-архитектурного и художественного музея-заповедника и Государственной филармонии Костромской области.

Цель конференции – объективное научное осмысление, анализ опыта и достижений ВА РХБ защиты в сфере военно-научных исследований, подготовки кадров для ВС СССР и РФ, обеспечения и повышения обороноспособности страны в XX – начале XXI вв.

Двухдневная программа работы конференции включала в себя: торжественное открытие и пленарное заседание «История академии в лицах, событиях и фактах»; секционные заседания; выставку-продажу военно-исторической и историко-краеведческой литературы; выставку научных, учебно-методических и иных изданий, осуществленных коллективом академии в разные периоды ее истории; тематические экскурсии, посвященные военно-историческим событиям и фактам, связанным с Костромским краем, Костромским гарнизоном и др.; презентацию изданий, осуществленную академией к своему 90-летию; демонстрацию фильма об истории ВА РХБ защиты в кинозале «Юбилейный»; концерт военного оркестра.

В работе конференции участвовали представители: ВА РХБ защиты; ВА ГШ ВС РФ; ВНК (войск РХБ защиты ВС РФ); ФГБУ «33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт» МО РФ; Дальневосточного общевойскового командного училища; Института естественно-научных исследований «Алгоритм» при Западно-Казахстанском государственном университете имени М. Утемисова;

Костромского музея-заповедника; Костромской областной универсальной научной библиотеки; Костромского государственного университета; Костромской государственной сельскохозяйственной академии. В числе участников конференции – представители ВС Абхазии, Азербайджана, Анголы, Армении, Вьетнама, Камбоджи, Казахстана, Киргизстана, Конго, Лаоса, Монголии, Мозамбика, Никарагуа, Узбекистана, Саудовской Аравии, Таджикистана, Южной Осетии, Уганды.

В торжественном открытии конференции, состоявшемся в здании бывшего Губернского дворянского собрания, приняли участие почетные гости, командование, научно-педагогические работники, адъютанты, слушатели, курсанты и операторы научной роты ВА РХБ защиты, ветераны войск РХБ защиты, руководство Костромского музея-заповедника, сотрудники Костромской областной универсальной научной библиотеки, а также докладчики пленарного заседания. Состоялись исполнение Гимна России военным оркестром академии.

С приветственным словом к собравшимся обратился заместитель начальника академии генерал-майор **А.Н. Бакин**.

С поздравлениями по случаю 90-летия ВА РХБ защиты обратились к собравшимся также помощник начальника войск РХБ защиты ВС РФ по военно-политической работе **О.В. Болтыков** и старший научный сотрудник Центра военно-стратегических исследований ВА ГШ ВС РФ генерал-майор в отставке **И.А. Федотов**.

Всего на конференции было представлено 55 докладов, из них 9 – в ходе пленарного заседания.

С основным докладом «Профессионально подготовленные офицерские кадры как определяющий фактор Победы в войне (Вклад Военной академии химической защиты в Победу в Великой Отечественной войне)» выступил к.п.н. **И.П. Полищук** (ВА РХБ защиты, г. Кострома).

Выступавшим было отмечено, что опасность развязывания гитлеровской Германией химической войны требовала значительного количества военных специалистов-химиков

для укомплектования штатных должностей в войсках. Поэтому в первые месяцы войны все усилия были направлены на ускоренную подготовку и переподготовку офицерских кадров. Академия произвела ряд досрочных выпусков слушателей, а ее факультеты перешли на сокращенные сроки обучения. Академия была эвакуирована в Самарканд, в 1942 г. возвращена в Москву. Со второй половины 1942 г. на должности преподавателей в академию прибывали офицеры, имевшие боевой опыт, что позволило повысить качество обучения. В 1943 г. возобновилась подготовка научно-педагогических кадров через адъюнктуру, в первую очередь из числа офицеров, окончивших академию и имевших боевой опыт. С 1944 г. факультеты приступили к подготовке специалистов-химиков по различным профилям: общевойсковых, бронетанковых соединений, механизированных и технических войск других видов и родов. К 1945 г. почти все преподаватели оперативно-тактических и военно-специальных кафедр прошли стажировку в действующей армии. Для каждого рода войск были разработаны учебные планы, где отражалась специфика подготовки слушателей. Научно-исследовательская работа (НИР), в том числе диссертационные работы, проводились исключительно в интересах фронта. В годы войны членами научно-технического совета, осуществлявшего организацию НИР в интересах фронта в масштабе всей страны, были профессоры М.М. Дубинин и И.Л. Кнунянц. Коллективом академии был решен ряд практических задач в области средств защиты легких и кожи, изготовления ткани для огнезащитных костюмов танкистов и для легких защитных костюмов химиков-разведчиков, в области усовершенствования методов индикации новых ОВ и др.

Благодаря высокой готовности РККА к защите и действию в условиях химического заражения фашистская Германия так и не решилась на применение ХО.

Доклад «Судьба военачальника и ученого в судьбе страны: генерал А.Н. де Лазари как один из основателей Военно-химической академии РККА» был представлен в соавторстве к.в.н., доцентом *В.И. Ковбой* и к.и.н., доцентом *Е.А. Чугуновым* (ВА РХБ защиты, г. Кострома). В докладе освещены биография, военная и научно-педагогическая деятельность А.Н. де Лазари (1880–1942) в период, предшествовавший революции 1917 г.

Особое внимание уделено тому факту, что подполковник А.Н. де Лазари явился свидетелем первой газовой атаки германцев на русском фронте 31 мая 1915 г., что и послужило поводом для изучения и обобщения им соответствующего военного и научного опыта.

А.Н. де Лазари вступил в РККА в самый день ее официального рождения – 23 февраля 1918 г. С 1932 г. он состоял на службе в ВХА. К числу наиболее важных его трудов следует отнести: «Атлас схем к труду Зайончковского», «Пролетарская революция на весах Мировой войны 1914–1918», «Гражданская война в России в схемах», «Активная оборона корпуса. По опыту действий 25-го армейского корпуса в 1915 г.». Особое место в научном наследии А.Н. де Лазари принадлежит работе «Химическое оружие на фронтах Мировой войны 1914–1918 гг.», которая стала первой попыткой исследования оперативного и тактического применения ХО в период Первой мировой войны. Книга после гибели автора была изъята из библиотек. В июне 1941 г. А.Н. де Лазари был арестован, а 23 февраля (в день вступления в РККА в 1918 г.!) 1942 г. – расстрелян.

Д.в.н., доцентом *Ю.С. Мигачевым* (ВА РХБ защиты, г. Кострома) вниманию участников пленарного заседания был предложен доклад «Признанный авторитет в вопросах противогазовой защиты органов дыхания: генерал и академик М.М. Дубинин». Первая научная работа М.М. Дубинина, посвященная изучению адсорбции электролитов металлами, была проведена под руководством профессора Н.А. Шилова, поэтому в историю российской науки М.М. Дубинин вошел как его выдающийся ученик.

В конце 1920-х гг. М.М. Дубинин приступил к изучению сорбционных явлений и работал в этой области всю жизнь. В 1930-е гг. он детально изучил сорбционные свойства активных углей с химически измененной поверхностью. Этот период его научной деятельности совпадает с началом службы в рядах ВС. Под его руководством была организована ускоренная подготовка военных химиков, на основе ткани ВКШ-151 был разработан образец легкого защитного костюма Л-1. В 1943 г. М.М. Дубинину было присвоено звание генерал-майора инженерно-технической службы. Тогда же он был избран действительным членом АН СССР. В 1945 г., в ходе войсковой стажировки в должности начальника химических войск армии, он участвовал в боях за Кенигсберг.

В 1946 г. М.М. Дубинин возглавил лабораторию сорбционных процессов при Институте физической химии АН СССР. В 1947 г. М.М. Дубинин и Л.В. Радужкевич получили универсальное уравнение изотермы адсорбции. Была разработана теория объемного заполнения микропор, математический аппарат которой позволяет рассчитать предельную величину адсорбции паров вредных веществ в зависимости от их физико-химических свойств, от характеристик адсорбента и от условий адсорбции. Эта теория, получившая мировое признание,

является крупнейшим научным достижением М.М. Дубинина.

По инициативе М.М. Дубинина в 1959 г. при Президиуме АН СССР была создана Комиссия по цеолитам, преобразованная в 1964 г. в Научный совет по синтезу, изучению и применению адсорбентов.

С докладом «Военно-научная и педагогическая деятельность генерала И.Л. Кнунянца в контексте истории ВА РХБ защиты» выступил д.х.н., профессор Ю.И. Морозик (ВА РХБ защиты, г. Кострома). И.Л. Кнунянец известен как выдающийся химик-органик, особое место в научной деятельности которого занимают фундаментальные исследования по химии фторорганических соединений. В его лабораториях были проведены исследования по химии гетероциклов, фосфор- и сероорганических соединений, полимеров. И.Л. Кнунянец также являлся крупным специалистом в области химии физиологически активных соединений. Он сыграл большую роль в формировании ВА РХБ защиты как крупного военного образовательного и научного центра. Преподавательская и научная работа И.Л. Кнунянца в ВХА началась с 1932 г. – доцент, профессор, начальник кафедры, консультант начальника академии. Одновременно он был главным редактором «Журнала Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева» и редакции «Химия» Большой советской энциклопедии. Его препарат «акрихин» широко применялся для лечения малярии. Синтезированный им ацетобутиролактон и ныне является исходным продуктом для получения многих лекарственных соединений.

В 1943 г. И.Л. Кнунянец с коллегами открыл явление полимеризации капролактама в линейный полиамид, из которого получают нити – волокно «капрон». За эту разработку в 1950 г. ему была присуждена Государственная премия СССР. Огромна роль И.Л. Кнунянца как руководителя кафедры и педагога. Он перестроил подготовку слушателей по учебной дисциплине №3 (химия) в соответствии с требованиями военного времени, что нашло отражение в Директиве Ставки ВГК от 7 июня 1943 г. «О реальной угрозе применения химического оружия». И.Л. Кнунянец возглавлял разработку и внедрение в производство антидота от синильной кислоты, за что был удостоен Государственной премии в 1943 г. Неоднократно выезжал на фронт в качестве военного химика-эксперта.

Основные направления исследований кафедры того времени лежали в области химии фтор- и фосфорорганических соединений, индикации, токсикологии и иммунохимии. И.Л. Кнунянцем была создана отечественная научная школа химиков-фтороргаников. Одна из важнейших идей И.Л. Кнунянца заключа-

лась в применении акрилонитрила как исходного вещества для получения нейлона. Ему удалось осуществить гидродимеризацию нового типа, т. е. перевод акрилонитрила в адипонитрил путем димеризации акрилонитрила и присоединения к ним одновременно 2-х атомов водорода. В этом процессе он использовал новую реакцию – электрохимическую димеризацию. В 1954 г. он развернул работы по синтезу лекарственных препаратов, приведшие к созданию нового принципа получения противораковых веществ. В результате в клиниках был принят к использованию противораковый препарат под названием «лофенал». В 1966 г. за особые заслуги в области химической науки И.Л. Кнунянцу было присвоено звание Героя Социалистического Труда, а в 1972 г. – присуждена Ленинская премия.

Доклад «Нейтрализация угроз от отравляющих веществ и биологических агентов нового поколения – приоритетное направление научной деятельности Военной академии РХБ защиты» был представлен к.в.н. И.А. Федотовым (ЦВСИ ВА ГШ ВС РФ; г. Москва). Направления строительства ВС определяются изменениями военно-политической обстановки, военными угрозами, характером войн и военных конфликтов будущего. Возрастание пространственного охвата военных действий с включением в них информационной и космических сфер, стирание границ между стратегическим, оперативным и тактическим уровнями действий войск (сил), корректирование потенциальных возможностей средств вооруженной борьбы, нарастающая потребность военной организации государства в изменении взглядов на содержание форм и способов применения ВС в перспективе влекут за собой проведение соответствующих исследований. Научное обоснование совершенствования материальной основы функционирования задач и мероприятий системы РХБ защиты и направлений их дальнейшего развития на перспективной фундаментальной базе инновационных решений становится базовым направлением научной деятельности ВА РХБ защиты. Достижения химии и биологии, развитие нанотехнологий, микробиологического синтеза и микрореакторных систем, относящихся к технологиям двойного назначения, позволяют использовать отравляющие вещества (ОВ) и биологические агенты, не подпадающие под действие конвенций, в военных целях и в качестве несиловых способов воздействия для ухудшения ситуации.

В последнее время в тенденциях развития способов межгосударственного противоборства наблюдается уменьшение применения военной силы. Государства, обладающие

передовыми достижениями в области генетики, химии, биологии и информационных технологий, внедряют в практику прежде не использованные средства давления. Одним из механизмов влияния на жизнедеятельность мирового сообщества становится фактор глобального биологического воздействия, имеющего управляемый характер. Новые вызовы требуют выработки предложений по созданию биологического «спецназа» с возложением на него функций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, министерств здравоохранения и обороны РФ.

Совершенствование облика ВС с целью повышения степени их готовности к ситуациям, представляющим новый вызов национальной безопасности, предполагает развитие трех основных направлений: 1) придание опережающей мобильности органам военного управления и войскам (силам) при реагировании на эпидемию (пандемию) и другие ЧС; 2) создание новой (оптимизация существующей) оргштатной структуры для выполнения задач (мероприятий) в условиях эпидемий (пандемий); 3) защита личного состава и военной инфраструктуры путем выявления, обнаружения, предупреждения, парирования и ликвидации последствий угроз в различных сферах деятельности при обеспечении комплексной безопасности.

Нейтрализовать угрозы национальной безопасности РФ, связанные с разработкой ОВ и биологических агентов нового поколения, возможно при решении следующих основных задач: комплексного анализа ситуации при обеспечении химической и биологической безопасности, своевременного выявления вызовов и угроз в этой области, прогнозирования и мониторинга их последствий в постоянном режиме; выявления научно-технических предпосылок к разработке иностранными государствами химического и биологического оружия нового поколения, детального анализа технологий двойного назначения и перспективных образцов вооружения, не подпадающих под запрет и контроль в рамках международных соглашений РФ и др.

С докладом «Позвала их Россия...»: выпускники Военной академии – Герои Советского Союза и Российской Федерации» выступил к.и.н., доцент И.А. Самолыга (ВА РХБ защиты, г. Кострома), рассказавший о выпускниках академии разных лет и их героических деяниях.

С докладом «Подготовка Военной академии радиационной, химической и биологической защиты офицерских кадров – важное направление военно-научного сотрудничества Вооруженных Сил России, Республики Мозам-

бик и других государств Африки» выступил курсант Э. Мушиссе (ВС Республики Мозамбик). Он привел соответствующие примеры сотрудничества ВС СССР и РФ с ВС Анголы, Египта, Сомали и Мозамбика. По словам докладчика, ВА РХБ защиты является важным звеном в сотрудничестве по развитию военно-образовательной структуры Мозамбика, в состав ВС которого входит служба РХБ защиты. ВА РХБ защиты является единственной военной академией, осуществляющей подготовку высококвалифицированных военных специалистов в области РХБ защиты для ВС стран Африки.

«Военные специалисты РХБ защиты Вооруженных Сил Республики Казахстан (СНГ, ОДКБ) – выпускники Военной академии РХБ защиты» – тема доклада майора А. Момына (ВС Республики Казахстан). Казахстан занимает особое положение в региональных внешнеполитических приоритетах РФ. Обеспечение безопасности в общей географической зоне является одной из основных совместных задач, стоящих перед Россией и Казахстаном. Стороны сотрудничают в области обороны, включая подготовку и обучение военных специалистов. Эти задачи успешно решает ВА РХБ защиты. Обучение военнослужащих Казахстана здесь ведется с 1949 г., подготовлено более 1000 специалистов. В докладе сообщается, что выпускники академии зарекомендовали себя хорошо подготовленными офицерами, способными руководить воинскими подразделениями в мирных условиях и боевой обстановке. Многие из них участвовали в ликвидации аварии на ЧАЭС, другие «крещены огнем» в Афганистане. Сегодня они проходят службу на различных должностях – от командира взвода до начальника Департамента войск РХБ защиты и экологической безопасности ГШ ВС Республики Казахстан.

Завершающим работу пленарного заседания стал доклад «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты – «кузница» кадров для Вооруженных сил Монголии», представленный прапорщиком Баатархуу Хурэлсухом (ВС Монголии). В докладе сообщается, что ВС Монголии составляют более 10 тыс. человек. В ВАХЗ прошли обучение около 150 монгольских военнослужащих. Руководство страны высоко оценило вклад академии в подготовку военных специалистов и развитие службы РХБ защиты. В 1978 г. академия была награждена орденом «За боевые заслуги». И сегодня она продолжает сотрудничество с Монголией в сфере военного образования.

В рамках работы секции «Академия в предвоенный период и годы Великой Отечествен-

ной войны: 1932–1945 гг.», возглавляемой д.в.н., профессором А.А. Куриловым, были представлены и обсуждены доклады, отражающие историю создания и становления академии в предвоенный период, а также вклад академии, ее преподавателей и выпускников в Победу советского народа над фашистской Германией и ее сателлитами: «В начале большого пути: из истории создания ВХА РККА», «Военная и научно-педагогическая деятельность генерал-майора Ш. Джексенбаева», «Военная академия химической защиты в годы Великой Отечественной войны» и др.

В числе докладов, вызвавших наиболее активное обсуждение, следует назвать: «Роль Военной академии РХБ защиты в ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС», «Жизненный путь и научно-исследовательская деятельность академика А.В. Фокина», «Научная и организаторская деятельность генерал-майора К.М. Николаева на кафедре средств защиты от ОМП ВА РХБ защиты», «ВА РХБ защиты в переходный период реформирования от ВС СССР до ВС РФ» и др.

Участниками секции «Академия в составе Вооруженных Сил Российской Федерации: 1991–2022 гг.» (руководитель – к.в.н. В.В. Шулик) были заслушаны доклады, освещающие современную историю академии и ее подразделений: «Военная академия РХБ защиты в культурном пространстве Костромской области (2006–2022)», «Традиция продолжается: из истории подготовки военных специалистов вьетнамских вооруженных сил на базе Военной академии РХБ защиты», «Военные специалисты РХБ защиты ВС Республики Узбекистан – выпускники Военной академии РХБ защиты», «Военная наука для кадров и кадры для военной науки в страницах истории отдела (организации научной работы и подготовки научно-пе-

дагогических кадров) Военной академии РХБ защиты» и др.

Заседание секции «Военная академия РХБ защиты в системе научного и кадрового обеспечения развития Вооруженных Сил Российской Федерации», возглавляемой к.п.н. И.П. Полищуком, включило в себя доклады, посвященные вкладу академии и ее выпускников в развитие современных и перспективных военно-научных исследований, а также в подготовку соответствующих высококвалифицированных кадров. Среди них: «Ключевые аспекты становления военно-научного комплекса войск радиационной, химической и биологической защиты», «Ретроспективный анализ развития средств постановки аэрозольных завес», «История развития отравляющих веществ нервно-паралитического действия. Роль и место в современных военных и политических конфликтах», «Зарубежные исследования фосфорорганических отравляющих веществ. История и современные угрозы» и др.

Подводя итоги конференции, следует сказать, что ее участниками был поднят значительный пласт вопросов и проблем, касающихся различных аспектов 90-летнего исторического пути академии. Несомненно, одним из важных результатов состоявшихся обсуждений и высказанных оценок станут новые исследования, связанные с дальнейшим осмыслением ее истории. Материалы докладов найдут применение в учебном процессе ВА РХБ защиты и других военных вузов, в процессе повышения квалификации НПР, работе научных секций и факультативов, поисковых отрядов, в музейно-краеведческой работе и т. д., а также в выполнении соответствующих НИР, написании монографий, в осуществлении мероприятий военно-исторической работы, в воспитательной работе в ВС РФ и других стран.

Об авторах

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

Аккузин Константин Николаевич. Начальник отдела (организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров) ВА РХБЗ, канд. воен. наук.

Чугунов Евгений Анатольевич. Старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории (обоснования исходных данных для планирования развития системы ВиС ВА РХБ защиты) ВА РХБЗ, канд. истор. наук, доцент.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» министерства обороны Российской Федерации (27 НИЦ МО РФ), 105005, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19, стр. 20. Шило Наталья Игоревна. Научный сотрудник отдела.

Контактная информация для всех авторов: varhbz@mil.ru
Контактное лицо: Аккузин Константин Николаевич; varhbz@mil.ru

Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия – 30 лет со дня образования

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022
УДК 623.459.59
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-2-114-122>

В.П. Капашин, В.Г. Мандыч, С.И. Самарин, И.Н. Исаев, И.В. Коваленко, В.Л. Верига

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

Поступила 10.06.2022 г. Принята к публикации 27.06.2020 г.

Российская Федерация ратифицировала Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении и тем самым подтвердила взятые на себя международные обязательства в области химического разоружения. Для решения проблемы уничтожения химического оружия, учитывая ее сложность и многогранность, была разработана президентская Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». Настоящая статья посвящена истории образования уникальной структуры – Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия и становления коллектива его специалистов, непосредственно выполнявших сложную задачу по уничтожению химического оружия. 27 сентября 2017 г. на объекте по уничтожению химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской Республики в торжественной обстановке был уничтожен последний химический боеприпас. Организация по запрещению химического оружия зафиксировала факт полного уничтожения химического оружия в Российской Федерации соответствующими сертификатами. Программа уничтожения химического оружия была завершена на 3 года ранее установленного срока, при этом было сэкономлено 9,6 млрд рублей. Главными итогами завершения процесса уничтожения химического оружия является то, что не допущены потери ни одной человеческой жизни и не нанесен урон окружающей среде. В настоящее время Федеральное управление осуществляет выполнение мероприятий в рамках ведомственного проекта «Ликвидация последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия в Российской Федерации» государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности».

Ключевые слова: арсенал; Конвенция о запрещении химического оружия; КЗХО; международные обязательства; объект по уничтожению химического оружия; отравляющие вещества; Федеральное управление; федеральная целевая программа; химические боеприпасы; химическое оружие.

Библиографическое описание: Капашин В.П., Мандыч В.Г., Самарин С.И., Исаев И.Н., Коваленко И.В., Верига В.Л. Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия – 30 лет со дня образования // *Journal of NBC Protection Corps*. 2022. V. 6. № 2. P. 114–122. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-114-122>

22 августа 2022 г. исполняется 30 лет со дня образования Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия.

Международное сообщество прошло длительный и сложный путь по выработке концептуальных основ в области уничтожения целого класса оружия массового поражения – химического. Российская Федерация ратифицировала

Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении в 1997 г., а в 2017 г. успешно выполнила взятые на себя международные обязательства в области химического разоружения.

На этом пути встретилось немало проблемных вопросов, которые приходилось решать в непростых условиях.



**Федеральное управление
по безопасному хранению и уничтожению химического оружия (фотография управления)**

К концу 1980-х гг. в мире были накоплены огромные запасы химического оружия. Общие объявленные мировые запасы химического оружия, подлежащие уничтожению, составляли около 72 тыс. т по весу отравляющих веществ, при этом в СССР имелось около 40 тыс. т, в США – около 28 тыс. т.

В других государствах (Албания, Индия, Южная Корея, Ливия, Ирак), заявивших о наличии химического оружия, суммарно имелось около 4 тыс. т отравляющих веществ и их прекурсоров.

Объективно созрели условия для понимания того, что не только применение, но даже хранение химического оружия представляет собой серьезную опасность для всего человечества.

Данные обстоятельства, наряду с ослаблением военно-политического противостояния между США и СССР, позволили мировому сообществу к концу 1980-х гг. предварительно согласовать текст будущей Конвенции о запрещении химического оружия. Потребовалось еще немало времени, прежде чем текст будущей Конвенции о запрещении химического оружия был согласован, а сама Конвенция – открыта для подписания.

13 января 1993 г. Российская Федерация подписала Парижскую «Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении»^{1,2}.

Конвенция вступила в силу 29 апреля 1997 г. после сдачи на хранение 65 ратификационных грамот и явилась первым соглашением

в области химического разоружения, заключенным на многосторонней основе.

В ноябре 1997 г. Российская Федерация ратифицировала данную Конвенцию и тем самым подтвердила свою приверженность делу химического разоружения³.

К этому моменту МО РФ располагало программой уничтожения химического оружия, разработанной в 27 НЦ МО РФ под руководством генерал-майора И.Б. Евстафьева и предусматривающей уничтожение химического оружия в базах его хранения, а также опытом строительства объектов уничтожения на базе войск РХБЗ в Чапаевске.

В аппарате начальника войск РХБЗ были сформированы мощное инженерное строительное управление и управление ликвидации химического оружия. Саратовское училище войск РХБЗ было перенацелено на подготовку соответствующих кадров.

Все это позволило в будущем на этой базе создать Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия.

Понимая сложность и многогранность решения проблемы уничтожения химического оружия, в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации была переработана федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» (далее – Программа).

Данная Программа была утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 21 марта 1996 г. № 305, Указом Президента Российской Федерации от 13 апреля

¹ Постановление Верховного Совета Российской Федерации от 8 июля 1992 г. № 3244-1 «Об обеспечении выполнения международных обязательств Российской Федерации в области химического, бактериологического (биологического) и токсинного оружия» // Ведомости СНГ и ВС РФ. 1992. № 30. Ст. 1796.

² Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении. Международная конференция по подписанию Конвенции. GE.92-61926, Париж, 1993. 133 с.

³ Федеральный закон от 5 ноября 1997 г. № 138-ФЗ «О ратификации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 45. Ст. 5138.

1996 г. № 542 данной программе присвоен статус президентской^{4,5}.

В соответствии с положениями Программы, уничтожению подлежали все отравляющие вещества, которыми были снаряжены авиационные и артиллерийские химические боеприпасы различного типа и калибра, а также отравляющие вещества, хранившиеся в различных емкостях.

Уничтожение химического оружия предусматривалось на семи специально спроектированных и построенных для этих целей объектах, которые располагались в шести регионах страны. Ликвидации подлежала и производственная база химического оружия: из 24 бывших объектов по производству химического оружия 8 производств подлежали ликвидации, а 16 – конверсии.

Изначально государственным заказчиком работ, связанных с уничтожением химического оружия, являлось Министерство обороны Российской Федерации.

В дальнейшем федеральным органом исполнительной власти с самыми широкими полномочиями и государственным заказчиком работ по уничтожению химического оружия, наделенным функциями Национального органа России по выполнению Конвенции, являлось Российское агентство по боеприпасам, а в последующем – Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

Процессы подготовки Российской Федерации к уничтожению химического оружия носили крайне сложный характер, требовался целый ряд конкретных мероприятий, выполнение которых позволило бы ускорить подготовку страны к уничтожению химического оружия.

Для улучшения руководства процессом химического разоружения Указом Президента Российской Федерации от 19 февраля 1992 г. № 169 был создан Комитет по конвенциональным проблемам химического и биологического оружия при Президенте Российской Федерации. Председателем Комитета был назначен генерал-лейтенант А.Д. Кунцевич.

Создание новой структуры управления процессом химического разоружения не позволяло решать практические задачи в этой области, что ставило под сомнение реальное выполнение Россией взятых обязательств по уничтожению химического оружия. Главкомандующий Объединенными Вооруженными Силами СНГ

Маршал авиации Е.Ф. Шапошников 9 апреля 1992 г. доложил Президенту Российской Федерации о сложившейся ситуации.

В этой связи Президент Российской Федерации издал распоряжение от 12 июня 1992 г. № 304-рп «О первоочередных мерах по подготовке к выполнению международных обязательств России в области уничтожения запасов химического оружия», в котором Комитету по конвенциональным проблемам химического и биологического оружия при Президенте Российской Федерации было поручено, с участием заинтересованных министерств и ведомств, в 2-месячный срок разработать и после согласования с местными органами исполнительной власти представить в Правительство Российской Федерации предложения о поэтапном создании системы объектов по уничтожению запасов химического оружия.

Распоряжением от 29 июля 1992 г. № АШ-П10-27758 Правительство Российской Федерации поручило Комитету по конвенциональным проблемам химического и биологического оружия при Президенте Российской Федерации совместно с другими заинтересованными министерствами и ведомствами разработать и к 15 сентября 1992 г. представить в Верховный Совет РСФСР проект комплексной программы уничтожения химического оружия.

Совместным решением Комитетов и Комиссий Верховного Совета Российской Федерации от 30 октября 1992 г. № 70 проект первого этапа комплексной программы был в принципе одобрен.

В этом же году в аппарате начальника войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации началось формирование новых штатных структур, предназначенных для решения проблем химического разоружения. В штат управления была введена должность заместителя начальника войск по уничтожению химического оружия. На эту должность был назначен генерал-майор Ю.В. Тарасевич.

Директивой Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации от 22 августа 1992 г. № 314/1/865 в составе Управления начальника войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации было создано управление ликвидации химического оружия.

Распоряжением Совета Министров Правительства Российской Федерации от 12 фев-

⁴ Постановление Правительства Российской Федерации от 21 марта 1996 г. № 305 «Об утверждении федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации, 1996. № 14. Ст. 1448.

⁵ Указ Президента Российской Федерации от 13 апреля 1996 г. № 542 «О присвоении федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» статуса президентской программы» // Собрание законодательства Российской Федерации, 1996. № 16. Ст. 1841.

раля 1993 г. № 207-р «О проведении первоочередных работ по выполнению международных обязательств России в области химического разоружения» государственным заказчиком работ в этой области было назначено Министерство обороны Российской Федерации.

Приказом Министра обороны Российской Федерации от 27 апреля 1993 г. № 216 генеральным заказчиком для проведения первоочередных работ по выполнению международных обязательств в области химического разоружения был назначен начальник войск радиационной, химической и биологической защиты. Это решение потребовало от всего личного состава управления ликвидации химического оружия максимально активизировать свои усилия по выполнению поставленных задач.

Развертывая работы по выполнению функций генерального заказчика в области химического разоружения, начальник войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации генерал-полковник С.В. Петров вносит для рассмотрения Министром обороны Российской Федерации проект Указа Президента Российской Федерации о порядке привлечения Вооруженных Сил для выполнения задач химического разоружения.

Президентом Российской Федерации был подписан Указ от 17 февраля 1994 г. № 330 «О порядке привлечения воинских частей и учреждений Вооруженных Сил Российской Федерации для проведения мероприятий по реализации международных обязательств России в области химического разоружения».

Настоящим документом была определена численность военнослужащих и гражданского персонала, содержащихся вне норм численности Вооруженных Сил Российской Федерации. Начальник войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации получил в свое распоряжение важнейший ресурс – опытных в различных сферах деятельности специалистов для решения возложенных на него задач в области химического разоружения. Указанный документ сыграл значимую роль при создании и совершенствовании штатных структур для объектов по уничтожению химического оружия.

Правительством Российской Федерации также было принято постановление от 21 апреля 1995 г. № 397 «О порядке привлечения воинских частей и учреждений Вооруженных Сил Российской Федерации для проведения мероприятий по реализации международных обязательств Российской Федерации в области химического разоружения».

Для реализации данного постановления был издан приказ Министра обороны Россий-

ской Федерации от 11 июля 1995 г. № 232 «О порядке формирования и привлечения воинских частей и учреждений Вооруженных Сил Российской Федерации по реализации международных обязательств Российской Федерации в области химического разоружения».

Таким образом, были созданы основы правовой базы для привлечения исполнителей федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации».

Министром обороны Российской Федерации был издан приказ от 2 июля 1996 г. № 262 «Об организации работ по выполнению федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации».

Этим приказом на начальника войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации была возложена ответственность за организацию работ, и он был назначен генеральным заказчиком по выполнению президентской Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации», а также были поставлены задачи начальникам Главных и Централных управлений Минобороны России по их участию в данном процессе.

Начальнику войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации предписывалось в 3-месячный срок разработать положение о генеральном заказчике по реализации федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации», которое было утверждено Начальником Генерального Штаба Вооруженных Сил Российской Федерации 15 ноября 1996 г.

Этим положением определялось, что функции дирекции федеральной целевой программы по уничтожению химического оружия возлагаются на управление ликвидации химического оружия Управления начальника войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации. Возглавлять дирекцию поручалось заместителю генерального заказчика по ликвидации химического оружия.

В 1996 г. на должность заместителя начальника войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации был назначен генерал-майор В.П. Капашин, который возглавил дирекцию федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации».

Начальником управления ликвидации химического оружия был назначен генерал-майор В.А. Ульянов.

В 1997 г. произошло очень важное событие по созданию в Вооруженных Силах Российской Федерации единой системы руководства обеспечением безопасного хранения и уничтожения химического оружия. Директивой первого заместителя Министра обороны Российской Федерации от 3 декабря 1997 г. № 314/2/0787 арсеналы по хранению химических боеприпасов, подчиненные начальнику ГРАУ МО РФ и Главнокомандующему ВВС, были переданы в состав войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации.

Следует отметить, что очень сложный и важный вопрос создания единой системы руководства всеми арсеналами хранения запасов химического оружия был решен в короткий срок.

Управление ликвидации химического оружия приняло активное участие в подготовке постановлений Правительства Российской Федерации от 30 июня 1998 г. № 673 и от 14 ноября 1998 г. № 1342 «О внесении изменений в план основных мероприятий по реализации Федеральных законов «О ратификации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» и «Об уничтожении химического оружия».

Управление ликвидации химического оружия подготовило начальнику войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации ряд предложений, которые, после детальной проработки и согласования с заинтересованными министерствами и ведомствами, легли в основу Указа Президента Российской Федерации от 13 августа 1998 г. № 954 «О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 17 февраля 1994 г. № 330 «О порядке привлечения воинских частей и учреждений ВС РФ для проведения мероприятий по реализации международных обязательств России в области химического разоружения».

Данный Указ внес изменения в порядок привлечения воинских частей и учреждений для проведения мероприятий по реализации международных обязательств России в области химического разоружения.

Продолжалась работа по совершенствованию законодательной базы для реализации Программы.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 25 мая 1999 г. № 651 «О структуре федеральных органов исполнительной власти» постановлением Правительства Российской Федерации от 6 августа 1999 г. № 906 «Вопросы российского агентства по боеприпасам» было определено, что Российское агентство по боеприпасам является органом исполнительной власти, обеспечивающим ре-

лизацию государственной политики в области химического разоружения.

Наряду с положительными результатами, в реализации Программы существовал ряд нерешенных вопросов, существенным из которых являлось ее финансирование.

Это обстоятельство заставило государственного заказчика подготовить предложения для обращения в Комитет Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации по обороне о рассмотрении положения дел с реализацией Программы и выполнением конвенционных обязательств по уничтожению химического оружия.

Комитет Государственной Думы по обороне последовательно направил обращения к Председателю Правительства Российской Федерации Е.М. Примакову, С.В. Степашину, С.В. Кириенко о неудовлетворительном финансировании мероприятий по реализации Программы.

Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации было принято постановление от 11 июня 1999 г. № 4096-11ГД «О неудовлетворительном выполнении обязательств Российской Федерации по реализации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении».

В соответствии с указанным документом Программа была скорректирована с учетом имеющихся реальных финансовых возможностей и фактического ее выполнения.

Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации направил обращение от 11 ноября 1999 г. № 456-СФ к Президенту Российской Федерации в связи с неудовлетворительным выполнением Программы.

Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации настоятельно просил Президента Российской Федерации поручить Правительству Российской Федерации, в установленном порядке, предусмотреть отдельной строкой в федеральном бюджете на очередной финансовый год необходимый объем средств на химическое разоружение.

В результате инициатив, предпринятых Государственной Думой Федерального Собрания, был издан Указ Президента Российской Федерации от 6 октября 2000 г. № 1729с «О дополнительных мерах по обеспечению работ в области химического разоружения».

Этим Указом была образована новая структура, непосредственно выполняющая сложную задачу по уничтожению химического оружия – Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Российском агентстве по боеприпасам.

Федеральное управление содержалось сверх численности, установленной ВС РФ, и не

подлежало сокращению в ходе проведения организационно-штатных мероприятий.

Начальником Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Российском агентстве по боеприпасам был назначен генерал-лейтенант В.П. Капашин.

Директивой первого заместителя Министра обороны Российской Федерации от 31 декабря 2000 г. № 314/2/02 была утверждена штатная численность центрального аппарата Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Российском агентстве по боеприпасам.

По инициативе Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия был подготовлен приказ Министра обороны Российской Федерации от 22 октября 2000 г. № 605 «О мерах по выполнению Указа Президента Российской Федерации от 6 октября 2000 г. № 1729с» (далее – Приказ).

Приказом было определено начальнику войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны Российской Федерации, совместно с заинтересованными органами военного управления ВС РФ, передать в состав Российского агентства по боеприпасам для формирования Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия подчиненные органы военного управления, воинские части и организации, привлекаемые для выполнения работ в области химического разоружения.

Было издано распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2000 г. № 1627-р «О распределении обязанностей между федеральными органами исполнительной власти, участвующими в выполнении международных договоров в области химического разоружения».

Данным распоряжением было определено, что обеспечение реализации государственной политики в области химического разоружения возлагается на Российское агентство по боеприпасам (Росбоеприпасы).

Росбоеприпасам также было предписано осуществлять функции уполномоченного органа Российской Федерации по выполнению Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении, а также функции по взаимодействию с международной Организацией по запрещению химического оружия.

На Росбоеприпасы возлагался статус государственного заказчика по разработке и ре-



Генерал-полковник Капашин В.П.
Начальник Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации

ализации, с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, федеральной целевой программы уничтожения химического оружия, ликвидации или конверсии объектов по производству и разработке химического оружия.

Генеральным директором Российского агентства по боеприпасам являлся З.П. Пак, а с 2003 г. – В.И. Холстов.

В 2001 г. было принято постановление Правительства Российской Федерации от 5 февраля 2001 г. № 87 «О Федеральном управлении по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Российском агентстве по боеприпасам».

Данным документом было определено, что Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия является государственным учреждением, участвующим в обеспечении работ в области химического разоружения, а также было утверждено Положение о Федеральном управлении и основные задачи, которые на него возложены⁶:

организация выполнения работ по безопасному хранению, перевозке и уничтожению запасов химического оружия;

уничтожение аварийных химических боеприпасов в местах их хранения;

⁶ Постановление Правительства Российской Федерации от 5 февраля 2001 г. № 87 «О Федеральном управлении по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Федеральном агентстве по промышленности» // *Собрание законодательства Российской Федерации*. 2001. № 7. Ст. 665.

создание объектов по уничтожению химического оружия;

сотрудничество с зарубежными организациями по вопросам, входящим в компетенцию Федерального управления;

подготовка объектов по хранению и уничтожению химического оружия к международным инспекциям и участие в обеспечении проведения инспекций;

осуществление мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при хранении, перевозке и уничтожении химического оружия, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в случае их возникновения и проведение спасательных работ.

Для научного сопровождения проблем уничтожения химического оружия директивой Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации от 20 апреля 2001 г. № 314/2/1161 на базе Саратовского военного института радиационной, химической и биологической защиты был создан научно-технический центр с дислокацией в г. Москве.

В состав Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия входили:

Саратовский военный институт биологической и химической защиты (до 2006 г. – Саратовский военный институт радиационной, химической и биологической защиты);

Научно-исследовательский центр Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия (до 2009 г. – Научно-технический центр);

1202 объект по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области (до 1999 г. – 114 государственный специальный химический арсенал);

1203 объект по уничтожению химического оружия в г. Камбарка Удмуртской Республики (до 1992 г. – 136 центральный склад химического имущества);

1204 объект по хранению и уничтожению химического оружия в г. Почеп Брянской области (до 2005 г. – 19 арсенал ВВС);

1205 объект по хранению и уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области (до 2000 г. – 38 арсенал ВВС);

1206 объект по хранению и уничтожению химического оружия в пос. Леонидовка Пензенской области (до 2000 г. – 50 арсенал хранения химического оружия 1 разряда);

1207 объект по хранению и уничтожению химического оружия в г. Щучье Курганской области (до 2005 г. – 88 арсенал ГРАУ МО РФ);

1208 объект по хранению и уничтожению химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской Республики (до 2006 г. – 96 арсенал ГРАУ МО РФ);

22, 24, 27, 28 и 29 полки ликвидации последствий аварий и охраны и 33 отдельный батальон ликвидации последствий аварий и охраны.

В связи с формированием новых структур, участвующих в процессе химического разоружения, Указом Президента Российской Федерации от 26 апреля 2001 г. № 487 «О Государственной комиссии по химическому разоружению» была создана Государственная комиссия по химическому разоружению во главе с полномочным представителем Президента Российской Федерации в Приволжском федеральном округе С.В. Кириенко, а в последующем А.В. Коноваловым, Г.А. Рапотовой и М.В. Бабичем.

Таким образом, созданная для решения проблемы уничтожения химического оружия структура позволила успешно выполнить программные мероприятия Программы, включающие в себя:

мероприятия по уничтожению запасов химического оружия в Российской Федерации путем строительства для этого 7 объектов, расположенных в пос. Горный, г. Камбарка, пос. Мирный, пос. Леонидовка, г. Почеп, г. Щучье и пос. Кизнер;

мероприятия по выполнению положений Конвенции;

научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, научно-техническое сопровождение процесса конверсии или уничтожения объектов по его производству и разработке, эксплуатации промышленных предприятий, производящих химикаты, подконтрольные Конвенции;

мероприятия по обеспечению безопасности хранения и уничтожения химического оружия, а также безопасности при проведении работ по конверсии или уничтожению объектов по его производству и разработке;

мероприятия по созданию государственной системы мер по охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности при проведении работ по хранению и уничтожению химического оружия на объектах по хранению химического оружия и объектах по уничтожению химического оружия, конверсии или уничтожению объектов по его производству и разработке, а также при проведении работ по ликвидации последствий деятельности указанных объектов;

мероприятия по охране здоровья персонала объектов по хранению химического оружия, объектов по уничтожению химического оружия, объектов по его производству и разработке, а также граждан, проживающих и работающих в зонах защитных мероприятий, и членов международных инспекционных групп Организации по запрещению химического оружия;

мероприятия по развитию социальной инфраструктуры в районах проведения работ по уничтожению химического оружия;

мероприятия по подготовке кадров для осуществления работ по уничтожению химического оружия;

мероприятия по информационному обеспечению деятельности по реализации Конвенции;

мероприятия по вопросам международного сотрудничества в целях выполнения Программы;

27 сентября 2017 г. на объекте по уничтожению химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской Республики в торжественной обстановке был уничтожен последний химический боеприпас.

Организация по запрещению химического оружия зафиксировала факт полного уничтожения химического оружия в Российской Федерации соответствующими сертификатами.

Программа уничтожения химического оружия была завершена на 3 года ранее уста-

новленного срока, при этом было сэкономлено 9,6 млрд рублей.

Главными итогами завершено процесса уничтожения химического оружия является то, что не допущены потери ни одной человеческой жизни и не нанесен урон окружающей среде.

В настоящее время Федеральное управление осуществляет выполнение мероприятий в рамках ведомственного проекта «Ликвидация последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия в Российской Федерации» (далее – ведомственный проект) государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности».

Основная цель ведомственного проекта – создание безопасных условий для развития традиционных и новых отраслей промышленности на базе имущественных комплексов объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия, повышения их инвестиционной привлекательности.

Вклад авторов

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. Федеральное бюджетное учреждение «Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации».

Об авторах

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

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

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

Самарин Сергей Иванович. Заместитель начальника Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия (ФУБХУХО) (первый заместитель начальника Федерального управления), канд. техн. наук.

Исаев Илья Николаевич. Заместитель начальника управления, канд. хим. наук, доцент.

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

Верига Валерий Львович. Главный инженер отдела.

Контактная информация для всех авторов: fubhuho@mil.ru
Контактное лицо: Капашин Валерий Петрович; fubhuho@mil.ru

Federal Directorate for Safe Storage and Destruction of Chemical Weapons – 30th Anniversary

V.P. Kapashin, V.G. Mandych, S.I. Samarin, I.N. Isaev, I.V. Kovalenko, V.L. Veriga

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

Received June 10, 2022. Accepted June 27, 2022

The Russian Federation has ratified the Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on Their Destruction, and thereby reaffirmed its international obligations assumed in the field of chemical disarmament. To solve the problem of the destruction of chemical weapons, given its complexity and versatility, the Presidential Federal Target Program «Destruction of stockpiles of chemical weapons in the Russian Federation» was developed. This article is dedicated to the history of the formation of a unique structure – the Federal Office for the Safe Storage and Destruction of Chemical Weapons and the formation of a team of its specialists who directly performed the difficult task of destroying chemical weapons. September 27, 2017 at the facility for the destruction of chemical weapons in the village Kizner of the Udmurt Republic, in a special ceremony, the last chemical munition was destroyed. The Organization for the Prohibition of Chemical Weapons has recorded the fact of the complete destruction of chemical weapons in the Russian Federation with the relevant certificates. The program for the destruction of chemical weapons was completed 3 years ahead of schedule, with savings of 9.6 billion rubles. The main results of the completed process of destruction of chemical weapons are that no human life has been lost and no damage has been done to the environment. Currently, the Federal Directorate is implementing measures within the framework of the departmental project «Liquidation of the consequences of the activities of storage facilities and facilities for the destruction of chemical weapons in the Russian Federation» of the state program of the Russian Federation «Development of industry and increasing its competitiveness».

Keywords: *chemical weapons; Chemical Weapons Convention; CWC; destruction of chemical weapons; Federal Directorate; federal targeted program; international obligations; poisonous substances.*

For citation: *Kapashin V P., Mandych V.G., Samarin S.I., Isaev I.N., Kovalenko I.V., Veriga V.L. Federal Directorate for Safe Storage and Destruction of Chemical Weapons – 30th Anniversary // Journal of NBC Protection Corps. 2022. V. 6. № 2. P. 114–122. [s://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-114-122](https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-114-122)*

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

Authors

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

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

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

Sergej Ivanovich Samarin. Deputy Chief Federal Directorate for Safe Storage and Destruction of Chemical Weapons. Candidate of Technical Sciences.

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

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

Valerij Lvovich Veriga. Chief Engineer of the Department.

Contact information for all authors: fubhuho@mil.ru

Contact person: Valery Petrovich Kapashin; fubhuho@mil.ru

Бактерицидные свойства модульных защитных материалов

В.В. Завьялов¹, Н.В. Завьялова¹, В.И. Холстов¹, В.А. Ковтун¹, В.К. Гореленков²,
Г.А. Фролов³, И.В. Лягин⁴, Н.А. Степанов⁴, Е.Н. Ефременко⁴, А.Г. Фролов⁵

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 111004, Российская Федерация, г. Москва, Проезд Энтузиастов, д. 19

² ООО «Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий», Российская Федерация, 111024, г. Москва, Перовский проезд, д. 2, стр. 1

³ НИПУ стали и сплавов, Российская Федерация, 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, 119234, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3

⁵ Академия Федеральной Службы Охраны Российской Федерации, 302015, г. Орел, Приборостроительная улица, д. 35

Поступила 10.05.2022 г. Принята к публикации 27.06.2022 г.

Ранее нами был разработан принцип построения модульных материалов с заданными свойствами, согласно которому металлоорганические композиты с введенными в них наноразмерными металлическими комплексами наносят на тканевую унифицированную платформу. Цель работы – изучение свойств тканевой унифицированной платформы и установление возможности придания волокнистым материалам (тканям) защитных бактерицидных свойств. Такая платформа имеет высокую стабильность и хорошую бактерицидность. В настоящей работе показано, что наиболее значимыми для биоцидности ткани были показатели, отражающие размер частиц дисперсной фазы, распределение частиц по размерам, химический состав дисперсионной фазы, качественное и количественное соотношение примесей в дисперсионной среде, концентрация частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде, ζ-потенциал частиц дисперсной фазы; смачиваемость волокон материала основным компонентом дисперсионной среды (растворителем), испаряемость основного компонента дисперсионной среды (растворителя). Бактерицидные свойства зависели от выбранного способа функционализации волокнистого материала. Благодаря принципу модульного построения материалов с заданными свойствами оказалось возможным использовать металлоорганические композиты с введенными в них комплексами из наночастиц металлов. Исследования биоцидной активности волокнистых материалов, функционализированных металлическими наночастицами, по отношению к разным видам бактерий показало, что возможно достижение характеристик, сопоставимых или даже превышающих известные характеристики антимикробных препаратов (хлоридов бензетония и бензалкония), применяющихся в настоящее время в медицинской практике. В качестве тканевой унифицированной платформы, на которую наносят специальные модули, предложено использовать параарамидную защитную ткань (волокно «Русар»), а также другие виды тканей – смесовые арамидновискозные, арамидно-хлопчатобумажные, арамиднополиакрилатные, метаарамид (волокно «Номекс»). Определены подходы к приданию материалам (тканям) бактерицидных защитных свойств.

Ключевые слова: бактерицидные свойства материалов; волокнистые материалы; защитные композиционные материалы и ткани; наноразмерные металлические частицы; специфические свойства модульных материалов.

Библиографическое описание: Завьялов В.В., Завьялова Н.В., Холстов В.И., Ковтун В.А., Гореленков В.К., Фролов Г.А., Лягин И.В., Степанов Н.А., Ефременко Е.Н., Фролов А.Г. Бактерицидные свойства модульных защитных материалов // Вестник РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 2. С. 123–136. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-123-136>

Модульные материалы с заданными свойствами могут быть получены путем нанесения наноразмерных металлических комплексов непосредственно на тканевую унифицированную платформу. Полученные при этом композиты становятся новой платформой, которая имеет высокую стабильность и эффективную бактерицидность [1].

Для получения модульных материалов с бактерицидными свойствами сегодня разрабатываются нанодисперсные системы на основе различных металлов, которые используются для функционализации волокнистых материалов, приобретающих биоцидную активность и способность максимально ее сохранять.

Наиболее значимыми для придания биоцидности материалам являются следующие характеристики (показатели): размер частиц дисперсной фазы; распределение частиц по размерам; химический состав дисперсионной фазы; качественное и количественное соотношение примесей в дисперсионной среде; концентрация частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде; ζ потенциал частиц дисперсионной фазы; смачиваемость волокон материала основным компонентом дисперсионной среды (растворителем); испаряемость основного компонента дисперсионной среды (растворителя). Бактерицидные свойства также зависят и от выбранного способа функционализации волокнистого материала [2].

С учетом этих факторов из многочисленных способов получения нанодисперсных систем для функционализации волокнистых материалов в наибольшей степени привлекательным для использования представляется электрохимический метод при дуговом разряде в жидкой среде (воде или органическом растворителе), сопровождающийся коррозией металлического электрода и образованием наночастиц. Данный способ позволяет гибко регулировать качественные и количественные параметры получаемых нанодисперсных систем [3, 4].

Цель работы – изучение свойств тканевой унифицированной платформы и установление возможности придания волокнистым материалам (тканям) защитных бактерицидных свойств.

Для получения органонолей и гидронолей металлов, карбидов и оксидов металлов в виде нанодисперсных систем использовался плазменный дуговой разряд, который приводил к

эмиссии ионизированных атомов металла с поверхности электродов и вызывал частичную ионизацию самого растворителя. Ионы металлов, в свою очередь, химически взаимодействовали с молекулами растворителя, в том числе с кислородом и углеродом, в случае использования воды или органического растворителя. Таким образом, образовавшиеся наночастицы состояли из исходного металла, его оксида и карбида.

Важным условием устойчивости полученных органонолей и гидронолей было предотвращение агрегации и флокуляции образовавшихся металлических наночастиц, так как это могло приводить к уменьшению их бактерицидных свойств.

Органоноли и гидроноли были получены на уникальной лабораторной установке, ранее специально созданной для получения нанодисперсных систем [2]. Установка предусматривает интенсивное обновление дисперсионной среды в зоне образования частиц дисперсионной фазы путем непрерывной подачи растворителя через межэлектродное пространство (рисунок 1).

Составы нанодисперсных систем (металл электрода, растворитель, дополнительно вводимые вещества) и условия получения их гидро- и спиртонолей были проварьированы с целью изучения их антибактериальных свойств. На установке были получены нанодисперсные системы (в концентрации до 72 мг/л), состоящие из Ag, Al, Co, Cu, Fe, Fe₃O₄, Ni, Sn, Ta, Ta₂O₅, Ti, TiO₂, TiC, V, Zn, ZnO в различных растворителях (вода, этанол, изопропанол).

Важной характеристикой исследованных нанодисперсных систем считался размер компонентов получаемой дисперсионной фазы, ко-



Рисунок 1 – Вид лабораторной установки, на которой получали нанодисперсные системы (фотография авторов)

Таблица 1 – Количественная и качественные характеристики металлических нанодисперсных систем, полученных в этиловом спирте (данные авторов)

№ п/п	Состав дисперсной системы	Размер частиц по ТЕМ*, нм	Размеры агрегатов и положение максимума, нм	ζ потенциал, мВ	Концентрация наночастиц, мг/л
1	Ag	2-5	200-500; max – 350	-1,3	3,1
2	Al и 1,8 мг/л ЦПХ**	2-4	1000-2000; max – 1500	-0,27	2,4
3	Co и 2 мг/л ЦПХ	2-4	420-1800; max – 1000	-2,3	6,1
4	Cu и 2 мг/л ЦПХ	2-3	50-130; max – 90 150-800; max – 500	-3,6	5,4
5	Fe	2-3	1000-4000; max – 2000	-1,4	7,8
6	Fe и 2 мг/л ЦПХ	2-3	1000-5000; max – 1000	-0,17	4,0
7	Ni и 2 мг/л ЦПХ	1-3	500-1500; max – 1000	-0,93	2,0
8	Sn	3-5	400-1250; max – 800	1,3	34,0
9	Sn и 2 мг/л ЦПХ	3-5	600-2000; max – 900	0,43	34,0
10	Ta	1-3	100-200; max – 150	-2,7	1,9
11	Ta	1-3	825-2670; max – 1500	2,7	18,3
12	Ta***	1-3	150-1300; Max – 400	0,05	15,1
13	Ta и 2 мг/л БАХ	1-3	100-190; max – 140 400-3000; Max – 620	19,7	3,9
14	Ta и 2 мг/л ЦПХ	1-3	700-2000; max – 1200	-0,12	4,1
15	Ti	1-3	35-80; max – 50 120-500; max – 350	-2,3	2,8
16	Ti	1-3	35-110; max – 60 200-800; max – 500	-0,80	5,7
17	Ti и 2 мг/л БАХ	1-3	30-900; max – 500	-0,36	2,8
18	Ti и 2 мг/л БАХ	1-3	600-1300; Max – 800	0,79	5,7
19	Ti и 2 мг/л ЦПХ	1-3	20-70; max – 40 70-500; max – 200	-5,8	2,8
20	Ti и 2 мг/л ЦПХ	1-3	180-420; Max – 300	-1,4	5,7
21	Ti и 2 мг/л ЭДТА	1-3	180-500; max – 350	-1,4	5,7
22	V и 2 мг/л БАХ	3-5	150-800; max – 450	1,2	6,8
23	V и 2 мг/л ЦПХ	3-5	900-2000; max – 1400	0,05	7,7

№ п/п	Состав дисперсной системы	Размер частиц по ТЕМ*, нм	Размеры агрегатов и положение максимума, нм	ζ потенциал, мВ	Концентрация наночастиц, мг/л
24	Zn	4-10	250-6000; max - 3000	2,3	10,3
25	Zn	2-5	106-1105; max - 170	6,2	71,7
26	Zn***	4-10	1000-4000; max - 1800	1,3	53,1
27	Zn и 2 мг/л ЦПХ	2-6	400-4000; max - 1000	0,68	6,3
28	Cu, Zn и 2 мг/л ЦПХ	1,5-3	400-1500; max - 800	1,7	8,4
29	Ti, Ta и 2 мг/л ЦПХ	1-2	600-3000; max - 1200	8,4	4,4
30	Ti, Al и 2 мг/л ЦПХ	1-3	450-1600; max - 1000	0,08	3,3

*ТЕМ – просвечивающая электронная микроскопия (Transmission Electron Microscopy).

**БАХ – бензалкония хлорид, ЦПХ – цетилпиридиния хлорид, ЭДТА – этилендиаминтетрауксусная кислота.

***Использован для получения дисперсной системы изопропиловый спирт

Таблица 2 – Количественная и качественные характеристика металлических нанодисперсных систем, полученных в водной среде (данные авторов)

№ п/п	Состав дисперсной системы	Размер частиц по ТЕМ*, нм	Размеры агрегатов и положение максимума, нм	ζ потенциал, мВ	Концентрация наночастиц, мг/л
24	Ag	1-3	2-15; max - 3 и 7	0,17	2,2
25	Fe ₃ O ₄	2-3	40-120; max - 70	-7,1	2,5
26	Ta ₂ O ₅	2-3	150-500; Max - 250	68,7	5,1
27	TiO ₂	1-2	1-2; max - 1,5 120-250; max - 100 150-420; max - 200	-0,02	3,3
28	ZnO	3-5	700-1000; max - 800 1800-4500; max - 2800	8,1	7,2

* ТЕМ – просвечивающая электронная микроскопия (Transmission Electron Microscopy)

торый контролировали с применением метода просвечивающей электронной микроскопии, а также определяли распределение частиц по размеру и их ζ-потенциалу с использованием метода динамического светорассеяния. Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Анализ полученных результатов свидетельствовал о том, что:

- основная часть структуры наночастиц металлов находится в аморфном состоянии и имеет гало на всех получаемых электрограммах;

- фракция мельчайших наночастиц достигает 1-3 нм;

- во всех проанализированных образцах наблюдается значительная агрегация наночастиц металлов;

- численность наночастиц металлов, размером 2-3 нм, в агрегате может составить сотни и тысячи единиц;

- ζ-потенциал на границе агрегатов меняется в широком диапазоне (от -7,1 до 68,7 мВ), кроме того, крайние значения характерны именно для гидрозолей;

- чем больше размер агрегатов металлических наночастиц, тем более положительным становится ζ-потенциал;

- бензалконий хлорид (БАХ) увеличивает величину ζ-потенциала, ацетилпиридиний

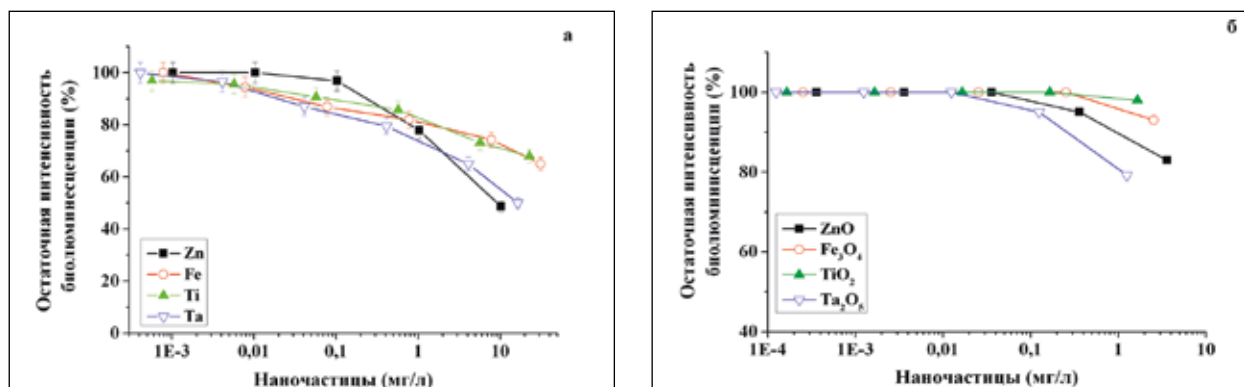


Рисунок 2 – Остаточная интенсивность биолюминесценции иммобилизованных клеток бактерий *P. phosphoreum* в присутствии спиртозоль (а) и гидрозоль (б) нанодисперсных систем различных металлов и их оксидов соответственно (данные авторов)

хлорид (ЦПХ) и этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) уменьшают ζ -потенциал;

- изопропанол аналогично этанолу снижает ζ -потенциал;

- ζ -потенциал положительно коррелирует со склонностью наночастиц к агрегации.

Влияние химического состава дисперсной фазы, дисперсной среды и специальных добавок в нанодисперсных системах металлов и оксидов металлов на биоцидные свойства

Токсичность наночастиц металлов в данной работе оценивали с использованием иммобилизованных клеток светящихся бактерий *Photobacterium phosphoreum* В-1717, обладающих биолюминесценцией, чувстви-

тельной к присутствию токсичных веществ [5]. Спиртозоли и гидрозоли, содержащие разные концентрации наночастиц металлов или их оксидов, оказывали различный токсичный эффект на иммобилизованные клетки *P. phosphoreum* (рисунок 2). Максимальным ингибирующим эффектом на иммобилизованные клетки обладали наночастицы Та и Zn, причем как в составе спиртозоль, так и в составе гидрозоль. Эти наночастицы в концентрации 10,3 мг/л (Zn) и 16,4 мг/л (Та) подавляли интенсивность свечения иммобилизованных клеток *P. phosphoreum* на 50 %, что интерпретировалось как наличие существенного подавляющего воздействия на бактерии.

Таблица 3 – Минимальные ингибирующие концентрации (МИК) наночастиц оксидов металлов в отношении разных бактериальных клеток, известные из литературы

№ п/п	Микроорганизм	Наночастицы	МИК, мкг/мл	Источник
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	ZnO	32,5	[6]
	<i>Serratia marcescens</i>		113,9	
	<i>Proteus mirabilis</i>		81,4	
	<i>Citrobacter freundii</i>		146,5	
2	<i>Salmonella enterica</i> serovar Enteritidis	ZnO	270,0	[7]
3	<i>Escherichia coli</i>	ZnO	18,0*	[8]
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		14,0*	
	<i>Bacillus subtilis</i>		12,0*	
	<i>S. aureus</i>		16,0*	
4	<i>E. coli</i>	Fe ₂ O ₃	65,0	[8]
	<i>P. aeruginosa</i>		120,0	
	<i>B. subtilis</i>		78,0	
	<i>S. aureus</i>		80,0	
5	<i>E. coli</i>	TiO	40,0	[9]
	<i>S. aureus</i>		30,0	
6	<i>B. subtilis</i>	Ti ₂ O ₅	200,0	[10]
7	<i>B. subtilis</i>	Ta(5%)-ZnO	160,0	[10]
	<i>E. coli</i>		180,0	
8	<i>Klebsiella pneumonia</i>	Fe ₃ O ₄	5,0	[11]
9	<i>Salmonella typhimurium</i>	ZnO	86,5	[11]
	<i>S. aureus</i>		97,4*	

*Приведена минимальная бактерицидная концентрация

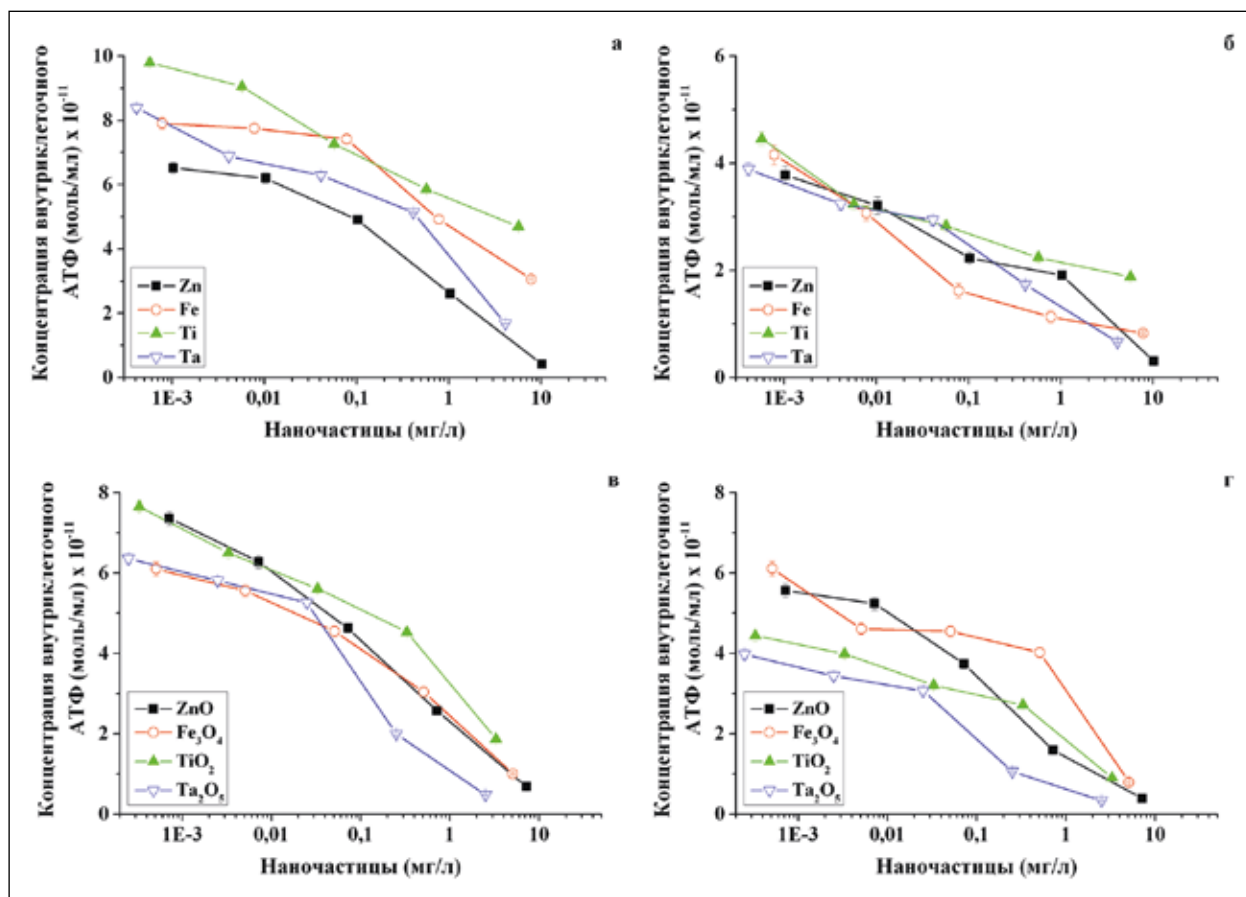


Рисунок 3 – Изменение концентрации внутриклеточного АТФ в клетках *E. coli* DH5α (а, в) и *B. subtilis* B-255 (б, г) при их экспонировании в водной среде, содержащей наночастицы разных металлов или их оксидов (данные авторов)

Гидрозоли TiO_2 не оказывали токсического воздействия на иммобилизованные клетки светящихся бактерий, а негативное влияние этанольного спиртозоля Ti было самым минимальным из числа исследованных металлических наночастиц. Эти результаты подтверждали факт того, что аналогичные наночастицы, исследованные в других работах, не оказывали токсического воздействия на суспензионные клетки бактерий *P. phosphoreum* [5].

В нашей работе было установлено слабое тушение биолюминесценции иммобилизованных клеток *P. phosphoreum* в присутствии спиртозоля наночастиц Fe . Так, при максимальной из исследованных концентраций наночастиц Fe_3O_4 (5,1 мг/л) интенсивность биолюминесценции снижалась всего на 5 % ввиду большей чувствительности самих клеток к присутствию растворителя, а не к самим наночастицам железа.

Бактерицидные свойства наночастиц оксидов различных металлов в отношении различных видов бактерий, известные из данных литературы, приведены в таблице 3. Как правило, в качестве главной характеристики при определении и сравнении антибактериальных

свойств металлических наночастиц используется их минимальная ингибирующая концентрация (МИК) в среде с клетками.

В работе S.A. Mahdy с соавт. [9] было показано, что наночастицы TiO_2 проявляют большую антибактериальную активность по отношению к клеткам *S. aureus*, чем по отношению к клеткам *E. coli*. Наночастицы ZnO , дополнительно легированные Ta (5%), проявляли большую бактерицидную активность против клеток *B. subtilis* в сравнении с наночастицами Ta_2O_5 [10]. МИК наночастиц Fe_3O_4 для клеток *K. pneumoniae* и *B. cereus* была одинаковой и составляла 5 мкг/мл [11].

Ранее было установлено, что токсичность наночастиц в отношении бактериальных клеток зависит от их размера [12]. Так, было показано влияние размера наночастиц золота на антибактериальную эффективность их действия против *B. subtilis*, при этом наночастицы Au размером 2 нм оказались более токсичными, чем частицы с размером 6 нм.

Как следует из данных таблицы 3, наночастицы ZnO проявляют более широкий спектр антибактериальной активности в отношении

Таблица 4 – Минимальные ингибирующие концентрации (МИК) наночастиц металлов и их оксидов, содержащихся, соответственно, в этанольных спиртозолях и гидрозолях, в отношении клеток разных бактерий (данные авторов)

№ п/п	Наночастицы	МИК, мкг/мл	
		<i>E. coli</i>	<i>B. subtilis</i>
1	Zn	52,2±3,2	54,4±4,9
2	Fe	141,2±10,2	64,2±5,3
3	Ti	282,4±15,1	94,3±6,2
4	Ta	42,8±4,3	30,7±2,0
5	ZnO	46,7±4,5	49,1±4,9
6	Fe ₃ O ₄	41,2±4,1	57,3±4,7
7	TiO ₂	42,4±3,9	39,3 ±2,7
8	Ta ₂ O ₅	14,0±1,8	15,6±0,7

как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий. Было показано [13], что взаимодействие ZnO с бактериальной клеткой приводит к индуцированному образованию активных форм кислорода, таких как H₂O₂ и O₂²⁻ (пероксид) и высвобождению ионов цинка Zn²⁺, что, в свою очередь, ведет к повреждению клеточной стенки и проникновению в клетку токсичных растворенных ионов цинка.

В настоящее время информация о бактерицидных свойствах наночастиц цинка используется при изготовлении зубных паст для борьбы с зубным налетом и для производства упаковочных материалов [14]. Согласно опубликованным данным [15], наночастицы ZnO проявляют минимальную токсичность в отношении клеток эпителия бронхов человека, однако степень токсичности этих наночастиц для других клеток человека еще до конца не установлена. Поэтому изучение биоцидных свойств этих и других наночастиц является актуальным и продолжается.

Анализ биоцидных свойств полученных в данной работе гидрозолей и спиртозолей разных наночастиц металлов и их оксидов в отношении грамположительных (*B. subtilis*) и грамотрицательных (*E. coli*) бактерий приведен на рисунке 3. Рассчитанные минимальные ингибирующие концентрации наночастиц металлов и их оксидов, содержащихся в этанольных спиртозолях и гидрозолях, в отношении клеток разных бактерий представлены в таблице 4.

Как видно из представленных данных, максимальными биоцидными свойствами в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий обладали наночастицы тантала. При использовании спиртозолей клетки грамположительных бактерий *B. subtilis* оказались более чувствительными к присутствию наночастиц Ta, чем клетки *E. coli*.

В случае использования гидрозолей МИК наночастиц Ta₂O₅ для обеих бактери-

альных культур была практически одинаковой (~15 мкг/мл), что на порядок лучше величин, известных из литературы (160–200 мкг/мл).

Анализ полученных данных в целом показал, что биоцидные свойства спиртозолей наночастиц металлов по отношению к обоим видам бактерий снижались от Zn > Fe > Ti. При этом грамотрицательные клетки были более устойчивыми к действию наночастиц, чем грамположительные клетки.

В случае использования гидрозолей биоцидные свойства наночастиц металлов изменялись следующим образом: Fe > Ti > Zn для клеток *E. coli* (при этом величины МИК оставались практически одинаковыми в пределах 41–47 мкг/мл) и Ti > Zn > Fe для клеток *B. subtilis* (МИК определялись в диапазоне 40–60 мкг/мл).

Проведенный анализ данных литературы (таблица 3) выявил, что величина МИК наночастиц различных металлов для разных клеток бактерий лежит в пределах 5–300 мкг/мл. Наименьшим значением МИК в отношении клеток *K. pneumonia* и *B. cereus* (5 мкг/мл) характеризуются наночастицы Fe₃O₄, и частицы ZnO, которые проявляют максимальную эффективность в отношении клеток *E. coli* и *B. subtilis* (18 и 12 мкг/мл соответственно). При этом клетки грамотрицательных бактерий были менее чувствительными к присутствию наночастиц в сравнении с грамположительными клетками бактерий.

В данной работе нами использовались наночастицы Fe₃O₄, для которых расчетная величина МИК по отношению к клеткам *B. subtilis* и *E. coli* составляла от 40 до 140 мкг/мл, что сопоставимо с данными литературы (65–120 мкг/мл). При использовании наночастиц TiO₂ величина МИК клеток *E. coli* в гидрозолях (42 мкг/мл) положительно коррелировала с данными литературы (40 мкг/мл).

Электронное микроскопирование клеток *E. coli* С600 и *B. cereus* 8035 до и после

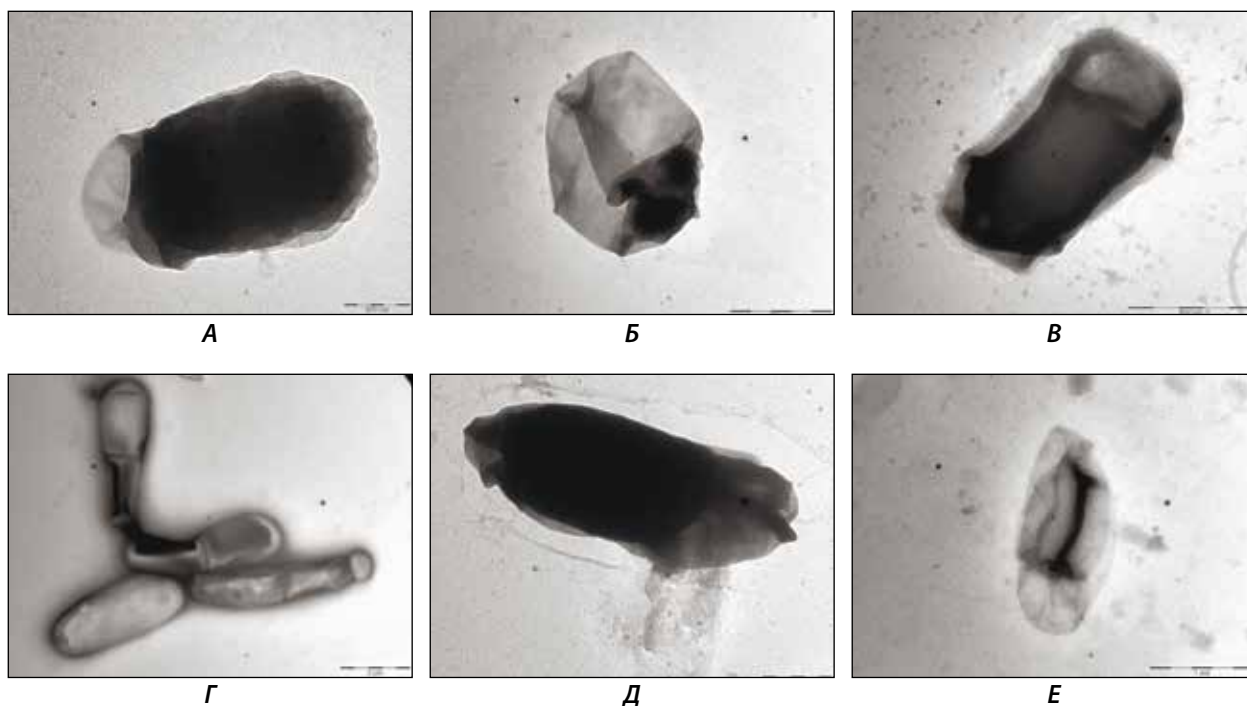


Рисунок 4 – Электронное микроскопирование клеток бактерий *E. coli* C600 (А,Б,В) и *B. cereus* штамм 8035 (Г,Д,Е) и после их обработки этанольным спиртозолом Та (Б,Д) и Zn (В,Е) (данные авторов)

их обработки этанольным спиртозолом Та и Zn (рисунок 4) выявило, что воздействие наночастиц разных металлов на клетки бактерий имеет общие и отличительные черты. Вне зависимости от того, какие клетки бактерий (грамположительные – *B. cereus* или грамотрицательные – *E. coli*) контактировали со спиртозолом Та, это приводило к гибели клеток за счет разрыва клеточной стенки бактерий и выхода содержимого клетки в окружающую среду, что особенно хорошо видно на рисунке 4Д.

Было установлено, что в спиртозолях Zn происходит отделение внутреннего содержимого клеток от клеточной стенки по направлению к центру клетки. «Сжатие» содержимого клеток внешне похоже на аналогичные осмотические реакции многих клеток (в том числе животных и растений), помещаемых в среду с повышенной концентрацией соли. Однако при таком внутреннем изменении клетки могут сохранять свою жизнеспособность. По своему механизму воздействия на клетки (разрыв клетки, ведущий к ее гибели) более эффективными по биоцидному воздействию, с точки зрения потенциального применения на практике, оказались наночастицы Та [16].

Метод нанесения нанодисперсных металлосодержащих систем на волокнистые материалы. Биоцидные характеристики волокон и волокнистых материалов по отношению к разным клеткам микроорганизмов

Нанесение спиртозолей и гидрозолей металлов и их оксидов на волокнистые материалы может осуществляться различными методами. Для впитывающих волокнистых материалов используются:

- распыление жидкости путем ее инъекции из капилляра воздухом, создание факела распыла аэрозоля и обработка поверхности материала с установленной нормой расходов (распылительный способ или создание тонкой пленки),

- нанесение жидкости тонкой струйкой или капельным способом до состояния полного впитывания жидкости (способ полного впитывания).

Для невпитывающих волокнистых материалов используется распылительный способ создания тонкой пленки.

Таким образом, распылительный способ является более универсальным, так как аэрозольное нанесение позволяет нанести жидкость на смачиваемый материал равномерным поверхностным слоем. Однако для него требуется специальное техническое устройство для распыления жидкости и при этом возможен повышенный расход раствора из-за не полного попадания факела распыла на поверхность материалов. Этот метод применялся в данной работе.

Использованные в работе волокнистые материалы имели различную структуру, которая представлена на рисунке 5А–5Д.

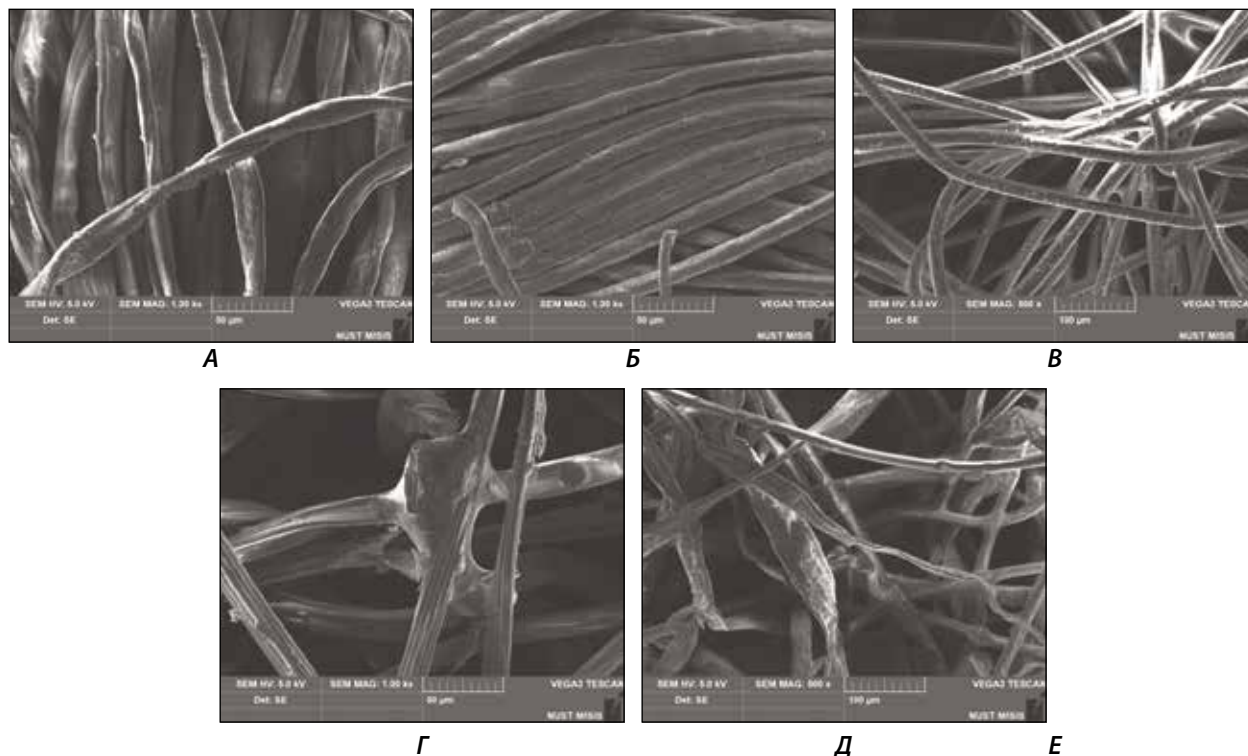


Рисунок 5 – Структура образцов волокнистых материалов под шифром № 1.1 (А), 1.5 (Б), 2.5 (Г) и 5.7(Д), функционализированных спиртозолом Sn (А, В), Та (Б) или Тi (Г, Д) (данные авторов)

Проведенные исследования показали, что при полном впитывании в волокнистые материалы происходит равномерное распределение нанодисперсной фазы по всему объему материала. Регулировать при этом расход жидкости становится сложнее, и его применять можно лишь при хорошей проницаемости растворителя в данное волокно. В таких случаях волокнистый материал просто погружается в раствор с нанодисперсными частицами. При этом получается распределение металла довольно равномерное и антибактериальная активность металла сохраняется. Однако в этом случае

практически невозможно определить поверхностную концентрацию металлов, поскольку наночастицы распределены во всем объеме. Поэтому на образцы волокнистых материалов наносили известное количество металлов или их оксидов, а после высыхания на них же апплицировали суспензию бактерий.

На рисунке 6 приведены примеры определения антибактериальной активности образца волокнистых материалов под шифром № 1.1, функционализированного спиртозолом Zn и Та после аппликации на них суспензий бактериальных клеток *E. coli* и *B. subtilis*. Это

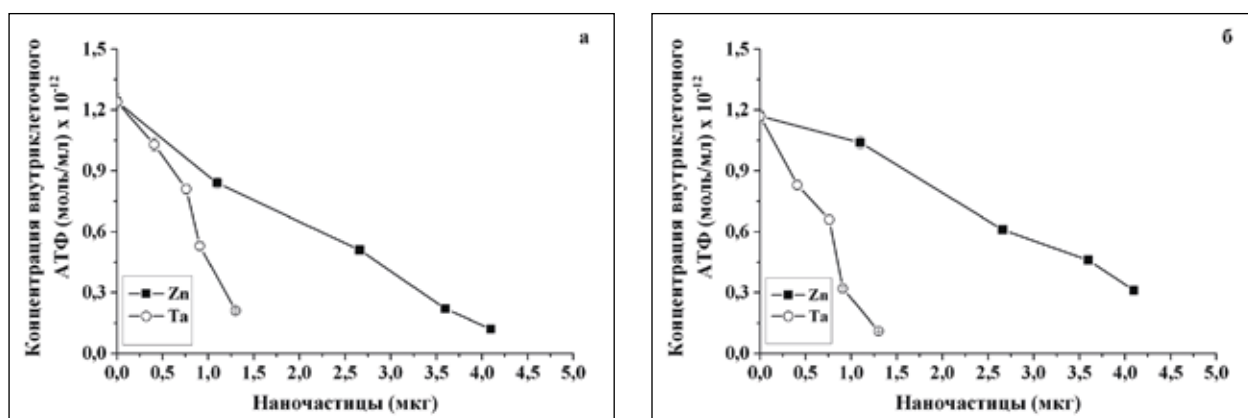


Рисунок 6 – Изменения концентрации внутриклеточного АТФ при нанесении клеток *E. coli* (а) и *B. subtilis* (б) на образцы волокнистого материала под шифром № 1.1, размером 1 см², функционализированного спиртозолом Zn и Та (данные авторов)

Таблица 5 – Минимальные ингибирующие концентрации (МИК) волокнистого материала под шифром № 1.1 (1 см²), функционализованного металлическими наночастицами или антибактериальными агентами, в отношении бактериальных клеток *E. coli* и *B. subtilis* (данные авторов)

№ п/п	Антибактериальный агент	Наличие волокнистого материала	МИК, мкг/мл	
			<i>E. coli</i>	<i>B. subtilis</i>
1	Zn	-	54,4±4,0	52,0±4,0
		+	432±42,0	291,0±28,0
2	Ta	-	31,0±3,0	43,0±3,0
		+	156,0±19,0	278,0±26,0
3	Бензалконий хлорид	+	133,0±15,0	152,0±16,0
4	Бензетоний хлорид	+	106,0±6,0	131,0±1,3

Примечание.
«+» – да; «-» – нет

определение проводилось по изменению концентрации внутриклеточного АТФ в образцах (размером 1 см²) волокнистого материала № 1.1, функционализованного спиртозолом Zn и Ta, после нанесения клеток *E. coli* и *B. subtilis*.

Для сравнения биоцидных свойств полученных материалов, в качестве контроля на образцы тех же волокнистых материалов идентичным образом наносили известные антибактериальные агенты – бензалконий хлорид и бензитоний хлорид. Далее определялась МИК, значения которой приведены в таблице 5.

Как видно из полученных результатов, образцы волокнистого материала под шифром № 1.1, функционализованного нанодисперсными наночастицами Ta, проявляли большую биоцидную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных бактериальных клеток в сравнении с наночастицами Zn. Введение металлических наночастиц и обычных антибактериальных агентов в волокнистые материалы приводило к увеличению их наблюдаемой МИК. Величина МИК обоих известных бактерицидов для клеток *E. coli* и *B. subtilis* составляла порядка 100–150 пг/клетка, что было в 3–12 раз выше значений МИК известных из литературы 12,5–31 пг/клетка¹ [17]. Это могло быть обусловлено изменением биодоступности биоцидов, ад(б)сорбированных на волокнистом материале. Биодоступность металлических наночастиц, локализованных на материале, также для клеток изменялась в сравнении с жидкой средой. Этот факт необходимо учитывать при разработке подобных защитных систем.

Таким образом, при исследовании биоцидной активности волокнистых материалов, функционализованных металлическими наночастицами, по отношению к разным клеткам

бактерий было показано, что возможно достижение характеристик, сопоставимых или даже превышающих известные характеристики материалов, применяющихся в настоящее время в медицинской практике антимикробных препаратов [17–21].

Заключение

Проведенные исследования по созданию и изучению свойств тканевой унифицированной платформы и установлению возможности придания волокнистым материалам (тканям) бактерицидных свойств показали, что:

- для получения модульных материалов с бактерицидными свойствами необходимо использовать нанодисперсные системы на основе металлов, которые осуществляют функционализацию волокнистых материалов, приобретающих биоцидную активность и максимально сохраняющих ее в самом материале;

- наиболее значимыми для биоцидности были показатели, отражающие размер частиц дисперсной фазы, распределение частиц по размерам, химический состав дисперсионной фазы, качественное и количественное соотношение примесей в дисперсионной среде, концентрация частиц дисперсной фазы в дисперсионной среде, ζ-потенциал частиц дисперсной фазы; смачиваемость волокон материала основным компонентом дисперсионной среды (растворителем), испаряемость основного компонента дисперсионной среды (растворителя);

- бактерицидные свойства зависели от выбранного способа функционализации волокнистого материала;

- для функционализации волокнистых материалов с помощью металлических нанодисперсных систем, полученных с использованием электрохимического метода при дуговом разряде в жидкой среде (воде или органическом

¹ Завьялова Н.В., Ефременко Е.Н., Гореленков В.К. и др. Направленная множественная функционализация волокнистых материалов для придания им специальных биозащитных свойств // Заключительный отчет по гранту РФФИ № 18-29-17069. М.: 27 НИЦ МО РФ. 2022. Инв. № 6299. 184 с.

растворителе), сопровождающегося коррозией металлического электрода и образованием наночастиц;

- благодаря принципу модульного построения материалов с заданными свойствами использовали металлоорганические композиты, с введенными в них комплексами из наночастиц металлов, путем нанесения их на волокнистую тканевую унифицированную платформу;

- исследования биоцидной активности волоконистых материалов, функционализированных металлическими наночастицами, по отношению к разным клеткам бактерий показало, что возможно достижение характеристик, сопоставимых или даже превышающих известные характеристики антимикробных препаратов (хлоридов бензотония и бензалкония), применяющихся в настоящее время в медицинской практике.

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 РФФИ (грант 18-29-17069).

Список источников/References

1. Завьялов В.В., Завьялова Н.В., Холстов В.И. и др. Противохимические свойства модульных защитных материалов // Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 1. С. 4–19. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-1-4-19>
2. Zavyalov V.V., Zavyalova N.V., Kholstov V.I., Kovtun V.A., Gorelenkov V.K., Frolov G.A., Lyagin I.V., Stepanov N.A., Efremenko E.N. Anti-Chemical Properties of Modular Protective Material // Bulletin of the RCB protection. 2022. V. 6. № 1. С. 12–27. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-1-12-27>
3. Perepelkin K. Principles and methods of modification of fibres and fibre materials. A review // Fibre Chemistry. 2005. V. 37. P. 123–140. <https://doi.org/10.1007/s10692-005-0069-6>
4. Leont'ev V.K., Pogorelski I.P., Frolov G.A. et al. Antibacterial properties of aqueous colloid solutions of metal and metal oxide nanoparticles against dental plaque bacteria // Nanotechnol. Russia. 2018. V. 13. № 3-4. P. 195–198. <https://doi.org/10.1134/S1995078018020040>
5. Frolov G., Lyagin I., Senko O. et al. Metal nanoparticles for improving bactericide functionality of usual fibers // Nanomaterials. 2020. V. 10. № 9. P. 1724. <https://doi.org/10.3390/nano10091724>
6. Deryabina D.G., Efremova L.V., Karimov I.F. et al. Comparative sensitivity of the luminescent *Photobacterium phosphoreum*, *Escherichia coli*, and *Bacillus subtilis* strains to toxic effect of carbon-based nanomaterials and metal nanoparticles // Microbiology. 2016. V. 85. P. 198–206. <https://doi.org/10.1134/S0026261716020053>
7. Gunalan S., Sivaraj R., Rajendran V. Green synthesized ZnO nanoparticles against bacterial and fungal pathogens // Prog. Nat. Sci. Mater. Int. 2012. V. 22. № 6. P. 693–700. <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2012.11.015>
8. Vidovic S., Elder J., Medihala P. et al. ZNO nanoparticles impose a panmetabolic toxic effect along with strong necrosis, inducing activation of the envelope stress response in *Salmonella enterica serovar Enteritidis* // Antimicrob. Agents Chemother. 2015. V. 59. № 6. P. 3317–3338. <https://doi.org/10.1128/AAC.00363-15>
9. Azam A., Ahmed A.S., Oves M. et al. Antimicrobial activity of metal oxide nanoparticles against Gram-positive and Gram-negative bacteria: a comparative study // Int. J. Nanomedicine. 2012. V. 7. P. 6003–6009. <https://doi.org/10.2147/IJN.S35347>
10. Mahdy S.A., Mohammed W.H., Emad H., et al. The antibacterial activity of TiO₂ nanoparticles // J. Univ. Babylon. 2017. V. 25. P. 955–961.
11. Guo B.L., Han P., Guo L.C. et al. The antibacterial activity of Ta-doped ZnO nanoparticles // Nanoscale Res. Lett. 2015. V. 10. P. e336, <https://doi.org/10.1186/s1167-015-1047-4>
12. Ansari S. A., Oves M., Satar R., et al. Antibacterial activity of iron oxide nanoparticles synthesized by coprecipitation technology against *Bacillus cereus* and *Klebsiella pneumonia* // Pol. J. Chem. Technol. 2017. V. 19. № 4. P. 110–115.
13. Akbar A., Sadiq M.B., Ali I., et al. Synthesis and antimicrobial activity of zinc oxide nanoparticles against foodborne pathogens *Salmonella typhimurium*

and *Staphylococcus aureus* // Biocatal. Agric. Bijotechnol. 2019. V. 17. P. 36–42.

13. Hayden S.C., Zhao G., Saha K. et al. Aggregation and interaction of cationic nanoparticles on bacterial surfaces // J. Am. Chem. Soc. 2012. V. 134 P. 6920–6923.

14. Kumar R., Umar G., Nalva H.S. Antimicrobial properties of ZnO nanomaterials: a review // Ceram. Int. 2017. V. 43. № 5. P. 3940–3961.

15. Allzahrani K.E., Niaz A.A., Alswieleh A.M. et al. Antibacterial activity of trivalent (CuZnFe) oxide nanoparticles // Int. J. Nanomedicine. 2018. V. 13. P. 77–87.

16. Heng B.C., Zhao X., Xiong S. et al. Toxicity of zinc oxide (ZnO) nanoparticles on human bronchial epithelial cells (BEAS-2B) is accentuated by oxidative stress // Food Chem. Toxicol. 2010. V. 48. P. 1762–1766.

17. Houari A., Di Martino P. Effect of chlorhexidine

and benzalkonium chloride on bacterial biofilm formation // Lett. Appl. Microbiol. 2007. V. 45. P. 65.

18. Oliva Neto P.D., Lima F.A.D., Silva K.C.D., et al. Chemical inhibition of the contaminant *Lactobacillus fermentum* from distilleries producing fuel bioethanol // Braz. Arch Biol. Tech. 2014. V. 57. P. 441–447.

19. Frolov G., Lyagin I., Senco O. et al. Metal nanoparticles for improving bactericide functionality of usual fibers // Nanomaterials. 2020. V. 10. P. 1724.

20. Lyagin I., Stepanov N., Frolov G., Efremenko E. Combined modification of fiber materials by enzymes and metal nanoparticles for chemical and biological protection // Int. J. Mol. Sci. 2022. V. 23. P. 1359.

21. Dez-Pescual M.R. Recent progress in antimicrobial nanomaterial // Nanomaterials. 2020. V. 10. P. 2315.

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации – Организация, представляющая условия для реализации Проекта, Российская Федерация, 111004, г. Москва, Проезд Энтузиастов, д. 19, стр. 20.

Завьялов Василий Владимирович. Старший научный сотрудник отдела, канд. хим. наук, профессор АВН, член коллектива, выполняющего грант.

Завьялова Наталья Васильевна. Главный научный сотрудник управления, д-р биол. наук, профессор, академик АВН, руководитель научного коллектива, выполняющего грант.

Холстов Виктор Иванович. Член дисс. совета на базе 27 НЦ МО РФ, д-р хим. наук, профессор, руководитель научной школы, почетный химик Российской Федерации, академик РАЕН и АВН, член-корр. РАН и АН.

Ковтун Виктор Александрович. Начальник «27 Научного центра» Министерства обороны Российской Федерации, канд. хим. наук, доцент.

ООО «Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий», Российская Федерация, 111024, г. Москва, Перовский проезд, д. 2, стр. 1.

Гореленков Валентин Константинович. Ведущий научный сотрудник, д-р хим. наук, профессор, член коллектива, выполняющего грант.

НИПУ стали и сплавов, Российская Федерация, 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4.

Фролов Георгий Александрович. Доцент кафедры, канд. хим. наук, доцент, член коллектива, выполняющего грант.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Российская Федерация, 119234, г. Москва, Ленинские Горы, д. 1, стр. 3.

Лягин Илья Владимирович. Старший научный сотрудник, канд. хим. наук, член коллектива, выполняющего грант.

Степанов Николай Алексеевич. Научный сотрудник, канд. тех. наук, член коллектива, выполняющего грант.

Ефременко Елена Николаевна. Зав. лабораторией, д-р биол. наук, профессор, член коллектива, выполняющего грант.

Академия Федеральной Службы Охраны Российской Федерации, Российская Федерация, 302015, г. Орел, Приборостроительная улица, д. 35.

Фролов Александр Георгиевич. Курсант Академии ФСО России, член коллектива, выполняющего грант.

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

Контактное лицо: Завьялова Наталья Васильевна, 27nc_l@mail.ru

Bactericidal Properties of Modular Protective Materials

V.V. Zavyalov¹, N.V. Zavyalova¹, V.I. Kholstov¹, V.A. Kovtun¹, V.K. Gorelenkov²,
G.A. Frolov³, I.V. Lyagin⁴, N.A. Stepanov⁴, E.N. Efremenko⁴, A.G. Frolov⁵

¹ Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation

² Limited Liability Company «Scientific Research Institute of Elastomer Materials and Products». Perovsky Passage 2, Moscow 111024, Russian Federation

³ National University of Science and Technology MISIS. Leninsky Avenue 4, Moscow 119049, Russian Federation


⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Chemistry. Lenin Hills 1-3, Moscow 119991, Russian Federation

⁵ Academy of the Federal Security Service of the Russian Federation, Instrument-making street, 35, Orel 302015, Russian Federation

Received May 10, 2022. Accepted June 27, 2022.

Previously, the principle of constructing modular materials with specified properties was developed, according to which organometallic composites with nanoscale metal complexes introduced into them were applied to a unified fabric platform. *The aim of the work* was to study the properties of a unified fabric platform and to establish the possibility of giving protective bactericidal properties to fibrous materials (tissues). Such a platform has high stability and good bactericidal activity. It is shown in the article that the most significant indicators for tissue biocide were those reflecting the particle size of the dispersed phase, particle size distribution, the chemical composition of the dispersed phase, the qualitative and quantitative ratio of impurities in the dispersion medium, the concentration of particles of the dispersed phase in the dispersion medium, ζ -potential of particles of the dispersed phase; wettability of the fibers of the material by the main component of the dispersion medium (solvent), volatility of the main component of the dispersion medium (solvent). The bactericidal properties depended on the chosen method of fibrous material functionalization. Due to the principle of modular construction of materials with desired properties, it turned out to be possible to use organometallic composites with complexes of metal nanoparticles introduced into them. Studies of the biocidal activity of fibrous materials functionalized with metal nanoparticles in relation to different types of bacteria showed that it is possible to achieve characteristics comparable or even exceeding the known characteristics of antimicrobial drugs (benzetonium and benzalkonium chlorides) currently used in medical practice. As a unified fabric platform on which special modules are applied, it is proposed to use para-aramid protective fabric (Rusar fiber), as well as other types of fabrics - mixed aramid-viscose, aramid-cotton, aramid-polyacrylate, metaaramide (Nomex fiber). Approaches to giving materials (tissues) bactericidal protective properties are determined.

Keywords: bactericidal properties of materials; nanoscale metal particles; protective composite materials and fabrics; specific properties of modular materials.

For citation: Zavyalov V.V., Zavyalova N.V., Kholstov V.I., Kovtun V.A., Gorelenkov V.K., Frolov G.A., Lyagin I.V., Stepanov N.A., Efremenko E.N., Frolov A.G. Bactericidal Properties of Modular Protective Materials // Journal of NBC Protection Corps. 2022. V. 6. № 2. P. 123–136. 
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-123-136>

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. The work was financially supported by RFBR (Grant 18-29-17069).

References

See P. 133–134.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19/20, Moscow 111024, Russian Federation.

Vasily Vladimirovich Zavyalov. Senior Researcher. Candidate of Chemical Sciences. Professor of the Academy of Military Sciences. Grant team member.

Natalya Vasilyevna Zavyalova. Leading Researcher. Doctor of Biological Sciences, Professor. Academician of the Academy of Military Sciences. Grant team member.

Viktor Ivanovich Kholstov. Member of the Dissertation Council of the «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Doctor of Chemical Sciences, Professor. Honored Chemist of the Russian Federation. Academician of the Russian Academy of Natural Sciences and the Academy of Military Sciences. Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences and the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences.

Viktor Aleksandrovich Kovtun. Head of the Centre. Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor.

Limited Liability Company «Scientific Research Institute of Elastomer Materials and Products». Perovsky Passage 2, Moscow 111024, Russian Federation.

Valentin Konstantinovich Gorelenkov. Leading Researcher. Doctor of Chemical Sciences, Professor. National University of Science and Technology MISIS. Leninsky Avenue 4, Moscow 119049, Russian Federation. Grant team member.

National University of Science and Technology MISIS. Leninsky Avenue 4, Moscow 119049, Russian Federation.

George Alexandrovich Frolov. Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor. Grant team member.

Ilya Vladimirovich Lyagin. Senior Researcher. Candidate of Chemical Sciences. Grant team member.

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Chemistry. Lenin Hills 1-3, Moscow 119991, Russian Federation

Nikolaj Alekseevich Stepanov. Candidate of Technical Sciences. Grant team member.

Elena Nikolayevna Efremenko. Laboratory Chief. Doctor of Biological Sciences, Professor. Grant team member.

Academy of the Federal Security Service of the Russian Federation, Instrument-making street, 35, Orel 302015, Russian Federation.

Alexander Georgievich Frolov. The Cadet of the Academy. Grant team member.

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

Contact person: Natalya Vasilyevna Zavyalova; 27nc_1@mil.ru

Применение птичьих желточных антител для лечения поражений, вызванных агентами биологического оружия и возбудителями особо опасных инфекций


В.С. Каплин

Федеральный Исследовательский Центр Фундаментальной и Трансляционной медицины, Научно-исследовательский институт биохимии, 630117, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Тимакова, д. 2

Поступила 12.05.2022 г. Принята к публикации 27.06.2022 г.

В настоящее время западные фармацевтические компании освоили выпуск лицензированных препаратов на основе трансвариальных специфических антител кур (IgY-антител), предназначенных для лечения и профилактики инфекций, вызванных *Helicobacter pylori*, вирусом гриппа и другими патогенами. Особый интерес представляет возможность применения IgY-антител в качестве недорогого специфического антидота для экстренной специфической профилактики инфекций, вызванных возбудителями опасных и особо опасных инфекций. *Цель работы* – обобщить результаты исследований, показавших высокий терапевтический потенциал трансвариальных специфических иммуноглобулинов в лечении и профилактике опасных вирусных, бактериальных инфекций и поражений биологическими токсинами – потенциальными агентами биологического оружия (БО). Преимуществом использования IgY-технологий для пассивной иммунизации является неинвазивный способ получения антител, а также большое их количество – 20–30 г иммуноглобулинов, которое можно получить от одной курицы-несушки в год. Важным преимуществом IgY перед иммуноглобулинами, получаемыми из сыворотки млекопитающих, является то, что они не взаимодействуют ни с компонентами комплемента, ни с ревматоидным фактором, ни с Fc-рецепторами иммунокомпетентных клеток млекопитающих, что существенно снижает проявление нежелательных реакций, в частности, антителозависимого усиления инфекции (ADE). Эксперименты, проведенные *in vivo* и *in vitro*, показали высокую активность IgY-антител при подавлении поражающего действия возбудителей особо опасных инфекций и биологических токсинов. В работе показано, что замена IgG млекопитающих на птичьи трансвариальные IgY позволяет получать коммерчески значимые количества термостабильных специфических антител, не вызывающих ADE, и расширяет возможности методов специфической профилактики и лечения поражений, вызываемых вирусами, бактериями и токсинами – потенциальными агентами БО.

Ключевые слова: IgY-технологии; биологические угрозы; биологическое оружие; биотерроризм; желточные антитела; инактивация токсина; пассивная иммунизация; трансвариальные иммуноглобулины.

Библиографическое описание: Каплин В.С. Применение птичьих желточных антител для лечения поражений, вызванных агентами биологического оружия и возбудителями особо опасных инфекций // Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 2. С. 137–151.  [s://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-137-151](https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-137-151).

В настоящее время существует опасность как биологической войны и биотеррористических атак в отношении Во-

оруженных сил и населения Российской Федерации, так и заноса на ее территорию опасных патогенов из сопредельных

стран^{1,2,3} [1–2]. Поражения многими инфекционными агентами – потенциальными агентами биологического оружия (БО), можно лечить антибиотиками и противовирусными препаратами, однако для их экстренной специфической профилактики, лечения поражений токсинами (рицин, ботулинический и стафилококковый токсины) или инфекционными агентами с искусственно приданной резистентностью к препаратам, обычно используемым в схемах неспецифической профилактики и лечения, они не могут быть использованы [3]. Единственная возможность противодействия таким агентам – это специфическая иммунопрофилактика и лечение. Но вакцинация – длительный процесс, она может занять несколько недель или месяцев. В условиях уже осуществленного биологического нападения проводить вакцинацию населения и войск будет уже поздно. Поэтому в распоряжении медицинских учреждений должны быть запасы недорогих специфических иммуноглобулинов для экстренной пассивной иммунопрофилактики и лечения⁴ возможных поражений.

Цель работы – обобщить результаты исследований показавших высокий терапевтический потенциал трансвариальных специфических иммуноглобулинов в специфическом лечении и профилактике вирусных, бактериальных инфекций и поражений биологическими токсинами – потенциальными агентами биологического оружия.

Предыстория проблемы. В конце XIX в., в лабораториях Роберта Коха (нем. Heinrich Hermann Robert Koch; 1843–1910), Эмиля Беринга (нем. Emil Adolf von Behring; 1854–1917) в Германии и японского бактериолога Китадзато Сибасабура (1855–1931) был разработан метод пассивной иммунизации животных и людей [4]. А в 1892 г. Эмиль Беринг с сотрудниками приготовили первую лечебную специфическую противодифтерийную сыворотку, выделенную из крови барана, и применили ее для лечения больных дифтерией детей. Позже за эту работу в 1901 г. Эмиль Беринг получил Нобелевскую премию по физиологии и меди-

цине. Эта терапия получила название «сывороточная терапия». Впоследствии бараны были заменены на лошадей, сыворотку стали фракционировать до F(ab')₂-фрагментов и получать антитела против бешенства, столбняка и змеиных ядов, то есть тогда, когда промедление в начале лечения недопустимо. Открытие антибиотиков в середине XX в. положило начало отказу от пассивной иммунизации.

Следующим революционным шагом в развитии новых иммунологических технологий является открытие G. Köhler, C. Milstein возможности слияния клеток миеломы, продуцирующих непрерывную культуру клеток с антителами с заданной специфичностью – моноклональные антитела [5]. За это открытие авторы получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине за 1984 г. Появление антител для терапии является результатом эволюции технологии моноклональных антител за последние десятилетия от 100 % мышинового белка через химерные и гуманизированные белки до полностью человеческих антител. Эта техника была использована для получения моноклональных антител против *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, ботулинических нейротоксинов, вируса натуральной оспы и некоторых других патогенов [6, 7]. Стоимость производства таких антител довольно высока, а одного моноклонального антитела бывает недостаточно, чтобы подавить действие патогена. Возникает необходимость использования нескольких гибридом, направленных на разные эпитопы патогена, что повышает и без того высокую стоимость защиты.

F. Klemperer в 1893 г. взял на вооружение идею Эмиля Беринга о сывороточной терапии, иммунизировал кур столбнячным токсином и показал, что в сыворотке крови и в яичном желтке появляются специфические к токсину антитела, защищающие подопытных мышей от летального исхода [8]. Эта работа F. Klemperer осталась незамеченной научным сообществом того времени. Из отечественных ученых на эту статью ссылались С.К. Держговский и И.И. Мечников [9, 10].

Когда благополучие лабораторных животных стало серьезной этической проблемой

¹ Иванова-Зуан А. Лаборатории смерти: как США превратили Украину в военно-биологический полигон // Звезда. URL: <https://tvzvezda.ru/news/201810121240-oytj.htm> (дата обращения: 12.10.2018).

² Юрицын В. Биологическая лаборатория пентагона в Алматы – радиобуй или троянский конь? // Интернет-газета ZONA kz, 28.09.2020. URL: <https://zonakz.net/2020/09/28/biolaboratoriya-pentagona-v-almaty-radiobuj-ili-troyanskij-kon/> (дата обращения: 10.04.2022)

³ Куденко А. Биологические лаборатории США охватили весь мир — Минобороны России // Ташкент, Sputnik, 07.04.2022. URL: <https://uz.sputniknews.ru/20220407/biolaboratorii-ssha-oxvatili-ves-mir---minoborony-rossii-23826658.html> (дата обращения: 08.04.2022)

⁴ *Пассивный иммунитет* – введение специфических антител к каким-либо антигенам патогенного микроорганизма. С помощью пассивной иммунизации можно создать временный иммунитет продолжительностью 1–6 нед. Хотя пассивная иммунизация вызывает кратковременное повышение устойчивости к возбудителю, ее действие проявляется немедленно.

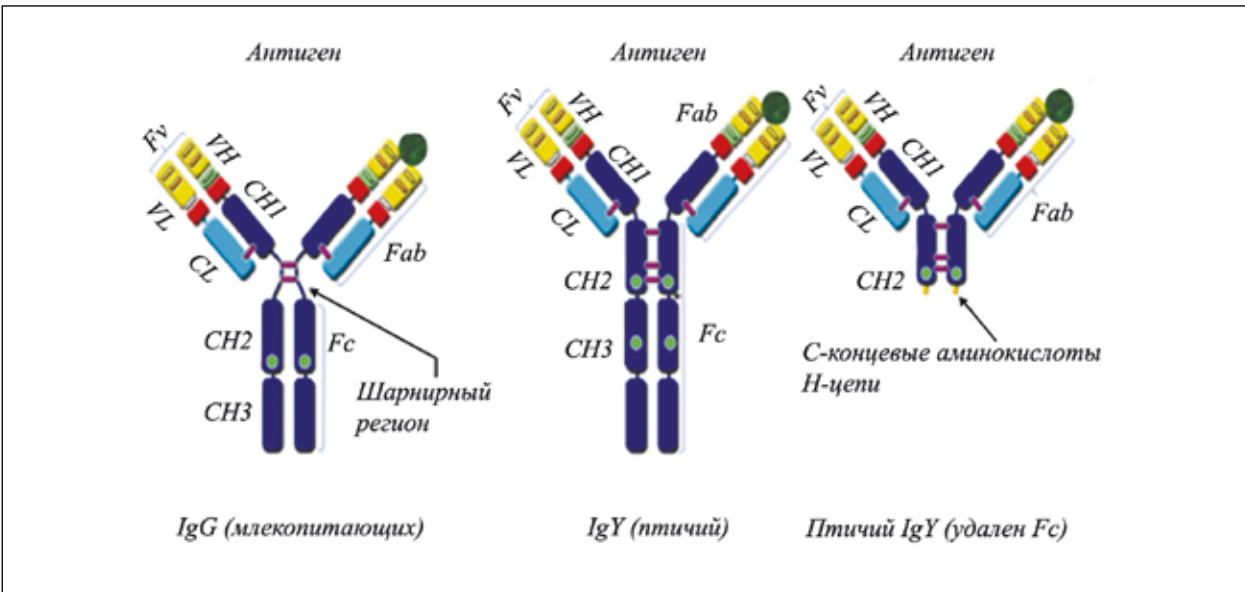


Рисунок 1 – Сравнительное изображение иммуноглобулина млекопитающих (IgG), птиц (IgY) и усеченной формы IgY(ΔFc), свойственной водоплавающим птицам.

IgG млекопитающих состоит из четырех полипептидных цепей – двух одинаковых тяжелых цепей и двух легких цепей. Каждая тяжелая цепь состоит из вариабельного домена (VH) и трех константных доменов (CH1, CH2, CH3) с одним углеводным сайтом (обозначен зеленым цветом). Каждая легкая цепь содержит вариабельный домен (VL) и константный домен (CL). VL и VH являются связывающим доменом антигена. По сравнению с IgG, IgY состоит из четырех константных доменов на тяжелую цепь (CH1–CH4), с двумя углеводными участками. Гибкая шарнирная область, присутствующая в IgG, отсутствует в IgY, что может ограничивать его гибкость по сравнению с IgG. Усеченная молекула IgY (ΔFc) водоплавающих птиц не имеет доменов CH3 или CH4, а две ее C-концевые аминокислоты тяжелой (H)-цепи не кодируются в доменах CH2 или CH3 полноразмерной изоформы [11]

для научного сообщества, работа F. Klemperer о неинвазивном извлечении желточных антител приобрела значимость и признание. Детальное изучение птичьих антител открыло новые возможности использования экстренной неспецифической иммунопрофилактики опасных инфекций.

Основные отличия трансовариальных специфических иммуноглобулинов от специфических иммуноглобулинов млекопитающих. Птицы не производят молозиво, как это происходит у млекопитающих, а используют желток своих яиц в качестве эффективного источника антител, с помощью которых они передают гуморальный иммунитет своему потомству, пока последние не разовьют полностью зрелую иммунную систему. Птицы обладают репертуаром антител, отличным от репертуара антител млекопитающих, и спектр эпитопов птичьих антител больше, чем у IgG млекопитающих. В отличие от иммуноглобулинов млекопитающих, куриные иммуноглобулины (IgY) имеют большую молекулярную массу: IgG ~150 кДа⁵; а IgY ~180 кДа. Из-за значительной филогенетической дистанции,

отделяющей птиц от млекопитающих, иммунологические свойства IgY сильно отличаются от IgG. Так, IgY не взаимодействуют с компонентами комплемента млекопитающих, ревматоидным фактором и Fc-рецепторами млекопитающих, следовательно, IgY-антитела не взаимодействуют с эффекторами иммунной системы млекопитающих и не вызывают системных осложнений. Куриные антитела не взаимодействуют ни с белком A *Staphylococcus aureus*, ни с белком G *Streptococcus* sp., ни с белком L *Peptostreptococcus magnus*, что может быть использовано для снятия проблем интерференции Fc-рецепторов в аналитической практике. Сывороточные иммуноглобулины птиц полностью идентичны желточным. Концентрация IgY в желтке сравнима с концентрацией IgY в сыворотке и составляет 6–13 мг/мл (рисунок 1).

Благодаря высокой иммунореактивности птиц по отношению к чужеродным белкам инфекционного происхождения (бактериальным, вирусным, паразитарным), аффинность IgY-антитела выше аффинности антител млекопитающих. Возможность получения большого

⁵ кДа (килодальтон) – единица измерения массы, равная 1000 атомных единиц массы.

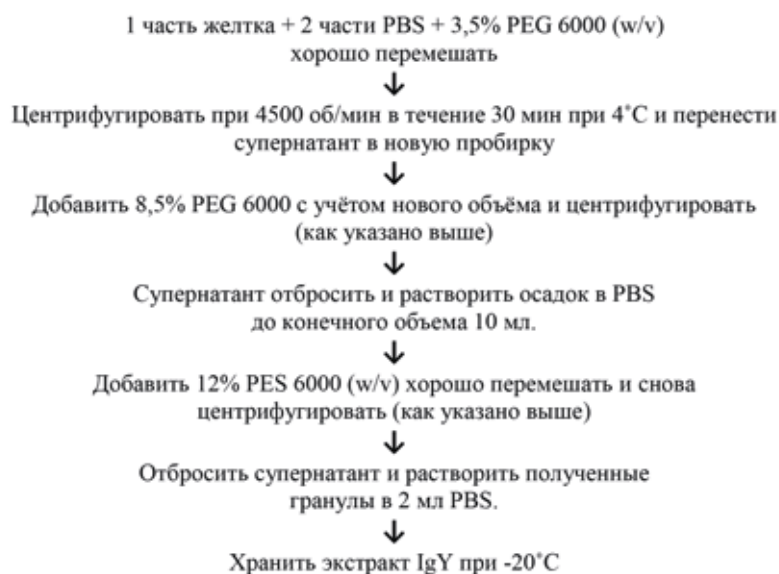


Рисунок 2 – Схема выделения IgY из яичного желтка с помощью улучшенного метода осаждения полиэтиленгликолем (PEG 6000). PBS – фосфатный буфер [16]

количества дешевых куриных антител дало новый импульс в развитии способов пассивной иммунизации [12, 13].

Статьи о применении IgY-технологий стали появляться с 1980 г., но наиболее серьезный прирост публикаций приходится на последние 2011–2021 гг. Лидерами по количеству публикаций являются: Китай, США, Канада, Япония и Германия. Однако с точки зрения исследовательской значимости в первую пятерку стран вошли США, Германия, Канада, Китай и Индия. Кроме того, по сравнению со странами Европы и Америки, исследования IgY в Китае, Индии и Бразилии, в основном, были сосредоточены на последние десять лет [14].

В статьях об использовании IgY-технологий описаны способы выделения и очистки желточных антител, применение их в аналитических направлениях, в терапии в медицине и в ветеринарии, а также в качестве защиты при угрозе применения биологического оружия. Если F. Klempereger в своем эксперименте использовал желтки яиц кур без специальной обработки [8], то впоследствии авторы публикаций описывали множество способов очистки желточных иммуноглобулинов, но наиболее удачным, простым и часто цитируемым является способ выделения и очистки IgY, описанный A. Polson с соавт. [15] и дополненный C.N.V. Hussain [16] (рисунок 2).

Рицин и ботулинический нейротоксин. D. Pauly с соавт. [17] провели мониторинг яйценоскости кур, иммунизированных токсинами рицином и нейротоксинами *Clostridium*

botulinum типа А и В. Целью исследования было определить количество IgY, которое можно выделить из яиц одной курицы за период исследования и определить титры антител. А также оценить эффективность IgY-технологий для производства антител в качестве антидотов.

В эксперименте было задействовано 4 курицы породы Lohmann Brown. Количество яиц, снесенных за 2 года, составляло примерно 600 штук на курицу, что дало от 20 до 40 г общего IgY на курицу. Снижение яйценоскости в течение второго года компенсировалось большим количеством дополнительных IgY, полученных от зрелых кур. Количество яиц, снесенных одной курицей, имеет четкую возрастную кинетику: около 30 г/яйцо в начале яйцекладки и до 80 г/яйцо в течение второго года. Стабильный титр антител от 1:100000 до 1:1000000, измеренный с помощью ELISA, был получен после 11 инъекций от 10 до 20 мкг иммобилизованного нативного токсина. Вестерн-блот анализ показал, что полученные IgY-антитела специфически взаимодействуют с соответствующими антигенами.

В случае с рицином авторы проверяли цитотоксичность специфических IgY-антител *in vitro* на клеточной модели Vero. Было показано, что от 3,7 до 7,4 мкг/мл IgY полностью предотвращали вызванную рицином гибель клеток Vero. Было также показано, что IgY-антитела блокируют токсичность рицина *in vivo*. Мышам BALB/c внутрибрюшинно вводили 200 мкл смеси, содержащей 1 мкг рицина и 200 мкг

IgY-антител либо от иммунизированного животного, либо от контрольного. Все животные, получавшие рицин в сочетании с IgY-антителами, выжили, тогда как контрольные мыши пали в течение 24 часов после инъекции.

Нейтрализующие свойства антител против ботулинических токсинов проверяли на мышинной модели *in vivo*. Мышам BALB/c внутрибрюшинно вводили 200 мкл смеси, содержащей 100 мкг ботулинического нейротоксина А (BoNT/A) либо В и 100 мкг IgY-антител, против соответствующего антигена, либо от контрольного животного. Все животные, получавшие антигены в сочетании с IgY-антителами, выжили, тогда как контрольные мыши пали в течение 24 часов после инъекции [17].

IgY-антитела, специфичные к рицину, BoNT/A или BoNT/B, способны нейтрализовать функциональную активность соответствующего токсина *in vivo* и, следовательно, могут иметь потенциальную терапевтическую ценность при разработке средств защиты от возможных террористических актов.

Ботулинические нейротоксины. Ботулизм у человека – опасное отравление, вызываемое ботулиническими нейротоксинами типов А, В и Е. Наиболее эффективное лечение ботулизма – введение антисыворотки к токсинам в первые 24 часа. Ботулинические нейротоксины, продуцируемые *Clostridium botulinum*, содержат семь структурно схожих, но различных по структуре белков, разделенных на серотипы от А до G. Эти токсины кодируются одиночной полипептидной цепью 150 кДа, а затем расщепляются на тяжелую цепь (100 кДа) и легкую цепь (50 кДа), соединенные одной дисульфидной связью, в результате чего образуется наиболее токсичное из веществ – ботулинический нейротоксин. В настоящее время наиболее эффективным противоядием от ботулизма являются поликлональные антитела лошади. Однако антитоксическая сыворотка, предназначенная для защиты от токсинов, может привести к серьезным осложнениям, таким как сывороточная болезнь, индукция комплемента и иногда анафилактический шок. Кроме того, способ приготовления антитоксической сыворотки трудоемок и опасен при детоксикации большого количества токсина.

Z. You с соавторами [18] разработали и приготовили рекомбинантную С-концевую тяжелую цепь токсина BoNT/B, экспрессируемую в *E. coli*, и использовали для иммунизации кур. Животных иммунизировали с полным адъювантом Фрейнда, а на 14, 28 и 42 сутки проводили ревакцинацию с не полным адъювантом Фрейнда. Титр специфических антител в желтках яиц кур к 42 суткам иммунизации достиг 1:100000. Эффект нейтрализации очищенного

IgY против токсина тестировали на модели мыши. У мышей, зараженных токсином внутрибрюшинным путем, через 12–48 часов наблюдалась гибель. Группы, получавшие увеличивающиеся дозы IgY (от 2,5 до 8 нг/мышь), демонстрировали частичную защиту от токсина. Доза 10 нг/мышь защищала животных от комплексной интоксикации полностью. Аналогичный результат был обнаружен в группах животных, получавших IgY в желудок через зонд. Мыши, получавшие IgY-антитела в дозе 25 и 50 мкг на мышь, были лишь частично защищены от токсина. Все мыши, получавшие IgY-антитела в дозе 100 мкг/мышь, выжили. После последовательного введения IgY-антител и комплекса BoNT/B смертность и симптомы интоксикации при ботулизме выглядели по-разному. Все мыши выжили в группах, в которых введение антител и токсина проводилось одновременно или через 1,5 часа после заражения. Но в группах, в которых введение IgY-антител и комплекса BoNT/B проводилось после 3 часов и более, наблюдалась гибель животных.

Известно, что лошадиная сыворотка, используемая для клинического применения против ботулизма, представляет собой 5500 МЕ антитоксин В в 10 мл [18]. Авторы определили, что нейтрализующая способность IgY-антител, выделенных из одного иммунного яйца, составила примерно 1760 МЕ. Следовательно, антитела, выделенные из 3,1 иммунных яиц, составляют одну терапевтическую дозу для человека. Эта доза IgY-антител может быть рассмотрена в качестве замены лошадиных антител против BoNT/B.

Авторы продемонстрировали, что куры, иммунизированные рекомбинантной С-концевой тяжелой цепью BoNT/B (ВНс), продуцируют IgY-антитела против BoNT/B, которые нейтрализуют биологическую активность нейротоксинов посредством внутрибрюшинной инъекции и могут помочь снизить риск ботулизма при внутрижелудочном введении. Анти-ВНс IgY потенциально могут быть использованы в биозащите гражданского населения.

Стафилококковые энтеротоксины представляют собой семейство бактериальных суперантигенов, продуцируемых *Staphylococcus*. Эти белковые токсины связываются с молекулами главного комплекса гистосовместимости и с меньшим сродством с рецепторами антигенов Т-клеток, что приводит к интенсивной стимуляции иммунной системы, вызывая острые патологические эффекты [19, 20]. Процесс интоксикации зависит от способности бактериальных суперантигенов активировать большое количество Т-клеток, вызывая массивный выброс воспалительных цито-

кинов [21, 22]. Один из этих токсинов – энтеротоксин В *Staphylococcus aureus* – является суперантигеном, участвующим в индукции atopического дерматита и пищевых отравлений. Поскольку энтеротоксины могут вызывать серьезные патологии и считаются потенциальными агентами биологического оружия, существует большая потребность в разработке вакцин и терапевтических подходов, способных устранить их токсичность.

R.D. LeClaire с соавторами [23] показали, что куриные антитела, против интактных молекул стафилококкового энтеротоксина В, существенно снижают количество переносимых с кровью воспалительных цитокинов в мышечной модели и защищают их от летального воздействия токсина. Авторы протестировали очищенные IgY-антитела против токсина на модели макак-резусов летального шока, вызванного токсином после аэрозольного заражения. Была показана 100 % защита макак-резусов от стафилококкового энтеротоксина В. Таким образом, IgY-антитела против энтеротоксина В *S. aureus* могут иметь потенциальную терапевтическую ценность в рамках терапевтического применения после контакта с токсином.

В другом исследовании изучалась возможность получения IgY-антител против рекомбинантного стафилококкового энтеротоксина В. Кур иммунизировали внутримышечно в грудную мышцу путем инъекции 3 раза с интервалом в две недели. Титры антител кур против токсина в яичном желтке были самыми высокими через 4 недели после первой иммунизации и составили 1:550000 определенными в ИФА. Анализ в вестерн-блоттинге показал наличие специфических IgY-антител. Эти результаты говорят о том, что рекомбинантный антиген может быть использован для выявления IgY-антител против токсина и может рассматриваться в качестве антитела для нейтрализации стафилококкового энтеротоксина В [24].

Натуральная оспа. Ортопоксвирусы. Благодаря глобальной программе ВОЗ, общими усилиями удалось постепенно побороть это заболевание. В октябре 1977 г. в Сомали был зарегистрирован последний случай оспы в мире, поэтому в 1980 г. ВОЗ официально объявила о ликвидации этой инфекции. Плановая вакцинация населения США от оспы прекратилась в 1972 г., а в СССР вакцинация продолжалась до 1982 г.

X.Y. Zhang с соавт. [25] изучали ортопокс вирусы (в том числе вирус коровьей оспы VACV штамм Lister-Elstree). Кур иммунизировали инактивированным вирусом в дозе 200 мкг на курицу с полным адъювантом Фрейнда с интервалами 3–5 недель. Выделение и очистка IgY проводилось общепринятым методом с ис-

пользованием полиэтиленгликоля (PEG 6000) [18]. Оценку вирус нейтрализующих IgY-антител проводили в 50% тесте нейтрализации бляшек в клеточной культуре VeroE6-7. Авторы определили максимальные титры нейтрализации, которые составили 1:80.

C. Yue [26] изучал ортопоксвирусы, в частности, *Calpox virus*. Кур иммунизировали этим вирусом и получали желточные антитела с титрами 1:4000 – 1:512000. Полученные IgY-антитела были испытаны на мышечной модели. При заражении животных *Calpox virus* наблюдалось снижение веса и их гибель. При лечении мышей специфическими к вирусу IgY-антителами, после кратковременного снижения веса, наблюдалось выздоровление животных. Результаты показывают, что иммунизация кур-несушек *Calpox virus* может вызывать наработку высококачественных IgY-антител, пригодных для терапии.

В другом эксперименте кур иммунизировали штаммом ЛИВП вируса осповакцины внутримышечно в дозе 6,0 Ig БОЕ/животное с полным адъювантом Фрейнда. Бустер вводили через месяц. После второй иммунизации титр желточных антител по результатам ИФА достигал более 1:10000. Нейтрализующую активность IgY-антител определяли путем титрования бляшек в культуре клеток Vero. Титр в реакции вируснейтрализации составил 1:25. Таким образом, было показано, что желточные антитела кур могут нейтрализовать вирус осповакцины штамма ЛИВП [27].

Холера – острая кишечная, антропонозная инфекция, вызываемая бактериями вида *Vibrio cholerae*. Характеризуется поражением тонкого кишечника, водянистой диареей, рвотой, быстрой потерей организмом жидкости, а без своевременной терапии может привести к обезвоживанию вплоть до гиповолемического шока и смерти. Холера относится к особо опасным инфекциям. Штаммы *V. cholerae*, которые вызывают эпидемии, принадлежат к серогруппам O1 и O139. Компонентом, определяющим патогенность холеры, является холерный энтеротоксин, состоящий из одной субъединицы А, являющейся ферментом и пятью субъединицами В, которые осуществляют связывание с клеткой хозяина. Ингибирование субъединицы В может блокировать активность всего холерного токсина [28].

Во многих странах разрабатываются и выпускаются пероральные вакцины против холеры [29]. Пассивная иммунизация куриными желточными иммуноглобулинами показала высокую эффективность в лечении диареи, вызванной холерным вибрионом. IgY обладают высокой термостабильностью до 65 °С в водных условиях и сохраняют антиген-

связывающую активность в условиях лабораторий при температуре 25 °С в течение одного года [30, 31].

К. Hirai с соавт. [32] изучали возможность получения желточных антител кур против *V. cholerae* и «В» субъединицы холерного токсина. Кур иммунизировали подкожно смесью раствора антигена и полного адъюванта Фрейнда (1:1) в обе грудные мышцы курицы. В качестве антигена использовали либо смесь штаммов *V. cholerae* серогруппам O1 и O139 (V.C), либо рекомбинантный В токсин холерного вибриона (СТВ). Повторные инъекции проводили тем же способом через 6 нед. после первой иммунизации. Через 4 нед. начали сбор иммунных яиц. На мышинной модели было показано, что смесь анти-V.C и анти-СТВ IgY может быть использована для профилактики или лечения холеры. Введение только анти-V.C IgY также показало терапевтический эффект в то время, как только анти-СТВ IgY был не столь эффективен. Таким образом, уничтожение бактерий в кишечнике с помощью IgY-антител было более важным и эффективным, чем нейтрализация токсина. Терапевтический эффект введения IgY мышам после заражения был сходным во всем диапазоне интервалов введения, от 2 до 8 ч. При смешивании живых бактериальных клеток штаммов O1 или O139 с анти-V.C антителами наблюдалось почти полное подавление активности патогена. Авторы считают, что лучший метод введения IgY-антител – это подмешивание их в молочные продукты, продукты питания, воду или пероральный регидратационный раствор для профилактики или лечения холеры, так как они могут поставлять воду в организм человека [32]. P.U. Megha, R. Sentila с соавторами [33] оценивали протективную активность IgY-антител против *V. cholerae* штамма O1 *in vitro*. Полученные ими данные полностью подтвердили результаты К. Hirai, Н. Arimitsu с соавт. [32].

Эксперименты В. Varati, F. Ebrahimi с соавт. [34] проводились с целью определить эффект анти СТВ-IgY-антител против перорального заражения *V. cholerae* у мышей-сосунков. Связывающий домен холерного токсина был амплифицирован и лигирован в вектор pET28a. Экспрессия рекомбинантного СТВ *V. cholerae* проводилась в *E. coli*. После иммунизации кур рекомбинантным СТВ, IgY были очищены методом разбавления водой и осаждением NaCl, а их чистота была подтверждена ИФА. Способность связывать и нейтрализовать была эффективной при условии, что они применялись одновременно или через 1 ч после воздействия *V. cholerae*. Когда мыши получали анти-СТВ IgY с пищей, бактерии и IgY проходили через желудочно-кишечный тракт и связывали анти-СТВ

IgY-антитела с холерным токсином, снижая бактериальную инфекционность *V. cholerae* и демонстрируя пассивную защиту против *V. cholerae* инфекции у мышей-сосунков при использовании летальных доз бактериальных клеток.

M.R. Akbari с соавт. [35] изучали вопрос об использовании IgY-антител против липополисахарида (LPS) *V. cholerae* в лечении диареи. Эксперименты проводились на мышак-сосунках. IgY-антитела очищали и серийно разводили в фосфатно-солевом буфере, смешивали с *V. cholerae* и затем вводили через зонд нескольким группам мышей-сосунков. Результаты показали, что 75 нг IgY могут специфически взаимодействовать с антигенами *V. cholerae*. Самая низкая защитная доза анти-V. *cholerae* LPS IgY-антител составила 2,5 мкг. Полученный анти-Vibrio LPS IgY-антитела показали хорошую реактивность с антигеном. Их можно использовать в качестве дополнительной пероральной иммунотерапии при лечении холеры.

F. Taheri с соавт. [36] искали антигены *V. cholerae* которые могли бы быть использованы для пассивной иммунизации кур. Для этой работы были получены: белковый рекомбинантный токсин CtxB (ответственный за связывание токсина с эукариотическими клетками), токсин ворсинок TcrA (усиливает прикрепление бактерий к энтероцитам) и, наконец, мембранный белок OmpW, полученный в виде мономера, слитной или комбинированной форме для оценки и сравнения их протективной способности. Иммунореактивность IgY исследовали с помощью белкового и цельноклеточного ИФА, их специфичность подтверждали вестерн-блоттингом, а их нейтрализующее действие на токсин оценивали в культуре клеток Y1. Результаты показали, что IgY, полученные против CtxB, имели самые высокие титры и были способны нейтрализовать эффекты цитотоксичности *in vitro*. Самая высокая защита при заражении мышей *V. cholerae* была получена при использовании IgY-TcrA. Полученные IgY-антитела проявили высокую специфичность в отношении CtxB, что может быть использовано в пассивной иммунотерапии против холеры.

Эти эксперименты на животных могут быть использованы как для контроля, так и для профилактики холеры у людей. Технология IgY может быть применена в качестве пероральной добавки для профилактики, а также в качестве патоген-специфических антимикробных агентов для борьбы с инфекционными заболеваниями.

Вирус Эбола. Вирус Эбола (Ebola virus disease, EVD) принадлежит к семейству Filoviridae и является причиной тяжелой ге-

моррагической лихорадки. Повторяющиеся вспышки с высоким уровнем летальности все еще происходят в Африке.

Наиболее эффективной стратегией лечения является, как показали исследования, иммунотерапия моноклональными антителами [37]. Однако из-за низкой термостабильности антител млекопитающих их применение в тропиках остается не оправданным. Поэтому Y. Zhang с соавт. [38] использовали куриные IgY-антитела в пассивной иммунизации мышей и морских свинок, зараженных вирусом Эболы. Куры-несушки были иммунизированы различными вакцинами-кандидатами для получения IgY-антител против EVD. В результате были получены IgY-антитела с высоким титром против вируса. Терапевтическая эффективность иммунных антител *in vivo* была проверена на новорожденных мышках Balb/c. Мышей, предварительно инфицированных смертельной дозой псевдовируса, лечили различными дозами IgY-антител против EVD. Группа, получавшая высокую дозу нейтрализующих антител, продемонстрировала полную защиту без симптомов заболевания, в то время как группа с низкими дозами антител была защищена лишь частично. Мыши, получавшие контрольные IgY (не иммунные), погибли в течение 10 суток. Для дальнейшего подтверждения защитной функции анти-EVD IgY-антител необходимо было оценить метаболический уровень антител в организме. Биодоступность IgY оценивали *in vivo*, для этого группе самок морских свинок подкожно вводили анти-EVD IgY-антитела. Сыворотки крови морских свинок тестировали ежедневно. Титры антител в сыворотках морских свинок достигли высокого уровня, а затем быстро снижались до уровня ниже предела обнаружения – на 4–5 сутки. Эти результаты позволяют предположить, что пассивный перенос IgY может обеспечить защиту морских свинок на 2–3 сут.

Кроме того, авторы показали, что полученные ими анти-EVD IgY-антитела сохраняют свою нейтрализующую активность при температуре 25 °C в течение одного года, в то время как анти-EVD овечьи антитела и рекомбинантные mAb KZ52 антитела с той же специфичностью при той же температуре за две недели полностью потеряли свою активность. Таким образом анти-EVD IgY-антитела демонстрирует большие перспективы в плане внедрения новых схем лечения этого заболевания.

Антителозависимое усиление инфекции (antibody-dependent enhancement). ADE наиболее ярко проявляется при лихорадках Денге и Зика [39, 40].

Геморрагическая лихорадка Денге и шоковый синдром Денге являются серьезными

проявлениями заболевания, которые могут возникать после последовательного инфицирования различными серотипами вируса Денге. Вирус, вызывающий лихорадку Денге, передается комарами. Проявление заболевания варьирует от бессимптомной инфекции до более тяжелой геморрагической лихорадки Денге и шокового синдрома Денге. Во время первичного инфицирования у большинства людей наблюдается субклиническая инфекция. В этой ситуации возникает длительный иммунитет против первичного инфекционного серотипа. Во время вторичной инфекции патофизиология заболевания может резко измениться, особенно если вторичная инфекция относится к другому серотипу Денге. Гетеротипические вторичные инфекции являются причиной 90 % зарегистрированных случаев геморрагической лихорадки Денге и шокового синдрома Денге, что впоследствии приводит к развитию ADE. ADE возникает, когда субнейтрализующие антитела после первичной инфекции Денге связываются с заражающей вирусной частицей от вторичной гетеротипической инфекции. Эти комплексы антитело–вирус затем связываются с рецепторами Fcγ на макрофагах и дендритных клетках через Fc-фрагмент антител. Результатом ADE является большее количество инфицированных иммунных клеток, что приводит к усилению иммунного ответа на инфекцию и развитию цитокинового шторма [41].

Разработка вакцины проблематична из-за риска вызвать субоптимальные иммунные ответы, приводящие к ADE и тяжелому заболеванию после заражения гетерологичными вирулентными штаммами. Пассивная иммунотерапия нейтрализующими антителами может стать альтернативой лечению тяжелой формы лихорадки Денге, но эти антитела не должны связываться с Fc-рецепторами антител.

Обнадеживающий эффект лечения лихорадки Денге был продемонстрирован при использовании генно-инженерного варианта агликозилированных моноклональных IgG-антител, которые не взаимодействовали с FcγR, проявляли профилактическую и терапевтическую эффективность против ADE-индуцированного летального заражения [42].

Основываясь на этих данных, A.L. Fink с соавторами [43] предположили, что птичьи желточные антитела, которые по своей природе *не взаимодействуют с Fc-рецепторами иммуноглобулинов млекопитающих*, могут быть полезными в иммунотерапии лихорадки Денге. В качестве лабораторных животных использовали самок инбредных гусей. В отличие от кур, в сыворотке и в желтках водоплавающих птиц обнаружены не только обычная форма иммуноглобулинов (IgY), но и усеченная форма

IgYΔFc [44] (смотри рисунок 1), которая на два домена короче, и, следовательно, ее молекулярная масса составляет не 180 кДа, а 120 кДа, что важно при системном введении гетерогенных иммуноглобулинов. A.L. Fink с соавт. [43] иммунизировали самок гусей частицами вируса, инактивированными формальдегидом при комнатной температуре. Доза вакцинации составила 120 мкг антигена. Повторные вакцинации проводили на 2 и 4 неделях. Титры полученных гусиных антител колебались от 1:924 807 до 1:6 400 000. Наблюдалась терапевтическая защита при введении 1–2 мг анти-Денге IgY через 24 ч после инфицирования смертельной дозы мышам. Анти-денге IgY не индуцирует ADE. Это свойство IgYΔFc укороченных антител особенно выгодно, поскольку оно не требует какой-либо генетической модификации, что существенно скажется на снижении затрат на получение таких антител. Кроме того, авторы подтвердили, что репертуар антител, генерируемый против вируса Денге у гусей, отличается от репертуара, генерируемого млекопитающими [43]. Таким образом, использование гусиных антител может дать существенный прорыв в лечении пациентов, у которых проявляется ADE.

При изучении *лихорадки Зика* было установлено, что сыворотка выздоравливающих в условиях *in vivo* обладает нейтрализующей активностью из-за наличия большого количества специфических к вирусу антител [46], но из-за ADE антитела не могут выполнять протективную функцию в условиях *in vitro*. Чтобы противодействовать ADE при инфекции Зика, можно использовать моноклональные антитела с мутацией LALA (замена лейцина (L) на аланин (A) в положениях 234 и 235 в области Fc антитела IgG), поскольку они не могут связываться с Fc-γ рецептором клеток (FcγR). Следовательно, такие моноклональные антитела могут устранять ADE в условиях *in vitro* и *in vivo* [43]. Но антитела из желтков яиц водоплавающей птицы также не взаимодействуют с FcγR млекопитающих.

Поэтому K.L. O'Donnell с соавт. [47] проверяли возможность подавления ADE специфическими антителами, выделенными из гусиных яиц. Авторы показали, что олигоклональные IgY-антитела способны нейтрализовать вирус Зика у мышей. При концентрации специфического IgYΔFc 25 мкг/мл наблюдалась 50 % нейтрализация активности антител. Таким образом, авторы показали, что предлагаемые поликлональные специфические IgY ΔFc гусиные антитела могут обеспечивать эффективную пассивную иммунотерапию инфекции Зика без индукции ADE и без применения процедуры получения моноклональных антител, не

связывающихся с FcγR. Но вопрос передачи специфических антител зараженному плоду остается еще не решенным.

Таким образом, специфические IgY ΔFc антитела, полученные из яиц самок гусей, не взаимодействует с Fc-рецепторами млекопитающих и не активирует систему комплемента млекопитающих, поэтому они не запускают ADE и неблагоприятных воспалительных реакций.

Тяжелый острый респираторный синдром (SARS-CoV). В Китае в 2003 г. был зарегистрирован новый штамм коронавируса, вызывающий тяжелый острый респираторный синдром SARS-CoV с 10 % летальных исходов [48]. Одним из вариантов лечения этого заболевания была пассивная иммунизация с использованием сывороток крови выздоровевших пациентов, что давало положительные результаты. Поэтому С.У. Fu с соавт. [49] изучали возможность получения желточных антител от кур, иммунизированных SARS-CoV. Полученные IgY-антитела имели высокую чистоту и хорошую биологическую активность. IgY-антитела были способны нейтрализовать коронавирус SARS-CoV в разведении до 1:640. Эффективность IgY не изменилась после лиофильной сушки, что облегчало транспортировку и обращение с препаратом, используемым для пассивной иммунизации. После оценки на экспериментально инфицированных животных моделях, антитела к коронавирусу, полученные в этом исследовании, могут быть хорошим кандидатом для массового производства в качестве иммунотерапевтического средства против этого вируса. Авторы уверены, что для эффективного контроля над SARS потребуется сочетание вакцины, пассивной иммунизации и лекарственной терапии.

Коронавирус ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV). MERS-CoV был выявлен в 2012 г., он вызывает тяжелое и часто смертельное (до 35 %) острое респираторное заболевание у людей. А.Т. Abbas с соавт. [50] изучали нейтрализующую эффективность куриных IgY-антител против белка S1 шипа вируса MERS-CoV. Специфические иммуноглобулины получали путем инъекции курам очищенного рекомбинантного белка S1 на седьмой неделе после иммунизации. Результаты вестерн-блоттинга показали, что IgY-антитела специфически связываются с белком S1. Эти антитела также были способны распознавать MERS-CoV внутри клеток, что было продемонстрировано иммунофлуоресцентным анализом. *In vivo* наблюдалось количественное снижение экспрессии вирусного антигена и заметное уменьшение воспаления в легочной ткани. В совокупности эти данные предпо-

лагают, что анти-MERS-CoV S1 IgY-антитела могут служить потенциальным кандидатом для пассивного лечения инфекции MERS-CoV. После оценки в клинических исследованиях IgY-антитела могут использоваться для лечения MERS-CoV, особенно в группах высокого риска с незрелым или ослабленным иммунитетом. Кроме того, эти антитела могут использоваться для лечения MERS-CoV у верблюдов, которые являются резервуаром, ответственным за передачу вируса человеку. Данные, полученные в этом исследовании, по мнению авторов, являются платформой для создания специфических и эффективных IgY-антител против других коронавирусов в будущих исследованиях.

Тяжелый острый респираторный синдром – коронавирус 2 (SARS-CoV-2). Вирус впервые был обнаружен в декабре 2019 г. в Китае. Он вызывает опасное инфекционное заболевание COVID-19, которое может протекать в форме острой респираторной вирусной инфекции как в легкой, так и в тяжелой формах. Наиболее частым осложнением заболевания является вирусная пневмония, способная приводить к острому респираторному дистресс-синдрому и последующей острой дыхательной недостаточности.

Гетерологичные сыворотки крови лошадей использовались бразильскими и аргентинскими учеными при терапии SARS-CoV-2. Антитела, выделенные из сыворотки крови иммунизированных белком рецептор-связывающего домена (receptor-binding domain (RBD)) лошадей, были использованы для получения очищенных фрагментов F(ab')₂. Титры антител, полученные в конкурентном методе ИФА, превышали 1:1000000, а нейтрализующие титры определяли по способности антител подавлять псевдовирuses SARS-CoV-2 с использованием клеток HeLa. Нейтрализующие титры достигали уровня 1:14604 [51, 52].

Кроме лошадиных антител, в последнее время стали широко использовать куриные желточные антитела для пассивной иммунизации. W. Jingchen с соавт. [53] использовали RBD шиповидного (S) белка (S-RBD) коронавируса SARS-CoV-2 в качестве антигена для иммунизации кур. Извлечение IgY из желтков проводили водным способом с замораживанием. Чистота препарата составила 85 %. Результаты этого исследования подтвердили, что эти антитела могут распознавать антиген SARS-CoV-2 S-RBD и специфически связываются с ним, блокируя взаимодействием между белком S и ACE2 и предотвращая инфекцию, вызванную взаимодействием между белком S и ACE2. S-IgY может не только блокировать попадание SARS-CoV-2 в клетки-мишени, но и эффективно ингибировать репликацию SARS-CoV-2 в клетках.

S. Wei с соавт. [54] оценивали потенциальную эффективность антител яичного желтка (IgY) в качестве нейтрализующего агента против SARS-CoV-2. SARS-CoV-2 Spike-S1 белок был экспрессирован в клетках насекомых Sf9 с использованием системы экспрессии бакуловирусов/клеток насекомых. Чистота экстрагированных IgY составила более 80 %. Анализ нейтрализации псевдовирuses оценивали с помощью люминесцентного анализа. Таким образом, IgY против Spike-S1 показали значительную нейтрализующую способность против псевдовируса SARS-CoV-2, различных мутантов S и даже SARS-CoV *in vitro*. Использование IgY в составе аэрозолей или спреев для дыхательных путей, ротовой полости и даже пищеварительного тракта может быть целесообразной стратегией. Это может предотвратить вторжение вируса SARS-CoV-2 естественным путем. Однако для долгосрочного контроля над SARS-CoV-2 потребуется сочетание активных и пассивных средств иммунизации, лекарственной терапии и других профилактических мер.

H. Shen с соавт. и Ge S. с соавт. [55, 56] описали эксперимент, в котором они выделили IgY против SARS-CoV-2 из желтков яиц кур, иммунизированных инактивированным SARS-CoV-2, и оценили их ингибирующую активность против инфекции SARS-CoV-2 *in vitro*. Было показано, что анти-SARS-коронавирус-2 IgY антитела связываются с белком S1 и RBD в зависимости от дозы, в то время как контрольные антитела IgY не могли взаимодействовать с S1 или RBD. Кроме того, Shen, H. с соавт. проверили, являются ли анти-SARS-коронавирус-2 IgY-антитела полезными при использовании назального или орального распыления в качестве профилактической меры. Для этого мышам BABL/c вводили антитела IgY против SARS-CoV-2, меченные флуоресцентными молекулами, через назальную капельницу или оральный спрей. Результаты оценивали с помощью системы визуализации IVIS флуоресцентными красителями. Антитела против SARS-CoV-2-IgY сохранялись на обнаруживаемом уровне в носовой и ротовой полостях в течение 2–4 и 12–24 ч после введения соответственно. Эти результаты показывают, что IgY к SARS-CoV-2 могут оставаться в верхних дыхательных путях в течение нескольких часов, в зависимости от используемого метода введения. Авторы делают вывод, что культивируемый в лабораторных условиях и инактивированный формальдегидом SARS-CoV-2 можно использовать для иммунизации кур для крупномасштабного производства IgY-антител из яичного желтка, обладающих мощной ингибирующей активностью против живой и

псевдотипированной инфекции SARS-CoV-2 *in vitro*. Учитывая, что антитела IgY безопасны для использования человеком и могут производиться в больших масштабах с низкими производственными затратами, эти антитела IgY к SARS-CoV-2 имеют хороший потенциал для дальнейшего развития в качестве иммунопрофилактического средства с помощью назального или перорального спрея для предотвращения пандемии.

Таким образом, в технологии IgY достигнут значительный прогресс за последние два десятилетия и ее можно применять в диагностических, профилактических или лечебных целях. Эта технология вызвала большой интерес у исследователей, особенно за последние 10 лет.

Кроме того, развитие лабораторных методов и применение других технологий в этой области привело к тому, что технология IgY стала более зрелой для промышленного производства специфических антител и коммерциализации [14]. IgY-технологии – относительно новое направление в иммунологии, основанное на технологии пассивной иммунизации Эмиля Беринга, но недостаточно оцененное в России. Замена IgG млекопитающих на птичьи трансвариальные IgY позволяет нарабатывать коммерчески значимые количества специфических антител, не вызывающих ADE, расширяет возможности методов пассивной иммунизации для лечения поражений, вызываемых вирусами, бактериями и токсинами – потенциальными агентами биологического оружия.

Вклад авторов / Authors Contribution:

Идея и концепция статьи, поиск и анализ литературы, написание статьи цифровая обработка изображений / Idea and concept of an article, search and analysis of literature, writing an article, digital image processing.

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. Обзорная статья выполнена в рамках выполнения государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (регистрационный номер 122032300152-3).

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Протеомный анализ», поддержанного финансированием Минобрнауки России (соглашение № 075-15-2021-691).

Список источников/References

1. Сандахчиев Л.С., Мартынюк Р.А. Необходимость международного сотрудничества для успеха борьбы с инфекционными заболеваниями и биотерроризмом // Химическая и биологическая безопасность. 2004. № 1–2. С. 13–14.

Sandakhchiev L.S., Martynyuk R.A. The need for international cooperation for success in combating infectious diseases and bioterrorism // Chemical and Biological Safety. 2004. №. 1–2. С. 13–14 (in Russian).

2. Меринова О.А., Топорков А.В., Меринова Л.К. и др. Биологическая безопасность: анализ современного состояния системы подготовки специалистов в Российской Федерации // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2018. № 3. С. 87–96. <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2018-3-87-96>

Merinova O.A., Toporkov A.V., Merinova L.K. et al. Biological safety: analysis of the current state of training in the Russian Federation // Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology. 2018. №. 3. С. 87–96 (in Russian).

3. Ramasamy S., Liu C.Q., Tran H. et al. Principles of antidote pharmacology: an update on prophylaxis, post-exposure treatment recommendations and research initiatives for biological agents. // British journal of pharmacology. 2010. V. 161. № 4. P. 721-748. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2010.00939.x>

4. Bebring E., Kitasato S. Ueber das Zustandekommen der DiphtherieImmunitgt und der Tetanus-Immunitzt bei Thieren. // 1890. Deutsche Medizhische Wochenschrift, V. 16. P. 1113-1114. <https://doi.org/10.17192/eb2013.0164>

5. Köhler G., Milstein C. Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity // Nature. 1975. V. 256. №. 5517. P. 495-497. <https://doi.org/10.1038/256495a0>

6. Froude J.W., Stiles, B.G., Pelat T., Thullier P. Antibodies for biodefense. // MAbs. – Taylor & Francis. 2011. V 3. № 6. P. 517-527. <https://doi.org/10.4161/mabs.3.6.17621>

7. Hu W.G., Nagata L.P. Opportunities and challenges of therapeutic monoclonal antibodies

as medical countermeasures for biodefense // *J. Bioterrorism Biodefense*. 2016. V. 7. P. 1000149. <https://doi.org/10.4172/2157-2526.1000149>

8. Klemperer F. *Archiv für experimentelle pathologie und pharmakologie // Ueber Natürliche Immunität Und Ihre Verwerthung Für Die Immunisirungstherapie*. 1893. V. 31. P. 356-382. <https://doi.org/10.1007/BF01832882>

9. Мечников И.И. Невосприимчивость в инфекционных болезнях. М., 1903. 519 с.

Mechnikov I.I. *Immunity in infectious diseases // I.I. Mechnikov. Moscow, 1903. 519 p. (in Russian)*.

10. Держковский С.К. К вопросу о наследственности искусственного иммунитета против дифтерита // *Архив биологических наук*. Т. VIII. Вып. 1–5. СПб., 1901. С. 421–432.

Dzerzhgovsky S.K. On the question of heredity of artificial immunity against diphtheria. S.K. Dzerzhgovsky // *Archives of Biological Sciences*. VOL. VIII. V. 1–5. St. Petersburg. 1901. P. 421-432 (in Russian).

11. Zhang X.Y. et al. *IgY-Technology: Production and Application of Egg Yolk Antibodies*. Springer International Publishing, 2021. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-72688-1>

12. Каплин В.С., Каплина О.Н. IgY-технологии. Желточные антитела птиц // *Биотехнология*. 2017. Т. 33. № 2. С. 29–40.

Kaplin V.S., Kaplina O.N. *IgY-technologies. Avian yolk antibodies // Biotechnology*. 2017. T. 33. № 2. С. 29–40. <https://doi.org/10.21519/0234-2758-2017-33-2-29-40> (in Russian).

13. Karachaliou C.E., Vassilakopoulou V., Livaniou E. IgY technology: Methods for developing and evaluating avian immunoglobulins for the in vitro detection of biomolecules // *World Journal of Methodology*. 2021. V. 11. № 5. P. 243. <https://doi.org/10.5662/wjm.v11.i5.243>

14. Wu R., Yakhkeshi S., Zhang X. Scientometric analysis and perspective of IgY technology study // *Poultry Science*. 2022. P. 101713. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101713>

15. Polson A., von Wechmar M.B., Van Regenmortel M.H. Isolation of viral IgY antibodies from yolks of immunized hens // *Immunological communications*. 1980. V. 9. № 5. P. 475–493. <https://doi.org/10.3109/08820138009066010>

16. Hussain C.N. Isolation and Estimation of Chicken Immunoglobulins (IgY) from Egg Yolk by Optimizing Polyethylene Glycol (PEG) Precipitation Method // *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*. 2017. V. 4. P. 286–292. <https://doi.org/10.21276/sjavs>

17. Pauly D., Dorner M., Zhang X. et al. Monitoring of laying capacity, immunoglobulin Y concentration, and antibody titer development in chickens immunized with ricin and botulinum toxins over a two-year period // *Poultry Science*. 2009. V. 88. № 2. P. 281–290. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00323>

18. You Z., Yang H., Xin W. et al. Preparation of egg yolk antibodies against BoNT/B and their passive protection in mouse models // *Human vaccines & immunotherapeutics*. 2014. V.10, № 8. P. 2321–2327. <https://doi.org/10.4161/hv.29433>

19. Fast D., Schlievert P., Nelson R. Toxic shock syndrome-associated staphylococcal and streptococcal pyrogenic toxins are potent inducers of tumor necrosis factor production // *Infect Immun*. 1989. V. 57. P. 291–294. <https://doi.org/10.1128/iai.57.1.291-294.1989>.

20. Marrack P., Kappler J. The staphylococcal enterotoxins and their relatives // *Science*. 1990. V. 248, №. 4956. P. 705–711. <https://doi.org/10.1126/science.2185544>

21. Ulrich R.G., Bavari S., Olson M.A. Bacterial superantigens in human disease: structure, function and diversity // *Trends in microbiology*. 1995. V. 3. № 12. P. 463–468. [https://doi.org/10.1016/s0966-842x\(00\)89011-3](https://doi.org/10.1016/s0966-842x(00)89011-3).

22. Fraser J., Arcus V., Kong P. et al. Superantigen–powerful modifiers of the immune system. // *Molecular medicine today*. 2000. V. 6. № 3. P. 125–132. [https://doi.org/10.1016/S1357-4310\(99\)01657-3](https://doi.org/10.1016/S1357-4310(99)01657-3)

23. LeClaire R.D., Hunt R.E., Bavari S. Protection against bacterial superantigen staphylococcal enterotoxin B by passive vaccination. // *Infection and immunity*. 2002. V. 70. № 5. P. 2278–2281. <https://doi.org/10.1128/IAI.70.5.2278-2281.2002>

24. Lee S., Lee S.R., Jung K.M., Kim J.W. Production of Immunospecific Egg Yolk Antibody with Recombinant Staphylococcal Enterotoxin B (SEB) Protein. // *Korean Journal of Poultry Science*. 2012. V. 39, № 4. P. 273–278. <https://doi.org/10.5536/KJPS.2012.39.4.273>

25. Zhang X.Y., Kurth A., Pauly D. et al. Application of high-titred IgY antibodies in orthopox virus diagnostics // *J. Chin. Pharm. Sci*. 2008. V. 17. P. 183–191.

26. Yue C. Präventions-und Therapiestrategien gegen Orthopockenviren. 2013. <https://doi.org/10.25646/5289>

27. Каплин В.С., Зайковская А.В., Каплина О.Н. и др. Куриные желточные антитела – перспективный препарат для иммунотерапии // В кн.: *Дни иммунологии в Сибири: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. акад. РАН, проф. Козлова В.А., проф. Смирновой С.В. Новосибирск, Красноярск. 2015. С. 93–94.*

Kaplin V.S., Zaikovskaya A.V., Kaplina O.N. et al. Chicken yolk antibodies – a promising drug for immunotherapy // In: *Days of immunology in Siberia: materials of XII All-Russian Scientific-Practical Conference with international participation / Eds Academician of the Russian Academy of Sciences, Prof. Kozlov V.A., Prof. Smirnova S.V. Novosibirsk, Krasnoyarsk. 2015. P. 93-94. (in Russian)*.

28. Pal P. Role of cholera toxin in *Vibrio cholerae* infection in humans-A Review // *International Letters*

- of Natural Sciences. 2014. V. 22. P. 22–32. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.22.22>
29. Беспалова И.А., Иванова И.А., Омельченко Н.Д., Филиппенко А.В., Труфанова А.А. Современное состояние специфической профилактики холеры. // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2018. Т. 17. № 98. С. 55–61. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2018-17-1-55-61>
- Bespalova I.A., Ivanova I.A., Omelchenko N.D., Filippenko A.V., Trufanova A.A. Modern state of specific prevention of cholera. // Epidemiology and vaccine prophylaxis. 2018. V. 17. P. 55–61 (in Russian).
30. Abbas A.T., El-Kafrawy S.A., Sohrab S.S., Azhar E.I.A. IgY antibodies for the immunoprophylaxis and therapy of respiratory infections. // Human vaccines & immunotherapeutics. 2019. V. 15. № 1. P. 264–275. <https://doi.org/10.1080/21645515.2018.1514224>
31. Zhang Y., Wei Y., Li Y. et al. IgY antibodies against Ebola virus possess post-exposure protection in a murine pseudovirus challenge model and excellent thermostability // PLoS Neglected Tropical Diseases. 2021. V. 15. e0008403. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008403>
32. Hirai K., Arimitsu H., Umeda K. et al. Passive oral immunization by egg yolk immunoglobulin (IgY) to *Vibrio cholerae* effectively prevents cholera // Acta Medica Okayama. 2010. V. 64. P. 163–170. <https://doi.org/10.18926/AMO/40008>
33. Megha P.U., Sentila R., Michael A. Generation and Characterization of specific Chicken Egg Yolk Antibodies (IgY) against microbial bio-terroristic Agent (*Vibrio cholerae*) // Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences. 2014. V. 2. P. 9–12.
34. Barati B., Ebrahimi F., Nazarian S. Production of chicken egg yolk antibody (IgY) against recombinant cholera toxin B subunit and evaluation of its prophylaxis potency in mice // Iranian Journal of Immunology. 2018. V. 15. P. 47–58. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29549232/>
35. Akbari M. R., Ahmadi A., Mirkalantari S., Salimian J. Anti-*Vibrio cholerae* IgY Antibody Inhibits Mortality in Suckling Mice Model // Journal of the National Medical Association. 2018. V. 110. P. 84–87. <https://doi.org/10.1016/j.jnma.2017.04.001>
36. Taheri F., Nazarian S., Ahmadi T.S., Gargari S.L. Protective effects of egg yolk immunoglobulins (IgYs) developed against recombinant immunogens CtxB, OmpW and TcpA on infant mice infected with *Vibrio cholerae* // International Immunopharmacology. 2020. V. 89. P. 107054. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.107054>
37. Levine M.M. Monoclonal antibody therapy for Ebola virus disease // New England Journal of Medicine. 2019. V. 381. P. 2365–2366. <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMe1915350>
38. Zhang Y., Wei Y., Li Y. et al. IgY antibodies against Ebola virus possess post-exposure protection in a murine pseudovirus challenge model and excellent thermostability // PLoS Neglected Tropical Diseases. 2021. V. 15. № 3. e0008403. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008403>
39. Миронов А.Н., Супотницкий М.В., Лебединская Е.В. Феномен антитело-зависимого усиления инфекции у вакцинированных и переболевших // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. 2013. № 3 (47). С. 12–25.
- Mironov A.N., Supotnitskiy M.V., Lebedinskaya E.V. The phenomenon of antibody-dependent enhancement of infection in vaccinated and convalescents // Biopreparats (Biopharmaceuticals). 2013. No. 3. P. 12–25 (in Russian).
40. Agumadu V. C., Ramphul K. Zika virus: a review of literature // Cureus. 2018. V. 10. <https://doi.org/10.7759/cureus.3025>
41. Rodenhuis-Zybert I.A., Wilschut J., Smit J.M. Dengue virus life cycle: viral and host factors modulating infectivity // Cellular and molecular life sciences. 2010. V. 67. P. 2773–2786. <https://doi.org/10.1007/s00018-010-0357-z>.
42. Balsitis S.J., Williams K.L., Lachica R. et al. Lethal antibody enhancement of dengue disease in mice is prevented by Fc modification // PLoS pathogens. 2010. V. 6. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1000790>
43. Fink A.L., Williams K.L., Harris E. et al. Dengue virus specific IgY provides protection following lethal dengue virus challenge and is neutralizing in the absence of inducing antibody dependent enhancement // PLoS neglected tropical diseases. 2017. V. 11. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005721>
44. Каплина О.Н., Каплин В.С. Использование желточных антител птиц (IgY) для пассивной иммунизации сельскохозяйственных и домашних животных // Ветеринария Кубани. 2018. № 4. С. 19–23.
- Kaplina O.N., Kaplin V.S. Use of avian yolk antibodies (IgY) for passive immunization of farm and domestic animals. // Veterinary medicine of Kuban. 2018. № 4. P. 19–23 (in Russian).
45. Wang Q., Yang Y.A.N.G., Zheng H. et al. Genetic and biological characterization of Zika virus from human cases imported through Shenzhen Port // Chinese Science Bulletin. 2016. V. 61. P. 2463–2474. <https://www.sciengine.com/CSB/article?doi=10.1360/N972016-00665&scroll=>
46. Williams K.L., Sukupolvi-Petty S., Beltramello M. et al. Therapeutic efficacy of antibodies lacking FcγR against lethal dengue virus infection is due to neutralizing potency and blocking of enhancing antibodies // PLoS pathogens. 2013. V. 9. № 2. e1003157. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003157>
47. O'Donnell K.L., Meberg B., Schiltz J. et al. Zika virus-specific IgY results are therapeutic following a lethal zika virus challenge without inducing antibody-dependent enhancement // Viruses. 2019. V. 11. P. 301. <https://doi.org/10.3390/v11030301>
48. Rota P.A., Oberste M.S., Monroe S.S. et al. Characterization of a novel coronavirus associated with severe acute respiratory syndrome // Science. 2003. V. 300. P. 1394–1399. <https://doi.org/10.1126/>

science.1085952

49. Fu C.Y., Huang H., Wang X.M. et al. Preparation and evaluation of anti-SARS coronavirus IgY from yolks of immunized SPF chickens // J. Virol. Methods. 2006. V. 133. P. 112–115. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2005.10.027>

50. Abbas A.T., El-Kafrawy S.A., Sohrab S.S. et al. Anti-S1 MERS-COV IgY specific antibodies decreases lung inflammation and viral antigen positive cells in the human transgenic mouse model // Vaccines. 2020. V. 8. P. 634. doi: <https://doi.org/10.3390/vaccines8040634>

51. Cunha L.E.R., Stolet A.A., Strauch M.A. et al. Potent neutralizing equine antibodies raised against recombinant SARS-CoV-2 spike protein for COVID-19 passive immunization therapy // bioRxiv. 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.08.17.254375>

52. Pan X., Zhou P., Fan T. et al. Immunoglobulin fragment F (ab')₂ against RBD potently neutralizes SARS-CoV-2 in vitro // Antiviral research. 2020. V. 182. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2020.104868>

53. Jingchen W., Yunfei L., Ying R. et al. A chicken IgY can efficiently inhibit the entry and replication of SARS-CoV-2 by targeting the ACE2 binding domain in vitro // bioRxiv preprint: <https://doi.org/10.1101/2021.02.16.430255>

54. Wei S., Duan S., Liu X. et al. Chicken Egg Yolk Antibodies (IgYs) block the binding of multiple SARS-CoV-2 spike protein variants to human ACE2 // International immunopharmacology. 2021. V. 90. P. 107172. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.107172>

55. Shen H., Cai Y., Zhang H. et al. Anti-SARS-CoV-2 IgY isolated from egg yolks of hens immunized with inactivated SARS-CoV-2 for immunoprophylaxis of COVID-19 // Virologica Sinica. 2021. V. 36. P. 1080–1082. <https://doi.org/10.1007/s12250-021-00371-1>

56. Ge S., Wu R., Zhou T. et al. X. Specific anti-SARS-CoV-2 S1 IgY-scFv is a promising tool for recognition of the virus // AMB Express. 2022. V. 12. № 1. P. 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13568-022-01355-4>

Об авторе

Федеральный Исследовательский Центр Фундаментальной и трансляционной медицины, Научно-исследовательский институт биохимии. 630117, Российская Федерация, г. Новосибирск, ул. Тимакова, д. 2. Каплин Владимир Сергеевич. Старший научный сотрудник отдела, канд. биол. наук.

Контактное лицо: kaplinvladimir22@gmail.com

The Use of Avian Yolk Antibodies in the Inactivation of Highly Toxic Components of Biological Weapons and Especially Dangerous Infections

V.S. Kaplin

Federal Research Center Fundamental and Translational Medicine, Research Institute of Biochemistry, 630117, Timakova St. 2, Novosibirsk 630117, Russian Federation

Received May 12, 2022. Accepted June 27, 2022

Currently, Western pharmaceutical companies have mastered the production of licensed drugs based on transovarial chicken specific antibodies (IgY antibodies) intended for the treatment and prevention of infections caused by *Helicobacter pylori*, influenza virus and other pathogens. Of particular interest is the possibility of using IgY antibodies as an inexpensive specific antidote for emergency specific prevention of infections caused by pathogens of dangerous and especially dangerous infections. *The purpose of this work* is to summarize the results of studies that have shown a high therapeutic potential of transovarial specific immunoglobulins in the treatment and prevention of dangerous viral, bacterial infections and injuries by biological toxins – potential agents of biological weapons (BW). The advantage of using IgY technologies for passive immunization is a non-invasive method for obtaining antibodies, as well as a large amount of them – 20–30 g of immunoglobulins, which can be obtained from one laying hen per year. An important advantage of IgY over immunoglobulins derived from mammalian serum is that they do not interact with complement components, nor with rheumatoid factor, nor with Fc receptors of mammalian immunocompetent cells, which significantly reduces the manifestation of adverse reactions, in particular, antibody-dependent enhancement of infection (ADE). Experiments carried out in vivo and in vitro showed a high activity of IgY antibodies

in suppressing the damaging effect of pathogens of especially dangerous infections and biological toxins. It is shown in the article, that the replacement of mammalian IgG with avian transovarial IgY allows obtaining commercially significant amounts of thermostable specific antibodies that do not cause ADE, and expands the possibilities of methods for specific prevention and treatment of lesions caused by viruses, bacteria, and toxins – potential agents of biological weapons.

Keywords: *biological threats; bioterrorism; passive immunization; IgY-technologies; yolk antibodies; toxin inactivation; transovarian immunoglobulins.*

For citation: *Kaplin V.S. The Use of Avian Yolk Antibodies in the Inactivation of Highly Toxic Components of Biological Weapons and Especially Dangerous Infections // Journal of NBC Protection Corps. 2022. V. 6. No 2. P. 137–151. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-137-151>*

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. The review article was prepared as part of the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (registration number 122032300152-3).

The work was performed using the equipment of the Center for Collective Use «Proteomny Analysis», supported by financing of the Ministry of Education and Science of Russia (agreement No. 075-15-2021-691).

References

See P. 147–150.

Author

Federal Research Center Fundamental and Translational Medicine, Research Institute of Biochemistry, Timakova st. 2, Novosibirsk 630117, Russian Federation.

Vladimir Sergeevich Kaplin. Senior Researcher of the Department. Candidate of Biological Sciences.

Contact person: Vladimir Sergeevich Kaplin; kaplinvladimir22@gmail.com

Оспа обезьян как малоизученная биологическая угроза для России

© АВТОР, 2022

УДК 614.446

<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-152-177>

М.В. Супотницкий

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

Поступила 20.06.2022 г. Принята к публикации 27.06.2022 г.

Оспа обезьян – природно-очаговый зооноз грызунов и обезьян, обитающих в долине реки Конго (клада СВ) и в Западной Африке (клада WA). Интерес к оспе обезьян вызван ее пандемическим распространением, начавшимся в мае 2022 г. *Цель работы* – рассмотреть опасность оспы обезьян на фоне недостаточности знаний о ее природе, а также существующих достижений в лечении и профилактике этого заболевания. Для сбора информации использовались, главным образом, англоязычные источники, доступные через базы данных PubMed и Google Scholar. Исследование проводилось по следующим направлениям: эпидемиология вспышек оспы обезьян до мая 2022 г.; таксономия и происхождение вируса оспы обезьян (ВОО); морфология и жизненный цикл поксвирусов; экология и эпидемиология ВОО; клиническая картина оспы обезьян у человека при естественном инфицировании; клиника оспы обезьян у европейских гомосексуалистов; клиническая картина и патоморфология оспы обезьян у животных при искусственном инфицировании; иммунопрофилактика и терапия оспы обезьян. Установлено, что заносы ВОО в неэндемичные страны до мая 2022 г. ограничивались единичными случаями болезни. На этом фоне пандемия оспы обезьян, начавшаяся в мае 2022 г., выглядит нетипичной. Вызвавший ее малоконтагиозный ВОО (WA) до 2017 г. в Нигерии не встречался. Его распространение за пределами Африки облегчилось новым механизмом заражения – через организованное гомосексуальные контакты. Поэтому оспе обезьян уже не следует считать редким заболеванием, географически ограниченным африканскими странами. Так как она распространяется в новой клинической форме – ректальной, имеющей характерную симптоматику, ее необходимо выделить в Международной классификации болезней (МКБ-11) в рубрике «1B2Y Другие уточненные инфекции, передающиеся половым путем». Необходимо учитывать и эпидемическую опасность других поксвирусов, получивших возможность проникать в популяции людей через их иммунодефицитные составляющие, в развитых странах достигающих 20 % общей численности населения. В настоящее время нет ни вакцин, ни лекарственных средств, чья эффективность и безопасность были бы подтверждены в эпидемических очагах ВОО с иммунодефицитным населением. Серьезные усилия должны быть направлены на выявление фактов искусственного распространения оспы обезьян, возможных зоонозных хозяев ВОО в России; механизмов поддержания ВОО в экосистемах; генетических факторов хозяина, определяющих тяжесть болезни у человека и ее исход.

Ключевые слова: вакцинная экзема; индекс репродукции вируса; Мюнхенская конференция по безопасности; натуральная оспа; оспа коров; оспа обезьян; поксвирусы; экзантема.

Библиографическое описание: Супотницкий М.В. Оспа обезьян как малоизученная биологическая угроза для России // Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 2. 152–177. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-152-177>

Оспа обезьян – природно-очаговый зооноз грызунов и обезьян, обитающих в долине реки Конго и в Западной Африке. Вызывается таксономически близким к вирусу на-

туральной оспы (ВНО) вирусом оспы обезьян (ВОО). От животных он может передаваться к людям, вызывая лихорадку, общую интоксикацию, появление экзантемы¹, сходной с вы-

¹ *Экзантема* – общее название сыпей на коже. Кожная сыпь бывает в виде красных пятен (розеол), поверхностных бесполостных первичных морфологических элементов – узелков (папул); полостных элементов – пузырьков (везикул) и гнойничков (пустул – то же, что везикула, но с гнойным содержимым). Может быть мо-

сыпаниями при натуральной оспе, а также не свойственные натуральной оспе выраженные лимфадениты. ВОО и ВНО – потенциальные поражающие агенты биологического оружия (БО) и подлежат экспортному контролю². ВОО считается агентом, способным имитировать вспышку натуральной оспы [1–3].

В настоящее время интерес к оспе обезьян вызван глобальной вспышкой, начавшейся в мае 2022 г. и продолжающейся в настоящее время³. Ее необычность состоит еще в том, что вспышка была предсказана в марте 2021 г. на Мюнхенской конференции по безопасности. Сроки появления болезни и масштабы эпидемии совпали с прогнозом на 2022 г. Случайно или нет – покажет время⁴. На 2023 г. прогноз предполагает глобальное распространение варианта ВОО, обладающего усиленными функциями⁵, приданными ему с помощью технологий синтетической биологии⁶. Его мы не считаем нужным игнорировать. Эпидемиологическая ситуация усложняется еще и тем, что оспа обезьян, даже в ее традиционном варианте, является новой для многих клиницистов, не имеющих, по понятным причинам, большого опыта в выявлении или лечении случаев болезни. Однако в 2022 г. она распространяется способом, ранее не имевшим большого значения для ее эпидемиологии, что делает ситуацию еще более сложной.

Цель работы – рассмотреть опасность оспы обезьян на фоне недостаточности знаний о ее природе, а также существующих достижений в лечении и профилактике заболевания.

В работе последовательно анализировались предыстория текущей вспышки оспы обезьян, таксономические, эпидемиологические и клинические особенности оспы обезьян в

сравнении с натуральной оспой, имеющиеся возможности по выявлению искусственно вызванных вспышек оспы обезьян, основные подходы в ее лечении и профилактике, а также пробелы в знаниях об оспе обезьян, представляющие опасность для Российской Федерации.

Материалы и методы. Для анализа информации использовались, в основном, источники, доступные через базы данных PubMed и Google Scholar. Для первичного поиска публикаций были использованы следующие условия поиска и логические операторы: «monkeypox virus»; «monkeypox or MPXV», «human monkeypox». После просмотра аннотаций из выборки удалялись нерелевантные статьи. Далее поиск продолжался путем применения ограничений по датам 2017–2022 гг. для поиска публикаций, появившихся от начала вспышки в Нигерии в 2017 г. до вспышки оспы обезьян 2022 г. Приоритет отдавался обзорным работам, опубликованным после 2017 г. Оспа обезьян рассматривалась как зооноз и как болезнь людей. Ручным поиском и проходам по библиографическим ссылкам на источники отбиралась информация по моделированию оспы обезьян на животных с приоритетом статей, позволяющих распознать искусственное заражение человека. Языковые ограничения не устанавливались, поскольку многие страны, представляющие интерес, публикуют научные статьи на английском языке, поэтому большинство изученных статей были на английском языке. После удаления дубликатов и нерелевантных статей для анализа осталось 66 статей. Анализ информации проводился от общего к частному. Источники, выявленные в неиндексируемых изданиях, в «Список источников» не вносились, а указывались в сносках на соответствующих страницах текста статьи.

номорфной, состоящей из одного вида поражений: пятен (пятнистая экзантема); папул (папулезная экзантема); полиморфной, состоящей из разных видов поражения (например, из пустул и папул). Экзантема бывает ограниченной и генерализованной.

² Указ президента Российской Федерации № 1004 от 08.08.2001 «Об утверждении списка возбудителей (патогенов) человека, животных и растений, генетически измененных микроорганизмов, токсинов, оборудования и технологий, подлежащих экспортному контролю» (URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/17288>; дата обращения: 12.05.2022).

³ На момент завершения этой статьи (19.06.2022) за пределами эндемичных регионов Африки выявлено не менее 3 тыс. случаев болезни у людей в 60 странах. См. Mathieu E., Dattani S., Ritchie H., Roser M. Monkeypox. OurWorldInData.org. URL: <https://ourworldindata.org/monkeypox> (дата обращения: 20.06.2022).

⁴ Некоторые исследователи считают «искусственной» пандемию COVID-19. Среди них Люк Монтанье (фр. Luc Antoine Montagnier; г.р. 1932–2022), один из первооткрывателей ВИЧ, лауреат нобелевской премии в области медицины и физиологии за 2008 г. <https://www.pourquoidocteur.fr/Articles/Question-d-actu/32184-EXCLUSIF-Pour-Pr-Montagnier-SARS-CoV-2-serait-virus-manipule-Chinois-l-ADN-de-VIH-podcast> (дата обращения: 22.05.2021).

⁵ Под усилением функций (англ. Gain-of-Function) понимается придание возбудителю опасной инфекции нового свойства, делающего его более опасным для человека или животного [4]. Методологию таких исследований мы предполагаем описать в следующей статье. Для оспы обезьян предполагается получение вакцинорезистентных вариантов.

⁶ Strengthening Global Systems to Prevent and Respond to High-Consequence Biological Threats. Results from the 2021 Tabletop Exercise Conducted in Partnership with the Munich Security Conference. NTI:bio. 2021 november.

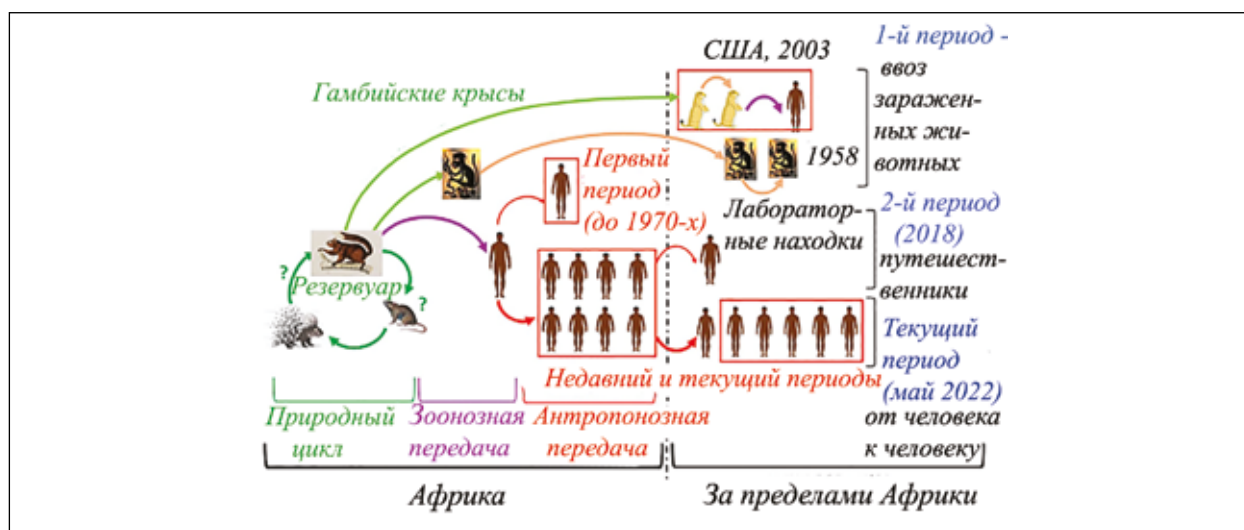


Рисунок 1 – Эпидемиология оспы обезьян в Африке и за ее пределами. Последние случаи болезни стали результатом возрождения ранее неизвестного варианта линии WA в Нигерии в 2017 г. Увеличение числа случаев болезни у людей в исторических очагах связывают с прекращением вакцинации против натуральной оспы и влиянием других антропогенных факторов – вырубка лесов, рост населения, миграция, увеличение торговли мясом диких грызунов и др. [15]

Вспышки оспы обезьян до мая 2022 г. Впервые ВОО выделен в 1958 г. в Копенгагене от азиатских обезьян, содержащихся в зоопарке, и считался лабораторной находкой. Оспа обезьян не признавалась болезнью человека до начала 1970-х гг., когда в Демократической Республике Конго (ДРК) (Заир) ее распознали у девятимесячного мальчика [5]. В 1970-х гг. было установлено, что ВОО вызывает в Западной Африке и в бассейне реки Конго у людей небольшие вспышки болезни, похожей на натуральную оспу, но менее тяжелой по клиническим проявлениям и летальным исходам. С 1981 г. большинство зарегистрированных случаев оспы обезьян произошло в бассейне реки Конго в Центральной Африке. На фоне побед над ВНО они тогда казались досадным недоразумением. Считалось, что оспа обезьян малокоонтагиозна и большой опасности за пределами Африки не представляет [6]. Это мнение было поставлено под сомнение в начале 1980-х гг., когда усиление эпиднадзора в Заире позволило обнаружить многочисленные случаи передачи оспы обезьян от человека к человеку [7, 8]. А после того, как в 2003 г. было установлено, что ВОО проник в США из Ганы вместе с дикими африканскими грызунами и через других животных вызвал вспышку среди людей в 11 штатах, стало ясно, что он может не

только формировать эпидемические цепочки между людьми, но и создавать свои эпизоотические очаги за пределами Африки [9, 10].

Всего с 1970 г. по 1999 г. ВОЗ сообщила по крайней мере о 404 подтвержденных и примерно 500 предполагаемых случаях оспы обезьян в нескольких африканских странах (ЦАР, Камерун, Нигерия, Кот-д'Ивуар, Либерия, Сьерра-Леоне и Габон), но главным образом в ДРК⁷ [11, 12].

Вторая вспышка оспы обезьян за пределами традиционного ареала обнаружена в Южном Судане в 2005 г. Вспышка продолжалась с сентября по декабрь 2005 г. Было зарегистрировано 10 лабораторно подтвержденных и 9 вероятных случаев оспы обезьян. Но ВОО был той же клады, что и вирусы из бассейна реки Конго. Смертельных случаев не было. Описана передача от человека к человеку до 5 поколений. Исследование не установило связи вспышки с регионами, эндемичными по ВОО [14]⁸.

В сентябре 2017 г., после почти трех десятилетий отсутствия зарегистрированных случаев обезьяньей оспы, ее линия WA появилась в Нигерии. Большинство вспышек оспы обезьян произошло среди жителей Южной Нигерии, живущих в районах с мангровыми зарослями и тропическими лесами, богатыми различными видами мелких млекопитающих, грызунов и приматов [15].

⁷ Вероятна систематическая ошибка выборки в Центральной Африке в сторону занижения количества выявленных случаев болезни. Это связано с тем, что только руководство ДРК поощряет деятельность по эпиднадзору за обезьяньей оспой. Соседние страны и районы, эндемичные по оспе обезьян в Западной Африке, менее расположены давать информацию по заболеваемости населения оспой обезьян [13].

⁸ Возможно, в Южном Судане находится самостоятельный очаг ВОО.

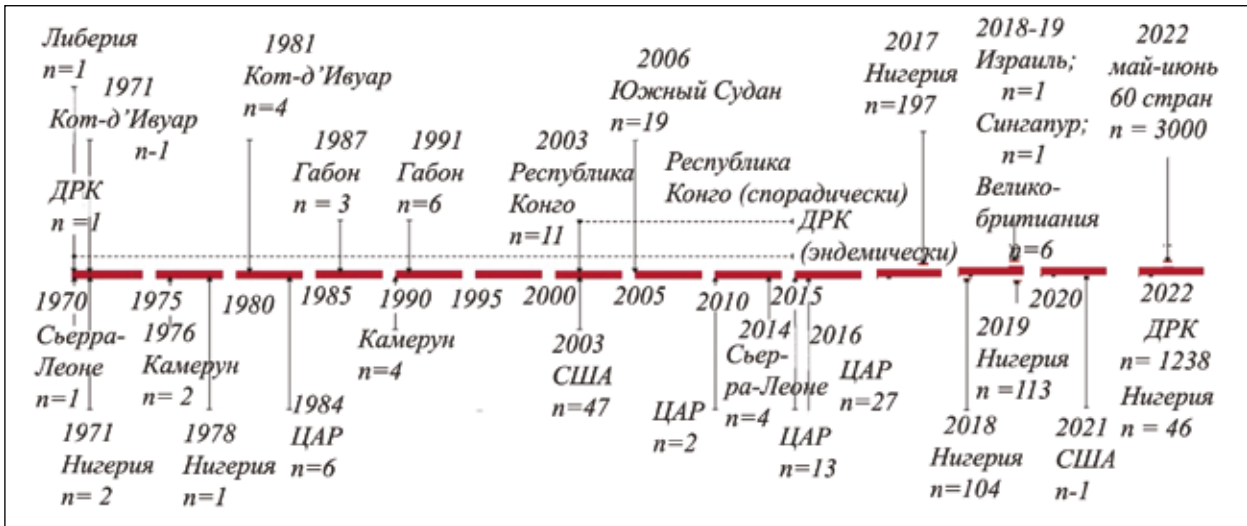


Рисунок 2 – Хронология зарегистрированных вспышек оспы обезьян у людей. Случаи оспы обезьян среди людей до вспышки мая-июня 2022 г. были подтверждены в 15 различных странах, 11 из которых расположены в Западной и Центральной Африке. В 4 странах (США, Израиль, Великобритания и провинция Китая – Гонконг) доказан завозной характер вспышек; в Южном Судане происхождение оспы обезьян осталось неясным. За основу взята схема из статьи K. Brown и P.A. Leggat [30]. Дополнена по работам N. Erez et al. [27]; A. Vaughan et al. [28]; S.E.F. Yong et al. [29]; E.J. Alakunle et al. [16]; J. Quarleri et al. [31]. Данные по количеству заболевших оспой обезьян в разных источниках не всегда совпадают

Нигерийские вспышки 2017 г. интересны еще и тем, что их вызвал вариант вируса, не имевший последнего общего предка с изолятами, полученными от более ранних вспышек в 1971 г. и 1978 г. соответственно [16]. Это обстоятельство может быть связано с активизацией нового природного резервуара ВОО. Первые случаи заболевания людей за пределами Африки (не считая зоонозной вспышки 2003 г. в США) были зарегистрированы в 2018 г., но вплоть до беспрецедентного появления оспы обезьян в 2022 г. они оставались спорадическими и единичными (рисунок 1).

В 2018–2019 гг. шесть человек, приехавших из Нигерии, завезли эту болезнь в Израиль, Сингапур и Великобританию [27, 28, 29]. В Соединенном Королевстве в сентябре 2018 г. ВОО был передан от пациента из Нигерии (мужчина с макуло-папулезной сыпью, лихорадкой, лимфаденопатией и общим недомоганием в течение одной недели до поступления в кли-

нику) медицинскому работнику через контакт с зараженным постельным бельем. Медик контактировал с 134 лицами, из них 4 заболели; все выжили [28]. В июле 2021 г. мужчина, который путешествовал из Лагоса (Нигерия) в Даллас (штат Техас, США), стал седьмым путешественником в неафриканскую страну с диагностированной обезьяньей оспой [32]. В начале 2022 г. ситуация по оспе обезьян в ДРК и в Нигерии еще более обострилась. Появились случаи оспоподобных заболеваний за пределами Африки.

В марте 2022 г. американский журналист Хэл Тернер (Hal Turner) со ссылкой на свои источники в Объединенной службе по борьбе с терроризмом (США)⁹ сообщил в СМИ о появлении оспоподобного заболевания в Йемене и привел фотографии нескольких подтвержденных случаев¹⁰. По его данным, всего заболело четыре человека. Все они жили и работали отдельно друг от друга. Более того, все они

⁹ Joint Terrorism Task Forces (JTTF) – Объединенная служба по борьбе с терроризмом. К ее работе в той или иной степени подключены различные федеральные и местные органы по поддержанию правопорядка. Задача службы – предотвращение и расследование преступлений террористической направленности. Общее руководство Объединенной службой осуществляет ФБР и Министерство юстиции США. Создана в 1980 г. в Нью-Йорке. Наибольшее развитие получила после 11 сентября 2001 г. В настоящее время в ее состав входит свыше сотни различных структурных подразделений (https://en.wikipedia.org/wiki/Joint_Terrorism_Task_Force, дата обращения: 09.05.2022).

¹⁰ Smallpox Released! Lockdowns Coming? Market Collapse? // Beforeits news. 2022. February 8. <https://beforeitsnews.com/blogging-citizen-journalism/2022/02/smallpox-released-planet-lockdown-coming-2650999.html> (дата обращения: 15.03.2022).

были из разных городов или деревень¹¹. Тем не менее, все они заразились этой болезнью из неизвестного источника¹². Так как Тернер настаивал, что имели место случаи натуральной оспы, и они якобы были подтверждены лабораторно, его информацию посчитали фейком.

Но и на начавшиеся в Нигерии и ДРК вспышки оспы обезьян тогда обратили внимание только специалисты. За первые четыре месяца 2022 г. ВОЗ сообщила о 1238 и 46 новых случаях этой болезни (соответственно)¹³. На рисунке 2 представлена хронология вспышек оспы обезьян с момента идентификации ее возбудителя до современной вспышки.

Приведенные данные показывают, что заносы больными людьми ВОО в эндемичные страны обычно представляли собой единичные случаи болезни, поэтому ее вспышки легко локализовались санитарными службами. Более опасными оказались зоонозные цепочки, когда ВОО попадал из природных очагов в Африке в популяции местных грызунов. Но пока установлен один такой случай в США¹⁴. На этом фоне вспышки оспы обезьян, начавшиеся в мае 2022 г., выглядят как нечто новое в ее эпидемиологии.

Таксономия и происхождение возбудителя оспы обезьян. Семейство поксвирусов (*Poxviridae*) относится к монофилетической группе¹⁵ крупных двухцепочечных ДНК-вирусов, размножающихся в цитоплазме клетки (NCLDVs – nucleocytoplasmic large DNA viruses). В эту же группу входят семейства *Ascoviridae*, *Asfarviridae*, *Iridoviridae*, *Mimiviridae*, *Phycodnaviridae* и *Marseillevirus* [26]. По данным Международного комитета по таксономии вирусов (англ. International Committee on Taxonomy of Viruses; ICTV) на июль 2021 г., семейство *Poxviridae* включает 2 подсемейства. Каждое из подсемейств *Poxviridae* разделено на роды на основе общего антигенного сходства, индукции иммунологической перекрестной защиты и филогенетической группировки. Всего выделено 22 рода и 83 вида.

Подсемейство *Chordopoxvirinae* (ChPV) – вирусы оспы позвоночных. В настоящее время в это подсемейство входит 52 вида, разделенных на 18 родов¹⁶.

Род *Avipoxvirus* – Авипоксвирусы (10 видов, вирусы оспы птиц)

Род *Capripoxvirus* – Каприпоксвирусы (3 вида)

Goatpox virus – вирус оспы коз

Lumpy skin disease virus – вирус кожной бугорчатки

Sheepox virus – вирус оспы овец – типовой вид рода

Род *Centapoxvirus* (1 вид)

Род *Cervidpoxvirus* (1 вид)

Род *Crocodylidpoxvirus* (1 вид)

Род *Leporipoxvirus* – Лепорипоксвирусы (4 вида)

Mycoma virus – вирус миксомы кроликов – типовой вид рода

Род *Molluscipoxvirus* – Моллюсципоксвирусы

Molluscum contagiosum virus – вирус контагиозного моллюска

Род *Orthopoxvirus* – Ортопоксвирусы (10 видов)

Cowpox virus – вирус оспы крупного рогатого скота или вирус коровьей оспы

Monkeypox virus – вирус оспы обезьян

Vaccinia virus – вирус вакцины – типовой вид рода

Variola virus – вирус натуральной оспы

Род *Parapoxvirus* – Парапоксвирусы (4 вида)

Orf virus – вирус Орф – типовой вид рода

Род *Suipoxvirus* – Суипоксвирусы

Swinepox virus – вирус оспы свиней

Род *Yatapoxvirus* – Ятапоксвирусы (2 вида)

Tanapox virus – танапоксвирус человека или вирус оспы Тана

Yaba monkey tumor virus – вирус опухолей обезьян Яба – типовой вид рода

Виды *incertae sedis* (2 вида)¹⁷

Подсемейство *Entomopoxvirinae* (EnPV)¹⁸ – вирусы оспы насекомых

Род *Alphaentomopoxvirus* (7 видов)

Род *Betaentomopoxvirus* (16 видов)

Род *Gammaentomopoxvirus* (6 видов)

Виды *incertae sedis* (2 вида)

¹¹ Уже даже установление этого обстоятельства говорит за то, что вспышка, прежде чем информация о ней появилась в СМИ, кем-то изучалась.

¹² SMALLPOX Outbreak in Yemen? Hal Turner Claims His US Agency Contacts Confirmed Outbreak // Rumormill news. 2022. 8-Feb. <https://www.rumormillnews.com/cgi-bin/forum.cgi?noframes;read=192751> (дата обращения 15.03.2022).

¹³ Updated Case-finding Guidance: Monkeypox Outbreak—United States, 2022. См. <https://emergency.cdc.gov/han/2022/han00468.asp> (дата обращения 15.06.2022).

¹⁴ См. работы. Di Giulio, P.B. Eckburg [9]; C. Chastel [10].

¹⁵ *Монофилия* (семейный клан) – происхождение всех представителей таксона от одного общего предка.

¹⁶ International Committee on Taxonomy of Viruses. <https://talk.ictvonline.org/taxonomy> (дата обращения 03.01.2022).

¹⁷ *Incertae sedis* (лат. – «неопределенного положения») – латинское выражение, указывающее на то, что положение таксона в системе неясно.

¹⁸ Энтомопоксвирусы в данной работе не рассматриваются.

Из-за того, что поксвирусы обнаружены у насекомых, рептилий, птиц и млекопитающих, их относят к «древним вирусам». Это, в свою очередь, означает формирование эффективных механизмов адаптации к клеткам своих хозяев [16]. Род Orthopoxvirus (OPV) более изучен, чем другие, из-за способности входящих в него видов вызывать болезнь у человека и животных. Названия видов условны. Они присвоены в честь животных-хозяев, от которых их впервые выделили (вирус оспы обезьян, вирусы оспы верблюдов, змей, лошадей, свиней, енотов, скунсов и др.). Однако название не обязательно представляет природный резервуар или полный диапазон их хозяев. На сегодняшний день первичные хозяева и резервуары¹⁹ зоонозных ортопоксвирусов в природе или циклы их передачи и поддержания не определены. Кроме относительно хорошо изученных ортопоксвирусов (ВНО, ВОО, вирус вакцины), известно множество малоизученных вирусов этого семейства, так как их обнаруживали только один раз или очень небольшое количество раз, либо они «вымерли», прежде чем были как-то изучены²⁰. Большая часть того, что мы знаем о OPV, стало известным в результате случайных событий межвидовой передачи, как правило, из неизвестного источника к людям, диким животным или одомашненным видам. Подавляющее большинство данных получено в результате серологических исследований, и нельзя установить идентичность OPV на уровне вида. К сожалению, это дает мало информации об их естественной экологии и устойчивости поддержания в природных очагах [13].

Сравнение геномов OPV позволило идентифицировать приблизительно 50 относительно консервативных генов, обнаруживаемых в геноме всех секвенированных поксвирусов, а также 40 генов, присутствующих в геноме большинства хордопоксвирусов [20]. Эти гены определяют транскрипцию, процессинг РНК, репликацию и сборку вирионов поксвирусов, и обычно находятся в его центральных областях (их еще называют генами домашнего хозяйства). Гены, участвующие во взаимодействии с хозяином (гены диапазона хозяев), обычно располагаются в терминальных областях генома и демонстрируют низкую идентичность последовательностей. Кодлируемые ими белки (факторы диапазона хозяев) биохимически разнообразны и ни один поксвирус не кодирует версии таких генов всех членов OPV. Гены в терминальных областях генома OPV, определяющие в моделях инфекции вирулентность вируса, называют генами вирулентности, а их белковые продукты – факторами вирулентности. Концевые участки генома OPV фланкируют инвертированные терминальные повторы (ITR)²¹. Их размер колеблется приблизительно от 0,1 до 13 т.п.н. Они содержат идентичные последовательности на обоих концах и состоят из шпилечной петли, tandemных повторов и некоторого количества открытых рамок считывания (ORF)²² [16, 21]. Длина последовательности генома OPV и содержание генов положительно коррелируют с широким кругом хозяев, но имеют обратную связь с патогенностью [22].

¹⁹ Под *первичным резервуаром* в данной работе понимается совокупность биологических хозяев возбудителя опасной инфекции и включающих их экосистем, без которых его существование в природе как биологического вида невозможно. Такие резервуары могут сохраняться на определенной территории сотни и тысячи лет, не проявляя себя эпизоотиями среди животных, оставляя «следы» лишь в исторических источниках. Автор данной работы считает, что первичные резервуары возбудителей опасных инфекций, в том числе и семейства Poxviridae находятся среди простейших организмов (Protozoa), но это тема отдельной статьи.

²⁰ Имеется в виду вирус оспы лошадей (*Horsepox virus*, HSPV) – считается вымершим в конце XX в. Описаны множественные клинические формы оспы лошадей, в том числе доброкачественная локализованная форма с поражением морды и ротовой полости лошади, ранее известная как контагиозный пустулезный стоматит; генерализованная высококонтагиозная форма, известная как папулезный стоматит лошадей. Оспу лошадей также связывают с экссудативным дерматитом пасти лошади. Клинически ее дифференцируют от двух других поксвирусных заболеваний лошадей – контагиозного моллюска лошадей и болезни Уасин-Гишу (*Uasin Gishu disease*. Уасин Гишу – плато, расположенное в западной Кении). Контагиозный моллюск лошадей – это легкое самоизлечивающееся кожное заболевание, сходное с контагиозным моллюском человека. Болезнь Уасин-Гишу была описана у неместных лошадей Восточной Африки. Поражения генерализованные, носят пролиферативный и папилломатозный характер, заболевание может приобрести хроническое течение [17, 18]. В 2017 г. канадскими учеными методами синтетической биологии HSPV был восстановлен в инфекционной форме [19].

²¹ *Инвертированные концевые повторы* (inverted terminal repeats, ITR) – короткие родственные или идентичные последовательности, ориентированные в противоположных направлениях. Указывают области, способные к самокомплементарному спариванию оснований (области в пределах одной последовательности, которые могут образовывать пары оснований друг с другом).

²² *Открытая рамка считывания* (open reading frames, ORF) – последовательность нуклеотидов в составе ДНК или РНК, потенциально способная кодировать белок.

Широкому кругу хозяев, проявляемому многими ОРВ, способствует в частности²³:

- ненужность специфических рецепторов для проникновения в клетки различных млекопитающих – клеточными детерминантами связывания вирусных частиц являются повсеместно экспрессируемые на поверхности клетки гликозаминогликаны или компоненты внеклеточного матрикса. Диапазон хозяев и вирулентность ОРВ зависят от их эффективного манипулирования противовирусными реакциями хозяина на клеточном, тканевом и видоспецифичном уровнях²⁴;

- геном любого из ОРВ содержит весь генетический материал, необходимый для его репликации в цитоплазме клетки и не зависит от ее белок-синтезирующей машины;

- относительно низкий уровень мутаций;

- устойчивость вирионов в окружающей среде;

- способность многих ОРВ вызывать инфекции у хозяев несколькими путями (парентерально, респираторно, через слизистые оболочки);

- ОРВ используют общие стратегии уклонения от иммунитета хозяина, многие из которых нацелены на особенности врожденного иммунитета хозяина [13].

Сужение круга хозяев ОРВ (что типично для ВНО, вызывающего болезнь исключительно у человека) является результатом дегенеративной эволюции²⁵, то есть прогрессирующей утраты генов за счет накопления

индель-мутаций (англ. Indel Mutation)²⁶ или задействования других механизмов усечения и потери генов [13, 24]. E.L. Hatcher et al. [24] считают, что ортопоксвирусы путем более глубокой специализации, достигаемой потерей генов, оптимизируют свой ответ на противовирусные механизмы хозяина. Основным механизмом потери генов является введение ранних стоп-мутаций, постепенно приводящих к фрагментации, усечению и полному удалению ORF из генома.

Заражение ВОО хоть и проявляется у людей клинической картиной болезни, сходной с натуральной оспой (для кланды²⁷ вируса, циркулирующего в долине реки Конго), но его эволюционная история не связана с ВНО. Сравнение геномов ВНО и ВОО показывает, что центральная область генома ВОО, кодирующая основные ферменты и структурные белки, на 96,3 % идентична таковой у ВНО. Однако концевые области генома ВОО, кодирующие факторы вирулентности и круга хозяев, значительно различаются. Таким образом, эти два вируса представляют собой разные виды, которые сформировались независимо друг от друга. ВОО не является прямым предком или прямым потомком ВНО [25].

G. Gubser et al. [26] (2004) установили более близкое родство ВНО с вирусом оспы верблюдов (Camelpox virus, CMPV) и вирусом оспы змей (Taterapox virus, TATV). Последний выделен из внешне здоровой африканской песчанки (*Tatera kempi*) в 1975 г. В настоящее время

²³ Более подробно о генах вирулентности и диапазона хозяев основных патогенных для человека и животных ОРВ см. в работе S.L. Haller et al. [21].

²⁴ Это совершенная иная стратегия формирования вирусом круга хозяев, чем используют коронавирусы и многие другие вирусы. У коронавирусов от внешней оболочки отходят булавовидные шиповидные отростки – пепломеры (спайки, spikes), предназначенные для взаимодействия со специфическими трансмембранными рецепторами клеток-мишеней. Меняя «шипы» вирусов, вызывающих зоонозы, на шипы, узнающие специфические рецепторы у человека, можно из зоонозного вируса сконструировать вирус, вызывающий болезнь у людей. Так был создан вирус – SHC014-MA15, способный к репликации в дыхательных путях человека и животных. Для этого в нуклеотидную последовательность субъединицы S1, циркулирующего среди летучих мышей коронавируса SHC014 – ближайшего «родственника» SARS-CoV, не проявившего себя в качестве патогена для людей, исследователи заменили нуклеотидную последовательность гена, кодирующего субъединицу S1 у SHC014, на аналогичную от SARS-CoV. Остальные гены, т.е. те, которые определяют формирование транскрипционного комплекса вирусной репликации и сборку его частиц в клетке, изменениям не подвергались. Новый химерный SARS-подобный коронавирус получил обозначение SHC014-MA15. Химера оказалась более вирулентной в человеческих клетках, чем исходный вирус – SHC014 [23].

²⁵ Дегенеративная эволюция или общая дегенерация – одно из направлений эволюционного процесса, связанное с упрощением организации, в том числе утратой органов и их систем.

²⁶ Индель (англ. Indel) – термин молекулярной биологии, обозначающий увеличение или удаление оснований в геноме организма в результате образования небольших генетических вариаций, длина которых составляет от 1 до 10 тыс. пар оснований, включая такие события, как вставки и делеции (удаления участков генома). Они могут быть разделены многими годами и не быть связаны друг с другом каким-либо образом.

²⁷ Клада (от др.-греч. ὀ κλάδος, «ветвь, молодой побег, отпрыск»; англ. clade) – группа организмов, содержащая общего предка и всех его прямых потомков. Общий предок может быть особью, популяцией или видом (вымершим или существующим). Клады вложены одна в другую, так как каждая ветвь, в свою очередь, распадается на более мелкие ветви. Эти расколы отражают историю эволюции, когда популяции расходились и развивались независимо.

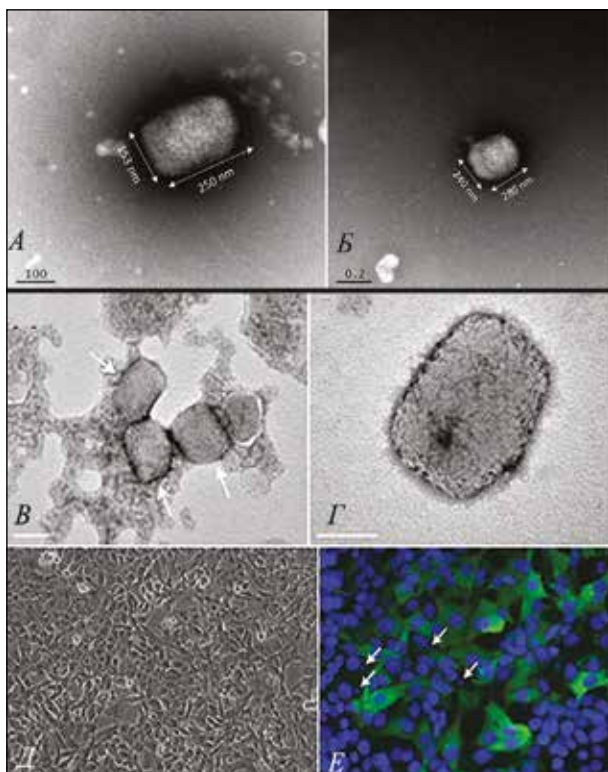


Рисунок 3 – Трансмиссионная электронная микроскопия вируса оспы обезьян и размножение вируса в клетках Vero. На снимках А и Б ВОО, полученный из содержимого везикулы жителя Сингапура, прибывшего из Нигерии в мае 2019 г., видны множественные частицы в форме кирпича размером от 230–290 нм до 130–240 нм. Трубочатые структуры наблюдались при окрашивании фосфорно-вольфрамовой кислотой (А), а центральное кольцеобразное углубление наблюдалось при окрашивании ацетатом гадолиния (Б). Изображения А–Б взяты из работы S.T. Yong et al. [29]. Вирусные частицы в образцах оспенных пораженных обнаруживают либо в виде агрегатов вирионов (стрелки) (В) (линейка указывает 0,2 мкм), либо в виде отдельных вирионов (Г) с типичной кирпичной формой (линейка 100 нм). Инфицированные клетки Vero демонстрировали типичный цитопатический эффект – отслоение и округление клеток. Увеличение $\times 10$ (Д). Иммунофлуоресцентное окрашивание инфицированных клеток Vero: ДНК (окраска DAPI [4',6-диамидино-2-фенилиндол]) и вирус оспы обезьян (Е); видны «вирусные фабрики» (стрелки). Увеличение $\times 25$. Изображения В–Е взяты из работы N. Erez et al. [27]

TATV, а не ВОО наиболее близкородственен ВНО²⁸ [33].

Для ВОО показана эволюция по типу аллопатрии²⁹. Ее результатом стало формирование двух основных клад ВОО: западноафриканской (Western African, WA) и клады долины реки Конго (Congo Basin, CB) [35]. Изоляты ВОО клады WA менее вирулентны для обезьян и людей, чем изоляты этого же вируса клады CB. Последняя эволюционно «моложе» клады WA. Подкожное заражение сусликов ВОО штаммами обеих клад вызывало у них диссеминированную инфекцию со 100 % летальностью через 6–11 сут. Гистологически выявленные поражения, вызванные обеими вирусными кладами, включали легочное кровотечение, отек и острое воспаление, а также очаги некроза печени и селезенки с интрацитоплазматическими включениями в гепатоцитах. Однако заболевание, вызванное штаммом ВОО клады CB, развивалось более быстро и тяжело [36]. Большая вирулентность для животных и людей клады CB обусловлена более эффективным подавлением противовирусных ответов хозяина [37]. В частности, вирусы клады CB более эффективно подавляют ответы Т-клеток хозяина,

блокируют апоптоз инфицированных клеток и синтезируют ингибитор ферментов комплемента [38].

Морфология и жизненный цикл поксвирусов. При просмотре образцов под электронным микроскопом поксвирусы легко узнаются. Они выглядят как кирпичные или овальные структуры размером 200–400 нм, окруженные геометрически гофрированной липопротеиновой внешней мембраной, однако различить их виды по таким изображениям невозможно. На электронномикроскопических снимках ядро описывается как двояковогнутое с боковыми телами с каждой стороны [39, 40] (рисунок 3).

Жизненный цикл поксвируса протекает в цитоплазме инфицированных клеток на своего рода «вирусных фабриках», в которых идет транскрипция и репликация вирусных геномов, а также сборка вирусных частиц. Репликация происходит сложным, но консервативным морфогенным путем через формирование двух форм инфекционных вирионов: внутриклеточного зрелого вируса (англ. intracellular mature virus, IMV) и внеклеточного оболочечного вируса (англ. extracellular

²⁸ Из-за своей «неуловимости» в природных резервуарах, вирус оспы змей относится вирусологами к «загадочным» ортопоксвирусам (англ. «cryptic» OPVs viruses). Его вирулентность для человека неизвестна [13]. Скорее всего, эти три вируса имели когда-то общего предка среди OPV грызунов, поэтому они более тесно связаны друг с другом, чем с любым другим видом семейства [34].

²⁹ Аллопатрическое видообразование – процесс видообразования, основанный на пространственной изоляции популяций, где они подвергаются действию разных направлений естественного отбора и не способны обмениваться генетической информацией.

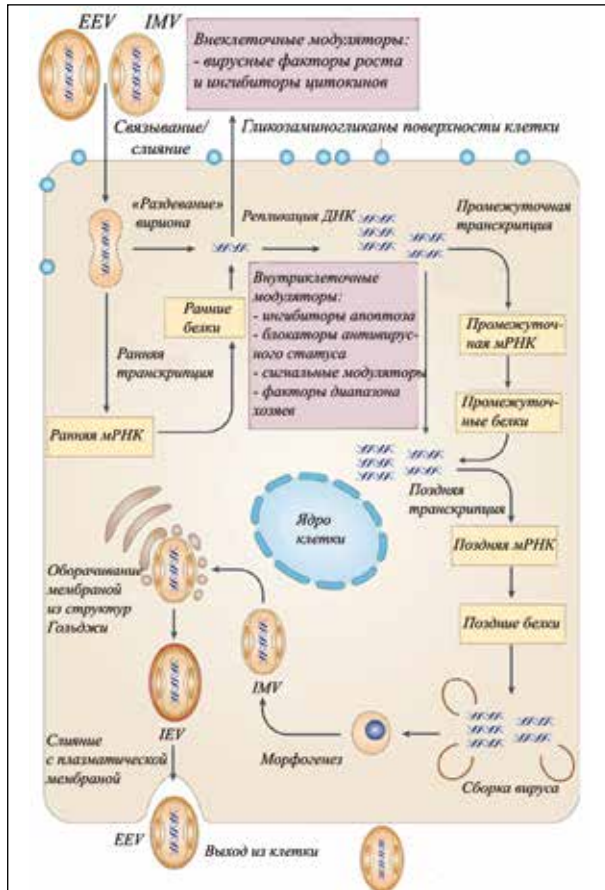


Рисунок 4 – Жизненный цикл поксвирусов. Для слияния и проникновения вириона в клетку не требуются специфические клеточные рецепторы. Связывание вириона определяется несколькими белками вириона и гликозаминогликанами на поверхности клетки-мишени или компонентами внеклеточного матрикса. Вирионы IMV и EEV различаются по своим поверхностным гликопротеинам и количеству оберточных мембран (wrapping membranes). Репликация вируса происходит тремя волнами – ранняя, промежуточная и поздняя, за которыми следует морфогенез инфекционных частиц. Исходный внутриклеточный зрелый вирус (IMV) транспортируется через микротрубочки (не показаны на рисунке) и «оборачивается» мембраной, полученной из структур сети Гольджи, после чего его называют внутриклеточным оболочечным вирусом (intracellularenveloped virus, IEV). IEV сливается с клеточной поверхностной мембраной с образованием ассоциированного с клеткой оболочечного вируса (cell-associated enveloped virus, CEV; не показан), который либо вытесняется из клетки, либо высвобождается с образованием свободного EEV. EEV может образовываться и путем прямого почкования IMV, минуя, таким образом, форму IEV. Инфицирование непермиссивными поксвирусами обычно прерывается в точке после стадии связывания/слияния [41]

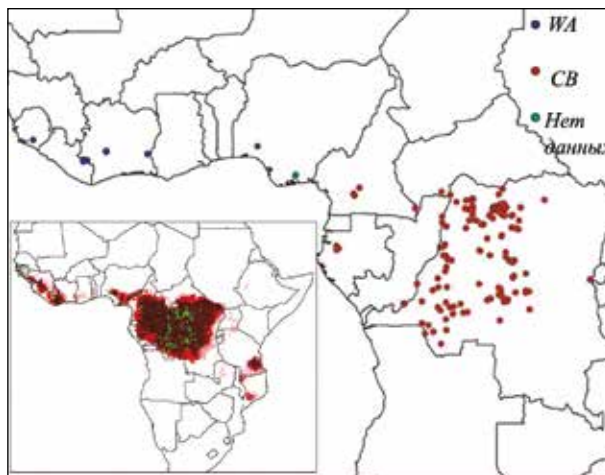


Рисунок 5 – Известные и возможные ареалы оспы обезьян на Африканском континенте. А. Территории, где выявлены случаи оспы обезьян среди людей. ВОО, встречающиеся в Центральной Африке, более вирулентные для людей и обезьян, чем вирусы, циркулирующие в Западной Африке. Б. Территории, где экологические условия сходны с теми, на которых поддерживается ВОО. Более плотная штриховка показывает большую вероятность заражения человека ВОО на этой территории. 1 – Западноафриканские штаммы (WA); 2 – Центральноафриканские штаммы (CA). По R.S. Levine et al. [52]

enveloped virus, EEV), способного инициировать инфекционный процесс и играющего главную роль в передаче вируса от одного хозяина к другому (рисунок 4).

ВОО весьма патогенен для белок, кроликов, белых мышей, хлопковых крыс, многососковых крыс, обезьян, и, возможно, антилоп. Из обезьян наиболее чувствительны к ВОО

орангутаны. Обезьяны могут быть бессимптомными носителями ВОО. К вирусу невосприимчивы золотистые хомячки, белые крысы и морские свинки [42]. Изучению биологии ВОО в лабораторных условиях препятствует отсутствие идеальной модели на животных³⁰. Для тестирования эффективности противооспенных вакцин и противовирусных препаратов, в ос-

³⁰ Идеальные модели на животных должны иметь такие же пути передачи, как и у людей, те же течение болезни, заболеваемость и летальность, использование путей заражения, идентичных естественной передаче возбудителя, а также возможность заражения с тем же уровнем заразности, что и у людей [45].

новном, используют яванских макак (*Macaca fascicularis*), взрослых сусликов (*Spermophilus tridecemlineatus*), африканских сонь (*Graphiurus kelleni*), луговых собачек (*Synomys ludovicianus*) и инбредных мышей линий CAST/EiJ, PERA/EiJ и MOLF/EiJ. Для тестового заражения животных используют вирус клады долины реки Конго, в основном штамм Zaire'79 [16, 43]. В США фазу III исследования эффективности терапевтических средств и вакцин против натуральной оспы и оспы обезьян считается возможным проводить на яванских макаках, используя их в качестве суррогатной модели человека [44].

Экология и эпидемиология возбудителя оспы обезьян. Возможными способами передачи ВОО являются передача от животных к человеку (зоонозная передача), а также передача от человека к человеку (антропонозная передача). Установлена связь между воздушно-капельным путем и контактом с биологическими жидкостями, зараженной средой или предметами пациента, поражением кожи инфицированного человека³¹ с передачей инфекции от человека к человеку. Клада бассейна Конго (клада СВ) из-за большей вирулентности вносит больший вклад в передачу ВОО от человека к человеку, чем клда WA. Передача от животного к человеку происходит при прямом контакте с любым из естественных хозяев вируса или при употреблении их в пищу. Кроме того, зоонозная передача может происходить при прямом контакте с кровью, биологическими жидкостями и инокуляцией из кожно-слизистых поражений инфицированного животного. Сообщалось и о внутрибольничной передаче ВОО клд СВ и WA. Передача вируса половым путем предполагалась для инфицированных людей с поражениями в паху и половых органах³². О передаче вируса от человека к животному не сообщалось. Заразность больного оспой обезьян, характеризуемая величиной индекса репродукции вируса (R_0)³³, для клды СВ оценивается в диапазоне 0,6–1,0. Для клды WA предполагается, что R_0 ниже, чем у клды СВ. Верхний предел R_0 , равный 1,0, для клды СВ указывает на то, что вирус способен

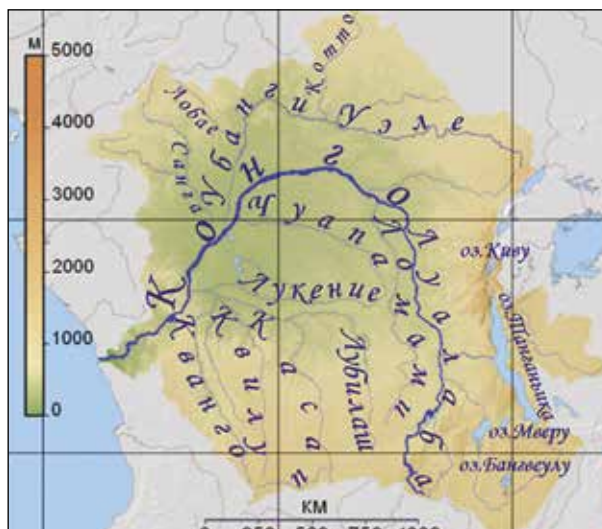


Рисунок 6 – Бассейн реки Конго (Заир, Луалаба). Река в Центральной Африке, главным образом в ДРК (бывший Заир). Самая полноводная и вторая по длине река Африки, вторая река по водности в мире после Амазонки (годовой сток равен 1318,2 км³, хотя это в 5 раз меньше, чем у Амазонки) и самая глубокая река в мире. Бассейн Конго образует вторую по площади в мире зону влажных тропических лесов, занимающую примерно 2 млн км². В совокупности с участками вторичного леса и саванны леса бассейна Конго занимают порядка 3 млн км² – преимущественно на территории ДРК, но также в Габоне, Республике Конго, Камеруне, ЦАР и Экваториальной Гвинее. В бассейне Конго насчитывается приблизительно 10 тысяч видов растений, из которых 30 % эндемичны для этого региона. В лесах бассейна Конго зарегистрировано около тысячи видов птиц (в том числе 265 видов, встречающихся только в экваториальных лесах) и 400 видов млекопитающих, обитающих в этом регионе, в том числе гориллы (горные и равнинные), шимпанзе, бонобо, лесные слоны, африканские буйволы, гиппопотамы, ламантины и два вида выдр. Среди рептилий, встречающихся в реке Конго и ее окрестностях, наиболее заметны крокодилы, водяные змеи и ведущие полуводный образ жизни черепахи ([https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B3%D0%BE_\(%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B3%D0%BE_(%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%B0)))

³¹ Струпья, взятые у пациента во время выздоровления, затем гомогенизированные и протестированные на наличие ВОО, содержали жизнеспособную вирусную нагрузку 10⁵–10⁷ БОЕ/струп [27], т.е. с ними нужно обращаться предельно осторожно.

³² См. работу D. Ogoina et al. [47].

³³ Индекс репродукции вируса (англ. basic reproduction number, R_0) – равен среднему количеству новых случаев болезни в неимунной популяции, источником которых является один человек. Если сравнить с R_0 SARS-CoV-2 или ВНО, то у ВОО он низкий. Судите сами. В разгар эпидемии COVID-19 в Китае (февраль 2020 г.) его оценивали, как 5,7 [48], что было выше, чем R_0 SARS (1,7–1,9), и значительно выше, чем у MERS (<1) [49]. Оба коронавируса проявили себя только отдельными вспышками. Натуральная оспа в изолированных популяциях с незначительным коллективным иммунитетом до двадцатого века показывала R_0 между 3,5 и 6,0 [50]. Пример подсчета R_0 см в работе F.M. Guerra et al. [51]. Для ВОО клды WA $R_0 < 0,6$ – это не та величина, которая обещает глобальную пандемию, однако она происходит.

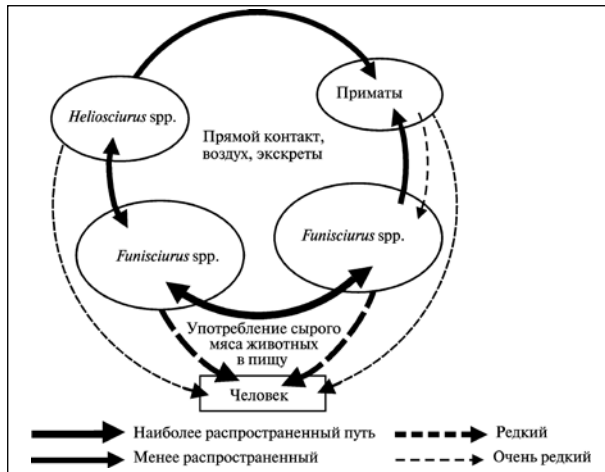


Рисунок 7 – Схема передачи ВОО из вторичного природного резервуара в человеческие популяции. *Heliosciurus* – род Солнечные белки. *Funisciurus* – род Полосатые белки. *Elaeis guineensis* – масличная ореховая пальма. Первичный природный резервуар ВОО не известен. Цикл его поддержания в природе остается до конца не выясненным. Нет доступных данных о различиях в диапазоне хозяев между вирусными изолятами, принадлежащими к кладам Западной Африки и бассейна реки Конго. По L. Khodakevich et al. [53]

распространятся в человеческой популяции [46]. Так как R_0 клады WA намного ниже того, что было оценено для клады СВ, то устойчивая передача от человека к человеку в природных очагах, а также ее персистенция в человеческой популяции маловероятны, но вспышки могут поддерживаться через заражения от больных животных [16].

Инкубационный период оспы обезьян у людей – 7–19 сут. Динамика вспышек плохо изучена. Встречается среди людей, живущих в тропических лесах Центральной и Западной Африки. Среди животных ВОО очень эффективно передается через воздух, экскременты (рвотные массы и испражнения) и повреждения на коже. Первичный природный резервуар ВОО неизвестен. На рисунке 5 показаны географические районы естественной встречаемости оспы обезьян на Африканском континенте, а также регионы, где она может быть обнаружена из-за сходства экологических условий.

В основном инфицированные ВОО животные встречаются рядом с водоемами в зонах вторичных влажных тропических лесов, густо населенных полосатыми и солнечными белками. Деревья масличной ореховой пальмы (*Elaeis guineensis*) обеспечивают белок обильной пищей и одновременно привлекают к себе население этих регионов, занимающееся сбором орехов. Такие деревья растут в широких вторичных лесах и на плантациях по всему западу



Рисунок 8 – Животные, чувствительные к вирусу оспы обезьян и промежуточные резервуары вируса. А. Яванский макак (лат. *Macaca fascicularis*) – в Африке не обитает, используется как экспериментальная модель. Б. Солнечная белка (род *Heliosciurus*) – встречается только в Африке к югу от Сахары. В. Гамбийская хомяковая крыса (лат. *Cricetomys gambianus*) – вид широко распространен в Африке к югу от Сахары, географически – от Сенегала до Кении и от Анголы до Мозамбика. Используют для обнаружения противопехотных мин. Продаются в зоомагазинах, в том числе и в России. Г. Африканская соня (лат. *Graphiurus*) – ареал распространения вида находится к югу от Сахары. Д. Американская луговая собачка – грызун из семейства беличьих (лат. *Supotus*). Внешне напоминают сурков. Обитают в прериях Северной Америки. Ж. Полосатая белка (лат. *Xerus erythropus*) – вид широко распространен в Африке от Марокко до Кении и Уганды. Обитает в лесах, чаще во вторичных, а также в саваннах, мангровых зарослях и буше на высоте до 2450 м над уровнем моря (изображения взяты из Википедии)

Африки, располагаясь почти непрерывной полосой 50–250 км вдоль побережья Сьерра-Леоне на западе до Южного Камеруна. Этот пояс рас-

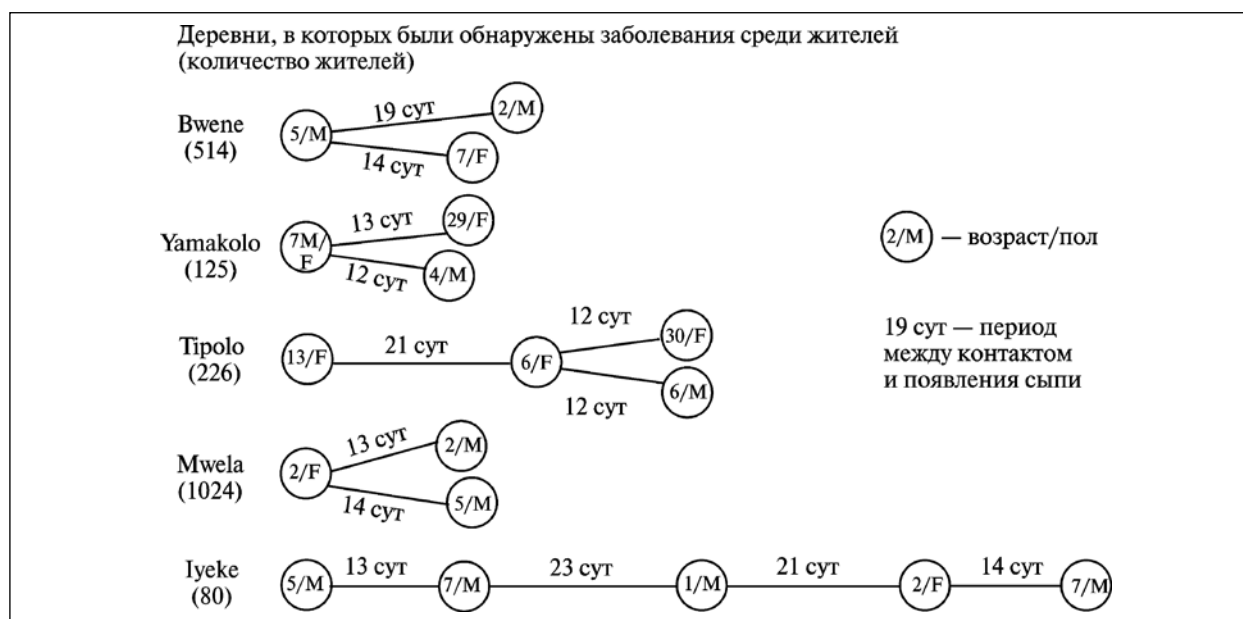


Рисунок 9 – Примеры цепочек передачи ВОО между людьми в Заире. Все люди, заболевшие оспой обезьян, проживали в небольших деревнях, расположенных в зоне влажных джунглей, и находились в тесном контакте друг с другом. Предполагается, что заболевший оспой обезьян человек мог быть источником ВОО для другого человека в течение одной недели. М – мужчина, F – женщина.
По F. Fenner et al. [8]

ширится в Габоне и Конго, а также занимает почти весь бассейн реки Конго. Его обитатели – потенциальные резервуары ВОО и гораздо более опасных патогенов, насчитывают тысячи видов животных и растений (рисунок 6).

На рисунке 7 показана схема передачи ВОО из вторичного природного резервуара в человеческие популяции, на рисунке 8 – чувствительные к ВОО животные.

Например, причиной вспышки оспы обезьян среди населения штата Висконсин (США), был завоз ВОО из Ганы с гамбийскими хомяковыми крысами (*C. gambianus*). Крысы заразили оспой обезьян луговых собачек в одном из магазинов в штате Висконсин, не контактируя с ними непосредственно. Луговые собачки были помещены в клетки, в которых ранее содержались больные крысы. Затем их в инкубационном периоде болезни развезли по другим магазинам в разных штатах и продали населению. У многих луговых собачек в зоомагазине начали слезиться глаза и появились выделения из носа, но на это ни продавцы, ни покупатели животных вни-

мания не обратили. Всего оспой обезьян в штате Висконсин заболело 11 человек (5 мужчин и 6 женщин) в возрасте от 3 до 45 лет. В 10 случаях заболевание возникло в результате контакта с больным животным (укусы, попадание вируса в ранки на коже). В одном случае эпидемиологи предполагают передачу ВОО от человека к человеку³⁴. Учитывая восприимчивость к ВОО луговых собачек, которые относятся к семейству беличьих³⁵, нельзя исключать возможность занесения ВОО в популяции европейских белок [15].

В 1982–1984 гг. в ДРК (Заир) случаи заболевания оспой обезьян, вызванные передачей ВОО от человека к человеку, составляли до трети всех случаев (66 из 210). Временные периоды между контактом и появлением сыпи составляли от 7 до 23 сут. Летальность среди детей в возрасте от 7 мес до 7 лет достигала 11 %, в возрастной группе от 5 до 14 лет – 7,7 %. Примеры передачи ВОО между людьми приведены на рисунке 9.

Смертельные исходы оспы обезьян среди людей отмечены только в бассейне реки Конго

³⁴ У авторов статьи промежуточные данные. По состоянию на 8 июля 2003 г. в CDC было зарегистрировано в общей сложности 71 случай оспы обезьян из Висконсина (39), Индианы (16), Иллинойса (12), Миссури (два), Канзаса (один) и Огайо (один). Они включают 35 (49 %) случаев, лабораторно подтвержденных в CDC, и 36 (51 %) подозреваемых и вероятных случаев, расследуемых государственными и местными департаментами здравоохранения (Update: Multistate Outbreak of Monkeypox – Illinois, Indiana, Kansas, Missouri, Ohio, and Wisconsin, 2003; <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5227a5.htm>; дата обращения: 11.05.2022).

³⁵ *Беличьи* (лат. Sciuridae) – семейство млекопитающих отряда грызунов. В фауне России 16 видов семейства беличьих: летяга, обыкновенная белка, азиатский бурундук, берингийский, или американский, суслик (евражка), 8 видов собственно сусликов и 4 вида сурков.



Рисунок 10 – Шейная лимфаденопатия у пациента с оспой обезьян во время вспышки оспы обезьян в Заире, 1996–1997 гг. Выраженная лимфаденопатия (особенно в шейной и паховой областях) является характерным признаком оспы обезьян, отличающая ее от натуральной оспы. Возникает на предэруптивной стадии [43]. Фотография из работы F.M. McCollum et al. [38]

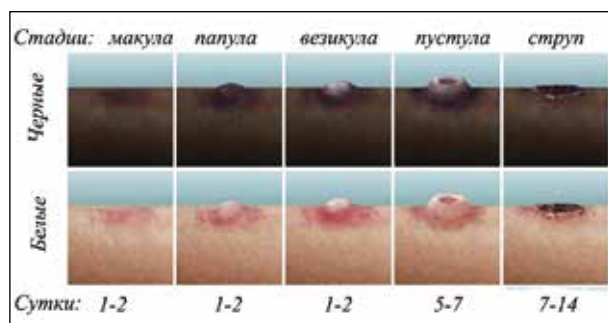


Рисунок 11 – Стадии кожных проявлений и прогрессирования сыпи при оспе обезьян. Сыпь обычно начинается во рту, а затем распространяется на лицо и конечности, включая ладони и подошвы. Каждое поражение начинается как пятно (макула), а затем прогрессирует в папулы, везикулы, пустулы и струпья [57]

[16, 35, 54]. Выходы за пределы африканского континента на сегодняшний день (июнь 2022 г.) доказаны только для ВОО клады WA [15, 55].

Клиническая картина оспы обезьян у человека при естественном инфицировании. Под естественным инфицированием в данной работе понимается распространение ВНО по механизмам, существующим в природных очагах болезни. По тяжести клиника оспы

обезьян у иммунокомпетентных людей различается в зависимости от того, к какой кладе принадлежит вызвавший болезнь вирус ВОО. Циркулирующие среди обезьян, обитающих в бассейне реки Конго, ВОО вызывают опасные клинические формы болезни, сходные с натуральной оспой; штаммы ВОО из Западной Африки проявляют себя легкими формами оспы обезьян.

В патогенезе натуральной оспы и оспы обезьян на начальном этапе болезни много общего. Инкубационный период оспы обезьян по продолжительности укладывается в 7–19 сут. За этот период происходит первичное распространение вируса, а так как он неспецифичен, то проникает в различные органы, где подвергается еще одному циклу репликации. Последующая репликация в этих органах вызывает вторичную вирусемия, у пациента развиваются лихорадка и недомогание – болезнь проявляет себя клинически. Следующей мишенью для репликации вируса является кожа. Сыпь развивается как следствие вирусного поражения и воспаления, которое появляется вначале на лице и конечностях, в меньшей степени – на туловище (то, что называется центробежным распространением). Сыпь прогрессирует последовательно от папулезной к везикулярной, к пустулезной и заканчивается струпьями и, наконец, шелушащимися поражениями. Большинство жертв ВНО погибают от болезни в течение второй недели после появления симптомов. Большинство пациентов с оспой обезьян самоизлечиваются [56].

ВОЗ выделяет два периода развития клиники оспы обезьян³⁶.

Период инвазии (продолжительностью 0–5 сут, вторичная вирусемия в патогенезе болезни). Болезнь начинается с подъема температуры, озноба, слабости, недомогания, головной боли, иногда появляются боли в горле, кашель, лимфоденопатия (увеличение лимфатических узлов), боли в спине, миалгия (мышечная боль) и сильная астения (слабость). Лимфоденопатия является патогномичным симптомом оспы обезьян по сравнению с другими болезнями со схожими первоначальными симптомами (ветряная оспа, корь, натуральная оспа), наблюдается у 86,4 % заболевших. Лимфадениты появляются, как правило, одновременно с лихорадкой, за 1–2 сут до высыпания и иногда совпадают с его началом. Их локализация варьирует (подчелюстные, шейные, подмышечные, паховые), иногда они двусторонние. В 11 % случаев лимфадениты возникают в лимфоузлах разных

³⁶ Информация ВОЗ 19 мая 2022 г. См. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/monkeypox> (дата обращения: 21.05.2022).



Рисунок 12 – Оспа обезьян у жителей ДРК (Заир), вызванная ВОО клады СВ. А и Б. Семилетняя девочка на 7-е сут болезни. Хорошо заметна паховая билатеральная аденопатия и увеличение подчелюстных лимфатических узлов на правой стороне лица. Пустулярные поражения губ. Локализация сыпи такая же, как и при натуральной оспе. В. Трехлетний мальчик с сыпью на стадии корок. Аксиллярные лимфатические узлы все еще увеличены. По F. Fenner et al. [8]

областей (например, на шее и в подмышечной области), чаще всего (в 63,9 %) развивается генерализованная лимфаденопатия (рисунок 10).

Период высыпаний на коже. Через 2–4 сут после повышения температуры появляется сыпь. Высыпания чаще концентрируются на лице и конечностях, чем на туловище. В основном они поражают лицо (в 95 % случаев), ладони и подошву стоп (в 75 % случаев). Кроме того, высыпаниям подвержены слизистые оболочки полости рта (70 %), гениталии (30 %), конъюнктивы (20 %), а также роговица глаз. Высыпания проходят несколько этапов развития: от макулопапул (поражений кожи с плоским основанием) до папул (слегка приподнятых твердых образований), везикул (наполненных прозрачной жидкостью пузырьков) и пустул (наполненных желтоватой жидкостью пузырьков), а затем корочек (струпов), которые после высыхают и отпадают. Количество кожных проявлений болезни может варьироваться от 10 до 150 и сохраняться до 4 недель. В тяжелых случаях очаги поражения могут сливаться, что может привести к отслоению больших участков кожи. После отпадения струпов на коже остаются депигментированные участки, на месте которых формируются отчетливые, но неглубокие рубцы, или гиперпигментированные

пятна. Болезнь длится две–четыре недели в зависимости от клады ВОО, массивности заражения, тяжести клинического течения, иммунного статуса пациента и других факторов (рисунок 11).

В целом по характеру клинического течения оспа обезьян, вызванная кладой СВ, у человека напоминает тип натуральной оспы, преобладавший ранее на Африканском континенте, давая картину, близкую к обычной дискретной, полусливной и сливной ее формам (рисунок 12).

При обследовании в 1980-х гг. 282 больных обезьяньей оспой в Заире преобладающим типом поражения кожи среди непривитых людей был дискретный (69 %), за ним следовали полусливные (23,4 %) и сливные (7 %). Аналогичные тенденции наблюдались среди пациентов со шрамами от предыдущей вакцинации [43].

Помимо этих основных форм, встречаются и другие. Имеется информация о геморрагической форме оспы обезьян у ребенка в ДРК, протекавшей аналогично оспенной геморрагической пурпуре и закончившейся летальным исходом. Наблюдалось и очень легкое течение оспы обезьян по типу вариолоида с единичными кожными элементами. При оспе обезьян встречается субклиническая форма болезни, описанная при натуральной оспе. О наличии



Рисунок 13 – Кожные поражения при оспе обезьян, вызванной ВОО клады WA у жителей штата Висконсин (США). У пяти пациентов первичные поражения кожи проявлялись в виде узелковых припухлостей вокруг краев укусов или царапин (А, Б, В). У большинства пациентов, в том числе у шести пациентов без идентифицируемых первичных поражений, в течение нескольких суток развивалось от 1 до 50 сопутствующих и диссеминированных поражений кожи. Поражения эволюционировали из папул в везикулопустулы, некоторые – с выраженными эритематозными окружностями (Д), и разрешились, оставив серозно-геморрагические корки, которые, в конечном итоге, отслоились. Различные этапы эволюции поражений наблюдались одновременно у всех пациентов (Г–Е). Более крупные поражения оставили центральные рубцы (И). Места поражения включали лицо, кожу головы, руки, ноги, туловище, промежность, конъюнктиву и слизистую оболочку щеки. По K.D. Reed et al. [58]

этой формы болезни судят по появлению антител у лиц, имевших контакт с заболевшими оспой обезьян. Был зарегистрирован случай врожденной инфекции у младенца, родившегося от матери, незадолго до родов перенесшей оспу обезьян. Подобного рода наблюдения неоднократно описывались и при натуральной

оспе. Среди осложнений при оспе обезьян, вызванной ВОО, наиболее часто встречается вторичная бактериальная инфекция кожи, бронхопневмония, диарея и связанная с ней дегидратация, кератиты. Последние в части случаев заканчиваются потерей зрения или его ослаблением [42]. Большинство зарегистрированных смертей произошло среди детей младшего возраста и лиц с ослабленным иммунитетом, включая людей, живущих с ВИЧ [31].

Течение оспы обезьян у человека, вызванной ВОО клады WB, была изучена при ликвидации вспышки болезни в 2003 г. среди жителей штата Висконсин. Люди заразились от луговых собак, заразившихся ВОО от гамбийской крысы. Инкубационный период болезни у людей занимал от 4 до 24 сут, в среднем 15 сут. Первыми признаками болезни у них были поражения кожи в участке укуса или царапины, нанесенных больными животными, головная боль, повышенная температура тела (более 38 °С), профузный пот и сильный озноб. У 73 % заболевших болезнь проявила себя сильным кашлем, у 55 % – лимфоаденопатией и язвами в гортани, у 27 % наблюдали фарингит, у 18 % – диарею. Легкие, сердце, органы брюшной полости, нервная система – без изменений. У пяти пациентов, преимущественно с кожными поражениями, имела место узловатая припухлость вокруг участков укусов и царапин. У шести пациентов, не имевших видимых следов укусов или царапин, обнаружены от 1 до 50 оспин (от папул до везикулопустул) в течение 7 сут от начала болезни на лице, коже черепа, кистях рук, ногах, туловище, промежности, конъюнктиве. Смертельных случаев не было. Кожные поражения при оспе обезьян у жителей штата Висконсин показаны на рисунке 13.

В редких случаях у пациентов могут возникать осложнения оспы обезьян, такие как бактериальная суперинфекция, энцефалит, пневмонит и конъюнктивит/кератит. Сроки развития осложнений и их частота систематически не определялись [57].

Клиника оспы обезьян у европейских гомосексуалистов. До 2022 г. оспа обезьян наблюдалась, в основном, у жителей Черной Африки и была известна по симптомам, напоминающим натуральную оспу в том виде, как ее знали тысячи лет. В период 5–15 мая этого года на мероприятии Pride Maspolamas на Канарских островах, в котором приняли участие 80 тыс. ЛГБТ-активистов³⁷, в сауне в Мадриде и других гей-площадках в Европе появилась новая клиническая форма оспы обезьян, связанная с многочисленными гомосексуаль-

³⁷ Эпидемия нераспознанной началась еще в апреле. Мужчина-гей 20.04.2022 г. обратился в медицинское учреждение на Канарских островах с жалобами на сыпь на коже, но из-за отсутствия настороженности

ными контактами и необычайная по масштабу распространения в мире. Пациенты с оспой обезьян этой волны – взрослые, сексуально активные мужчины, имевшими половые контакты с мужчинами и практиковавшие секс без презерватива. У многих в анамнезе инфекции, передающиеся половым путем. Некоторые из них были ВИЧ-инфицированными, получавшими эффективную антиретровирусную терапию [59]. Количество партнеров в месяц у первых пациентов, больных оспой обезьян, выявленных в Испании, доходило до 10 [60].

Начальная молекулярная характеристика и анализ геномной эволюции недавно идентифицированных изолятов ВОО из Португалии, Бельгии, Германии и США показали, что инфицирование людей в этих странах произошло той же линией западноафриканской клады ВОО, что проникла из Нигерии в 2018–2019 гг. в Великобританию, Израиль и Сингапур³⁸[31].

Болезнь начиналась с лихорадки и астении. Основное отличие новой клинической формы оспы обезьян от уже известных – расположение кожных поражений. Обычно они начинаются с головы и распространяются на руки и ноги. Но в данном случае поражения сначала появляются в генитальной или периаанальной области³⁹.

При поступлении пациентов в медучреждение у пациентов наблюдались в области гениталий множественные периаанальные поражения в виде глубоко расположенных и четко очерченных папул, наполненных серозным секретом, с центральным пупкообразованием, возвышающихся и зудящих. Образованию папул сопутствовала болезненная паховая лимфаденопатия. Поражения появлялись через 1–3 суток после появления системных симптомов, группировались (анальная об-

ласть) или изолированно (кожа или половой член). Обычно они начинались как возвышающиеся зудящие папулы с серозным секретом и пупком в центре; в течение нескольких суток центральное вдавление расширялось до тех пор, пока пустула не открывалась и не образовывался струп – примерно через 2 нед. после появления симптомов [59]. Папулы постепенно распространялись на половой член, в надлобковую область, на грудную клетку, голову, ноги, руки и кисти. Поражения кожи прогрессировали асинхронно.

Сыпь начиналась на участках слизистой оболочки (например, на слизистой оболочке половых органов, периаанальной области, полости рта). В некоторых случаях у пациентов проявлялись такие симптомы, как аноректальная боль, тенезмы и ректальное кровотечение, которые при физикальном обследовании были связаны с видимыми периаанальными везикулярными, пустулезными или язвенными поражениями кожи и проктитом⁴⁰. Поражения иногда находились на разных стадиях прогрессирования в определенной анатомической области (например, везикулы и пустулы, существующие рядом друг с другом). Продромальные симптомы, включающие лихорадку, недомогание, головную боль и лимфаденопатию, не всегда возникали до появления сыпи, если они вообще имели место⁴¹.

Образцы, полученные из кожи, генитальных и анальных поражений, сыворотки, плазмы, семенной жидкости, фекалий и носоглотки, были положительными на ДНК ВОО в ПЦР в реальном времени [59]. A. Peiró-Mestres et al. [60], обследовавшие 12 пациентов с помощью ПЦР в реальном времени, обнаружили ДНК ВОО в слюне во всех случаях, иногда при высокой вирусной нагрузке.

в отношении оспы обезьян и, видимо, нехарактерной локализации сыпи, болезнь не была распознана. Пациент несколько раз сдавал анализы на заболевания, передающиеся половым путем, все они были отрицательными. См. Расследование связи обезьяньей оспы с вечеринками на Канарских островах. <https://www.theportugalnews.com/ru/ru-news/2022-05-23/monkeypox-investigation-into-link-to-parties-in-canary-islands/67306> (дата обращения: 23.05.2022).

³⁸ Isidro J., Borges V., Pinto M. et al. First draft genome sequence of monkeypox virus associated with the suspected multi-country outbreak, May 2022 (confirmed case in Portugal). 2022. <https://virological.org/t/frst-draft-genome-sequence-of-monkeypox-virus-associated-with-the-suspected-multi-country-outbreak-may-2022-confirmed-case-in-portugal/799>. Accessed 19 May 2022 (дата обращения: 01.06.2022).

Selhorst P., Rezende A.M., de Block T. et al. Belgian case of monkeypox virus linked to outbreak in Portugal Monkeypox, ARTIC Network. 2022. <https://virological.org/t/belgian-case-of-monkeypox-virus-linked-to-outbreak-in-portugal/801>. Accessed 20 May 2022 (дата обращения: 01.06.2022).

Antwerpen M.H., Lang D., Zange S. et al. First German genome sequence of monkeypox virus associated to multi-country outbreak in May 2022. <https://virological.org/t/812>. Accessed 24 May 2022 (дата обращения: 01.06.2022).

³⁹ Deol T. Monkeypox virus found in semen. Is it enough to call it STI? // DownToEarth. Published: Tuesday 07 June 2022. <https://www.downtoearth.org.in/news/health/monkeypox-virus-found-in-semen-is-it-enough-to-call-it-sti--83174> (дата обращения: 12.06.2022).

⁴⁰ Проктит – воспаление слизистой оболочки прямой кишки.

⁴¹ Updated Case-finding Guidance: Monkeypox Outbreak—United States, 2022. См. <https://emergency.cdc.gov/han/2022/han00468.asp> (дата обращения: 15.06.2022).

Таблица 1 – Основные поражения у модельных животных при различных путях заражения вирусом оспы обезьян*

Модельное животное	Вид животных	Путь заражения*	Доза	Основные поражения
Макака	Циномоглус	В/в	5x10 ⁷ БОЕ	Везикулопустулярная сыпь, лимфоаденопатия, спленомегалия
	Резус		2x10 ⁷ БОЕ	Везикулопустулярная сыпь, лимфоаденопатия
	Циномоглус	Аэрозоль	10x10 ³ -141x10 ³ БОЕ	Фибринонекротическая бронхопневмония, пролиферативный и некротизирующий дерматит, лимфоидный некроз
			И/т	10 ⁷ БОЕ
		10 ⁶ БОЕ		Умеренная некротизирующая бронхопневмония, трахеит, лимфаденит
Земляные белки	13-я линия	В/б	12,6x10 ³ БОЕ	Некроз центральной доли печени, интерстициальная пневмония, мультифокальный некроз селезенки
		П/к	100 БОЕ	Мультифокальный некроз печени и селезенки, легочная геморрагия, отек и острое воспаление
		И/н	25,2x10 ³ БОЕ	Диффузный некроз печени, интерстициальная пневмония, мультифокальный некроз селезенки
Луговые собачки	Чернохвостые	В/б	12,6 x10 ³ БОЕ	Некроз селезенки, некроз центральной доли печени, умеренная интерстициальная пневмония
		В/в	25x10 ³ БОЕ	Выраженный отек легких, геморрагии и некрозы

* По J.L. Charpman et al. [3]
 ** В/в – внутривенно; И/т – интратрахеально; В/б – внутрибрюшинно; П/к – подкожно; И/н – интраназально;
 П/к – подкожно
 БОЕ (plaque-forming unit, PFU) – бляшкообразующая единица – наименьшее количество вируса, способное вызвать образование одной негативной колонии («бляшка») соответственно на однослойной культуре клеток позвоночных или на агаровой культуре бактерий

Другие образцы, в основном, были положительными: мазок из прямой кишки (11/12 случаев), мазок из носоглотки (10/12 случаев), сперма (7/9 случаев), моча (9/12 случаев) и фекалии (8/12 случаев).

Вакцинация против натуральной оспы в прошлом установлена у четырех из семи заболевших оспой обезьян пациентов, у которых была доступна эта информация [60].

Клиническая картина и патоморфология оспы обезьян у животных при искусственном инфицировании. Прогноз Мюнхенской конференции по безопасности⁴² предполагает необходимость распознавания фактов искусственного заражения ВОО. Искусственное заражение людей может произойти инъекционно (например, под видом медицинской процедуры) или с помощью

аэрозоля. Последний способ наиболее точно имитирует естественный путь передачи по сравнению с другими моделями заражения. Однако количество вируса, доставленного непосредственно в глубокие отделы легких в таких моделях, намного больше, чем то, которое передается естественным путем. Поэтому их считают более репрезентативными для аэрозольного биотерроризма и применения биологического оружия на больших площадях [44].

В основном исследования с мелкодисперсными аэрозолями проводят западные военные организации, где есть соответствующее оборудование: Microbiological Services, Public Health England, Porton Down (Солсбери, Соединенное Королевство) [44] и Center for Aerobiological Sciences, United States Army Medical Research

⁴² Strengthening Global Systems to Prevent and Respond to High-Consequence Biological Threats. Results from the 2021 Tabletop Exercise Conducted in Partnership with the Munich Security Conference. NTI:bio. 2021 november.

Institute of Infectious Diseases (USAMRIID, США) [56, 61]. Для ингаляционного заражения модельных животных обычно используется аппарат AeroMP-Henderson, в котором аэрозоль для заражения генерируют с помощью шестиструйного распылителя Коллисона. Это устройство было разработано для доставки частиц с массовым средним диаметром (mass median diameter, mmd) ~ 2,5 мкм [44]. Либо используют микрораспылитель, прикрепленный к бронхоскопу вместе со шприцем высокого давления – mmd ~ 8 мкм [56]. Большой размер частиц, чем у распылителя Коллисона, создаваемый данным устройством, компенсируется введением аэрозоля над килем трахеи⁴³. Оба способа обеспечивают проникновение аэрозоля ВОО в глубокие отделы легкого до альвеол. В ходе таких исследований также изучаются механизмы заражения человека этим вирусом, определяется его стабильность в аэрозоле и заражающие дозы в зависимости от дисперсности частиц [62].

В таблице 1 обобщены основные поражения у модельных животных при различных путях заражения ВОО.

Внутримышечное заражение обезьян *S. m. macaques* ВОО приводит к развитию системной инфекции с широким распространением везикулопустулезной сыпи – отличительной особенностью такого пути введения будет образование участка мышечного некроза в месте введения вируса. *Внутривенное введение* больших доз ВОО (2×10^7 КОЕ) вызывало у обезьян типичную генерализованную везикулопустулезную сыпь и выраженную лимфоаденопатию. На вскрытии погибших животных: лимфоаденопатия, спленомегалия, пневмония, отек легких [3].

Хотя в результате интратрахеального, ингаляционного и в/в введения ВОО у приматов возможно вовлечение легких в инфекционный процесс и развитие пневмонии, эта патология имеет свои особенности для каждого из путей введения вируса. *Аэрозольное и интратрахеальное* введение вируса в период от 9 до 17 сут вызвало первичную фибринонекротическую бронхопневмонию с последующей системной диссеминацией возбудителя болезни и смерть животного. Внутривенное введение ВОО исключает первичную вирусемию из патогенеза болезни, происходит вторичное инфицирование легких, проявляющееся у животных интерстициальной пневмонией⁴⁴ [56].

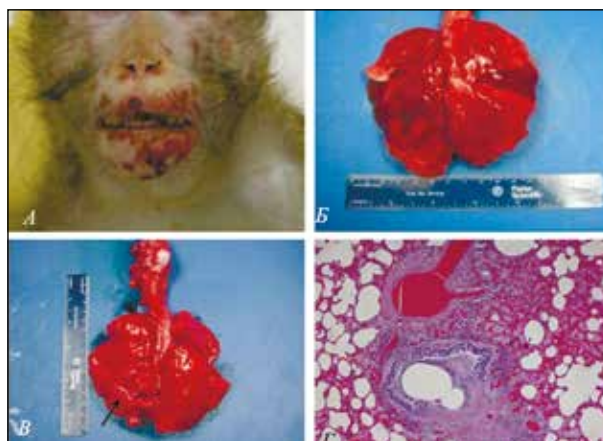


Рисунок 14 – Признаки ингаляционного поражения мелкодисперсным аэрозолем ВОО. А. Экзантема. На морде и шее животного появляются пустулы и струпья. Обратите внимание на пупкообразные поражения, наиболее заметные характерные признаки ортопоксвирусных поражений – вокруг ноздрей животного и на пролиферативный ободок, окружающий язвы.

Б. Некротическая бронхопневмония и плеврит. Легкие диффузно красные, не коллабируются и имеют мультифокальные возвышающиеся бледные плевральные поражения. В. Некротическая бронхопневмония и плеврит. Легкие диффузно красные, тяжелые, влажные. На плевральной поверхности имеются фибринозные спайки, прикрепленные к грудной стенке и диафрагме (стрелка). Г. Легкие, фибринонекротическая бронхопневмония. В фокально обширной области некротический мусор, дегенеративные воспалительные клетки и фибрин стирают бронхиальный эпителий и распространяются в соседний интерстиций. Также обратите внимание на гиперплазированный эпителий, выстилающий бронх [56]

У людей, заболевших оспой обезьян в эпидемических очагах, легочные поражения в виде бронхопневмонии наблюдаются редко и только на поздней стадии болезни, что свидетельствует о вторичном инфицировании легких [38].

При ингаляционном заражении обезьян мелкодисперсными аэрозолями ВОО, у погибших обезьян находили грубые патологические признаки развившейся смертельной инфекции, независимо от дозирования вируса. Фибринонекротическая бронхопневмония была постоянной находкой; легкие были отечными, красными и не спадали. Обнаруживали

⁴³ *Киль трахеи* (англ. tracheal carina) – гребень хряща в трахее, который находится между разделением двух главных бронхов.

⁴⁴ Заболевание называется интерстициальным, поскольку затрагивается, в основном, интерстиций легких – пространство между альвеолярным эпителием и эндотелием капилляров. При фибринонекротической пневмонии поражение идет с верхних слоев эпителия дыхательных путей.



Рисунок 15 – Яванский макак, погибший через 17 суток после экспериментального заражения аэрозолем ВОО (штамм Заир). Пупкообразные и покрытые корками поражения, типичные для поздней стадии болезни у людей и обезьян. Подобные поражения наблюдаются и при внутривенной инокуляции ВОО, но при ингаляционном заражении первичное поражение начинается с легких. У погибших животных на вскрытии обнаруживают фибринонекротическую бронхопневмонию, некротические изменения в лимфоидных органах, коже, слизистых, репродуктивных органах. По J.L. Charpant et al. [3]

множественные некротические очаги и иногда фибриновые плевральные спайки. Трахея содержала кровавую пену и многоочаговые или сливающиеся некротические, темно-красные поражения слизистой оболочки, часто более выраженные вблизи киля, где произошла инстиляция вируса. Другие наблюдаемые грубые поражения включали везикуло-пустулезные, пупкообразные и струпчатые кожные поражения, язвы в полости рта, увеличенные периферические лимфатические узлы, а также пролиферативные и некротизирующие или язвенные поражения пищевода, желудка и мочевого пузыря. Кроме того, у нескольких животных были обнаружены признаки геморрагической оспы, включая петехиальную сыпь, субплевральное кровоизлияние и кровоизлияние в яички. У людей, в тех дозах и при тех условиях, что были возможными в природных очагах оспы обезьян, геморрагические проявления болезни встречались очень редко, как казуистические случаи. Одно из животных имело признаки перитонита, который является необычным поражением для оспы обезьян у людей, но, видимо, при массивном заражении аэрозолем ВОО возможным (рисунок 14).

Моделирование ингаляционного заражения мелкодисперсным аэрозолем у обезьян на ранней стадии инфекции, т.е. у не погибшего животного, также информативно для распознавания пути заражения. J.A. Tree et al. [44] в опытах на яванских макаках (штамм Zaire'79) установили, что при ингаляционном заражении поражения легких начинаются раньше появления сыпи на кожных покровах (период высыпаний на коже). Внешне они проявляются сильным кашлем (4-е сут), высокой температурой на фоне увеличения лимфатических узлов (начиная со 2-х сут). Высыпания на коже проявились позже легочных симптомов – на 6-е сутки после заражения. Тогда же в легких были отмечены тяжелые поражения, включающие очаговый некроз эпителия дыхательных путей и нейтрофильную инфильтрацию, что должно быть отражено на рентгенограммах в виде множества очагов затемнений преимущественно в нижних отделах легких (рисунок 15).

Поэтому для предположения возможности искусственного ингаляционного заражения необходимо обращать внимание на очередность появления симптомов болезни, объективные данные ее начальной стадии, характер сыпи и наличие фибринонекротической бронхопневмонии.

Иммунопрофилактика оспы обезьян. Ранние исследования показали, что вакцинация против натуральной оспы обеспечивает перекрестную защиту от других видов ортопоксвирусов, включая оспу обезьян, однако продолжительность такой защиты неизвестна [30]. В настоящее время Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (англ. Food and Drug Administration, FDA) и Европейским медицинским агентством (англ. European Medicines Agency, EMA) для профилактики натуральной оспы и оспы обезьян у взрослых (18 лет или старше) лицензированы две вакцины: ACAM2000 (NYCBVH) – культуральная вакцина второго поколения⁴⁵ на основе штамма с пониженной нейровирулентностью NYCBVH; и IMVAMUNE (MVA) – культуральная вакцина третьего поколения на основе аттенуированного штамма BOV Анкара с дефицитом репликации. В отличие от вакцины ACAM2000, IMVAMUNE не противопоказана к применению у лиц с иммунодефицитом, таким как СПИД и атопический дерматит. В настоящее время ни ACAM2000, ни IMVAMUNE не одобрены для использования в общей популяции. Следовательно, еще предстоит определить, будут ли эти лицензированные противооспенные вакцины

⁴⁵ Подробно современный уровень разработки оспенных вакцин и направления их дальнейшего совершенствования рассмотрены в работе С.В. Борисевича с соавт. [63].

обеспечивать эффективную защиту от ВОО в эндемичных по оспе обезьян районах [16].

Для вакцинации против натуральной оспы и оспы обезьян в Российской Федерации используют три типа вакцин⁴⁶.

ОспаВИР – вакцина оспенная инактивированная, лиофилизат для приготовления раствора для подкожного применения. Представляет собой вирус вакцины, выращенный на коже телят, обработанный фреоном 113 и инактивированный гамма-излучением Со-60. Препарат применяется в двухэтапном методе вакцинации для создания бустериммунитета с последующим введением вакцины оспенной живой.

Вакцина оспенная живая сухая, лиофилизат для приготовления раствора для кожного применения – препарат представляет собой вирус вакцины, выращенный на скарифицированной коже телят, частично освобожденный от бактериальной флоры обработкой фенолом или хлоргексидина биглюканатом.

Вакцина ТЭОВак – вакцина оспенная эмбриональная живая, создана на основе вируса вакцины штамма Б-51 БМ. Вакцина третьего поколения. Производится в виде таблеток, покрытых оболочкой, делимых. Препарат предназначен для ревакцинации взрослых против натуральной оспы по эпидемическим показаниям и плановой ревакцинации лиц, работающих с ВНО, ВОО, ВОВ и другими ортопоксвирусами, патогенными для людей.

Для лечения и профилактики натуральной оспы, для лечения поствакцинальных осложнений после вакцинации живой оспенной вакциной, используется иммуноглобулин человека противооспенный.

Противовирусная терапия. Лечение оспы обезьян, в основном, симптоматическое⁴⁷. Существуют также лекарственные препараты для лечения тяжелых случаев обезьяньей оспы. Одно из них, производное 4-трифторметилфенола, тековиримат (ST-246 или ТРОХХ[®]), прошло клинические исследования с использованием модели на животных. Препарат блокирует выход внутриклеточного вируса из клетки. Он стал первым препаратом, одобренным FDA для лечения оспы в 2018 г. после того, как в исследованиях на людях было показано, что он безопасен и эффективен на животных с близкородственными вирусами⁴⁸. Основываясь на аналогичных данных, FDA в 2021 г. одобрило второй лекарственный препарат от оспы – бринцидофовир (СМХ001 или гексадецилоксипропил-цидофовир). Недавний

отчет показывает, что у трех пациентов, получавших бринцидофовир в Великобритании за последние 3 года, не выявлен клинический эффект, но была выявлена серьезная токсичность препарата. Напротив, тековиримат приводил к снижению виремии и более быстрому выздоровлению без побочных эффектов [31].

Обсуждение результатов. Распространение ранее неизвестного штамма ВОО в Нигерии и ДРК еще можно объяснить активизацией новых природных очагов этого вируса в регионе. Однако вспышка оспы обезьян, начавшаяся в мае 2022 г. на мероприятии Pride Maspolamas на Канарских островах и последующая ее глобализация, не укладываются в предыдущие знания об эпидемиологии болезни. Речь идет о десятках тысяч зараженных в 60 странах – это при том, что R_0 ВОО клады WB < 0,6, и такого развития ситуации не предполагает. Поэтому есть основания считать, что вспышка оспы обезьян была инициирована глобалистскими структурами с какой-то политической целью. Для этого были объединены два условия: выбрано мероприятие Pride Maspolamas на Канарских островах со своеобразным затравочным контингентом, способным разнести болезнь по континентам; а для заражения людей выбран ВОО клады WB, не проявляющий себя выраженной картиной болезни и летальностью, и благодаря этому способный «далеко уйти» от места заражения. Каким-то образом была создана «критическая масса» первых пациентов в количестве, достаточном для инициации масштабной вспышки. Клады WB ВОО уже начинают вписываться в пул болезней, передаваемых половым путем.

Анализ таксономии и происхождение ВОО обезьян показал, что его эпидемический и патогенный потенциал очень далек от такового у ВНО, на пандемический вирус он «не тянет». Однако трудно недооценить масштаб самого природного явления, которое мы называем семейством Poxviridae. Биология большинства его представителей не изучена, природные резервуары не установлены. Распространены повсеместно. Вспышка 2003 г. в США показывает возможность формирования природных резервуаров ВОО за пределами Африки. Неспецифический механизм заражения животных предполагает полигостальность поддержания ВОО в природе и возможность периодической смены вторичных резервуаров вируса. Такие очаги могут на годы исчезать и могут перемещаться по территориям в связи

⁴⁶ Медицинские иммунобиологические препараты. Т. 1. Вакцины. М.: 2010.

⁴⁷ Army FM 8-284. Navy NAVMED P-5042 Air Force AFMAN (I) 44-156 Marine Corps MCRP 4-11.1C, 2000.

⁴⁸ Препарат доступен в России через интернет-заказы.



Рисунок 16 – Оспа коров у ВИЧ-инфицированного крестьянина в Колумбии. В ноябре 2014 г. 30-летний мужчина с ВИЧ/СПИД (на момент поступления в клинику количество клеток CD4 <50 кл/мкл), ранее не вакцинированный против натуральной оспы, обратился за лечением по поводу гнойной язвы с начальным резко приподнятым контуром края на правой руке (А), правом ухе и дистальном отделе левой ноги, которые появились через 1 неделю после того, как он доил коров с аналогичными поражениями на вымени. Лечился самостоятельно (алкоголь, травы), но поражения продолжались и распространились на его ноздри, головку полового члена, правую ногу, правое колено и лодыжки. В марте 2015 г. очаги поражения увеличились в размерах и распространились на лицо и конечности. Образовались глубокие и обширные зловонные язвы с приподнятыми и неопределенными краями на лице и конечностях (Б, В), лихорадка, тахикардия, нарушение слуха и зрения, анемия и лейкопения. Выздоровление произошло только после оптимизации антиретровирусной терапии на основе тестирования на антиретровирусную устойчивость. В июле 2015 г. большинство поражений полностью зажило с легким рубцеванием и депигментацией (Г) [64]

с климатическими изменениями, влияющими на местную флору и фауну.

Естественное инфицирование человека ВОО в России возможно в результате контакта с контрабандно завезенными из тропических лесов Центральной и Западной Африки дико живущими грызунами, белками и обезьянами. Другая возможность инфицирования – это пребывание в эндемических по вирусу оспы регионах тропической Африки, тесный контакт с лицами, прибывшими из этих регионов, участие в мероприятиях типа Pride Maspolamas.

То, что эпизоотические цепочки ВОО способны тянуться с Африканского континента в

любую точку мира, где есть близкородственные грызуны или другие млекопитающие, восприимчивые к ВОО, ставит на повестку дня необходимость изучения его потенциальных хозяев на территории России. Наших текущих знаний недостаточно, чтобы предсказать результаты смены хозяев поксвирусами. Наиболее вероятным хозяином ВОО на европейском континенте считаются европейские белки, однако необходимо иметь экспериментальные данные и по белкам, и по другим эндемикам, близкородственным африканским резервуарным видам.

Но не только ВОО и ВНО необходимо опасаться. S.L. Haller et al. [21] обратили внимание на наличие условий для усиления межвидовой конкуренции за новую среду обитания среди самих поксвирусов. Поскольку ВНО в течение тысяч лет был настолько распространен среди людей, что практически все переболели натуральной оспой в детстве, а выжившие, благодаря антигенному сходству поксвирусов приобрели длительный иммунитет против других поксвирусов, у последних не было шанса закрепиться в человеческой популяции. С искоренением ВНО в природе и прекращением массовых вакцинаций вирусом коровьей оспы обширные популяции людей остались уязвимыми для заражения другими поксвирусами⁴⁹, в том числе вирусом оспы коров. Такие зоонозы были и раньше. Но сейчас ситуация непрогнозируемая, так как происходит глобальное расширение иммунодефицитной составляющей человеческого вида, вызванное пандемией ВИЧ/СПИДа. Один из случаев приведен на рисунке 16.

Иммунодефицитная составляющая человеческого вида становится той средой, через которую в нее проникают патогенные поксвирусы. В ней они приобретают возможность эволюционировать в направлении все более опасных штаммов.

Но можно ли исправить ситуацию повторным введением массовой вакцинации населения? В этом есть обоснованные прошлой практикой сомнения. В США и Великобритании ее прекратили за 10 лет до того, как ВОЗ объявила о глобальном искоренении натуральной оспы. Причиной такого решения стало большое количество осложнений после вакцинации: 1:1000 вакцинированных нуждался в соответствующей медицинской помощи, а 1:1000000 привитых живой оспенной вакциной умирал от осложнений. Сейчас ситуация кардинально изменилась. Большой сегмент населения вовлечен в те виды медикаментозной терапии, при которых подавляется реакция иммунной системы (лейкозы, рак, артриты, кожные болезни, рассеянный склероз, диабет, коллагено-сосуди-

⁴⁹ См. работу M.G. Reynolds et al. [13].

стые болезни, генетические дефекты и др.). Происходит постепенное снижение популяционного иммунитета населения. По этой причине в настоящее время до 20 % населения нельзя подвергать вакцинации. Такой ситуации не было в 1950–1960-х гг., когда вакцинация играла ключевую роль в борьбе с натуральной оспой. ВИЧ/СПИД-пандемия⁵⁰ распространилась уже в 1980-х гг. Кроме того пациенты, вакцинированные против натуральной оспы живыми вакцинами, могут длительно выделять вирус коревой оспы в окружающую среду, инфицируя свое ближайшее окружение [65]. Пример последствий такой передачи вируса коревой оспы от вакцинированного взрослого ребенку приведен на рисунке 17.

Поэтому плановую вакцинацию целесообразно возобновить только в отношении лиц, непосредственно участвующих в борьбе с оспенными инфекциями и лиц из групп риска. В отношении остального населения целесообразно практиковать кольцевую иммунизацию, как это делалось на завершающем этапе программы по ликвидации натуральной оспы. Однако природа, скорее всего, сама найдет выход из сложившейся ситуации, причем цена будет заплачена человечеством очень большая.

Распространение ВОО западноафриканской клады, начавшееся в мае 2022 г., дало врачам представление о новом механизме заражения этим вирусом – *per rectum*, т.е. «через прямую кишку», а также о новой клинической форме болезни – *ректальной оспе обезьян*. Вероятно, со временем в Международной классификации болезней (МКБ-11) она, так как имеет характерную симптоматику, перейдет в рубрику «1B2Y Другие уточненные инфекции, передающиеся половым путем».

Совершенно другую опасность представляют ВОО клады долины реки Конго. Они могут использоваться в виде мелкодисперсного аэрозоля для поражения людей на больших площадях. Приведенные в работе данные показывают возможность раннего распознавания совершенного биологического нападения таким аэрозолем по очередности появления симптомов болезни, объективным данным ее начальной стадии, характеру сыпи и наличию фибринонекротической бронхопневмонии.

В этой статье не была затронута проблема создания новых поксвирусов с усилением функций и восстановления вымерших видов технологиями синтетической биологии. Ее мы рассмотрим в следующей работе.

⁵⁰ По состоянию на 31 декабря 2020 г. в мире выявлено 37,7 млн человек, инфицированных ВИЧ. Среди граждан Российской Федерации было зарегистрировано 1 492 998 человека с подтвержденным в иммунном блоте диагнозом «ВИЧ-инфекция», в том числе: 1 104 768 россиян, живущих с ВИЧ, и 388 230 умерших от СПИДа.



Рисунок 17 – Вакцинная экзема у 28-месячного мальчика с рефрактерным атопическим дерматитом в анамнезе и задержкой развития. Заразился от отца, посещавшего свою семью в течение 5 суток, за 2 недели до госпитализации пациента и через 21 сутки после вакцинации против оспы. Фотографии пациента, изображающие прогрессирование кожных поражений на 5-е сутки госпитализации (А), 7-е сутки госпитализации (Б), 13-е сутки госпитализации (В) и 28-е сутки госпитализации (Г). Лечение ребенка включало внутривенное введение иммуноглобулина против коревой оспы, примененного впервые у ребенка; цидофовир, ранее никогда не использовавшийся для лечения людей, инфицированных вирусом вакцины; ST-246 (Тековиримат) – исследуемый препарат для лечения ортопоксвирусной инфекции. Ребенок был выписан из больницы через 48 суток без видимых системных последствий или значительных рубцов [66]

Непредсказуемое развитие пандемии COVID-19, а теперь и удивительно легкое освоение планеты малоконтагиозной кладой ВОО, указывает на то, что пандемическая ситуация на планете уходит в сторону от имеющих у нас представлений о таких процессах. В мире существуют силы, способные управлять распространением опасных инфекционных болезней и через пандемии манипулировать государствами. У них имеются организационные и технологические возможности, деньги, и, что самое опасное – бионегативное видение мира, маскируемое «зеленой» фразеологией. Закрывать на это глаза, значит обрекать себя на поражение. Да и саму оспу обезьян больше не следует считать редким заболеванием, географически ограниченными странами Западной и Центральной Африки.

Вклад автора / Autor Contribution:

Идея и концепция статьи, поиск и анализ литературы, написание статьи цифровая обработка изображений / Idea and concept of an article, search and analysis of literature, writing an article, digital image processing.

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

- Henderson D.A., Inglesby T.V., Bartlett J.G. Smallpox as a biological weapon: medical and public health management. Working Group on Civilian Biodefense // J. Am. Med. Assoc. 1999. V. 281. P. 2127–2137. <https://doi.org/10.1001/jama.281.22.2127>
- Henderson D.A., Fenner F: Recent events and observations pertaining to smallpox virus destruction in 2002 // Clin. Infect. Dis. 2001. V. 33. P. 1057–1059. <https://doi.org/10.1086/323808>
- Chapman J.L., Nichols D.K., Martinez M.J. et al. Animal models of Orthopoxvirus infection // Vet. Pathol. 2010. V. 47, № 5. P. 852–870. <https://doi.org/10.1177/0300985810378649>
- Fleming R.M. Is COVID-19 a bioweapon? A scientific and forensic investigation. Skyhorse Publishing, New York, 2021
- Ladnyj I.D., Ziegler P., Kima E. A human infection caused by monkeypox virus in Basankusu Territory, Democratic Republic of the Congo // Bull. World Health Organ. 1972. V. 46. P. 593–597.
- Mukinda V., Mwema G., Kilundu M. et al. Reemergence of human monkeypox in Zaire in 1996 // Lancet. 1997. V. 349, № 9063. P. 1449–1450. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(05\)63725-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(05)63725-7)
- Arita I., Jezek Z., Khodakevich L., Ruti K. Human Monkeypox: A Newly Emerged Orthopoxvirus Zoonosis in the Tropical Rain Forests of Africa // Am. J. Trop. Med. Hyg. 1985. V. 34(4). P. 781–789. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1985.34.781>
- Fenner F., Henderson D. A., Arita I. et al. Smallpox and its eradication, World Health Organization, Geneva, 1988.
- Di Giulio D.B., Eckburg P.B. Human monkeypox: An emerging zoonosis // Lancet Infect. Dis. 2004. V. 4. P. 15–25. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(03\)00856-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(03)00856-9)
- Chastel C. Human monkeypox // Pathol. Biol. 2009. V. 57, № 2. P. 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.patbio.2008.02.006>
- Sklenovska N., Van Ranst M. Emergence of monkeypox as the most important orthopoxvirus infection in humans // Front Public Health. 2018. V. 6. 241. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00241>
- Heymann D.L., Simpson K. The evolving epidemiology of human monkeypox: questions still to be answered // J. Infect. Dis. 2021. V. 223(11). P. 1839–1841. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab135>
- Reynolds M.G., Guagliardo S.A., Nakazawa Y. et al. Understanding orthopoxvirus host range and evolution: from the enigmatic to the usual suspects // Current Opinion in Virology. 2018. V. 28. P. 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2017.11.012>
- Formenty P., Muntasir M.O., Damon I. et al. Human monkeypox outbreak caused by novel virus belonging to Congo Basin clade, Sudan, 2005 // Emerg. Infect. Dis. 2010. V. 16. P. 1539–1545. <https://doi.org/10.3201/eid1610.100713>
- Haddad N. The presumed receptivity and susceptibility to monkeypox of European animal species // Infectious Diseases Now. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.idnow.2022.06.006>
- Alakunle E., Moens U., Nchinda G., Okeke M.I. Monkeypox Virus in Nigeria: Infection Biology, Epidemiology, and Evolution // Viruses. 2020. V. 12. <https://doi.org/10.3390/v12111257>
- Thompson C.H., Yager J. A., Van Rensburg I.B. Close relationship between equine and human molluscum contagiosum virus demonstrated by in situ hybridization // Res. Vet. Sci. 1998. V. 64. P. 157–161. [https://doi.org/10.1016/s0034-5288\(98\)90012-1](https://doi.org/10.1016/s0034-5288(98)90012-1)
- Tulman E.R., Delhon G., Afonso C.L. et al. Genome of horsepox virus // J. Virol. 2006. V. 80(18). P. 9244–9258. <https://doi.org/10.1128/JVI.00945-06>
- DiEuliis D., Berger K., Gronvall G. Biosecurity Implications for the Synthesis of Horsepox, an Orthopoxvirus // Health Security. 2017. <https://doi.org/10.1089/hs.2017.0081>
- Lefkowitz E.J., Wang C., Upton C. Poxviruses: past, present and future // Virus research. 2006. V. 117. P. 105–118. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2006.01.016>
- Haller S.L., Peng C., McFadden G., Rothenburg S. Poxviruses and the evolution of host range and virulence // Infect. Genet. Evol. 2014. V. 21. P. 15–40. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2013.10.014>
- Hendrickson R.C., Wang C., Hatcher E.L.,

- Lefkowitz E.J. Orthopoxvirus genome evolution: The role of gene loss // *Viruses*. 2010. V. 2. P. 1933–1967. <https://doi.org/10.3390/v2091933>
23. Menachery V.D., Yount B.L., Debbink K. et al. SARS-like cluster of circulating bat coronavirus pose threat for human emergence // *Nat. Med.* 2015. V. 21, № 12. P. 1508–1513. <https://doi.org/10.1038/nm.3985/>
24. Hatcher E.L., Wang C., Lefkowitz E.J. Genome variability and gene content in chordopoxviruses: dependence on microsatellites // *Viruses*. 2015. V. 7(4). P. 2126–2146. <https://doi.org/10.3390/v7042126>
25. Douglass N., Dumbell K. Independent evolution of monkeypox and variola viruses // *J. Virol.* 1992. V. 66(12). P. 7565–7567. <https://doi.org/10.1128/JVI.66.12.7565-7567.1992>
26. Gubser G., Hue S., Kellam P. et al. Poxvirus genomes: a phylogenetic analysis // *J. Gen. Virol.* 2004. V. 85. P. 105–117. <https://doi.org/10.1099/vir.0.19565-0>
27. Erez N., Achdout H., Milrot E. Diagnosis of Imported Monkeypox, Israel, 2018 // *Emerg. Infect. Dis.* 2019. V. 25(5). P. 980–983. <https://doi.org/10.3201/eid2505.190076>
28. Vaughan A., Aarons E., Astbury J. et al. Human-to-human transmission of monkeypox virus, United Kingdom, October 2018 // *Emerg. Infect. Dis.* 2020. V. 26(4). P. 782–785. <https://doi.org/10.3201/eid2604.191164>
29. Yong S.T., Ng O.T., Ho Z.J.M. et al. Imported Monkeypox, Singapore // *Emerging Infectious Diseases*. 2020. V. 26, № 8. P. 1826–1830. <https://doi.org/10.3201/eid2608.191387>
30. Brown K., Leggat P.A. Human Monkeypox: Current State of Knowledge and Implications for the Future // *Trop. Med. Infect. Dis.* 2016. V. 1(1). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed1010008>
31. Quarleri J., Delpino M.V., Galvan V. Monkeypox: considerations for the understanding and containment of the current outbreak in non-endemic countries // *Geroscience*. 2022. 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11357-022-00611-6>
32. Rao A.K., Schulte J., Chen T.H. et al. Monkeypox in a traveler returning from Nigeria-Dallas, Texas, July 2021 // *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2022. V. 71(14). P. 509–516. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7114a1>
33. Parker S., Crump R., Hartzler H., Buller R.M. Evaluation of Taterapox Virus in Small Animals // *Viruses*. 2017. V. 9(8). 203. <https://doi.org/10.3390/v9080203>
34. Esposito J.J., Sammons S.A., Frace A.M. Genome sequence diversity and clues to the evolution of variola (smallpox) virus // *Science*. 2006. V. 313. P. 807–812. <https://doi.org/10.1126/science.1125134>
35. Chen N., Li G., Liszewski M.K. et al. Virulence differences between monkeypox virus isolates from West Africa and the Congo basin // *Virology*. 2005. V. 340. P. 46–63. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2005.05.030>
36. Sbrana E., Xiao S.Y., Newman P.C., Tesh R.B. Comparative pathology of North American and central African strains of monkeypox virus in a ground squirrel model of the disease // *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2007. V. 76. P. 155–164.
37. Kindrachuk J., Arsenaault R., Kusalik A. et al. Systems kinomics demonstrates congo basin monkeypox virus infection selectively modulates host cell signaling responses as compared to West African monkeypox virus // *Mol. Cell. Proteom.* 2012. V. 11. P. 1–12. <https://doi.org/10.1074/mcp.M111.015701>
38. McCollum F.M., Damon I.K. Human Monkeypox // *Clinical Infectious Diseases*. 2014. V. 58, Is. 2. P. 260–267. <https://doi.org/10.1093/cid/cit703>
39. Stagles M.J., Watson A.A., Boyd J.F. et al. The histopathology and electron microscopy of a human monkeypox lesion // *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1985. V. 79(2). P. 192–202. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(85\)90333-5](https://doi.org/10.1016/0035-9203(85)90333-5)
40. Gelderblom H.R., Madeley D. Rapid Viral Diagnosis of Orthopoxviruses by Electron Microscopy: Optional or a Must? // *Viruses*. 2018. V. 10(4). P. 142. <https://doi.org/10.3390/v10040142>
41. McFadden G. Poxvirus tropism // *Nat. Rev. Microbiol.* 2005. V. 3(3). P. 201–213. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1099>
42. Маренникова С.С., Щелкунов С.Н. Патогенные для человека орто-поксвирусы. М.: КМКScientific Press Ltd., 1998.
- Marennikova S.S., Shchelkunov S.N. Pathogenic for humans poxviruses. 1998. (in Russian).
43. Cann J.A., Jahrling P.B., Hensley L.E., Wahl-Jensen V. Comparative pathology of smallpox and monkeypox in man and macaques // *J. Comp. Pathol.* 2013. V. 148(1). P. 6–21. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2012.06.007>
44. Tree J.A., Hall G., Pearson G. et al. Sequence of pathogenic events in *Cynomolgus* macaques infected with aerosolized monkeypox virus // *J. Virol.* 2015. V. 89(8). P. 4335–4344. <https://doi.org/10.1128/JVI.03029-14>
45. Xiao S.Y., Sbrana E., Watts D.M. et al. Experimental infection of prairie dogs with monkeypox virus // *Emerg. Infect. Dis.* 2005. V. 11. P. 539–545. <https://doi.org/10.3201/eid1104.040907>
46. Rimoin A.W., Mulembakani P.M., Johnston S.C. et al. Major increase in human monkeypox incidence 30 years after smallpox vaccination campaigns cease in the Democratic Republic of Congo // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2010. V. 107(37). P. 16262–16267. <https://doi.org/10.1073/pnas.1005769107>
47. Ogoina D., Izibewule J.H., Ogunleye A. et al. The 2017 human monkeypox outbreak in Nigeria. Report of outbreak experience and response in the Niger Delta University Teaching Hospital, Bayelsa State, Nigeria // *PLoS ONE*. 2019. V. 14. P. 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214229>
48. Sanche S., Lin E.T., Xu C. et al. High Contagiousness and Rapid Spread of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 // *Emerg. Infect. Dis.* 2020. V. 26, № 7. P. 1470–1477. <https://doi.org/10.3201/eid2607.200282>
49. Petrosillo N., Viceconte G., Ergonul O. et al.

COVID-19, SARS and MERS: are they closely related? // Clin. Microbiol. Infect. 2020. V. 26(6). P. 729–734. См. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32234451/> (дата обращения: 10.09.2020)

50. Gani R., Leach S. Transmission potential of smallpox in contemporary populations // Nature. 2001. V. 414. P. 748–751. <https://doi.org/10.1038/414748a>

51. Guerra F.M., Bolotin S., Lim G. et al. The basic reproduction number (R0) of measles: a systematic review // Lancet Infect Dis. 2017. V. 17(12). [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30307-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30307-9)

52. Levine R.S., Peterson A.T., Yorita K.L. et al. Ecological niche and geographic distribution of human monkeypox in Africa // PLoS ONE. 2007. V. 2, № 1. e176. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000176>

53. Khodakevich L., Jeeek Z., Messinger D. Monkeypox virus: ecology and public health significance // Bulletin of the World Health Organization. 1988. V. 66, № 6. P. 747–752.

54. Hughes A.L., Irausquin S., Friedman R. The evolutionary biology of poxviruses // Infect. Genet. Evol. 2010. V. 10, № 1 (50. doi:10.1016/j.meegid.2009.10.001). <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2009.10.001>

55. Bunge E.M., Hoet B., Chen L. et al. The changing epidemiology of human monkeypox. A potential threat? A systematic review // PLoS Negl. Trop. Dis. 2022. V. 16. e0010141. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.171089>

56. Goff A.J., Chapman J., Foster C. et al. A novel respiratory model of infection with monkeypox virus in cynomolgus macaques // J. Virol. 2011. V. 85(10). P. 4898–4909. <https://doi.org/10.1128/JVI.02525-10>

57. Titanji B.K., Tegomoh B., Nematollahi S. Monkeypox: A Contemporary Review for Healthcare Professionals // Open Forum Infect. Dis. 2022. V. 9(7). <https://doi.org/10.1093/ofid/ofac310>

58. Reed K.D., Melski J.W., Graham M.B. et al. The detection of monkeypox in humans in the western hemisphere // N. Engl. J. Med. 2004. V. 350. P. 342–350. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa032299>

59. Antinori A., Mazzotta V., Vita S. et al. INMI Monkeypox Group. Epidemiological, clinical and virological characteristics of four cases of monkeypox

support transmission through sexual contact, Italy May 2022 // Euro Surveill. 2022. V. 27(22). 2200421. <https://doi.org/10.2807/1560-7917>

60. Peiró-Mestres A., Fuertes I., Camprubí-Ferrer D. et al. Hospital Clinic de Barcelona Monkeypox Study Group. Frequent detection of monkeypox virus DNA in saliva, semen, and other clinical samples from 12 patients, Barcelona, Spain, May to June 2022 // Euro Surveill. 2022 V/ 27(28). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2022.27.28.2200503>

61. Nalca A., Livingston V.A., Garza N.L. et al. Experimental Infection of Cynomolgus Macaques (Macaca fascicularis) with Aerosolized Monkeypox Virus // PLoS ONE. 2010. V. 5(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012880>

62. Medical aspects of chemical and biological warfare / Ed. F.R. Sidell, E.T. Ta-fuqi, D.R. Franz. — Washington, 1997.

63. Борисевич С.В., Подкуйко В.Н., Пирожков А.П., Тереньтев А.И., Краснянский В.П., Рождественский Е.В., Назаров С.В., Кузнецов С.Л. Эволюция средств и принципов оспопрививания // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 1. С. 66–65. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-1-66-85>

Borisevich S.V., Podkuyko V.N., Pirozhkov A.P., Terent'ev A.I., Krasnyansky V.P., Rozhdestvensky E.V., Nazarov S.V., Kuznecov S.L. Evolution of means and principles of smallpox vaccination // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4. № 1. P. 66–85. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-1-66-85> (in Russian).

64. Laiton-Donato K., Ávila-Robayo P., Páez-Martínez A. et al. Progressive Vaccinia Acquired through Zoonotic Transmission in a Patient with HIV/AIDS, Colombia // Emerg. Infect. Dis. 2020. V. 26(3). P. 601–605. <https://doi.org/10.3201/eid2603.191365>

65. Oldstone M. Viruses, Plagues and History. Past, Present and Future. Oxford University Press. London, 2020.

66. Vora S., Damon I., Fulginiti V. et al. Severe Eczema Vaccinatum in a Household Contact of a Smallpox Vaccinee // Clinical Infectious Diseases. 2008. V. 46, Is. 10. P. 1555–1561. <https://doi.org/10.1086/587668>

Об авторе

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 105005, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

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

Контактная информация автора: 27nc_1@mil.ru

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

Monkeypox: A Little-Studied Biological Threat to Russia

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

Received 20 June 2022. Accepted 27 June 2022

Monkeypox is a natural focal zoonosis of rodents and monkeys living in the Congo Valley (clade CB) and West Africa (clade WA). The special interest in monkeypox is due to its pandemic spread, which began in May 2022. The *aim of this article* is to consider the danger of monkeypox due to the lack of knowledge about its nature, as well as existing achievements in the treatment and prevention of this disease. The information was collected mainly from English-language sources available through the PubMed and Google Scholar databases. The study was conducted in the following areas: the epidemiology of monkeypox outbreaks until May 2022; taxonomy and origin of monkeypox virus (MPV); morphology and life cycle of poxviruses; ecology and epidemiology of MPV; the clinical picture of monkeypox in humans with natural infection; monkeypox clinic in European homosexuals; clinical picture and pathomorphology of monkeypox in animals with artificial infection; immunoprophylaxis and therapy of monkeypox. It has been established that until May 2022 the appearance of MPV into non-endemic countries was limited to single cases of the disease. Because of that, the monkeypox pandemic that began in May 2022 looks atypical. The low-contagious MPV (WA) that caused it did not occur in Nigeria until 2017. Its spread was facilitated by a new mechanism of infection through organized homosexual contacts. Therefore, monkeypox should no longer be considered a rare disease geographically limited to the countries of West and Central Africa. It is also necessary to take into account the possibility of activating the natural reservoirs of other poxviruses, as well as the realization of their epidemic potential through immunodeficient human populations, which reach 20% of the total population in the developed countries. At present, there are no vaccines or drugs whose efficacy and safety have been confirmed in epidemic foci of MPV with immunodeficient populations. Serious efforts should be made to identify man-made outbreaks of monkeypox; to the identification of possible zoonotic hosts of MPV in Russia; factors that support MPV in ecosystems; host factors that determine the severity of the disease, as well as facilitating animal-to-human and human-to-human transmission.

Keywords: cowpox; eczema vaccinatum; exanthema; monkeypox; Munich Security Conference; poxviruses; smallpox; virus reproduction index

For citation: Supotnitskiy M.V. Monkeypox: A Little-Studied Biological Threat to Russia // *Journal of NBC Protection Corps*. 2022. V. 6. № 2. P. 152–177. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-152-177>

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. 174–176.

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.

Contact information for author: 27nc_1@mil.ru

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

Особенности устройства, маркировки и кодировки химических боеприпасов и боевых приборов США и стран НАТО (Лекция)

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022
УДК 623.459:621.798.7:355.318.2:358.39:54.004.2
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-178-194>


В.В. Козловский, А.В. Уракчинцев, О.В. Гусев

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

Поступила 06.06.2022 г. Принята к публикации 27.06.2022 г.

Лекция предназначена для подготовки специалистов войск РХБ защиты Российской Федерации и офицеров иностранных государств, занимающихся вопросами химической безопасности. В лекции рассмотрены два учебных вопроса: 1) особенности устройства химических боеприпасов и боевых приборов США; 2) маркировка и кодировка химических боеприпасов и боевых приборов США и стран блока НАТО. Представленный материал в лекции позволит расширить кругозор и получить знания по вопросам, касающимся особенностей устройства, маркировки и кодировки химических боеприпасов и боевых приборов США и стран блока НАТО. Также в лекции приведен обзор изменений маркировок и кодировок химических боеприпасов США и стран блока НАТО. Рассмотрено историческое развитие системы маркировки и кодировки химических боеприпасов.

Ключевые слова: выливной авиационный прибор; маркировка и кодировка; РХБ защита; химические боеприпасы; химическое оружие; шифр отравляющего вещества; элементы устройства.

Библиографическое описание: Козловский В.В., Уракчинцев А.В., Гусев О.В. Особенности устройства, маркировки и кодировки химических боеприпасов и боевых приборов США и стран НАТО (Лекция) // Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 2. С. 178–194.  [s://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-2-178-194](https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-2-178-194)

Быстрое изменение политической ситуации в мире, происходящее в последние годы, заставляет по-новому взглянуть на проблему развития химического вооружения. Принятие многими государствами международно-правовых обязательств в области нераспространения оружия массового поражения (ОМП) приводит к необходимости пересмотра многих военных стратегий и планов, а также выбора новых подходов к решению проблемы возмож-

ного применения ОМП в военных и террористических целях.

Несмотря на подписание и ратификацию Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении [1] большинством стран, ее подписавших, сохраняется угроза применения его в различных конфликтах¹.

Кроме того, провокации с постановками «фейков» (ложная информация) о применении

¹ Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении (далее – Конвенция) подписали и ратифицировали 191 государство. Подписал, но не ратифицировал Израиль, Египет, Корейская Народно-Демократическая Республика (КНДР) и Южный Судан не подписали. США является единственной страной в мире, подписавшей Конвенцию, но не уничтожившей своих запасов химического оружия. Уничтожение оставшихся запасов США планируют завершить в 2023 г. Российская Федерация досрочно (срок уничтожения установлен Президентом РФ – 31 декабря 2018 г.) полностью уничтожила все запасы химического оружия. Последний химический боеприпас уничтожен в сентябре 2017 г. URL: <https://russian.rt.com/world/article/434624-ssha-rossiya-himicheskoe-orujie> (дата обращения: 19.04.2022).

токсичных химических веществ со стороны США и стран блока НАТО являются средством достижения военно-политических целей в информационно-войне, а также предметом и «доказательством» для принятия решения о возможности вторжения на территории других государств или нанесения по ним огневого удара. Подтверждением этому является вторжение США в Ирак в 2003 г.² и нанесение огневого удара крылатыми ракетами «Томагавк» по авиабазе аш-Шайрат в Сирии 7 апреля 2018 г.³

Однако для большинства государств – участников Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении остается неясным конечный срок ликвидации старого и оставленного химического оружия, суммарное количество которого не поддается точной оценке.

За последние двадцать лет на территории ряда зарубежных государств, например, Камбоджи, Вьетнама, Лаосской Народной Республики, Панамы и т.д., в процессе освоения для нужд сельского хозяйства новых земель продолжают находить химические боеприпасы США, в Китае – японские химические боеприпасы [4, 5].

Сложность ситуации состоит в том, что извлекаемые из грунта и воды химические боеприпасы подверглись коррозии и деформации, и их дальнейшая ликвидация сопряжена со значительной опасностью.

Одной из возможностей определения принадлежности химических боеприпасов к соответствующей стране (при необходимости предъявления претензий) является их маркировка и кодировка.

Кроме того, анализ материалов зарубежных источников [6, 7] показал, что имеющаяся информация о маркировке и кодировке химических боеприпасов (боевых приборов)

США и стран блока НАТО в современной отечественной литературе является недостаточно полной, так как на протяжении трех исторических этапов развития химического оружия она имела свои отличительные особенности.

Поэтому знания особенностей устройства, маркировки и кодировки химических боеприпасов США и стран блока НАТО для специалистов войск РХБ защиты не только Российской Федерации, но и офицеров иностранных государств, является важной и актуальной задачей. Эти знания могут быть использованы при идентификации химических боеприпасов в случае ведения боевых действий, проведения провокационных действий, а также в случае их обнаружения на территории стран, где проводились испытания химических боеприпасов⁴.

Цель лекции – рассмотрение особенностей устройства, маркировки и кодировки химических боеприпасов и боевых приборов США и стран блока НАТО.

1. Особенности устройства химических боеприпасов и боевых приборов США

Химические боеприпасы – это боевые средства однократного боевого применения (артиллерийские снаряды и мины, авиационные химические бомбы и кассеты, химические боевые части ракет, химические фугасы, химические шашки, гранаты и патроны).

Химические боевые приборы – боевые средства многократного боевого применения (выливные авиационные приборы и механические генераторы аэрозолей отравляющих веществ) [8].

1.1. Общее устройство химических боеприпасов и боевых приборов США

По типовым конструктивным решениям химическое оружие подразделяется на боеприпасы взрывного принципа действия и боеприпасы (приборы) невзрывного принципа действия [8–10].

² Пропагандистский тезис о якобы наличии в Ираке оружия массового поражения, в частности, биологического оружия, использовался в 2003 г. Соединенными Штатами в качестве предлога для вторжения в эту страну.

³ Совершенная якобы «режимом Асада» химическая атака на жителей города Хан-Шейхун (провинция Идлиб) 4 апреля 2017 г. послужила для США предлогом для нанесения 7 апреля 2017 г. из акватории Средиземного моря в районе острова Крит с двух эсминцев военно-морских сил США («Росс» и «Портер») массированного удара 59 ракетами «Томагавк» по сирийской авиабазе аш-Шайрат в провинции Хомс, в результате которого погибли 7 военнослужащих и 9 мирных жителей Сирийской Арабской Республики [3].

⁴ В качестве примеров необходимо привести информацию о провинции Свайриенг Республики Камбоджа, где в 2017 г. найдены семь американских авиационных бомб в снаряжении веществом CS весом более 200 кг (в ходе обезвреживания одной из бомб отравляющее вещество попало в окружающую среду, поражено восемь человек, местные жители одной деревни эвакуированы). По запросу камбоджийских властей группа специалистов ОЗХО провела обследование 22 захоронений химических авиационных бомб времен войны во Вьетнаме, обнаруженных в провинциях Мондулкири, Тунг, Хмум и Свайриенг. В провинции Мондулкири обнаружено 12 химических авиационных бомб, две из которых находились в снаряженном состоянии. Совместно со специалистами ОЗХО работали подразделения РХБ защиты вооруженных сил Камбоджи [4]. В лесу графства Линкольншир (Великобритания) туристы нашли емкости, в которых находился иприт. Вскрыв одну из них, они получили незначительные поражения кожи и дыхательных путей. Отмечается, что в данном районе до 1960-х гг. размещалась военная база RAF Woodhall Spa [5].

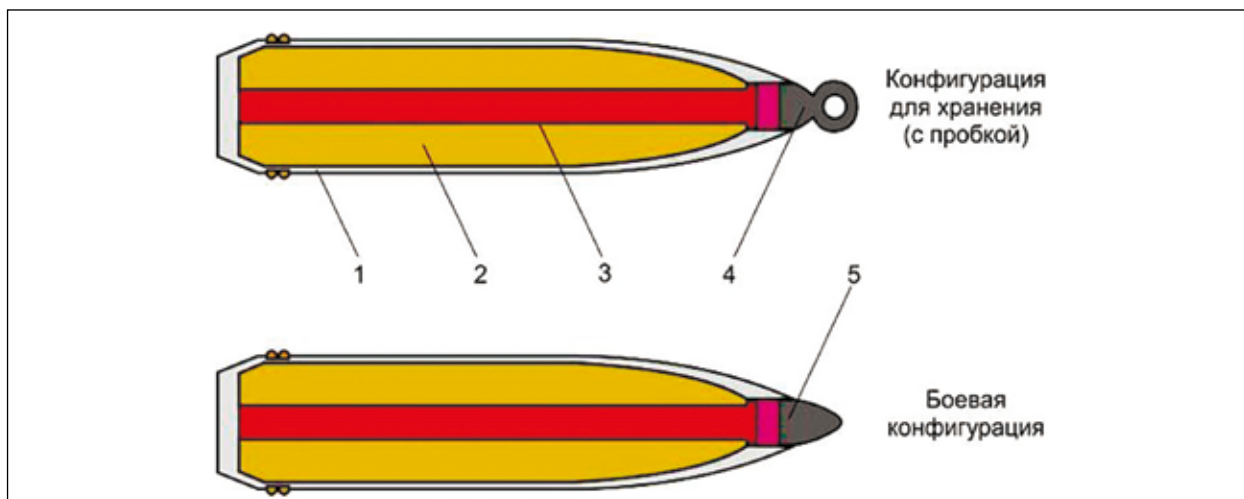


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства боеприпаса взрывного принципа действия:
 1 – корпус боеприпаса; 2 – отравляющее вещество;
 3 – стакан с разрывным зарядом; 4 – пробка; 5 – взрыватель (рисунок авторов)

Конструкция боеприпаса взрывного принципа действия во многом схожа с устройством обычных осколочно-фугасных боеприпасов. Отличие в конструктивной схеме обусловлено наличием жидкой рецептуры или порошкообразной (твердой) композиции.

Основными частями конструкции практически каждого химического боеприпаса взрывного принципа действия (снаряда, мины, бомбы и т.п.) являются (рисунок 1):

- корпус боеприпаса, представляющий собой емкость для снаряжения отравляющего вещества и являющийся основой для соединения всех частей конструкции боеприпаса;
- источник энергии (разрывной заряд взрывчатого вещества), предназначенный для вскрытия оболочки и диспергирования химического снаряжения;

- стакан, предназначенный для размещения разрывного заряда и устранения воздействия на него отравляющего вещества;
- отравляющее вещество (ОВ);
- взрыватель, предназначенный для инициирования разрывного заряда.

Взрыватель – устройство для приведения в действие боеприпаса в соответствии с его назначением. Безопасность взрывателя (способность не срабатывать преждевременно) обеспечивается предохранителями.

По принципу действия взрыватели подразделяются на дистанционные, контактные, неконтактные, комбинированного действия (например, дистанционно-ударные).

Дистанционный взрыватель срабатывает на траектории полета по истечении заданного времени после выстрела. Контактный взрыватель срабатывает при контакте с преградой (целью). Неконтактный взрыватель срабатывает в результате взаимодействия с целью без соприкосновения боеприпаса с ней на расстоянии, оптимальном для поражения цели. Для приведения в действие используются различные физические поля – акустические, электромагнитные, магнитные и др., а также изменения давления, чувствительности к свету и пр.

Боевые части ракет и авиационные кассеты могут снаряжаться малокалиберными химическими боеприпасами взрывного принципа действия. В этом случае они называются химическими кассетными бомбами (элементами кассет).

Выливные авиационные приборы относятся к химическим боевым приборам невзрывного принципа действия. На рисунке 2 представлена принципиальная схема устройства такого прибора.

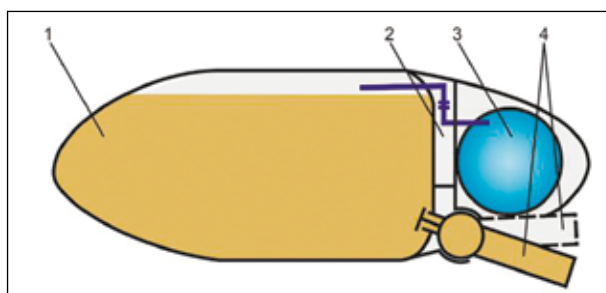


Рисунок 2 – Принципиальная схема устройства выливного авиационного прибора:
 1 – резервуар с ОВ; 2 – система газовых и жидкостных клапанов управления;
 3 – баллон со сжатым воздухом (азотом);
 4 – распылительный (выливной) блок (рисунок авторов)

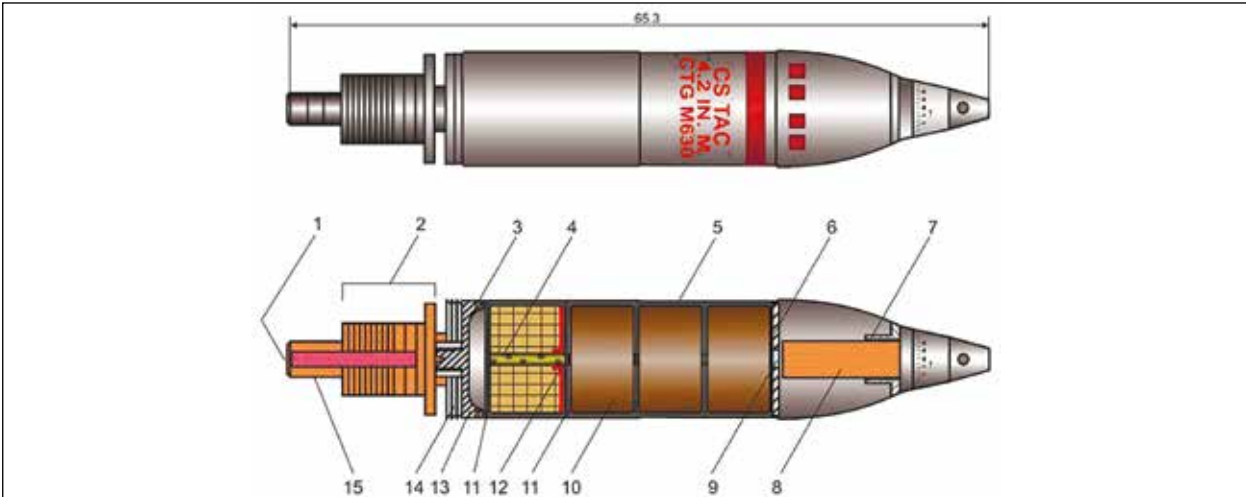


Рисунок 3 – Внешний вид и разрез 106,7-мм мины M630 в снаряжении CS:

- 1 – капсюль-воспламенитель; 2 – метательный заряд; 3 – срезаемый шплинт; 4 – перфорированная трубка; 5 – кассета с пиротехническим составом и CS (наполнитель); 5 – корпус мины; 6 – алюминиевая перегородка (выталкиватель, диафрагма); 7 – адаптер; 8 – вышибной заряд; 9 – отверстие в диафрагме; 10 – кассета с пиротехническим составом и CS (наполнитель); 11 – прокладка; 12 – воспламенительный состав; 13 – дно мины; 14 – obtурирующие кольца; 15 – воспламенительный патрон (рисунок авторов)

Выливные авиационные приборы имеют металлический корпус, центральная часть которого выполнена в виде цилиндра, головная и хвостовая части – в форме конуса. Он необходим для соединения всех составных частей прибора в единое целое, размещения в нем ОВ, системы наддува (вытеснения отравляющего вещества из резервуара), распылительного (выливного) блока и элементов электрической системы управления (перевода ОВ в боевое состояние), а также другой необходимой аппаратуры.

1.2. Особенности устройства химических боеприпасов минометов, ствольной и реактивной артиллерии США

Химические боеприпасы минометов, ствольной и реактивной артиллерии, снаряжаемых жидкими ОВ, имеют корпуса обычных осколочно-фугасных боеприпасов. Химические боеприпасы, снаряженные отравляющими веществами типа CS, переводятся в боевое состояние с использованием пиротехнических составов горения. Боеприпасы для стрельбы из минометов (мины), в отличие от снарядов, дополнительно включают в себя метательный пороховой заряд, который инициируется с помощью капсюля-воспламенителя [8–10].

Химические боеприпасы минометов имеют калибр 106,7-мм и снаряжаются отравляющими веществами типа HD или CS. На рисунках 3 и 4 представлен общий вид и элементы устройства 106,7-мм химической мины.

Боеприпасы с отравляющими веществами типа VX и GB снабжены разрывными зарядами

из бризантных взрывчатых веществ на основе смеси тротила и гексогена, позволяющей осуществлять перевод отравляющих веществ в боевое состояние. Химические боеприпасы, снаряженные отравляющими веществами типа CS, переводятся в боевое состояние с исполь-

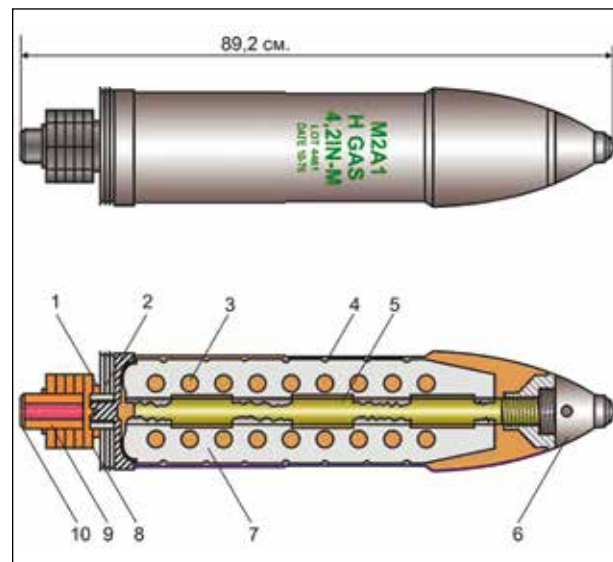


Рисунок 4 – Внешний вид и разрез 106,7-мм мины M2A1 в снаряжении HD: 1 – нажимной диск; 2 – obtурирующий диск; 3 – наполнитель (БТХВ); 4 – корпус мины; 5 – разрывной заряд; 6 – контактный взрыватель; 7 – перфорированная пластина; 8 – дополнительный пороховой заряд; 9 – воспламенительный патрон; 10 – капсюль-воспламенитель (рисунок авторов)

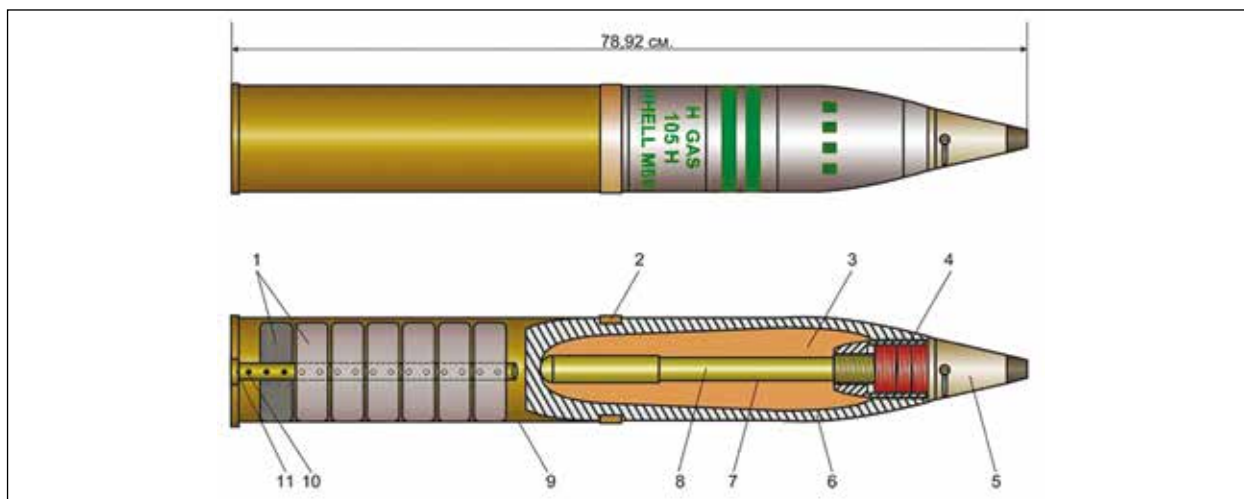


Рисунок 5 – Внешний вид и разрез 105-мм артиллерийского снаряда М60 в снаряжении Н или HD: 1 – метательный заряд; 2 – вращающее кольцо; 3 – иприт или очищенный иприт (наполнитель); 4 – держатель (переходник); 5 – контактный взрыватель; 6 – снаряд; 7 – оболочка разрывного заряда М 5; 8 – разрывной заряд; 9 – гильза; 10 – трубка-воспламенитель; 11 – капсюль-воспламенитель (рисунок авторов)

зованием энергии пиротехнических составов горения.

Боевая часть химических боеприпасов реактивной артиллерии изготавливается из легких сплавов. Стабилизация снарядов на траектории полета осуществляется за счет перистых стабилизаторов, раскрывающихся после выстрела.

Химические боеприпасы ствольной артиллерии имеют калибры 105, 155 и

203,2-мм. Они снаряжаются отравляющими веществами типа VX, GB, HD и CS (рисунки 5–8).

Реактивные химические боеприпасы корабельной артиллерии военно-морских сил имеют калибр 127-мм и снаряжаются отравляющими веществами типа GB, сухопутных войск – калибр 115-мм и снаряжаются отравляющими веществами типа GB и VX.

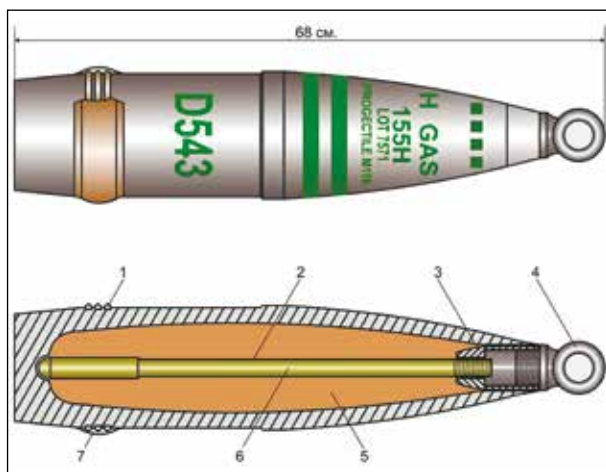


Рисунок 6 – Внешний вид и разрез 155-мм артиллерийского снаряда М110 в снаряжении Н: 1 – опоясывающий медный пояс; 2 – оболочка разрывного заряда; 3 – держатель (переходник); 4 – транспортировочное кольцо; 5 – иприт неочищенный или перегнанный; 6 – тетриловый разрывной заряд; 7 – защитное кольцо (рисунок авторов)

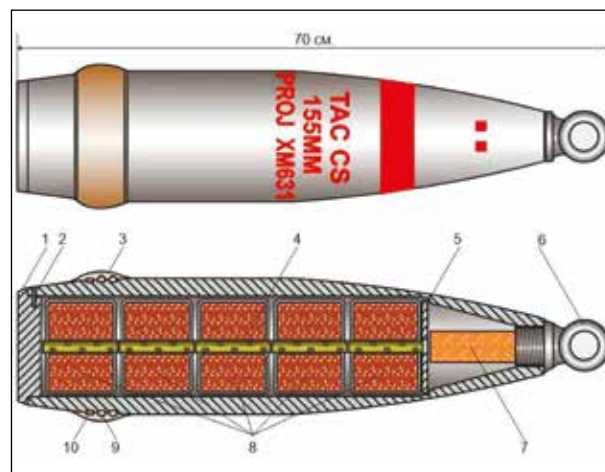


Рисунок 7 – Внешний вид и разрез 155-мм артиллерийского снаряда XM631 в снаряжении CS: 1 – дно снаряда; 2 – срезаемый шплинт; 3 – защитное кольцо; 4 – перфорированная трубка вращающее кольцо; 5 – алюминиевая перегородка (выталкиватель, диафрагма); 6 – транспортировочное кольцо; 7 – вышибной заряд; 8 – кассета с пиротехническим составом и CS (наполнитель); 9 – опоясывающий медный пояс; 10 – obturрующее кольцо (рисунок авторов)

Элементы устройства 115-мм реактивного снаряда представлены на рисунке 9.

1.3. Особенности устройства химических боевых частей ракет США

Боевые части ракет представляют собой боеприпасы кассетного типа, снаряжаемые кассетными элементами – сферическими бомбами малого калибра [3, 10, 11].

Элементы устройства химической боевой части и сферической бомбы малого калибра ракеты представлены на рисунке 10.

Боевая часть состоит из корпуса, взрывателя и устройства, обеспечивающего вскрытие корпуса в заданной точке траектории полета.

Корпус боевой части, как правило, выполняется из легких, но обладающих высокой прочностью металлических сплавов, состоит из нескольких секций и носового конуса. В секциях размещаются сферические бомбы. Конструкция обеспечивает надежное крепление сферических бомб и их свободное отделение от корпуса в момент его вскрытия.

Вскрывающее устройство состоит из трилового детонатора и нескольких детонирующих шнуров.

Детонирующие шнуры крепятся к внутренней стенке корпуса, в нескольких местах образуя линии, идущие от головной к донной части боевой части ракеты. В головной части детонирующие шнуры присоединяются к детонатору. Детонатор срабатывает от инициирующего механизма взрывателя и передает детонационный импульс детонирующим шнурам. В результате их срабатывания происходит разрушение корпуса боевой части и выброс сферических бомб в атмосферу. Боевая часть ракеты может иметь один или несколько взрывателей. По принципу действия они могут быть механическими, барометрическими или радиолокационными, по расположению – головными или донными.

Аналогичные по устройству химические боевые части ракет имеются на вооружении стран, не подписавших Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении (Египет, КНДР).

1.4. Особенности устройства химических боеприпасов и боевых приборов авиации США

Авиационные химические бомбы конструктивно делятся на два основных типа: бомбы, созданные на базе стандартных фугасных бомб общего назначения, и бомбы с легкими тонкостенными корпусами, выполненными из алюминиевых сплавов [8–10].

Химические авиационные бомбы – это бомбы крупных калибров бакового типа в снаряжении отравляющими веществами типа GB и CS:

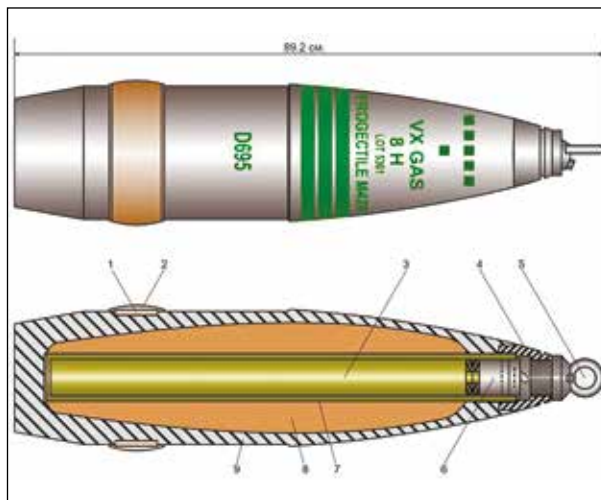


Рисунок 8 – Внешний вид и разрез 203,2-мм артиллерийского снаряда M426 в снаряжении VX (стойкое ОВ) или GB (нестойкое ОВ):

1 – опоясывающий медный пояс; 2 – защитное кольцо; 3 – разрывной заряд; 4 – держатель взрывателя (переходник); 5 – транспортировочное кольцо; 6 – дополнительный заряд; 7 – защитная оболочка разрывного заряда M161; 8 – VX или зарин; 9 – корпус снаряда (рисунок авторов)

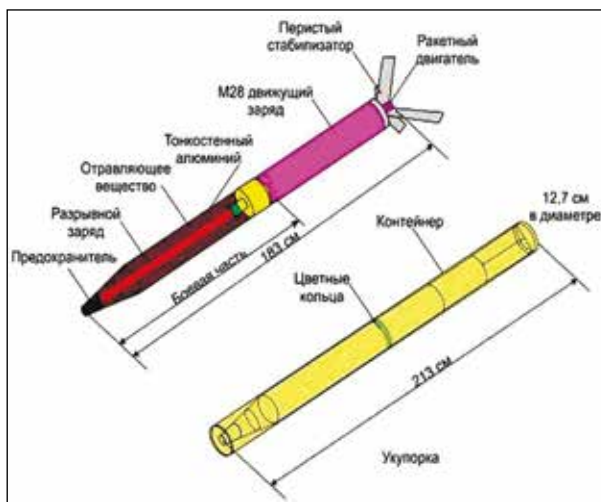


Рисунок 9 – Элементы устройства 115-мм реактивного снаряда M55 в контейнере (рисунок авторов)

- 500-фн химические бомбы Mk94, Mk116 (снаряжение GB);
- 750-фн бомба MC-1 (снаряжение GB);
- 750-фн бомба BLU-52/B (BLU-52A/B) (снаряжение CS).

Элементы устройства химической авиационной бомбы Mk116 («Уэт-ай») представлены на рисунке 11.

Она имеет корпус из алюминиевого сплава. Центральная часть корпуса выполнена в виде



Рисунок 10 – Устройство химической боевой части и кассетного элемента ракет [3, 10, 11]

цилиндра, головная и хвостовая части имеют небольшую конусность. Хвостовая часть снабжена надкалиберным перистым стабилизатором со складывающимся оперением. В центральной части корпуса сверху имеется накладка для его усиления, крепящаяся с помощью двух металлических стягивающих поясов. На накладке крепятся два подвесных ушка и одно вывинчивающееся ушко для транспортировки бомбы. Бомба снабжена центральным разрывным зарядом, расположенным вдоль продольной оси корпуса.

Элементы устройства химической авиационной бомбы Мк94 представлены на рисунке 12.

Она имеет сигарообразный корпус фугасной бомбы, приспособленный для снаряжения ОВ и установки удлиненного разрывного заряда. Стакан для разрывного заряда проходит по всей длине корпуса бомбы, на концах имеет втулки для головного и донного взрывателей. Бомба снабжена перистым стабилизатором и двумя подвесными ушками.

Химическая авиационная бомба МС-1 является модификацией фугасной бомбы, корпус которой приспособлен для снаряжения

жидким ОВ и установки разрывного заряда. Общий вид и устройство бомбы МС-1 представлены на рисунке 13.

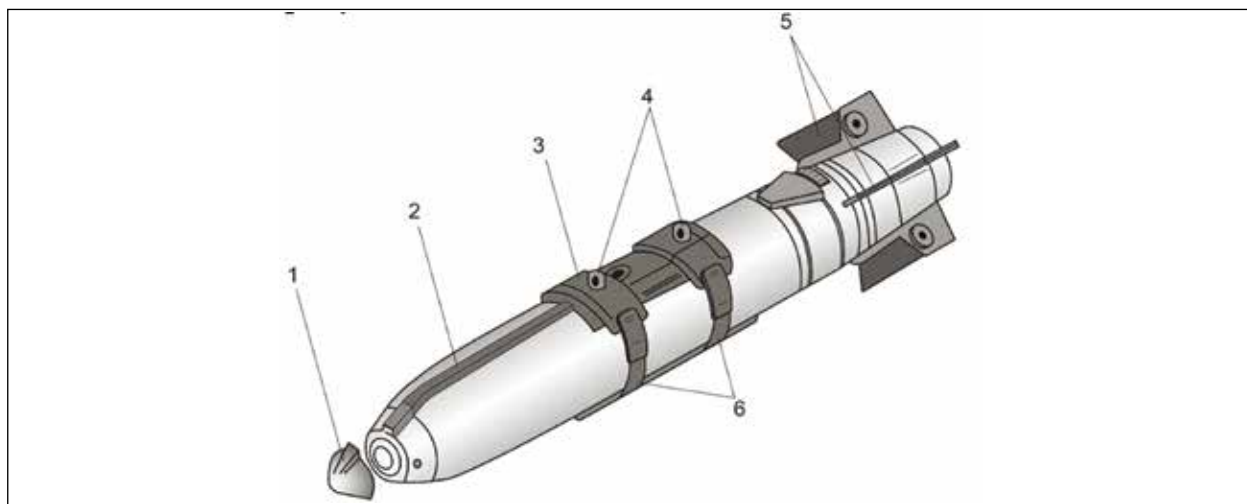
Запальный стакан снабжен втулками для установки головного и донного взрывателей, которые взводятся при выдергивании контрольной проволоки в момент сбрасывания. Хвостовая часть, представляющая собой полый конус с подкалиберным перистым стабилизатором, съемная, хранится отдельно от корпуса и присоединяется к нему перед подвеской боеприпаса на самолет.

Бомба BLU-52/B (BLU-52A/B) представляет химический вариант зажигательной 750-фн бомбы. Корпус бомбы состоит из трех секций: центральной, головной и хвостовой, выполненных из алюминиевого сплава. Соединение секций осуществляется с помощью зажимных устройств. При сборке между секциями корпуса устанавливаются уплотнительные прокладки. Головное очко для взрывателя закрывается аэродинамическим обтекателем. Вместо хвостового аэродинамического обтекателя устанавливается четырехперый коробчатый стабилизатор. Бомба применяется без разрывного заряда и взрывателей. После сбрасывания с самолета при ударе о грунт корпус бомбы разрушается, а ОВ рассеивается вокруг места падения.

Выливные авиационные приборы (ВАП) также делятся на два типа:

- ТМУ-28/В военно-воздушных сил;
- Аеро-14В военно-морских сил.

Они предназначены для диспергирования в атмосфере отравляющего вещества типа VX с целью заражения токсичным аэрозолем личного состава, вооружения и военной техники (ВВТ), а также участков местности.



**Рисунок 11 – Элементы устройства 500-фн химической авиационной бомбы Мк116 «Уэт-ай»:
1 – взрыватель ударного типа; 2 – направляющая контрольной проволоки;
3 – накладка для усиления корпуса бомбы; 4 – подвесные ушки; 5 – стабилизатор со складывающимся оперением; 6 – стягивающие пояса (рисунок авторов)**

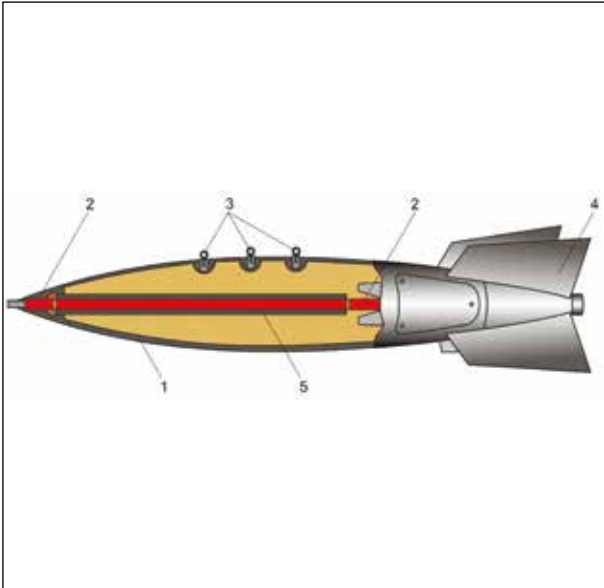


Рисунок 12 – Схематичный разрез химической бомбы Mk94: 1 – корпус бомбы; 2 – головной и донный взрыватели; 3 – подвесные ушки; 4 – перистый надкалиберный стабилизатор; 5 – удлиненный разрывной заряд в запальном стакане (рисунок авторов)

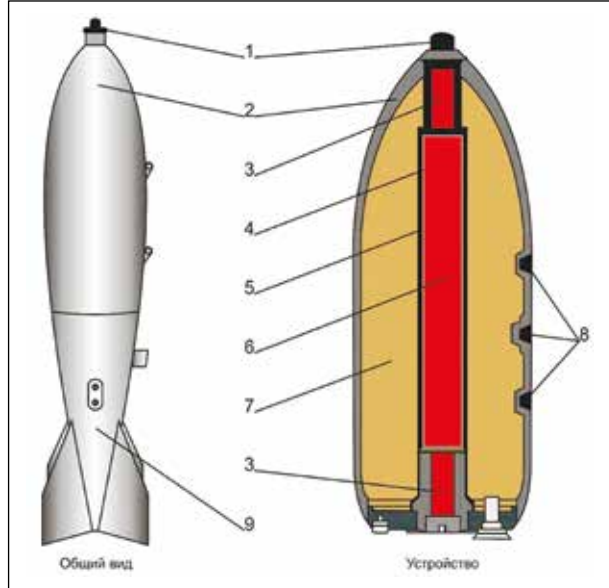


Рисунок 13 – Общий вид и устройство головной части бомбы MC-1: 1 – головной взрыватель; 2 – корпус; 3 – втулки для донного и головного взрывателей; 4 – цилиндр из фибрового картона; 5 – стакан для разрывного заряда; 6 – разрывной заряд; 7 – ОВ; 8 – гнезда подвесных ушков; 9 – хвостовой конус со стабилизатором (рисунок авторов)

Общий вид выливного авиационного прибора TMU-28/B представлен на рисунке 14.

ВАП TMU-28/B имеет обтекаемый корпус, центральная часть которого выполнена в виде цилиндра, а головная и хвостовая – в виде конусов. На цилиндрической части конуса сверху установлена металлическая накладка для усиления корпуса. Впереди слева от накладки установлены воздушный суфлер с мембраной и электродетонатор для ее разрушения, справа – наливной патрубков, завариваемый после наполнения резервуара. Под хвостовой частью

имеется пространство для размещения распылительного сопла до приведения прибора в действие. Сзади внизу центральной части корпуса имеются выливное отверстие, которое также снабжено мембраной с электродетонатором, и подвижное распылительное сопло, крепящееся к корпусу с помощью соединительного патрубка. Распылительное сопло соединено с хвостовой частью электромеханическим приводом, который обеспечивает отвод сопла от хвостовой части вниз на угол 30°. Это предотвращает заражение самолета во время распы-

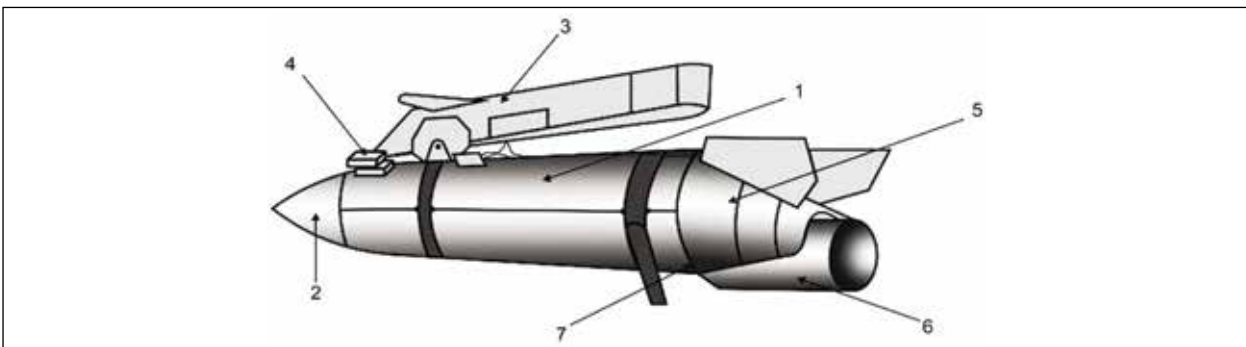


Рисунок 14 – Элементы устройства выливного авиационного прибора TMU-28/B: 1 – центральная часть; 2 – головной конус; 3 – металлическая накладка; 4 – воздушный суфлер с мембраной и электродетонатором; 5 – хвостовая часть со съемными стабилизаторами и электронно-распределительным блоком; 6 – распылительное сопло; 7 – место расположения выливного отверстия с мембраной и электродетонатором (рисунок авторов)

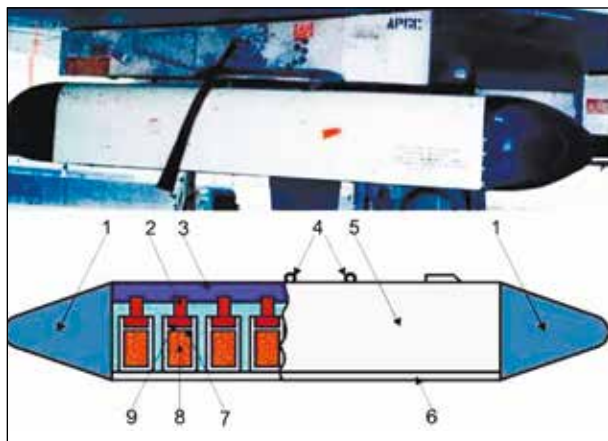


Рисунок 15 – Общий вид и разрез кассетного устройства SUU-13A:

1 – головной и хвостовой обтекатели; 2 – замковый держатель; 3 – силовая балка; 4 – подвесные ушки; 5 – центральная секция; 6 – стальной поддон; 7 – поршень; 8 – бомба (промежуточный контейнер); 9 – вышибной заряд [10, 11]

ления ОВ. Хвостовая часть корпуса снабжена съемными стабилизаторами. Внутри хвостовой части размещен распределительный блок электросистемы, имеющий устройство, предотвращающее случайное срабатывание электродетонаторов мембран и привода распылительного устройства.

ВАП Аеро-14В имеет металлический корпус. Центральная часть корпуса цилиндрическая, головная и хвостовая – конические. Хвостовая часть снабжена съемным стабилизатором. В корпусе имеются баллон со сжатым азотом, система регулирования давления, ручной запорный клапан, открываемый перед взлетом самолета, нагнетательный клапан, клапан для выпуска ОВ и распылительная насадка. В резервуаре при выливе ОВ автоматически поддерживается давление около 7 кг/см^2 . Подача отравляющего вещества из резервуара в распылительную насадку производится через выпускной клапан, который приводится в действие давлением азота, поступающего через регулятор давления. С помощью выпускного клапана распылительной насадки обеспечивается дозирование расхода ОВ при выливании.

Органы управления прибором размещаются на панели, установленной в кабине самолета. Органы управления предусматривают возможность открывания и закрывания нагнетательного клапана системы регулирования давления, регулирования клапана распылительной насадки, контроля давления в резервуаре с ОВ.

Химические авиационные бомбовые кассеты по конструктивным особенностям и спо-

собам применения подразделяются на сбрасываемого и несбрасываемого типов.

Основными элементами каждой авиационной кассеты являются кассетная установка и кассетные бомбы малого калибра, которыми они снаряжаются. Сбрасываемые кассеты при бомбометании отделяются от самолета целиком. По истечении определенного времени кассетная установка раскрывается и набегающим воздушным потоком бомбы рассеиваются на площади, подлежащей поражению.

При применении несбрасываемых кассет бомбы выбрасываются из кассетных установок под самолетом, а кассетные установки остаются на замках бомбодержателей самолетов.

Кассеты комплектуются бомбами (шашками) в снаряжении GB, CS и BZ. Особенностью конструкции кассетных установок, снаряженных бомбами с CS и BZ, является наличие промежуточных контейнеров с бомбами (шашками), которые после выхода из направляющих кассетной установки срабатывают подобно бомбовым кассетам сбрасываемого типа.

Общий вид и разрез кассетного устройства SUU-13A представлен на рисунке 15.

Устройство состоит из центральной секции, имеющей форму прямоугольного параллелепипеда с округленной верхней стенкой, и двух аэродинамических обтекателей, расположенных в головной и хвостовой частях установки. Обшивка центральной части и аэродинамические обтекатели выполнены из легкого алюминиевого сплава штамповкой. В верхней части центральной секции устанавливается силовая балка с 40 отверстиями, оснащенная пружинными фиксаторами под штыковые замки направляющих. Нижняя часть центральной секции закрывается стальным поддоном, который крепится двенадцатью быстросъемными штифтовыми замками.

Поддон снимается непосредственно перед вылетом самолета. В верхней части центральной секции расположены два подвесных ушка и штепсельный разъем для соединения с бортовой системой управления оружием.

В состав электрооборудования кассеты, кроме штепсельного разъема, входят фильтр радиопомех для предотвращения случайного сбрасывания бомб, интервалометр и 40 электро-разъемов для соединения цепей сбрасывания установки с электрозапалами направляющих. С помощью селекторного переключателя интервалометра может быть установлен один из следующих интервалов срабатывания направляющих: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 и 0,5 с. Каждая направляющая состоит из цилиндра со штыковым замком в верхней части и вышибного заряда с электрозапалом. В каждой направляющей могут размещаться одна или несколько бомб.

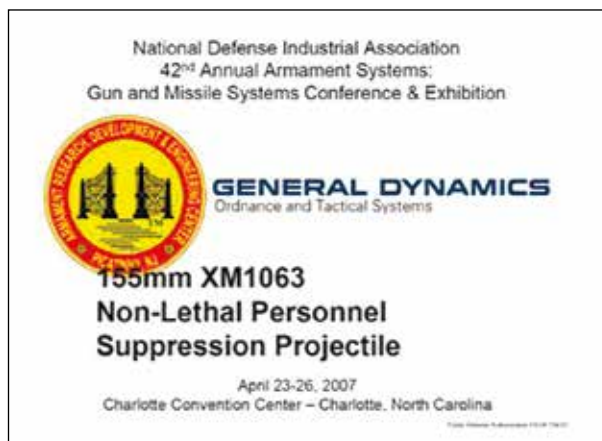
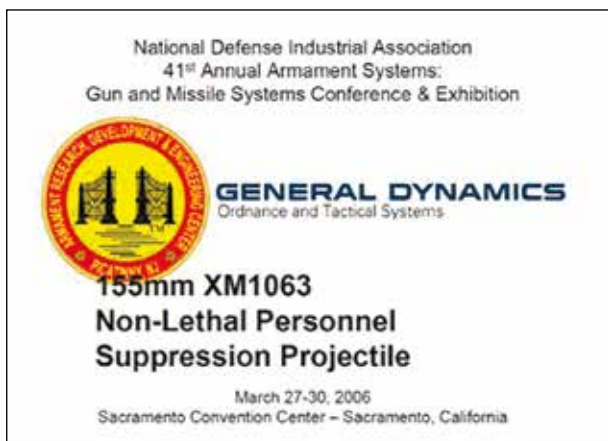


Рисунок 16 – Материалы докладов об этапах разработки, элементах устройства и результатах проведенных испытаний 155-мм артиллерийского снаряда нелетального действия XM1063 [12, 13]

Если в направляющей размещается несколько бомб, то используются промежуточные контейнеры. Бомбы или контейнеры крепятся в нижней части цилиндра направляющей с помощью шести штифтов. В состав промежуточного контейнера входят разрывной болт, выталкивающий поршень, нижняя втулка, крышка и комплект бомб, которые закреплены разрывным болтом между выталкивающим поршнем и нижней втулкой.

1.5. Особенности устройства американского 155-мм артиллерийского снаряда нелетального действия XM1063

Подписание США Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении не явилось запретом для дальнейших разработок химических боеприпасов.

С 2001 г. специалистами Пикатинского арсенала сухопутных войск США и фирмы «Дженерал дайнемикс» осуществляется разработка 155-мм артиллерийского снаряда нелетального действия XM1063 в рамках программы по оружию нелетального действия, принятой в 1996 г.⁵

Подтверждением этому являются материалы докладов об этапах разработки, элементах устройства и результатах проведенных испытаний на 41 и 42 конференциях, посвященных вооружению и ракетным системам в марте 2006 года (штат Калифорния), апреле 2007 года (штат Каролина) соответственно [12, 13] (рисунок 16).

Особенностью устройства 155-мм артиллерийского снаряда нелетального действия XM1063 США является то, что корпус боеприпаса изготавливается из стеклопластика. Кон-

структивно-компоновочная схема близка к кассетному снаряду (рисунок 17).

Основными элементами устройства 155-мм артиллерийского снаряда нелетального действия XM1063 являются: корпус, взрыватель, вышибной заряд, донная часть и поражающие элементы.

В химическом снаряде используются 152 поражающих элемента, которые не содержат взрывчатого вещества. Кассетные элементы оснащены парашютами, могут снаряжаться отравляющими веществами, временно выводимыми из строя, раздражающего действия и дурнопахнущими рецептурами.

Наличие парашютов позволяет на дальности до 28 км создавать зону нелетального воздействия площадью около 1 га.

2. Особенности маркировки и кодировки химических боеприпасов и боевых приборов США и стран блока НАТО

В армиях США и стран блока НАТО химические боеприпасы и боевые приборы окрашиваются в серый цвет с целью предотвращения повреждения корпуса при длительном хра-

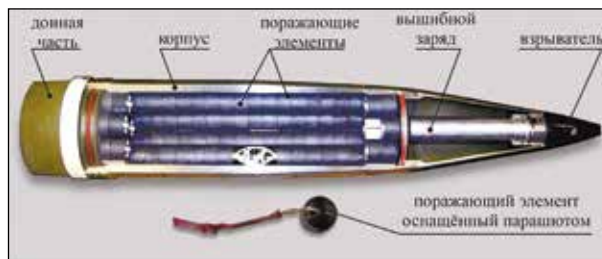


Рисунок 17 – Основные элементы устройства 155-мм артиллерийского снаряда нелетального действия XM1063 [12, 13]

⁵ Программа принята на основе директивы министерства обороны США от 9 июня 1996 г. № 3000.3. Впервые о существовании программы по оружию нелетального действия американцы объявили в 1999 г. [14].



Рисунок 18 – Вариант маркировки артиллерийского химического боеприпаса калибра 155-мм в снаряжении отравляющим веществом типа VX (рисунок авторов)

нении на открытых площадках, для обеспечения маскировки и для быстрой их идентификации. Кроме основной окраски, на корпус наносится маркировка и кодовое обозначение (кодировка) [8, 10, 11].

Маркировка включает данные о типе ОВ, массовых знаках, калибре, модели боеприпаса, шифре боеприпаса и номере партии выпуска.

Вариант маркировки 155-мм артиллерийского химического боеприпаса в снаряжении VX представлен на рисунке 18.

Весовые (массовые) знаки на снарядах показывают отклонения веса снаряда от нормального. Отличие в одном знаке соответствует изменению веса снаряда на 2/3 %. Снаряды, отличающиеся на один весовой знак, как правило, объединяются в одну группу.

Маркировка химических боеприпасов и боевых приборов авиации имеет свои отличительные особенности.

Например, BLU – 99 GB-GAS A/B (XI-I):

- BL – тип изделия, означающий:
 - а) BL – боевые бомбы;
 - б) BD – тренировочные бомбы;
 - в) CB – кассеты;
 - г) TM – выливные авиационные приборы;
 - д) SU – кассетные установки;
- U – самостоятельная единица;
- 99 – цифровой индекс образца;
- GB-GAS – шифр ОВ;
- A/B – модификация и характер применения (А – сброс после применения; В – сброс в полете; М – наземное буксируемое оборудование; Е – наземное перевозимое оборудование; S – наземное самоходное оборудование);
- XI-I – номер партии фирмы-изготовителя.

Кодировка осуществляется с помощью цветных колец, зависящих от типа ОВ по физиологической классификации [8, 10, 11].

Зелеными кольцами обозначаются химические боеприпасы, снаряженные смертельными ОВ:

- три кольца – ОВ нервно-паралитического действия (VX, GD, GB);
- два кольца – ОВ кожно-нарывного действия (HD, HN);
- одно кольцо – ОВ общеядовитого и удушающего действия (AC, CK, CG).

Красными кольцами обозначаются:

- два кольца – химические боеприпасы, снаряженные ОВ, временно выводящими живую силу из строя (BZ, LSD);
- одно кольцо – химические боеприпасы, снаряженные ОВ раздражающего действия (CN, DM, CS, CR).

Кроме того, химические боеприпасы, в зависимости от средства применения, имеют

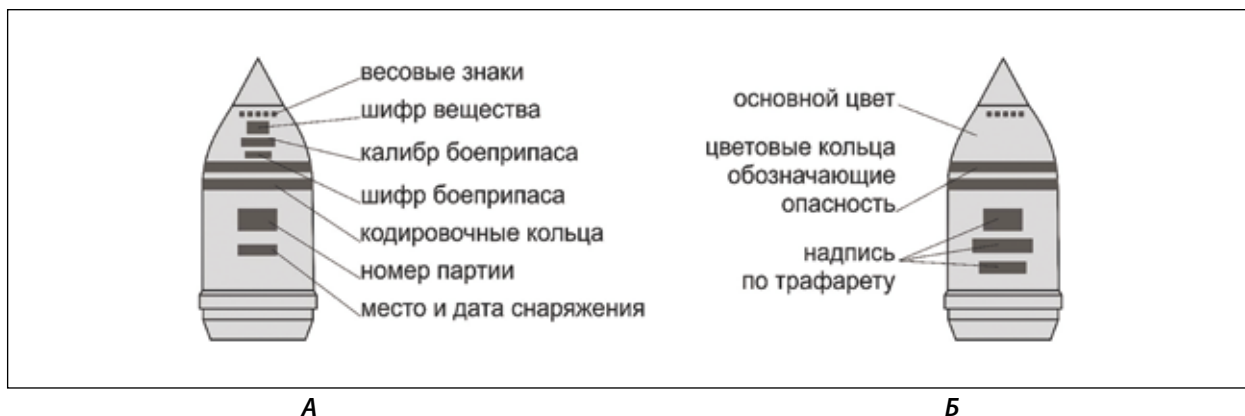


Рисунок 19 – Общая информация о местах нанесения маркировки и кодировки на корпуса химических боеприпасов: А – до 1976 г.; Б – после 1976 г. (рисунок авторов)

Таблица 1 – Маркировочные обозначения отравляющих веществ на корпусах химических боеприпасов

Название отравляющего вещества	Маркировка
VX	VX GAS
Зарин	GB GAS
Бинарный зарин	GB-2
Технический иприт	H GAS
Перегранный иприт	HD GAS
Загущенный иприт	HT GAS
Синильная кислота	AC GAS
Хлорциан	CK GAS
Фосген	CG GAS
Би-Зет	BZ Riot
CS	CS Riot или CS TAC
Си-Ар	CR Riot
Хлорацетофенон	CN Riot
Раствор 10 % хлорацетофенона в смеси бензола и тетрахлоруглерода (1:1)	CNB Riot
Раствор 23 % хлорацетофенона и 38,4 % хлорпикрина в хлорацетофенона	CNS Riot
Ботулинический токсин	XR
Стафилококковый энтеротоксин	PG

отличительные индексы: сухопутных войск имеют индекс «М», военно-морских сил – «МК», военно-воздушных сил «МС», ограниченного производства – «ХМ» [8, 10, 11].

Например, 115-мм химический снаряд М55 к 45-ствольной пусковой реактивной установке М91, или 127-мм химический снаряд МК53 к 48-ствольной пусковой корабельной установке.

Анализ иностранных источников [6, 7] показал, что в США и странах блока НАТО всего существовало три системы маркировки и кодировки химических боеприпасов: а) до января 1961 года; б) с января 1961 г. до 1976 г.; в) с 1976 г. по настоящее время.

На рисунке 19 представлена информация о местах нанесения маркировочной и кодировочной информации на корпус боеприпаса до и после 1976 г.

Основные названия отравляющих веществ и их маркировка на химических боеприпасах представлены в таблице 1.

Цветовая кодировка, применявшаяся до января 1961 г., представлена в таблице 2.

Корпуса химических боеприпасов окрашивались серой краской. Одна полоса вокруг боеприпаса свидетельствовала о нестойком ОВ, а две полосы – о стойком. Зеленая маркировка на сером фоне означала

смертельные ОВ, красная маркировка – раздражающие ОВ.

Цветовая кодировка, применявшаяся с января 1961 г. до 1976 г., представлена в таблице 3.

Кодировка осуществлялась с помощью цветных колец. Зелеными кольцами обозначались боеприпасы, снаряженные смертельными ОВ: три кольца – нервно-паралитического действия, два кольца – кожно-нарывного действия, одно кольцо – общеядовитого и удушающего действия. Красными кольцами обозначались: два кольца – химические боеприпасы, снаряженные ОВ, временно выводимыми из строя, одно кольцо – химические боеприпасы, снаряженные раздражающими ОВ.






Цветовая кодировка, применяющаяся с 1976 г., представлена в таблице 4.

Корпуса боеприпасов, содержащих отравляющие, полицейские или раздражающие вещества, окрашиваются в серый цвет. Желтый цвет колец обозначает присутствие в разрывном заряде высокоэнергетических взрывчатых веществ, красный цвет колец обозначает наполнение боеприпаса полицейским веществом, темно-зеленый цвет колец обозначает наполнение боеприпаса отравляющим веществом, фиолетовый цвет колец обозначает наполнение боеприпаса раздражающим веществом.

Таблица 2 – Цветовая кодировка корпусов снарядов и бомб в химическом снаряжении, применявшаяся до января 1961 г.

Цветовая кодировка	Наименование ОВ	Обозначение ОВ
	Зарин (GB), фосген (CG), хлорциан (СК)	Нестойкие
	Ви-Экс (VX), иприт перегнанный (HD), иприт неочищенный (H), иприт загущенный (HT)	Стойкие
	Хлорацетофенон (CN, CN1), Си-Эс (CS, CS1)	Ирританты

Таблица 3 – Цветовая кодировка корпусов снарядов и бомб в химическом снаряжении, применявшаяся с января 1961 г. до 1976 г.

Цветовая кодировка	Наименование ОВ	Обозначение ОВ
	Зарин (GB), зоман (GD), Ви-Экс (VX)	Нервно-паралитические
	Иприт перегнанный (HD), иприт неочищенный (H), иприт загущенный (HT)	Кожно-нарывные
	Синильная кислота (AC), фосген (CG), хлорциан (СК)	Общеядовитые, удушающие
	Би-Зед (BZ)	Временно выводящие из строя (Инкапсители)
	Хлорацетофенон (CN, CN1), адамсит (DM), Си-Эс (CS, CS1), Си-Ар (CR)	Раздражающие (Ирританты)

Заключение










В лекции представлен материал об основных элементах устройства химических боеприпасов и боевых приборов США. Конструктивно-компоновочная схема химических

боеприпасов стран блока НАТО аналогична американской⁶.

Материал по маркировке и кодировке химических боеприпасов и боевых приборов США и стран блока НАТО позволяет

⁶ Наиболее полная информация по элементам устройства химических боеприпасов стран НАТО приведена в иностранных источниках [9, 15–17].

Таблица 4 – Цветовая кодировка корпусов снарядов и бомб в химическом снаряжении, применяющаяся после 1976 г. до настоящего времени

Цветовая кодировка	Наименование страны	Обозначение ОВ
	США, Великобритания	Смертельные
	США	Смертельные с высокоэнергетическим разрывным зарядом
	США, Великобритания	Бинарные смертельные
	США	Бинарные с высокоэнергетическим разрывным зарядом
	США, Великобритания	Временно выводящие из строя (Инкапсители)
	США	Инкапсители с высокоэнергетическим разрывным зарядом
	Бельгия, Канада, США, Великобритания, Нидерланды	Раздражающие (Ирританты)
	США	Раздражающие (кодировка, не принятая в большинстве стран НАТО)
	США	Раздражающие с высокоэнергетическим разрывным зарядом

совершенствовать знания по данному направлению на основе трех исторических периодов, исходя из имеющихся стандартов

НАТО. Следует отметить, что при принятии новых стандартов перемаркировка и перекодировка «старых» запасов не проводилась.

Словарь терминов

В лекции применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Химические боеприпасы	- боевые средства однократного боевого применения (артиллерийские снаряды и мины, авиационные химические бомбы и кассеты, химические боевые части ракет, химические фугасы, химические шашки, гранаты и патроны)
Химическое оружие	- в совокупности или в отдельности означает следующее: а) токсичные химикаты и их прекурсоры, за исключением тех случаев, когда они предназначены для целей, не запрещаемых по настоящей Конвенции*, при том условии, что виды и количества соответствуют таким целям; б) боеприпасы и устройства, специально предназначенные для смертельного поражения или причинения иного вреда за счет токсических свойств, указанных в подпункте а) токсичных химикатов, высвобождаемых в результате применения таких боеприпасов и устройств; в) любое оборудование, специально предназначенное для использования непосредственно в связи с применением боеприпасов и устройств, указанных в подпункте б).
Химические боевые приборы	- боевые средства многократного боевого применения (выливные авиационные приборы и механические генераторы аэрозолей отравляющих веществ)
Маркировка и кодировка боеприпасов	- система условных знаков и надписей на элементах боеприпасов и их укупорке

* Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении

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

Список источников, использованных для подготовки лекции и рекомендованных для самостоятельного изучения / List of sources used for the preparation of the lecture and recommended for self-study

1. Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction. Organization for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW), The Netherlands, 1997. 179 p.

2. Петров С.В., Супотницкий М.В. Протокол к Конвенции о запрещении бактериологического (биологического) оружия – история, основные положения, значение и причины неподписания // Вестник войск РХБ защиты. 2021. Т. 5. № 1. С. 4–21.

Petrov S.V., Supotnitsky M.V. Protocol of the Convention for the Prohibition of Bacteriological (Biological) Weapons – History, General Provisions, Significance and Reasons for Not Signing // Journal of NBC Protection Corps. 2021. V. 5. № 1. P. 4–21 (in Russian).

3. 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

4. Химическая безопасность. В Камбодже найдены неразорвавшиеся американские химические авиабомбы // Вестник войск РХБ защиты. 2018. Т. 2.

№ 1. С. 77–79.

Chemical Safety. Unexploded American Chemical Aerial Bombs Found in Cambodia // Journal of NBC Protection Corps. 2018. V. 2. № 1. P. 77–79 (in Russian).

5. Химическая безопасность. В лесу графства Линкольншир обнаружено 11 контейнеров предположительно с отравляющими веществами // Вестник войск РХБ защиты. 2018. Т. 2. № 1. С. 76.

Chemical Safety. 11 Containers Allegedly Filled with Chemical Agents Found in Lincolnshire Forest // Journal of NBC Protection Corps. 2018. V. 2. № 1. P. 76. (in Russian).

6. Military standard ammunition color coding. – MIL-STD-709 D, W/Change 1, 2011. 29 p. URL: <http://www.everyspec.com> (дата обращения: 19.04.2013).

7. The standard implements NATO STANG 2953. Identification of Ammunition AOP-2, 2008. 117 p.

8. Защита от оружия массового поражения: библиотека офицера / Под ред. генерал-полковника Героя Советского Союза проф. Мясникова В.В. М.: Воениздат, 1989. 398 с.

Protection against Weapons of Mass Destruction: Officer's Library / Ed. Colonel-General, Hero of the Soviet Union, Prof. Myasnikov V.V. Moscow: Voениzdat, 1989. 398 p. (in Russian).

9. Handbook of Pre-1946 Chemical Weapons. Vol. II. The Netherlands, Poland, Russia, United Kingdom, United States. Rev. 3, March 2010. 296 p.

10. Варакин Е.Ю., Гусев О.В., Уракчинцев А.В. и др. Оружие массового поражения: учебник для иностранных военнослужащих. Кострома, 2022. 306 с.

Varakin E.Yu., Gusev O.V., Urakhintsev A.V. et al. Weapons of Mass Destruction: Coursebook for Foreign

Servicemen. Kostroma, 2022. 306 p. (in Russian).

11. Химическое оружие вероятного противника: учебник / Под ред. проф. Калитаева А.Н. М.: ВАХЗ, 1977. 304 с.

Chemical Weapons of Potential Enemy / Ed. Prof. Kalitayev A.N. Moscow: VAHZ, 1977. 304 p (in Russian).

12. 155mm XM1063 Non-Lethal Personnel Suppression Projectile. National Defense Industrial Association 41st Annual Armament Systems: Gun and Missile Systems Conference & Exhibition. Sacramento Convention Center – Sacramento, California. March 27–30, 2006. 14 p.

13. 155mm XM1063 Non-Lethal Personnel Suppression Projectile. National Defense Industrial Association 41st Annual Armament Systems: Gun and Missile Systems Conference & Exhibition. Charlotte Convention Center – Charlotte, North Carolina. April 23–26, 2007. 12 p.

14. Средства поражения и боеприпасы: учебник / Под общ. ред. Селиванова В.В. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 984 с.

Weapons and Munitions: Coursebook / Ed. Selivanov V.V. Moscow: Bauman MSTU, 2008. 984 p (in Russian).

15. Handbook of Pre-1946 Chemical Weapons. Vol. I. Austro-Hungaria/Hungary, Canada, France, Germany, Italy, Japan. Rev. 3, March 2010. 384 p.

16. Old Chemical Weapons: Munitions Specification Report. U.S. Army Chemical Materiel Destruction Agency, 1994.

17. Army equipment data sheets. Chemical weapons and munitions. Technical manual. TM 43-0001-26-2. Department of the Army, 1982. (<https://manualzz.com/doc/11495107/tm-43-0001-26-2>).

Об авторах

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

Козловский Владимир Владимирович. Начальник 5 кафедры Военной академии радиационной, химической и биологической защиты, канд. техн. наук, доцент.

Уракчинцев Александр Владимирович. Докторант 5 кафедры Военной академии радиационной, химической и биологической защиты, канд. техн. наук.

Гусев Олег Вадимович. Доцент 5 кафедры Военной академии радиационной, химической и биологической защиты, канд. хим. наук, доцент.

Контактная информация для всех авторов: varhbz@mil.ru

Контактное лицо: Владимир Владимирович Козловский; varhbz@mil.ru

Peculiarities of Design, Marking and Coding of US and NATO Chemical Munitions and Warfare Devices (Lecture)

V.V. Kozlovsky, A.V. Urakchintsev, O.V. Gusev

Federal State Public Military Education Institution of Higher Education «Military Academy of Nuclear, Biological and Chemical Defence named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, 16 Gorky Street, Kostroma 156015, Russian Federation

Received 5 June 2022. Accepted 27 June 2022

The lecture is intended for training NBCD Corps' specialists from both the Russian Federation and foreign states, dealing with the issues of chemical safety. The lecture highlights two topics: 1) peculiarities of design of US chemical munitions and warfare devices; 2) marking and coding of US and NATO chemical munitions and devices. The material presented in the lecture will allow for broadening the horizons and acquiring knowledge related to the peculiarities of design, marking and coding of US and NATO chemical munitions and warfare devices. In addition, the lecture provides a review of changes in the marking and coding of US and NATO chemical munitions and warfare devices. It also deals with the historical development of the system of chemical munitions marking and coding.

Keywords: chemical munitions; chemical weapons; code of a chemical agent; elements of design; marking and coding; NBC defence; spray tank.

For citation: Kozlovsky V.V., Urakchintsev A.V., Gusev O.V. Peculiarities of Design, Marking and Coding of US and NATO Chemical Munitions and Warfare Devices (Lecture) // Journal of NBC Protection Corps. 2022. V. 6. № 2. P. 178–194. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-2-178-194>

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 Public Military Education Institution of Higher Education «Military Academy of Nuclear, Biological and Chemical Defence named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko» of the Ministry of Defence of the Russian Federation.

References

See P. 192–193.

Authors

Federal state Public Military Education Institution of Higher Education «Military Academy of Nuclear, Biological and Chemical Defence named after Marshal of the Soviet Union S.K. Timoshenko» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, 16 Gorky Street, Kostroma 156015, Russian Federation.

Vladimir Vladimirovich Kozlovsky. Head of Department 5, Military Academy of NBC Defence, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Aleksander Vladimirovich Urakchintsev. Postdoctoral Student of Department 5, Military Academy of NBC Defence, Candidate of Technical Sciences.

Oleg Vadimovich Gusev. Assistant Professor of Department 5, Military Academy of NBC Defence, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor.

Contact information for all authors: varhbz@mil.ru

Contact person: Kozlovsky Vladimir Vladimirovich; varhbz@mil.ru

Хабаровский процесс. Документальные свидетельства: сборник документов. (Рецензия)

Хабаровский процесс. Документальные свидетельства: сборник документов / отв. ред. серии Е.П. Малышева, Е.М. Цунаева; отв. ред. Л.Д. Шаповалова; отв. сост. А.И. Шишкин; вступ. статья С.В. Сливко. М., 2021. 352 с., ил.¹

ISBN 978-5-9990-0085-9

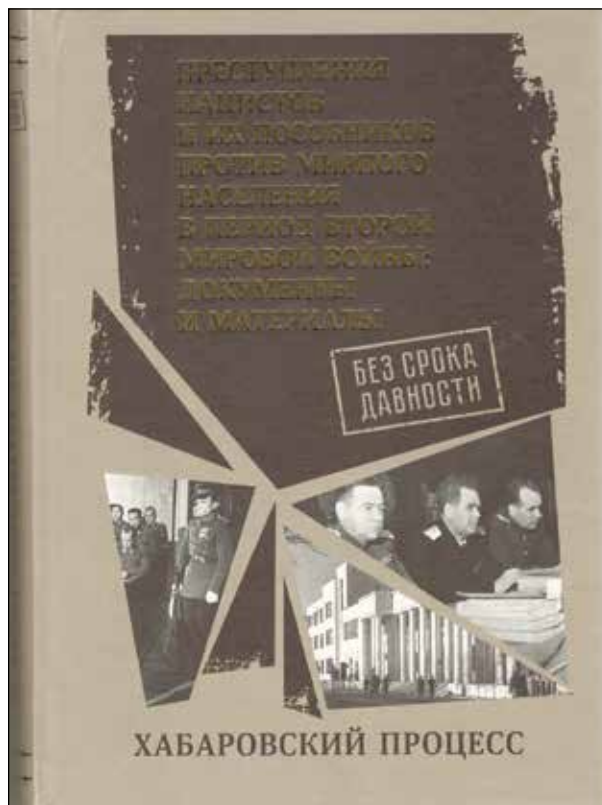
DOI 10.55297/9785999000859

Сборник содержит документы о подготовке и проведении проходившего в Хабаровске 25–30 декабря 1949 г. судебного процесса над военнослужащими японской армии, занимавшимися разработкой, массовым производством и испытаниями бактериологического оружия в годы Второй мировой войны, в том числе экспериментами на живых людях.

В сборник включены документы Центрального архива ФСБ России, архивов региональных управлений ФСБ России, Архива внешней политики РФ МИД России, Государственного архива Хабаровского края и Хабаровского краевого музея им. Н.И. Гродекова. Большая часть документов публикуется впервые.

Хабаровский процесс – военный трибунал над группой из 12 бывших военнослужащих японской Квантунской армии, сотрудников отряда 731, обвинявшихся в создании и применении бактериологического оружия в период Второй мировой войны и проводивших зверские эксперименты над людьми в процессе разработки и испытания такого оружия. Трибунал проходил в Хабаровске с 25 по 30 декабря 1949 г. в составе председательствующего – генерал-майора юстиции Д.Д. Черткова и членов – полковника юстиции М.Л. Ильницкого и подполковника юстиции И.Г. Воробьева.

По итогам процесса всем обвиняемым (все они признали вину) были назначены различные сроки заключения в исправительно-трудовом лагере. Срок они отбывали в относительно комфортных условиях в Ивановской области. По итогам Хабаровского процесса на пяти языках – русском, английском, китайском, корейском и японском был издан сборник «Материалы судебного процесса по делу бывших во-



Обложка сборника документов
«Хабаровский процесс.
Документальные свидетельства. М.: 2021

еннослужащих японской армии, обвиняемых в подготовке и применении бактериологического оружия» (М.: 1950)². Издание на русском языке вышло тиражом 50 тыс. экземпляров. Но к 1956 г., в связи с улучшением советско-японских отношений, все осужденные (кроме умершего в тюремной больнице Т. Такахаси и покончившего с собой Т. Карасава) были репатрированы в Японию. О Хабаровском процессе в СССР забыли «по умолчанию»³, на Западе его до начала 1980-х гг. представляли, как фальсификацию, пока в США на основании Закона о свободе информации не были рассекречены и

¹ Скачать сборник можно здесь: <https://disk.yandex.ru/i/s-J3zRPRqolTWA>

² Скачать «Материалы судебного процесса...» можно здесь: <http://militera.lib.ru/docs/da/materialy-sudebnogo-processa-nippon/index.html>

³ Автор данной рецензии в 1980-х гг. работал в одном из НИИ МО СССР. Чтобы получить доступ к «Материалам судебного процесса...», ему потребовалось разрешение начальника библиотеки, где эта книга хранилась в отдельном шкафу, запирающемся на ключ.

частично опубликованы почти 8 тыс. страниц совершенно секретных документов, имевших отношение к военно-биологической программе Японии. Окончательно на Западе «информационная блокада» на сведения о ведении бактериологической войны Японией против СССР и Китая, а также о преступлениях, совершенных сотрудниками отряда № 731 в ходе подготовки этой войны, была прорвана только 1985 г. показом сначала в Великобритании, а затем в других западных странах передачи Би-Би-Си «Отряд 731 – знал ли император?»

Сборник «Хабаровский процесс» подготовлен в рамках всероссийского научно-просветительского проекта «Без срока давности». В предисловии к сборнику губернатор Хабаровского края М.В. Дегтярев отметил уникальность этого издания, которое вводит в научный оборот рассекреченные документы Хабаровского процесса.

В обстоятельном Введении к сборнику, подготовленному канд. исторических наук, доцентом Тихоокеанского государственного университета (Хабаровск) С.В. Сливко, отмечено, что Хабаровский процесс стал логическим продолжением Нюрнбергского и Токийского процессов. В ходе процесса были доказаны преступные замыслы и деяния японских военных, ставивших бесчеловечные опыты над живыми людьми, изготавливавших и применявших бактериологическое оружие массового поражения. На новом уровне были доказаны агрессивные замыслы и действия Японии в отношении СССР, направленные на подготовку войны с целью отторжения от Советского Союза Дальнего Востока.

В Археографическом предисловии, подготовленном сотрудником Центрального архива ФСБ России А.И. Шишкиным, показано происхождение документов, вошедших в сборник, а также объяснена его структура.

Всего в сборник вошло 73 документа на русском и японских языках (переводы) из 5 архивных фондов и 2 коллекций. Документы полностью рассекречены. Хронологические рамки документов, включенных в издание, охватывают период с августа 1938 г. по декабрь 1950 г.: от планов войны против СССР до инициатив советского правительства по созыву международного трибунала по обвинению политического и военного руководства Японии в подготовке бактериологической войны.

Сборник состоит из трех разделов. В первый раздел включены документы об агрессивной политике Японии по отношению к СССР и о подготовке к войне, проводившейся в нарушение подписанного 13 апреля 1941 г. договора о нейтралитете между СССР и Японией.

Во второй раздел сборника вошла переписка МИД СССР, МВД СССР и ЦК ВКП(б), свя-

занная с принятием решения о предании суду военнослужащих японской армии, обвинявшихся в подготовке и применении бактериологического оружия. Раздел завершает постановление Военной прокуратуры Приморского военного округа от 1 ноября 1949 г. о принятии дела в отношении 12 военнослужащих японской армии к своему производству.

Третий, наиболее объемный, раздел издания содержит материалы предварительного следствия над японскими военными преступниками, которые составили его доказательную базу, материалы судебных заседаний и документы, связанные с усилиями советской стороны по организации нового международного трибунала по фактам подготовки Японией бактериологической войны. Он включает 3 подраздела:

3.1. Протоколы допросов и показания подсудимых;

3.2. Показания свидетелей и заключения экспертов – участников процесса;

3.3. Итоговые документы и результаты Хабаровского судебного процесса.

Протоколы допросов и показания подсудимых (подраздел 3.1) распределены по 4 тематическим группам: «Бактериологическое оружие – разработка и факты применения»; «Маньчжурия – центр разработки бактериологического оружия»; «Концлагерь для русских плененных «Приют» – путь в отряды смерти»; «Опыты над людьми – преступления против человечности».

Внутри разделов документы располагаются в хронологическом порядке. Структура сборника позволяет проследить историю создания и применения бактериологического оружия японской армией, начиная с середины 1930-х гг. и до капитуляции Японии в августе 1945 г. В документах отражены не только преступления, но и последовавшее за ними заслуженное наказание.

Текст каждого документа сопровождается ссылками на место хранения – архив, номера фонда или коллекции, описи, дела и листов. Также указывается, публикуется ли оригинал документа, или его копия. Здесь же содержатся ссылки на предыдущие публикации каждого документа, если они имеются.

В приложениях даны шесть структурных схем подразделений японской армии, занимавшихся разработкой, испытаниями и применением бактериологического оружия, а также карта их расположения. Книга снабжена «Именными комментариями» с краткими биографиями упомянутых в документах лиц, «Списком сокращений», «Именным указателем» и «Географическим указателем». Иными словами, работа по подготовке сборника была

чрезвычайно трудоемкой. Чтобы ее завершить, нужно было иметь серьезную мотивацию к получению новых знаний уже для следующих поколений ученых.

Будучи хорошо знакомым с «Материалами судебного процесса...», я обратил внимание на ряд ранее неизвестных свидетельств.

Например, сенсацией этого сборника являются собственноручные показания военного врача, сотрудника 731-го отряда, Ямамото Сеоэя (С. 191), данные им 23 июля 1949 г., о проведении опытов не только над гражданами Советского Союза и Китая, но и над военнопленными Японией, попавшими в плен во время боев на Халхин-Голе. Эти японские военные были возвращены на родину после краткосрочного плена в СССР, но их семьям объявили, что они погибли, а на самом деле их содержали в спецлагере, находившемся на территории арсенала Акаба, недалеко от Токио, затем передали в 731-й отряд, где они и были уничтожены.

Протокол допроса обвиняемого Митомо Кадзуо интересен циничными подробностями подбора доз ядов (С. 197–207)), осуществляемым таким образом, чтобы человек, на котором эти опыты приводились, ничего не заподозрил.

С точки зрения национальной психологии показателен протокол допроса генерал-полковника японской армии, бывшего главнокомандующего Квантунской армией Ямада Отозоо о деятельности противозидемического отряда № 731 по проведению опытов над людьми от 23 ноября 1949 г. Ямада всячески отрицал, что знал о таких опытах, но, «припертый к стенке» показаниями свидетелей и обвиняемых, заявил (С. 213), что: «Лично я считаю, что опыты по определению эффективности бактериальных средств войны над живыми людьми не являются преступлением против человечества, так как в международных законах не сказано о запрещении подобных опытов». Знакомый принцип – «что не запрещено, то разрешено».

Людей истребляли не только в 731 отряде, но и в его филиале в Харбине. О нем пока известно мало. В протоколе допроса свидетеля Оосава Мацуо, служившего в 731 отряде в должности санитаря (23 октября 1949 г.), впервые приведена информация о деятельности его харбинского филиала (С. 230–232). Филиал (без номера воинской части) в своем составе имел два отделения – хирургическое и терапевтическое. Для каждого отделения были построены четырехэтажные здания. Два этажа каждого здания были над поверхностью земли, в них располагались лаборатории. Два других этажа каждого здания были подземными. В них находились 32 камеры для содержания людей, предназначенных для проведения над ними экспериментальных исследований. В хирургическом отделении проводили

эксперименты по обмораживанию конечностей и всего тела человека. Там же осуществлялись опыты на людях по изучению действия новых кожно-нарывных отравляющих веществ (ОВ), предназначенных для использования в войне против СССР. Подопытных людей вывозили на полигон в 130 км от Харбина, привязывали к столбам, затем поливали с самолета ОВ. Как правило, они умирали в течение 30 минут на полигоне, что не характерно ни для удушающего ОВ – фосгена, ни для кожно-нарывных – иприта и люизита, состоявших тогда на вооружении японской армии того времени.

Этот же свидетель дал подробные показания об опытах по замораживанию людей. Вот только фрагмент одного из них: «...человек голый помещался весь в рефрижератор, где постепенно снижалась температура до 30–40 градусов ниже нуля. За человеком можно было наблюдать через стеклянную дверь рефрижератора; примерно через час полуживого человека вынимали из рефрижератора и отрезали ему по колено одну из ног, на груди и спине вырезали клочки ткани (тела) и проводили над ним исследование, определяя степень обморожения и выносливость человека. После этой процедуры изуродованного человека выносили, как труп, а если он был еще живой, то смазывали вышеуказанной мазью от обморожения, забинтовывали, усиленно кормили, стремясь поддержать организм его живым, затем, примерно через неделю, его передавали в терапевтическое отделение же филиала, где над ним производились дальнейшие эксперименты с применением выращенных там эпидемиологических бактерий, подробности которых мне неизвестны». Всего в харбинском филиале 731 отряда, по подсчету Оосава Мацуо, с июля 1943 г. по июль 1944 г. было истреблено свыше 300 человек.

Не все узники 731 отряда соглашались на безропное умерщвление в варварских экспериментах. В сборнике документов впервые встречаются упоминания, по крайней мере, о трех бунтах заключенных, последний из которых – бунт русских пленных, был в первой декаде июня 1945 г. (С. 190). Но выжить или сбежать никому не удалось.

В настоящее время Российская Федерация, как и в годы Второй мировой войны, вновь окружена военными биологическими лабораториями, но уже США. Знакомство с документами, включенными в сборник «Хабаровский процесс», избавит многих россиян от иллюзий, для чего такие лаборатории предназначены.

*Главный специалист 27 НЦ МО РФ
канд. биол. наук, ст. науч. сотр.
М.В. Супотницкий*

Контактная информация автора: 27nc_1@mil.ru

Холстов Виктор Иванович (к 75-летию со дня рождения)

Холстов Виктор Иванович – российский военный и государственный деятель, генерал-полковник, действительный государственный советник 2 класса, доктор химических наук, профессор, лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и технологий, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заслуженный химик Российской Федерации.

Виктор Иванович Холстов родился 14 июня 1947 г. в городе Моршанске Тамбовской области.

Среднюю школу окончил с золотой медалью. В 1970 г. он с отличием окончил инженерный факультет Военной академии химической защиты, затем – очную адъюнктуру при академии и в 1973 г. защитил кандидатскую диссертацию.

С 1973 г. по 1988 г. Виктор Иванович служил в Саратовском высшем военном инженерном училище химической защиты на разных должностях.

В 1992 г. Виктор Иванович защитил докторскую диссертацию и ему было присвоено ученое звание профессора.

С 1994 г. Виктор Иванович занимал руководящие должности в войсках радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации, с августа 2000 г. по апрель 2003 г. был начальником этих войск. Под его руководством были заложены основы деятельности Министерства обороны в условиях действия Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении.

С 2003 г. по 2004 г. Виктор Иванович занимал пост генерального директора Российского



Виктор Иванович Холстов

агентства по боеприпасам, с 2004 г. по 2008 г. он был заместителем руководителя Федерального агентства по промышленности. С июля 2008 г. по июнь 2017 г. возглавлял Департамент реализации конвенциональных обязательств Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. Виктор Иванович Холстов является одним из разработчиков федеральных законов, национальных проектов и государственных программ в области химической и биологической безопасности России.

Под его руководством разработаны концептуальные решения по уничтожению всех видов химического оружия.

С сентября 2017 г. по настоящее время Виктор Иванович Холстов – руководитель Центра аналитических исследований Российской Федерации по конвенциям о запрещении химического и биологического оружия при Минпромторге России. Он является членом Научно-консультативного совета Организации по запрещению химического оружия, в котором представляет интересы нашего государства, отстаивая позиции Российской Федерации по различным вопросам.

Виктор Иванович является автором более 350 научных трудов и изобретений, его многочисленные ученики работают на различных предприятиях нашей страны.

Коллектив 27 НЦ МО РФ и Командование войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации сердечно поздравляют юбиляра с 75-летием и желают Виктору Ивановичу крепкого здоровья, счастья, творческих успехов, долгих лет жизни!

Памяти Петра Геннадьевича Васильева (1951–2022 гг.)

«...наука – твоя стезя и жизнь твоя.»

Г.И. Архангельский

После тяжелой и продолжительной болезни 12 января 2022 г. ушел из жизни доктор биологических наук, профессор, академик Академии военных наук Российской Федерации, полковник медицинской службы в отставке Петр Геннадьевич Васильев, талантливый ученый, ведущий специалист в области разработки средств и методов биологической защиты от опасных и особо опасных инфекционных заболеваний.

Петр Геннадьевич Васильев родился 11 сентября 1951 г. в деревне Актай Моргаушского района Чувашской АССР. После окончания в 1968 г. средней школы № 1 г. Асино Томской области поступил на лечебный факультет Томского медицинского института, а в сентябре 1972 г. был зачислен слушателем 5 курса Военно-медицинского факультета при Томском медицинском институте, который окончил в 1974 г. и был направлен для прохождения дальнейшей военной службы в НИИ МО СССР (г. Свердловск). В период с 1974 г. по 1986 г. проходил службу на должностях младшего и старшего научного сотрудника.

В 1986 г. Петр Геннадьевич был назначен на должность старшего научного сотрудника – ученого секретаря НИИ микробиологии МО СССР (г. Киров), где прошел путь до помощника начальника НИИ микробиологии Минобороны России по исследовательской работе.

В сентябре 1999 г. назначен на должность начальника научно-исследовательского управления Центра военно-технических проблем научно-исследовательского института микробиологии Министерства обороны Российской Федерации (г. Екатеринбург).

После увольнения с действительной военной службы в запас в 2009 г. был принят на работу в качестве ведущего научного сотрудника, а в октябре 2012 г. – главного научного сотруд-



Васильев Петр Геннадьевич

ника научно-исследовательского управления.

За годы военной службы, а затем – работы в филиале ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России (г. Екатеринбург) П.Г. Васильев внес значительный вклад в разработку и испытания новых средств биологической защиты (иммунобиологических препаратов, антибиотиков) и организации их производства в интересах Вооруженных Сил и здравоохранения Российской Федерации. Под его научным руководством были разработаны и успешно внедрены в практику более 30 иммунобиологических препаратов, методов

индикации и идентификации возбудителей опасных и особо опасных инфекций. Он являлся вдохновителем и организатором разработок более 60 современных проектов федеральных и региональных целевых программ, направленных на внедрение их в практику защиты здоровья военнослужащих и населения.

Будучи молодым ученым, он уже решал сложные задачи по разработке средств и методов экстренной профилактики и лечения сибиреязвенной инфекции. При его непосредственном участии были разработаны питательные среды для определения чувствительности *Bacillus anthracis* к антибиотикам и химиотерапевтическим препаратам, предложены экспрессные методики оценки чувствительности возбудителя сибирской язвы к имеющимся на рынке антибиотикам, изучена их фармакокинетика в макроорганизме, а также разработана эффективная схема экстренной и специальной профилактики, а также лечения сибирской язвы. Петр Геннадьевич являлся одним из основных разработчиков диагностического сибиреязвенного аллерегена.

В 1985 г. П.Г. Васильев защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, а в 2002 г. – доктора био-



Монография «Патоморфология сибирской язвы» (М.: 2002), основным ее автором был П.Г. Васильев. По глубине изложения и представленному экспериментальному материалу не имеет аналогов в мировой научной литературе

логических наук. В 2004 г. ему было присвоено ученое звание профессор. В 2015 г. он был избран членом-корреспондентом, а на следующий год, академиком Академии военных наук Российской Федерации.

Огромное внимание П.Г. Васильев уделял подготовке научных кадров, дипломированных специалистов и становлению молодых ученых. Под его руководством защищено 8 кандидатских диссертаций, сформирована научная школа в области прикладной микробиологии, сплотившая многочисленный коллектив специалистов филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России (г. Екатеринбург) и ряда научно-исследовательских организаций страны.

Петр Геннадьевич Васильев – автор более 500 научных трудов и 15 изобретений. Результаты его научных исследований нашли свое отражение в монографиях, таких как: «Сибирская язва: актуальные аспекты микробиологии, эпидемиологии, клиники, диагностики, лечения и профилактики», «Патоморфогенез сибирской язвы», «Руководство по военной микробиологии», «Руководство по вакцинопрофилактике особо опасных инфекций», «Актуальные аспекты биоремедиации территорий, загрязненных экотоксикантами на основе углеводов», «Пути преодоления антибиотикорезистентности в животноводстве и ветеринарии».

В соавторстве с другими специалистами П.Г. Васильев участвовал в разработке учебника «Биологическая защита» – одного из основных документов, необходимых для подготовки специалистов в области защиты от биологического оружия. Под его руководством и при непосредственном участии разработан справочник «Биологическая безопасность: термины и определения по биологической защите Вооруженных Сил Российской Федерации».

В течение многих лет Петр Геннадьевич принимал участие в работе проблемной комиссии Координационного научного совета по санитарно-эпидемиологической охране территории Российской Федерации «Диагностика, профилактика и лечение особо опасных инфекционных заболеваний» при Российском научно-исследовательском противочумном институте «Микроб» (г. Саратов). В эндемичных регионах России по разработанным предложениям и рекомендациям П.Г. Васильева успешно были проведены противоэпидемические мероприятия по локализации и ликвидации очагов сибирской язвы (в частности, в Ямало-Ненецком автономном округе в 2016 г.)

За добросовестное отношение к исполнению служебных обязанностей неоднократно поощрялся Управлением Начальника войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации, руководством филиала ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России (г. Екатеринбург) и ряда научно-исследовательских организаций страны. Его вклад в развитие научных и организационных аспектов профилактики и борьбы с опасными инфекционными болезнями был оценен наградами Министерства обороны Российской Федерации. П.Г. Васильев был награжден восемью медалями, являлся ветераном труда и военной службы.

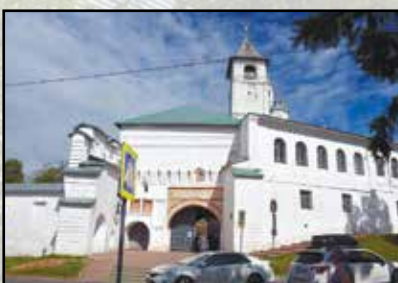
Петр Геннадьевич Васильев проявлял себя как умелый организатор и руководитель, способный принимать обоснованные решения, нести за них ответственность, добиваясь качественного и своевременного их выполнения, испытывая огромное удовольствие от работы, пользовался авторитетом среди военнослужащих и гражданского персонала.

Способность вести людей за собой, доброжелательное отношение к ним, отеческая забота, обаяние, корректность и другие деловые и человеческие качества высоко ценились и с благодарностью воспринимались всеми, кто имел возможность служить и работать с ним.

Петр Геннадьевич Васильев оставил о себе добрую и светлую память, которая навсегда останется в сердцах его учеников, сослуживцев, сотрудников, коллег и всех тех, кто его знал или читал его труды.

Наша замечательная Россия

Спасо-Преображенский мужской монастырь, Ярославль



Основан старшим сыном Великого князя Владимирского Всеволода Юрьевича Большое Гнездо (1154–1212), князем Константином Всеволодовичем (1184–1218) в 1216 г. В настоящее время располагается в историческом центре города, на берегу реки Которосль, теперь это Ярославский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник. На его территории находятся памятники архитектуры XVI—XIX вв. Монастырь был духовным, культурным и экономическим центром Северо-Восточной Руси. В 1216–1218 гг. в монастыре работало первое на Руси духовное училище. В 1216–1224 гг. в монастыре построили Спасо-Преображенский собор. В начале XIII в. в монастыре образовалась большая библиотека, велась работа по переписке книг. Монастырь любил посещать царь Иван IV (Грозный). В 1609 г. во время Смутного времени Спасский монастырь и Земляной город с кремлём выдержали осаду отрядов пана Будзило и воеводы Наумова, продолжавшуюся около месяца, в то время как остальная часть Ярославля была захвачена. От стен монастыря в 1612 г. земское ополчение Минина и Пожарского отправилось на освобождение Москвы. В 1621—1646 гг. перестроены стены монастыря, пострадавшие во время осады. В значительной мере они сохранились до наших дней. К концу XVII в. длина стен достигает 820 м, высота – 10,5 м, толщина – 2,8–3 м. В 1787 г. монастырь упразднен. В конце 1780-х г. И. Мусин-Пушкин купил у бывшего настоятеля, архимандрита Иоиля (Быковского), список «Слова о полку Игореве».

Фотография верхнем ряду – Монастырь с моста через реку Которосль, на переднем плане Богоявленская башня (XIX в.). Фотографии в нижнем ряду: слева – звонница (XVI в.). Часы, которые вы видите, до 1624 г. находились на Спасской башне Московского Кремля. В центре – Святые врата (XVI–XVII вв.). Справа – Спасо-Преображенский собор (XVI в.) и Церковь Ярославских чудотворцев (XIX в.).



Сайт журнала



РИНЦ



ISSN 2687-5728
9 772587 572003 >