



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, № 1
январь-март

2022

В НОМЕРЕ:

- Военной академии радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К.Тимошенко – 90!
- Военно-биологические лаборатории США в государствах бывшего СССР (англ.)
- Противохимические свойства модульного защитного материала

Наша замечательная Россия

Бессмертный полк, Москва, 9 мая 2019 года



«Бессмертный полк» – международное общественное гражданско-патриотическое движение по сохранению личной памяти о поколении Великой Отечественной войны, а также название акций-шествий, организуемых данным движением. Участники ежегодно в День Победы проходят колонной по улицам городов с фотографиями своих родственников – участников Великой Отечественной войны, подпольщиков, бойцов Сопротивления, тружеников тыла, узников концлагерей, блокадников, детей войны.

Первые попытки напомнить о человеческом самопожертвовании делались и раньше, но первой задокументированной акцией стал марш новосибирских школьников в 1965 г. Следующее аналогичное мероприятие повторилось только через 20 лет в Липецкой области. «Бессмертный полк» был задуман в 2012 г. в Томске журналистами Сергеем Лапенковым, Сергеем Колотовкиным и Игорем Дмитриевым. Они предложили местным жителям выйти на улицы города в День Победы и пройти с фотографиями своих родственников, воевавших в 1941–1945 гг. Их идея оказалась очень востребованной. Начиная с 2015 г., акция «Бессмертный полк» стала одним из важнейших элементов празднования Дня Победы в России. И это не официоз. В акции участвуют по велению сердца. Президент Российской Федерации В.В. Путин принимает участие в акции «Бессмертный полк» с 2014 г. Последний в очном формате «Бессмертный полк» состоялся в 2019 г. В нем участвовали по все стране 10,4 млн человек, в Москве – не менее 700 тыс. участников, несмотря на сильный дождь. Два следующих года акция проходила в онлайн-формате из-за пандемии коронавируса. В этом году шествие «Бессмертный полк» будет традиционным.

На фотографии в верхнем ряду – участники акции-шествия на улице Тверская. Фотографии в нижнем ряду: слева – Новороссия на марше; в центре – сильный дождь не остановил движение людей к Красной площади; справа – одна из самодеятельных групп.

Фотографии М.В. Супотницкого



ВЕСТНИК ВОЙСК РХБ ЗАЩИТЫ

ISSN 2587-5728
(Print)

Том 6, № 1
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, возрождению интереса к их истории и привлечению молодых ученых к работе в научно-исследовательских организациях войск РХБ защиты ВС РФ. «Вестник войск РХБ защиты» – единственный журнал в Российской Федерации, который рассматривает научные проблемы соблюдения конвенций о запрещении химического и биологического оружия, а также историю применения химического и биологического оружия в войнах и конфликтах.

Учредитель и издатель

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

Выходит ежеквартально

Главный редактор

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

Подписано в печать: 25.03.2022 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

Военной академии радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К.Тимошенко – 90 лет!
И.М. Емельянов 3

Химическая безопасность и защита от химического терроризма

Противохимические свойства модульного защитного материала
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. 12

Биологическая безопасность и защита от биологических угроз

Военно-биологические лаборатории США в государствах бывшего СССР
Ян Лакота (англ.) 28
Вариант омикрон вируса SARS-CoV-2: способность вызывать заболевание у лиц, имеющих иммунитет против COVID-19, сформированный в результате вакцинации или ранее перенесенного заболевания
Т.Е. Сизикова, О.В. Чухрала, В.Н. Лебедев, С.В. Борисевич. 44

Факторы, способствующие получению ложноотрицательных результатов при проведении диагностики COVID-19 методом обратной транскрипции-полимеразной цепной реакции в реальном времени
А.А. Петров, Т.Е. Сизикова, Н.В. Карулина, О.В. Чухрала, Д.И. Павельев, Н.А. Сайфулина, А.В. Сапулов, В.Н. Лебедев, Д.А. Кутаев, С.В. Борисевич. 56

Химическое и биологическое оружие в войнах и конфликтах

Химическое оружие в ирано-иракской войне 1980–1988 годов.
6. Накопленный опыт лечения поражений отравляющими веществами нервно-паралитического действия
М.В. Супотницкий 65

Хроника

Открытие нового военного городка ФГБУ «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации 84
Памяти Николая Андреевича Лошадкина (1932–2005 гг.) 85

Правила подготовки и направления статей в журнал

«Вестник войск РХБ защиты» 87

Порядок рецензирования статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты»... 95

Этика научных публикаций в журнале «Вестник войск РХБ защиты» 98

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.



Published since
2017

JOURNAL OF NBC PROTECTION CORPS

ISSN 2587-5728
(Print)
Vol. 6 No 1
2022

«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
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,
Moscow, 111024, Russian Federation.
Tel.: 8 (499) 265-42-90, e-mail: 27nc@mil.ru.
Publication is registered by the Federal
Service for Supervision in the Sphere of
Telecom, Information Technologies and Mass
Communications.

Certification of the Mass Media
ПМ № ФС 77-69472, April 25, 2017.
All rights reserved. Links to the journal are
obligatory while citing.

The publication data for the journal is
25 March, 2022. Circulation: 500 copies.
Published in: Federal State Unitary Establishment
«TsNIKhM» named after D.I. Mendeleev,
Nagatinskaya Str. 16A, Moscow 115487, Russian
Federation Tel.: 8 (499) 661-80-46,
e-mail: ntrved@cniihm.ru

Contents

Editorial

The Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection named after Marshal
of the Soviet Union S.K. Timoshenko is 90 years old!
I.M. Emel'janov 3

Chemical Security and Protection against Chemical Terrorism

Anti-Chemical Properties of Modular Protective Material
V.V. Zavyalov, N.V. Zavyalova, V.I. Kholstov, V.A. Kovtun 12

Biological Security and Protection against Biological Threats

U.S. Biowarfare Labs in Post-Soviet States
Lakota Ján 28

The Omicron Variant of SARS-CoV-2 Virus: the Ability to Cause Disease in Persons with
Immunity against COVID-19
T.E. Sizikova, O.V. Chukhraya, V.N. Lebedev, S.V. Borisevich 44

Factors Contributing to False Negative Results when Performing Diagnostics of COVID-19
by Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction in Real Time
A.A. Petrov, T.E. Sizikova, N.V. Karulina, O.V. Chuhryala, D.I. Paveliev,
N.A. Saifulina, A.V. Sapkulov, V.N. Lebedev, D.A. Kutaev, S.V. Borisevich 56

Chemical and Biological Weapons in Wars and Conflicts

Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988)
6. Accumulated Experience in the Treatment of Lesions with Poisonous Nerve Agents
M.V. Supotnitskiy 65

Cronicle

Opening of a New Military camp of the Federal State Budgetary Establishment
«27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation 84
In Memory of Nikolai Andreevich Loshadkin (1932–2005) 85

Rules for preparing and submitting articles to the journal
«Journal of NBC Protection Corps» 87

The procedure for reviewing articles in the journal «Journal of NBC
Protection Corps» 95

Ethics of scientific publications in the journal
«Journal of NBC Protection Corps» 98

*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 Protections
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.*

Военной академии радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко – 90 лет!

Военно-химическая академия Рабоче-Крестьянской Красной Армии (РККА) была создана в соответствии с постановлением Совета Труда и Обороны, приказом Реввоенсовета на базе военно-химического отделения Военно-технической академии РККА и второго химико-технологического института (рисунок 1). Формирование академии завершилось к 1 октября 1932 г. В ее состав вошли: военно-инженерный, специальный и промышленный факультеты.

Первым начальником академии был назначен корпусной комиссар Яков Лазаревич Авиновицкий (рисунок 2) – участник Гражданской войны, один из организаторов системы подготовки военных кадров для РККА, военный комиссар Московских курсов газотехников, начальник Высшей военно-химической школы и директор 2-го Московского химико-технологического института, доктор педагогических наук, профессор.

Академия была укомплектована профессорско-преподавательскими кадрами, способными не только обеспечить высокий уровень

подготовки слушателей, но и успешно решать сложные научные проблемы, которые способствовали интересам обороноспособности страны.

Спустя год академия превратилась в сплоченное высшее военно-учебное заведение, способное качественно решать задачи по подготовке офицерских кадров – военных химиков.

Имея высококвалифицированный кадровый потенциал, академия быстро становится крупным учебным и научным центром Вооруженных Сил страны, инициатором научных разработок по проблемам вооружения химических войск и средств защиты. Идет бурный процесс формирования научных школ, в результате которого выросла целая плеяда выдающихся ученых, прославивших в последующем отечественную химическую науку не только в своей стране, но и за рубежом.

Академия заслуженно гордится такими выдающимися учеными, как академики Академии наук СССР Брицке Э.В., Вольфович С.И., Шорыгин П.П., Кондратьев В.Н., Кнунянц И.Л., Дубинин М.М., Фокин А.В., Романков П.Г.

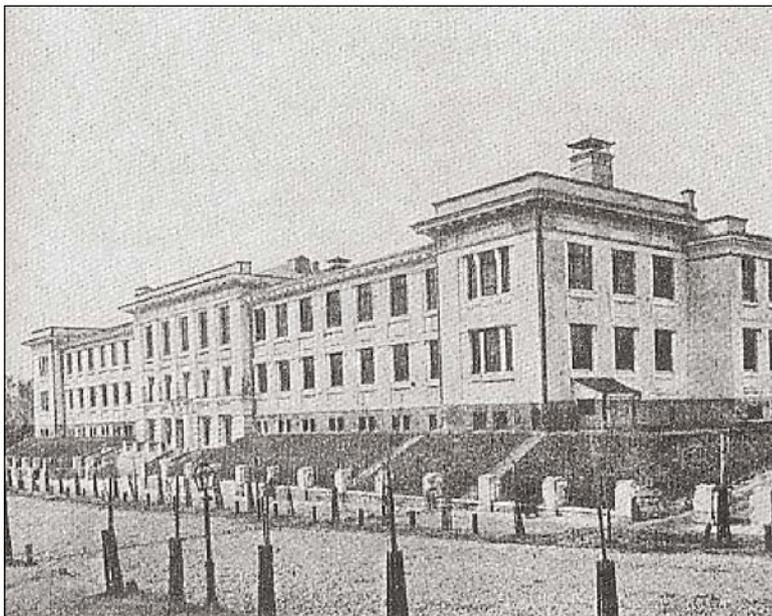


Рисунок 1 – Внешний вид главного корпуса академии
(URL: <https://varhbz.mil.ru>, дата обращения: 24.02.2022)



Рисунок 2 – Яков Лазаревич Авиновицкий
(URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Авиновицкий,_Яков_Лазаревич/, дата обращения: 24.02.2022)

Высокого звания Героя Социалистического Труда удостоены выпускники академии Патоличев Н.С., Щербицкий Л.А., Кунцевич А.Д., Лепинь Л.К., Мартынов И.В., Николаев К.М.

Выпускники Академии защищали интересы страны в вооруженных конфликтах у реки Халхин-Гол и на Карельском перешейке, героически сражались в годы Великой Отечественной войны, с честью выполняли свой воинский долг в Афганистане, в ходе контртеррористической операции на Северном Кавказе, при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Родина высоко оценила заслуги личного состава академии. Звания Героя Советского Союза были удостоены Жидких А.П., Лев Б.Г., Ленев Г.М., Мясников В.В., Чиковани В.В.

Благодаря их самоотверженному и героическому труду страна занимала лидирующее положение в теории и практическом создании новых химических технологий в промышленности минеральных удобрений, искусственных волокон, целлюлозы и бумаги, мономеров и полимеров, лекарственных препаратов, адсорбентов. Их фундаментальные теоретические труды и учебники легли в основу подготовки нескольких поколений ученых и специалистов для учебных, научных учреждений промышленности.

Война с фашизмом потребовала перестроить весь уклад жизни академии, исходя из потребностей фронта. Были сокращены до минимума сроки подготовки специалистов: на командном факультете – до одного года, на инженерном – до двух лет. Второй курс инженерного факультета был переведен на сокращенный срок обучения по профилю командного факультета. Лишь первый курс инженерного факультета продолжал учебу по нормальному учебному плану.

В первые же месяцы войны академия провела досрочный выпуск слушателей.

В июле 1941 г. были выпущены 72 слушателя, закончивших 4 курса с дипломами об окончании академии, и назначены в действующую армию. В октябре того же года были выпущены третьекурсники (79 человек), которые до выпуска прошли краткосрочные курсы начальников химической службы при командном факультете.

К концу 1941 г. перед академией были поставлены новые задачи и определены сроки обучения на факультетах.

Командный факультет стал готовить:

- начальников химической службы дивизии из числа кадровых командиров химической службы химических войск со сроком обучения 6 месяцев;

- командиров и начальников штабов батальонов химической защиты из числа кадровых командиров химических войск со сроком обучения 6 месяцев;

- начальников химической службы полков и дивизии из числа студентов, имеющих химическое образование, со сроком обучения 9 месяцев.

Инженерный факультет готовил:

- начальников снабжения химическим имуществом дивизии и работников складов со сроком обучения 9 месяцев;

- помощников командиров батальонов химической защиты по технической части со сроком обучения 9 месяцев;

- инженеров приемного аппарата со сроком обучения 1 год.

Период 1996–2002 г. характеризуется наиболее активным сокращением численности Вооруженных Сил в соответствии с концепцией военного строительства в Российской Федерации. Первый этап реформы (1998–2000 г.) предполагал создание необходимой базы для последовательного перехода к новой системе военного образования, второй этап (2001–2005 г.) – создание целостной системы государственного кадрового заказа на подготовку военных специалистов.

Итогом первого этапа явилось Постановление Правительства РФ от 29 августа 1998 г. № 1009 «О военных образовательных учреждениях профессионального образования МО РФ». Этим постановлением Военная академия химической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко была преобразована в Военный университет радиационной, химической и биологической защиты.

В состав университета вошли:

Костромской филиал (созданный на базе Костромского высшего военного командного училища химической защиты);

Тамбовский филиал (созданный на базе Тамбовского высшего военного командного училища химической защиты).

Еще до преобразования в Военный университет академия с 1 сентября 1998 г. была переведена на новый штат, который отражал минимальный состав управленческого аппарата, факультетов, кафедр, научных и других подразделений.

Правительством российской Федерации в 2006 г. принято решение о передислокации Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования – Военной академии радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко из г. Москвы в г. Кострому. Тогда же было принято ре-



А



Б

**Рисунок 3 – Боевое знамя: А – в знаменном зале академии;
Б – в развернутом виде (фотография академии)**

шение – переформировать к 1 августа 2006 г. Костромское высшее военное командно-инженерное училище радиационной, химической и биологической защиты (военный институт) (МВО) в структурное подразделение Военной академии радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома).

Указом Президента Российской Федерации от 18 декабря 2006 г. № 1422 «О боевом знамени воинской части» 12 июня 2007 г. Военной ордена Октябрьской Революции Краснознаменной академии радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К.Тимошенко было вручено Боевое знамя как официальный символ и воинская реликвия, олицетворение чести, доблести, славы и боевых традиций (рисунок 3) и выдана Грамота Президента Российской Федерации, подписанная 5 июня 2007 г.

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2008 г. № 1951-р Саратовский военный институт биологической и химической безопасности, Нижегородское высшее военно-инженерное командное училище (военный институт) и Тюменское высшее военно-инженерное командное училище (военный институт) присоединены к Военной академии РХБ защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома) с последующим именованьем «Военная академия войск РХБ защиты и инженерных войск имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко» в качестве обособленных структурных подразделений. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 ноября 2009 г. № 1695-р созданы филиалы ВА РХБЗ и ИВ.

Приказом Министра обороны Российской Федерации филиалы ВА РХБЗ и ИВ были ликвидированы к 1 июля 2012 г.

С 2015 г. и по настоящее время военнослужащие академии принимают участие в специальной операции по стабилизации обстановки на территории Сирийской Арабской Республики. Опыт, полученный при выполнении специальных задач, активно используется в научно-исследовательской деятельности и образовательном процессе при подготовке специалистов войск РХБ защиты.

С марта 2020 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.

Далее Российская Федерация столкнулась с нехваткой средств защиты от новой коронавирусной инфекции; отсутствовали средства защиты органов дыхания и кожи. В соответствии с указанием начальника Генерального штаба ВС РФ и указаниями начальника войск РХБ защиты ВС РФ с целью своевременного обеспечения сотрудников медицинских учреждений средствами индивидуальной защиты органов дыхания и кожи специалистами Военной академии РХБ защиты проводились испытания материалов и готовых изделий, предназначенных для защиты медицинского персонала, работающего в условиях возможного заражения коронавирусной инфекции.

Специалистами академии проведено более 1000 испытаний 67 образцов материалов



Рисунок 4 – Подготовка выпускников академии для работы с патогенными биологическими агентами (фотографии академии)

и 12 готовых изделий. Изготовленный по их рекомендациям костюм прошел испытания в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения, а одно из предприятий города Костромы стало пятым в Российской Федерации, получившим регистрационное удостоверение на медицинское изделие.

В условиях угрозы пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 в академии:

организовано обучение курсантов выпускного курса – кандидатов, рассматриваемых к назначению на первичные должности младших научных сотрудников или начальников подвижных лабораторий (рисунок 4);

разработана дополнительная профессиональная программа по подготовке специалистов для работы с патогенными биологическими агентами;

разработан проект квалификационных требований для курсантов, обучающихся по профилю высшего образования.

С начала пандемии и по настоящее время академия оказывает помощь в проведении дезинфекции внутренних поверхностей и объемов помещений не только на своей территории, но и на территории г. Костромы и Костромской области. Площадь обработанных поверхностей составила более 150 тыс. м².

Академия принимала непосредственное участие в проводившейся в войсках РХБ защиты ВС РФ активной работе по разработке и испытаниям вакцины от новой коронавирусной инфекции.

В июле 2021 г. за особые трудовые заслуги, самоотверженность и профессионализм, проявленные при выполнении важных государственных задач, начальнику войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных Сил Российской Федерации генерал-лейтенанту Кириллову Игорю Анатольевичу (рисунок 5) присвоено звание Героя Труда Российской Федерации с вручением знака особого отличия – золотой звезды «Герой Труда Российской Федерации» (с 2014 по 2017 г. – начальник Военной академии РХБ защиты).

В год своего 90-летия Военная академия РХБ защиты по своей организационно-правовой форме является федеральным государственным казенным военным образовательным учреждением высшего образования Министерства обороны Российской Федерации и в соответствии с лицензией на осуществление образовательной деятельности реализует основные образовательные программы среднего профессионального образования, высшего образования (специалитет,



Рисунок 5 – Кириллов Игорь Анатольевич
(фотография Управления начальника войск
РХБ защиты ВС РФ)



А

Б

Рисунок 6 – Награды академии:
А – орден Красного знамени; Б – орден
Октябрьской Революции (фотографии академии)

магистратура, подготовка кадров высшей квалификации) и дополнительного профессионального образования по подготовке специалистов для Министерства обороны Российской Федерации и других федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации, а также для вооруженных сил других государств в соответствии с контрактно-договорными обязательствами.

Сегодня академия состоит из управления, основных подразделений и подразделений обеспечения. В состав управления входит: коман-

дование, отделы и службы. К основным подразделениям относятся факультеты, отделение среднего профессионального образования, офицерские курсы, кафедры, научно-исследовательские лаборатории и рота (научная). Подразделения обеспечения включают в себя базу обеспечения учебного процесса, лаборатории, поликлинику, военный оркестр, клуб, музей, редакционно-издательский отдел, типографию и отдел военно-научной информации.

Для рассмотрения основных вопросов деятельности академии действует выборный представительный коллегиальный орган управления – Ученый совет академии под председательством начальника академии.

Академия в настоящее время осуществляет подготовку специалистов в области РХБ безопасности для Вооруженных Сил Российской Федерации и других органов исполнительной власти, а также для иностранных государств по всем уровням образования: 4 программы высшего образования; одна программа подготовки по среднему профессиональному образованию; 35 программ дополнительного профессионального образования и подготовку по программам послевузовского профессионального образования в адъюнктуре и докторантуре.

За заслуги перед государством по подготовке высококвалифицированных офицерских кадров для Вооруженных Сил академия была награждена орденами Красного знамени¹ и Октябрьской Революции² (рисунок 6).

Отмечая успехи в подготовке высококвалифицированных офицерских кадров для Советских Вооруженных Сил, Президиум Верховного Совета РСФСР в феврале 1968 г. и мае 1982 г. наградил академию Почетными грамотами. 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. наградил академию Юбилейным почетным знаком.

Сегодня основные усилия обучения направлены на качественную подготовку выпускников для Вооруженных Сил Российской Федерации, а также для других федеральных органов исполнительной власти и иностранных государств.

С 1949 г. в академии подготовлено более 2000 иностранных военных специалистов более чем для 32 государств.

¹ Указом Президиума Верховного Совета СССР от 22 февраля 1968 г., за большие заслуги в подготовке офицерских кадров для Вооруженных Сил СССР и в связи с 50-летием Советской Армии и Военно-Морского Флота Военная академия химической защиты награждена орденом Красного Знамени.

² В соответствии с Указом Президиума Верховного Совета СССР от 14 мая 1982 г., за большие заслуги в подготовке высококвалифицированных офицерских кадров для Вооруженных Сил СССР и развитии советской военной науки академия награждена орденом Октябрьской Революции.



Рисунок 7 – Иностранные награды академии:

- А** – ГДР, боевой орден «За заслуги перед народом и Отечеством» – в золоте;
Б – Монгольская Народная Республика, орден «За боевые заслуги»;
В – Польская Народная республика, командорский крест со звездой ордена Заслуги Польской Народной Республики (командорским крестом со звездой ордена Заслуги Польской Народной Республики);
Г – Народная Республика Болгария, орден «Народная Республика Болгария» I степени;
Д – Республика Куба, орден «Антонио Масео»;
Е – Социалистическая республика Вьетнам, орден «За боевые заслуги» I степени;
Ж – Чешская и Словацкая Федеративная республика — медаль «За заслуги перед ЧСА» I степени, (фотографии академию)

Иностранные государства, офицеры которых обучались в академии, также высоко ценили ее вклад в подготовку офицеров-химиков для национальных армий³ (рисунок 7).

В 2022 году в соответствии с планом комплектования в академии проходят обучение более 170 иностранных военнослужащих из около 20 государств мира.

Обучаясь в Военной академии, слушатели и курсанты в совершенстве овладевают различными видами самого современного вооружения, приобретают глубокие теоретические

знания, навыки и умения защиты от поражающих факторов оружия массового поражения.

Это все достигается наличием учебно-материальной базы (рисунок 8), отвечающей требованиям, предъявляемым сегодня к высшим учебным заведениям.

Достаточно широко представлена тренажерная база (рисунок 9): различные специальные изделия, образцы, наборы, комплекты и машины. Слушатели и курсанты получают навыки работы на образцах войск РХБ защиты без затраты моторесурса.

³ Признанием этих заслуг явилось награждение академии в 1974 г. за большие успехи в деле подготовки высококвалифицированных кадров для химической службы Национальной народной армии Германской Демократической Республики орденом «За заслуги перед народом и отечеством» в золоте. Указом Президиума Великого народного хурала Монгольской Народной Республики за успешную подготовку высококвалифицированных офицеров-химиков для Монгольской народной армии 13 апреля 1978 г. академия была награждена боевым орденом «За боевые заслуги». Также за весомый вклад в подготовку кадров для дружественных стран в период с 1982 по 1992 гг. академия была награждена рядом зарубежных орденов и медалей: Указом Государственного совета Польской Народной Республики от 7 апреля 1982 г. – Командорским Крестом со звездой «Ордена заслуги»; Указом Государственного совета Народной Республики Болгарии от 13 мая 1982 г. – орденом «Народная Республика Болгария» I степени; Указом Президиума Государственного совета Республики Куба от 22 января 1983 г. – орденом «Антонио Масео»; Указом Государственного совета Социалистической Республики Вьетнам от 25 мая 1988 г. – орденом «За боевые заслуги» I степени; Приказом министра обороны Чехословацкой Федеративной Республики от 2 марта 1990 г. – медалью «За заслуги перед Чешской и Словацкой армией».



Рисунок 8 – Учебно-материальная база (фотографии академии)

Полевая учебно-материальная база включает в себя войсковое стрельбище, автодром и учебно-тактические поля, оборудованные в соответствии с современными требованиями.

Это позволяет проводить обучение на более качественном уровне, прививать умения и выработать навыки в ходе проведения практических и комплексных занятий, в том



Рисунок 9 – Тренажерная база (фотографии академии)



Рисунок 10 – Современные образцы военной техники (фотографии академии)

числе при изучении современных образцов военной техники (рисунок 10).

Высокий уровень образовательного процесса в Военной академии обеспечивает высококвалифицированный преподавательский состав. При этом ученую степень доктора наук имеют 25 человек, кандидата наук – 208 человек. Имеют ученое звание 106 человек, в числе которых 15 – звание профессора и 91 – звание доцента.

В академии действует диссертационный совет, обеспечивающий защиту докторских и кандидатских работ по направлению военные, технические и химические науки. За период с 1932 г. по настоящее время подготовлено 1304 ученых, из них 101 доктор наук и 1203 кандидата наук.

Тематика проводимых исследований в основном имеет прикладной характер, актуальна

и охватывает весь спектр задач и мероприятий войск РХБ защиты.

Научная работа в академии ориентирована на практическую реализацию новых знаний при подготовке специалистов в интересах войск, выработку новых форм и способов вооруженной борьбы, методов применения и эксплуатации ВВСТ, изучение вопросов всестороннего обеспечения деятельности войск (сил), обучения и воспитания личного состава, совершенствование образовательного процесса.

При этом решение сложных научно-технических задач осуществляется комплексно с участием научно-исследовательских организаций войск РХБ защиты.

27 октября 2015 г. на базе академии была сформирована 11 научная рота. За период



Рисунок 11 – Научная рота академии (фотографии академии)

Таблица 1 – Переименования академии

Год переименования	Наименование
1932 год	Военно-химическая академия Рабоче-Крестьянской Красной Армии
1934 год	Военно-химическая академия РККА имени К.Е. Ворошилова
1937 год	Военная академия химической защиты РККА имени К.Е. Ворошилова.
1958 год	Военная академия химической защиты»
1968 год	Военная Краснознаменная академия химической защиты
1970 год	Военная Краснознаменная академия химической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко
1982 год	Военная Ордена Октябрьской Революции Краснознаменная академия химической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко
1998 год	Военный университет радиационной, химической и биологической защиты
2003 год	Военный университет радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Москва)
2004 год	Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко
2006 год	Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома)
2008 год	Военная академия войск РХБ защиты и инженерных войск имени Маршала Советского Союза С.К.Тимошенко
2013 год	Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома)

своего существования военную службу завершили 220 военнослужащих, из которых 14 операторов заключили контракт о дальнейшем прохождении военной службы с присвоением первого офицерского звания «лейтенант», а 32 человека – продолжили профессиональную деятельность на предприятиях оборонно-промышленного комплекса. Операторы научной роты принимали участие в выполнении 54 НИР, получено 10 патентов на изобретения, 16 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, защитили 303 рационализаторских предложения, опубликовали 354 статьи в профильных научных изданиях.

Операторы научной роты активно принимают участие в выставках, конференциях, форумах, проводимых на уровне как Военной академии, так и Министерства обороны (рисунок 11).

За время своего существования академия 13 раз изменяла свое наименование – от Военно-химической академии Рабоче-Крестьянской Красной Армии, до современного наименования – Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома) (таблица 1).

История академии неразрывно связана с историей войск РХБ защиты, которые уже перешагнули свой 100-летний юбилей. В течение

целого века вводилась в строй новая техника, вооружение и средства РХБ защиты, изменялась тактика, формы и способы их применения. Возрастали требования к офицерским кадрам, к уровню их подготовленности и способности выполнять задачи в боевых условиях.

За 90-летний срок своего существования академия прошла сложный путь, насыщенный важными событиями и творческими успехами, напряженной и ответственной работой командного и профессорско-преподавательского состава по обучению и воспитанию высококвалифицированных специалистов для войск РХБ защиты.

В академии сложился сплоченный, работоспособный коллектив. Повышенная самоотдача командования, научно-педагогических работников, инженерно-технического и вспомогательного состава позволяет оперативно вносить изменения в образовательные программы и готовить высококвалифицированных специалистов с учетом новых угроз и вызовов Российской Федерации в области РХБ безопасности.

Сегодня можно ответственно сказать, что академия достойно решает проблемы, связанные с изменениями в жизни страны, ее Вооруженных Сил, сохраняет и преумножает лучшие традиции, сложившиеся в течении 90-летнего периода служения Отечеству.

*Начальник Военной академии РХБ защиты ВС РФ,
генерал-лейтенант*

Игорь Михайлович Емельянов

Противохимические свойства модульного защитного материала

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

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр»
Министерства обороны Российской Федерации, 111024, 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

Поступила 21 января 2022 г. Принята к публикации 20 марта 2022 г.

Ранее нами был разработан принцип построения модульных материалов с заданными свойствами, согласно которому металлоорганические композиты, с введенными в них наноразмерных ферментных комплексов, наносятся на тканевую унифицированную платформу. Полученные композиты становятся новой платформой для гетерогенного биокатализа. Такая платформа имеет высокую стабильность и хорошую каталитическую селективность. *Целью работы* является изучение свойств тканевой унифицированной платформы и установления возможности придания материалам (тканям) противохимических защитных свойств. В работе проведен анализ научно-практической информации по получению композитных волокнистых материалов с каркасными волокнистыми слоями. Исследуются свойства тканевой унифицированной платформы и механизмы защитного действия за счет нанесенной на нее фермент содержащей рецептуры. В качестве тканевой унифицированной платформы, на которую наносят другие специальные модули, предложено использовать параарамидную защитную ткань (волокно «Русар»), а также другие виды тканей – смесовые арамидно-вискозовые, арамиднохлопчатобумажные, арамиднополиакрилатные, метаарамид (волокно «Номекс»). Рассмотрены физические свойства и химическое строение ароматических полиамидов, возможные направления получения арамидных волокон, строение и структура арамидных волокон, механизмы химических процессов в полиинидных композициях различного состава. Определены подходы придания материалам (тканям) противохимических защитных свойств. Изучены каталитические характеристики волокнистых материалов, функционализированных фермент-полиэлектролитными комплексами, осуществляющими гидролиз фосфорорганических соединений и микотоксинов.

Ключевые слова: защитные композиционные материалы и ткани; специфические свойства – самоочищение (самодегазация); ферменты деструкции фосфорорганических соединений; противохимические 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. Противохимические свойства модульного защитного материала // Вестник РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 1. С. 12–27.
[s://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-1-12-27](https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-1-12-27)

Для создания композиционных материалов и тканей со специальными заданными свойствами, такими как самоочистление (самодегазации), бактерицидность и вирулицидность, для изготовления защитной одежды, а также материалов для респираторов, были выбраны более десятка тканевых материалов в качестве унифицированной платформы, на которую можно нанести другие специальные модули. Основным компонентом такой платформы могут быть нити на основе мета- и параарамидов. Эти полимеры обладают сочетанием таких свойств, как прочность, износостойкостью наряду с высокой термо- и огнестойкостью.

Для улучшения физико-гигиенических свойств пряжу из этих волокон возможно комбинировать с гигроскопичными волокнами хлопка, вискозы, полиакрилонитрила, полиоксидадиазола, а огнестойкость можно достигать путем добавления антипиренов. Благодаря такому подходу, ткани и материалы приобретают комплексные свойства. Наилучшими по комплексу перечисленных свойств являются ткани на основе полиарамида (50 %) и огнезащитной вискозы (50 %), а также параарамида (50 %) и огнезащитного полиакрилонитрила (50 %). Поверхностная плотность таких тканей находится в рамках 150–175 г/м². Кроме этого, эти ткани не горят в пламени в течение 15 с, выдерживают воздействие теплового потока 40 кВт/м² в течение 5 с без воспламенения и сохраняют целостность [1].

Согласно разработанной стратегии и принципу модульности создания современных средств защиты с заданными свойствами, позволяющими одновременно деструктурировать токсичные, физиологически активные химические соединения и уничтожить патогенные микроорганизмы, предусматривается использование единой тканевой унифицированной платформы, на поверхность которой наносятся специальные модули, обеспечивающие защиту человека от различных факторов химической, биологической и физической природы [2–4].

В качестве тканевой унифицированной платформы (модуль «Ткань») – может быть использован слой параарамидной ткани (волокно «Русар») или других видов тканей – арамидно-вискозные, арамиднохлопчатобумажные, арамиднополиакрилатные, метаарамид (волокно «Номекс»). Данный слой становится подложкой для других модулей.

Другие модули как специальные химически нейтральные – «Адгезионный», «Адсорбционный» и «Абсорбционный», так и химически активные, такие как «Дезинфицирующий» («Бактерицидный» и «Вирулицидный») «Дегазирующий» («Биохимический» и «Химический»), наносятся на тканевую уни-

фицированную платформу при соблюдении определенных требований нанесения количества, последовательности, которые не позволяют нейтрализовать или вывести из рабочего состояния специфические модули и не мешают модулям осуществлять свои функции [2–4].

Свойства унифицированной тканевой платформы определяют в целом уровень самоочистления (самодегазации), бактерицидности, вирулицидности защитного материала, так как отвечают следующим основным требованиям:

1. Обуславливать и допускать возможность нанесения на унифицированную тканевую платформу дегазирующего (биохимического и химического) и бактерицидного, вирулицидного модулей.

2. Обуславливать сохранение и поддержание требуемого уровня целевых защитных характеристик остальных модулей при их нанесении на платформу, даже в случае комплексного воздействия всех поражающих факторов.

3. Не допускать взаимного воздействия друг на друга остальных защитных модулей, нанесенных на унифицированную тканевую платформу, а также снижения их защитных характеристик вследствие такого воздействия.

Целью работы является изучение свойств тканевой унифицированной платформы и установление возможности придания материалам (тканям) противохимических защитных свойств. Придание материалам (тканям) бактерицидных и вирулицидных свойств, изучение особенностей, характеристик, свойств бактерицидного и вирулицидного модулей и способов их нанесения на тканевую унифицированную платформу будут рассмотрены в следующей статье: «Бактерицидные свойства модульного защитного материала».

Свойства унифицированной тканевой платформы. Анализ научно-практической информации по созданию композитных материалов с каркасными волокнистыми слоями показал, что в настоящее время огромный интерес проявляется к мета- и параамидам в качестве основы различных композитных волокнистых материалов [5]. Эти полимеры отличаются высокой прочностью, стойкостью к истиранию, действию органических растворителей и повышенных температур. Они чувствительны к воздействию кислот и УФ-света [6].

Для выбора материалов (тканей) унифицированной платформы, на которую будут наноситься другие модули, нами были проанализированы свойства ароматических полиамидов, волокна и существующие ткани из них.

Ароматические полиамиды. Известно, что ароматические полиамиды являются линейными полиамидами, которые обладают повышенной прочностью, высокими темпера-

Таблица 1 – Название волокон и страны производители (составлена авторами статьи)

Название волокна	Страны и фирмы производители
Кевлар	Дю Пон; Торей; ИБЕ Косан; Асах и Косой (США)
Тварон (аналог Кевлар)	Енка (Германия), Арамид Маатшаппио (Голландия)
Технора (аналог Кевлар)	Тэйдзун (Китай), Конекс (Япония)
Конекс (аналог Фенилон)	Япония
Аренка	Енка (Голландия)
Номекс (Фенилон)	Дю Пон (США)
СВМ (синтетические высокомолекулярные волокна), Армос, Терлон, Русар, Сульфон; КИ: СВМ; Армос; Терлон СД; Терлон С; Терлон СБК	Россия
Полисульфонамид (ПСА) Марки: «Сульфон ТИ»; Сульфон 40. ПСА-ЗИ, «Сульфон» ЗИ, волокно «Сульфон И», волокно «Сульфон Т»	Россия

турами стеклования ($T_c > 300$ °С) и плавления ($T_{пл} > 300$ °С).

Температура плавления ароматических полиамидов в первую очередь определяется ориентацией фениленовых групп в цепи. Ароматические полиамиды с фениленовыми группами, соединенными преимущественно в параположении (СВМ, Терлон, Кевлар), являются высокоплавкими полимерами ($T_{пл} = 500$ °С). Наличие в структуре м-фениленовых групп (Фенилон, Номекс) и, особенно, о-фениленовых групп (Амодел) приводит к снижению температуры стеклования и температуры плавления.

Параароматические полиамиды имеют высокую степень кристалличности, благодаря жесткости и симметрии цепей таких полимеров, и используются для производства таких волокон, как СВМ, Кевлар.

В поли-м-фениленизофталамиде (Фенилон, Номекс) бензольные кольца и амидные связи расположены не в одной плоскости, а почти перпендикулярно друг другу. Полиамиды с м-фениленовыми группами в цепи имеют «волнообразное» расположение фениленовых циклов. Вдоль оси, чередуясь, расположены бензольные кольца под углом 10 и 20 градусов к оси. Амидные группы расположены почти перпендикулярно плоскости бензольных колец, вращение которых обуславливает низкую симметрию ароматических материалов, незначительную упорядоченность, повышенную растворимость, пониженную температуру плавления ($T_{пл}$). Температура стеклования (T_c) мета-арамидов (Фенилон, Номекс) равна 270 °С. Температура их плавления ($T_{пл}$) равна 375–430 °С.

Температура стеклования (T_c) параарамидов (СВМ, Армос, Кевлар) равна 290 °С, а температура плавления ($T_{пл}$) – 470 °С.

В поли-м-фениленизофталамиде бензольные кольца расположены не вдоль главной оси макромолекулы, а образуют с ней пооче-

редно угол в 5 или 10 градусов. Водородные мостики здесь также попеременно расположены по обе стороны главной оси. Вследствие этого макромолекула имеет низкую симметрию, что, в свою очередь, приводит к пониженной, по сравнению с пара-арамидами, температуре плавления. В поли-п-бензомиде ароматические циклы расположены вдоль оси макромолекулы ступенькой, а водородные связи – перпендикулярно циклам. Дипольные моменты направлены все в одну сторону.

В случае поли-п-фенилентерефталанида ароматические циклы также расположены ступенчато, однако дипольные моменты и водородные связи направлены поочередно в противоположные стороны. Это приводит к большей симметрии макромолекулы и повышению температуры плавления до 600 °С.

Волокна из ароматических полиамидов. Ароматические полиамиды являются типичными волокнообразующими термопластами со специфической структурой полимерных цепей, причем для параамидов характерно образование в растворах лиотропной жидкокристаллической структуры (волокна СВМ, Кевлар 49).

Разработан большой ассортимент волокон из ароматических полиамидов. В России получены и производятся волокна СВМ, Армос, Терлон СД (и его марки), Русар, Фенилон, Сульфон-Т и др. За рубежом производятся: Кевлар 29, Кевлар 49 (и др. его марки), Номекс, Тварон HD (и др. марки), Технора НМ (и др. марки), Аренка 900 (и др. марки), Конекс. В таблице 1 приведены названия и страны производителей волокон.

Арамидные волокна. Для получения твердых арамидных волокон при прядении из раствора используют выпаривание растворителя или экстрагирование В зависимости от способа удаления растворителя процесс называют сухим или мокрым прядением. В процессе сухого прядения растворитель выпаривают. Мокрое прядение основано на том, что раствор

Таблица 2 – Примеры переплетения материалов арамидных волокон [6]

Тип	Число нитей, см ⁻¹ (текс)	Переплетение	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мкм	Прочность основа/уток, Н/см
120	34(21,6) × 34(21,6)	полотно	61,0	114,0	438,0/438,
143	100(42,2) × 20(21,6)	саржа (3/1)	190,0	234,0	2277/219
181	50(42,2) × 50(42,2)	сатин	170,0	228,0	1226/1226
243	38(126,6) × 18(42,2)	саржа (3/1)	227,0	330,0	2627/525
281	17(126,6) × 17(126,6)	полотно	170,0	254,0	1138/1138
285	17(157,7) × 17(157,7)	саржа (3/1)	170,0	254,0	1138/1138
328	17(157,7) × 17(157,7)	полотно	231,0	330,0	1226/1226

полимера экструдируют в виде волокон в коагуляционную ванну и протягивают их через нее.

При мокром прядении используются разливные системы полимер-растворитель. Фенилон (либо Номекс) легко растворяется в диметилацетамиде, содержащем 5 % LiCl, образуя раствор с концентрацией до 20 % масс. В растворителе суспензию выдерживают при температуре 20 °С в течение 5–6 суток. Волокна Кевлар экструдируются из жидкокристаллического (лиотропного) волокнообразующего раствора полимера в концентрированной H₂SO₄. Волокна Русар экструдируются из жидкокристаллических волокнообразующих растворов в амидных растворителях. В качестве коагулирующих растворов для волокон Фенилон и Номекс используют воду из смеси 5–15 % диметилацетамида с 5 % водный NaOH, для волокон Кевлар – водный раствор 5–15 % H₂SO₄.

Все перечисленные методы плохо подходят для одновременной функционализации этих волокон с ферментными препаратами. Условия при низких значениях pH будут неприемлемыми для спиртозелей и большинства гидрозелей металлсодержащих наночастиц. В то же время условия при щелочных значениях pH, при мокром прядении, а также вариант с высушиванием могут позволить достичь положительных результатов.

Строение и структура арамидных волокон наиболее полно описываются микрофибрилярной моделью [7]. Согласно этой модели, волокно состоит из несущих структурных единиц (микрофибрилл и их агрегатов) и межфибрилярной анизотропной среды (микроматрицы). Удержание воды (4–6 %) происходит в дефектах и аморфных областях (т.е. межфибрилярном пространстве) за счет ад(б)сорбции химически доступными амидными группами. При этом вода находится в диффузионном и капиллярно-конденсированном состояниях и равномерно распределена по волокну. Тем самым, модифицирующие добавки, обладающие высоким сродством к амидным группам (например, белки или отрицательно заряженные

наночастицы), могут в какой-то мере связываться с такими аморфными областями.

Химическое строение ароматических полиамидов. В волокнах Терлон и Кевлар 149 элементарное звено полимерной цепи содержит два фениленовых кольца, у одного из которых в пароположении две карбокси группы, у другого – две амидных группы. Оба полузвена соединены ковалентной связью через атомы азота и углерода.

В волокнах СВМ и Армос одно из полузвеньев имеет карбоксильные группы в метаположении. Волокно Кевлар 29 в одном из полузвеньев имеется амидные группы в метаположении. Волокна Фенилон, Номекс в обоих полузвеньях содержит амидные и карбоксильные группы в метаположениях.

Волокно РАСМ в одном полузвене имеет амидную группу в метаположении, второе полузвено имеет карбоксильные группы в ортоположении.

Полиамидгидразид в одном из полузвеньев имеет амидную группу и в пароположении карбоксильную группу с присоединенной гидразидной группой.

Структура и свойства тканей ароматических полиамидов. С использованием арамидных волокон выпускаются материалы в виде равнопрочных тканей сатинового (181) и полотняного (120, 220, 281, 285, 328) переплетения (таблица 2).

В таблице 3 приведены характеристики однослойных тканей из арамидных волокон. Большинство таких тканей изготавливают из толстых волокон (127–157 мг/м). Толщина этих тканей составляет 250–330 мкм. Самый тонкий материал типа 120 (толщиной 114 мкм) производится из волокон 21,6 мг/м с полотняным переплетением и плотностью 60 г/м². Впрочем, изменение типа плетения позволяет увеличить и поверхностную площадь, и толщину конечного материала (таблица 3). Сравнительные характеристики различных природных, искусственных и синтетических волокнистых материалов представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 3 – Свойства однослойных тканей и их арамидных волокон СВМ [8]

Структура ткани	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	Прочность основа/уток, Н/5см	Относительное удлинение, % основа/уток
Сатин 8/3, 14,3 текс, арт. 56313	88,0	0,25	≥2350/≥1960	≤7,0/≤8,0
Сатин 8/3, 29,4 текс	158,0	0,38	≥4415/≥4415	≤7,0/≤8,0
Саржа 2/2, 29,4 текс	155,0	0,27	≥3920/≥3920	≤12,0/≤10,0
Т-39 (СВМ 60 %+ ВМП-500, 40 %)	240,0	0,35	≥9810/≥590	-/-
Сатин 5/3, полутораслойный	190,0	0,26	≥7850/≥1960	-/-

Таблица 4 – Сравнительные свойства волокон разного происхождения [6, 8]

Тип волокна	Плотность полимера в волокне, г/см ²	Диаметр филамента, мкм	Прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Влагопоглощение, %/КИ
Природные (натуральные)					
Сизаль	1,45	100–300	530–630	3,6–5,2	
Банановое	1,35	50,0–250,0	110–790	2,4–3,6	
Кокосовое	1,15	100–450	1100,0–1750,0	17,0–47,0	
Джут	-	-	405,0	0,7–1,8	
Натуральная шерсть	1,32	16–63	150,0–250,0	10,0–15 (28–48)	14,0
Лен	1,50	15,0(40,0–85,0)	440,0–700,0	4,5–6,0	
Хлопок	1,52–1,54	20,0–25,0	260,0–600,0	6,0–10	7,5
Искусственные					
ГЦ (вискозная нить)	1,5	-	680,0	15,0(14,0–21,0)	12,0
Древесное	1,52	8,0–12,0	450,0–650,0	-	
Синтетические полимерные					
ПЭ	0,92	-	450,0–800,0	30,0–85,0	-
ПП	0,91	-	500,0–3400,0	30,0	-
ПЭТФ*	1,26–1,38	20,0–23,0	600,0–1000,0	13,0–15,0	0,35
Капрон Найлон 924	1,14	25,0	800,0–850,0	14,0–15,0	4,5
Сульфон-Т	1,20	-	800,0–850,0	16,0–18,0	-
Винол	1,32	-	1200,0–1650,0	3,0–5,0	3,0–3,5
Винилон, Куранол, Мулон	1,32	-	800,0–1300,0	5,5–13,0	4,5–5,0/ КИ19-22
Оксалон	1,44	-	700,0–1000,0	4,0–7,0	2,3–2,5/ КИ22,0-25,0 Тс=320,0-350,0
Арамид	-	-	800,0–850,0	6,0–8,0	-
Синтетические высокомолекулярные					
ПЭ СВМ*	0,977	-	3800,0–4000,0	2,5	-
Терлон	1,43	-	3600,0–3800,0	1,0–2,5	2,0
Армос	1,44	-	4500,0–5000,0	4,0	-
СВМ	1,44	-	3800,0–4200,0	3,0–4,0	6,0
Аренка	1,45	-	3300,0–3600,0	2,7–3,5	-

Продолжение таблицы 4

Тип волокна	Плотность полимера в волокне, г/см ²	Диаметр филамента, мкм	Прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Влагопоглощение, %/КИ
Винивлон	1,43	-	2400,0-2600,0	4,0-8,0	4,0
Х-500-Полиамидгидразид	1,46-1,47	-	2000,0-2400,0	3,0-4,0	-
ВМН-88	1,46	-	3700,0-4500,0	2,9	-
ПФБТ* Поли- <i>n</i> -фениленбензобистиазол	1,58	-	2700,0-3200,0	0,9	-
Кевлар 49	1,44	-	3700,0-400,0	1,9-2,3	2,0
Кевлар 149	1,47	-	3800,0-4200,0	2,0-4,0	-

Примечание:
*ПЭТФ - Полиэтилентерефталат; ПЭ СВМ - сверхвысокомолекулярный полиэтилен;
ПФБТ - Поли-*n*-фениленбензобистиазол.

Необходимо отметить особый вид арамидных полимеров: полиимидов и полиамидоимидов. Они получают в ходе полимеризации ароматических диаминов или диизоцианитов с три- или тетракарбонными ароматическими кислотами, за которой следует внутримолекулярная циклизация с образованием гетероциклов (имидов) вдоль полимерной цепи.

Таким образом, полиимиды состоят из чередующихся ароматических и гетероциклических групп, т.е. являются полигетероариленами. Такая химическая природа приводит к тому, что полимерная цепь становится более жёсткой, но может ветвиться с образованием трёхмерной (сетчатой) структуры. Эта сетчатая структура может быть значительно расширена различными техническими приёмами при синтезе полиимидов или их постсинтетической модификации.

К числу минусов можно отнести то, что такие полимеры становятся более чувствительными к воздействию щелочей. С другой стороны, существенно расширяется потенциал для дополнительных химических модификаций этих полимеров, например, введением объёмных обрамляющих групп (так называемые кардовые полиимиды).

Свойства полиамидов. Так как полиамиды являются циклоцепными полимерами, состоящими из чередующихся ароматических и гетероциклических групп, то и показатели предельной тепло- и термостойкости у них имеют значения, характерные как для полигетероариленов, так и для циклоцепных полимеров. Высокая термостойкость (химическая устойчивость при нагреве) полиимидов обусловлена стабилизацией структуры и упрочнением связей за счет эффектов сопряжения благодаря наличию не поделенной электронной пары у гетероатома в цикле (у азота) и атомов с

высокой электроотрицательностью (кислород в карбонильных группах).

Кроме того высокая теплостойкость полиимидов связана с циклоцепным строением макромолекул и межмолекулярным взаимодействием.

Теплостойкость сетчатых полиамидов может превышать теплостойкость линейных полиимидов и термопластичных имидопластов. Технологичность (способность к переработке) полиимидов может быть повышена введением в цепь «шарнирных» атомов и групп (использованием соответствующих кислотных и аминных мономеров) повышающих гибкость макромолекул, использованием принципа разноразности (сополиимиды, полиамидоимиды, полиэфириимиды), что снижает температуры размягчения и повышает растворимость, благодаря введению объёмных обрамляющих групп.

На основе полиимидов разработан весь традиционный ассортимент полимерных материалов (связующие, наполненные композиции, в том числе с использованием непрерывных высокопрочных волокон и текстильных форм из них).

Для изготовления различных типов составов полиимидов обычно используют циклические полифункциональные кислоты, ангидриды и сложные эфиры кислот, амины. Полиамиды получают взаимодействием хлорангидридов ароматических трикарбонных кислот с диаминами или ангидридов ароматических трикарбонных кислот с диизоцианитами.

Волокна из полиамидов, полученные реакцией тканевой матрицы и изоцианитов (непрерывные волокна) Кермель 201 и другие марки имели плотность 1,34–1,39 г/см². Волокна КИ-32, штапельные волокна Кермель 234 были получены продавливанием 15 % раствора полиамидов через фильтры с последующей химиче-

Таблица 5 – Общая характеристика тканевых материалов, отобранных в качестве тканевой унифицированной платформы (модуль «Ткань») (составлена авторами статьи)

№ образца	Наименование материала	Артикул	Окраска	Переплетение	Строение нити	Плотность нити	Плотность нити на единицу поверхности	Поверхностная плотность, г/м ²
1	Вискоза 100 %	-	Хаки	Саржа	Пряжа	-	30,0/25,0	75,0
2	Вискоза 100 %	-	Черная	Саржа	Пряжа	-	24,0/20,0	230,0
3	Шелк 100 %	-	Изумрудная	Саржа	Пряжа	-	26,0/24,0	60,0
4	Шелк 100 %	-	Черная	Саржа	Пряжа	-	30,0/25,0	95,0
5	Метаарамид (Номекс) 100 %	-	Морская волна	Саржа 1/2	Пряжа	15,0 × 2 текс.	26,0/24,0	220,0
6	Параарамид (Русар) 100 %	-	Суровая (без окраски)	Саржа 1/2	Пряжа	15,0 × 2 текс.	-	260,0
7	Метаарамид 95 % Параарамид 5 %	-	Ярко-синяя	Саржа 1/2	Пряжа	16,7 × 2 текс.	30,0/24,0	190,0
8	Полиамидоимид 50 %	-	Серя	Рипстоп, полотно	Пряжа	18,0 × 2 текс.	26,0/26,0	175,0
9	Метаарамид 60 % Параарамид 40 %	-	Камуфляжная	Полотно	Пряжа, комбинированная нить	-	-	190,0
10	Параарамид 40 % Хлопок 60%	5413	Зеленая	Саржа 1/2	Пряжа, комбинированная нить	14,3 текс. № 50/1	-	200,0
11	Параарамид 50 % Арселон 50 %	5356	Камуфляжная	Саржа 1/2	Комбинированная нить, пряжа	29,4 текс. 29 текс.	-	250,0
12	Параарамид 50 % Модифицированные полиакрилонитрил 50 %	-	Хаки	Саржа 1/2	Комбинированная нить, пряжа	2 текс. 14,3×16,7 текс.	24,0/20,0	145,0

ской имидизацией в течение 24 ч и сушкой при 150 °С.

Тканевая унифицированная платформа. Для проведения исследований по изучению свойств тканевой унифицированной платформы (модуль «Ткань») были отобраны 12 тканевых материалов и определены их характеристики такие как: обработка тканевых материалов на окраску; определение особенностей строения и структуры переплетения; строение нитей; плотность нитей по основе и утку в тканях; поверхностная плотность тканей, гигроскопичность, паропроницаемость. Общая характеристика отобранных тканевых материалов в качестве унифицированной платформы (модуль «Ткань») представлена в таблице 5.

При исследовании отобранных тканей установлено, что окраска тканей была проведена в основном не яркими защитными оттенками, переплетение в основном саржевое. Плотность нитей на 1 см по основе и утку отличается не существенно. По основе от 24 до 30. А по утку – от 20 до 26. Поверхностная плот-

ность шелковых и вискозных тканей от 60 до 230 г/м². Поверхностная плотность арамидных, полиамидоимидных и смесовых тканей на их основе составляет 145 (для материалов из 50 % параарамида с модифицированным полиакрилонитрилом) до 260 г/м² (для материала Русар из 100 % параарамида), и медианное значение составляло 195 г/м². Строение нитей – пряжа, или комбинированные.

Анализ показал, что наименьшей гигроскопичностью обладает чистый параарамид (1 %), а наибольшей – материал чистый метаарамид (Номекс 6 %). Этот показатель может быть несколько увеличен за счет добавления более гидрофильных волокон, например, целлюлозы. В результате для материала из 40 % параарамида с хлопковым волокном гигроскопичность составила 6,8 %, что было несколько меньше, чем для чистого хлопка (7,5 %). Одновременно с увеличением гигроскопичности увеличилась и парапроницаемость у данного материала и была максимальной среди всех исследованных образцов (592 г/м²×сут), так, что она оказалась

даже больше, чем в случае чистой вискозы (таблица 5). Хотя 100 % арамидные материалы по паропроницаемости были примерно на одном уровне как в сравнении между собой, так и в сравнении с вискозой, введенной в материал полиакрилонитрила и особенно арселона (полифенилен-1,3,4-оксадиазола) значительно снижало данный показатель (на 22–36 %).

Таким образом, функционизация таких волокнистых материалов сама по себе может оказывать существенное влияние на физико-химические характеристики. Проведенный анализ свойств отобранных тканей в качестве унифицированной платформы позволил нам выделить защитную ткань параарамидная (волокно «Русар») и другие виды тканей такие как: смесовые арамидновискозовые, арамиднохлочатобумажные, арамиднополиакрилатные, метаарамид (волокно «Номекс»), в качестве модуля, который классифицируются как модуль «Ткань».

Придание материалам (тканям) противохимических свойств. Для придания параарамидной (волокно «Русар») ткани, смесовым материалам (тканям): арамидновискозным арамиднохлочатобумажным, арамиднополиакрилатным, а также метаарамидной ткани (волокно «Номекс») противохимических свойств на них наносится (пропитывается) сперва модуль «Адгезионный» он же «Абсорбционный», который представляет собой слой карбоксилатов металлов, в котором в качестве неполярной части молекулы используется природная карбоновая кислота с высоким гидрофобным взаимодействием, а в качестве металлов - алюминий, железо, стронций, барий, медь, марганец, никель, кобальт и цинк. Выбор конкретного карбоксилата металла будет обусловлен его адгезионными и абсорбционными свойствами и задачами, которые будут выполнять эти металлы. «Адгезионный» модуль является универсальным абсорбентом для паров летучих органических веществ, он повышает адгезионное крепление на поверхности ткани (подложки) других агентов. Модуль функционально отвечает также за захват и удерживание молекул фосфорорганических соединений.

После высушивания обработанной ткани, для придания материалам противохимических свойств, на модуль «Ткань», наносят модуль «Химический», слой капсул жидких химически активных компонентов, например алкоголятов металлов, представляющих из себя раствор этилата калия и изопропилата калия в этиловом или изопропиловом спирте соответственно, который заключен в капсулы из поликапролактона или высокомолекулярного полиэтиленгликоля. Этот модуль осуществляет первичную химическую нейтрализацию химических поражающих агентов. А далее наносят

модуль «Биохимический» или «Самодегазирующийся» (самоочищающийся), состоящий из капсул наноразмерных аминокислотных и ферментных комплексов, в присутствии которых проходит каталитический гидролиз токсичных химикатов. Модуль обеспечивает полную дегазацию химических поражающих агентов посредством их разложения до нетоксичных неорганических продуктов.

Наноразмерный ферментативный комплекс, модуль «Биохимический» или «Самодегазирующийся» (самоочищающийся), содержит в своем составе гексагистидинсодержащую ортофосфатгидролазу, карбоксипептидазу А, лактоназы, входящие в состав фермент-полиэлектролитного комплекса $\text{His}_6\text{-ОРН/ПГК}_{50}$.

Ранее было установлено при изучении ферментативного гидролиза фосфорорганических соединений (ФОС), что высокоэффективный катализ обеспечивает фермент гексагистидин-содержащая ортофосфатгидролаза ($\text{His}_6\text{-ОРН}$) [9–11]. Показано, что не только высокотоксичные ФОС (ви-икс), но и продукты их деструкции, а также метилфосфоновая кислота и ее эфиры подвергаются полной деградации с образованием ортофосфорной кислоты, которая образуется только при расщеплении С–Р связи между атомом фосфора и метильным радикалом в молекуле метилфосфононовой кислоты. При этом необходимо отметить, что использованные в исследовании ви-икс и метилфосфоновая кислота перед началом экспериментов были подвергнуты тщательной проверке на наличие примесей. Установлено, что ортофосфорная кислота исходно при этом обнаружена не была [10].

Проведенные исследования и полученные результаты позволили авторам разработать общую схему реакции гидролиза вещества ви-икс под действием фермента $\text{His}_6\text{-ОРН}$. Общая схема ферментативного гидролиза ви-икс с разрушением С–Р связи и образованием ортофосфорной кислоты, под воздействием $\text{His}_6\text{-ОРН}$ представлена на рисунке 1.

Далее этими же авторами был разработан ферментосодержащий материал, предназначенный для использования в составе средств индивидуальной защиты от фосфорорганических отравляющих веществ. Было показано, что действие данного материала основано на одновременной абсорбции и детоксификации (гидролизе) фосфорорганических веществ под действием иммобилизованного на сорбенте (на основе акрилата) фермента $\text{His}_6\text{-ОРН}$ [12]. Впоследствии авторы провели исследования и подтвердили механизм защитного действия ферментсодержащих материалов, при нанесении на них вещества ви-икс.

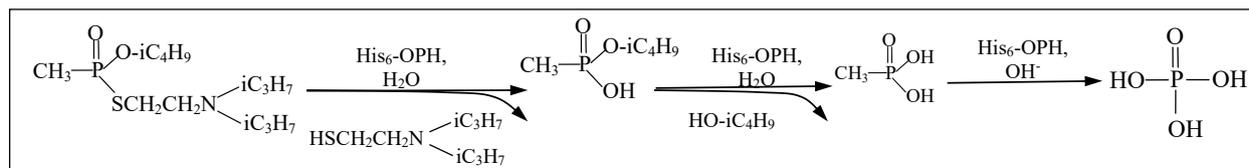


Рисунок 1 – Общая схема ферментативного гидролиза ви-икс с разрушением С–Р связи под действием His₆-ОРН (схема авторов)

Таким образом, было установлено, что фермент His₆-ОРН, являющийся основой ферментсодержащей рецептуры, нанесенной на защитный материал, способен катализировать расщепление как Р–S и Р–О, Р–F и Р–CN связей, так и С–Р связи, и способен осуществлять деструкцию высокотоксичных фосфорорганических отравляющих веществ и первичных продуктов их гидролиза, до образования ортофосфорной кислоты - неорганического соединения, т.е. проводить минерализацию фосфорорганических токсичных химикатов [13–15].

Было установлено, что ферментативный гидролиз ви-икс, под действием органофосфатгидролазы, является наиболее трудноосуществимым, поэтому стали считать данное токсическое вещество «тест-веществом» по ферментативному гидролизу фосфорорганических соединений так же, как иприт, который давно является «тест-веществом» по проникновению через защитные материалы [13].

Каталитические характеристики волокон и волокнистых материалов, функционализированных фермент-полиэлектролитным комплексом. В предварительных исследованиях по изучению воздействия, волокнистых материалов на активность самого фермента гексагистидин-содержащей органофосфатгидролазы, катализирующей гидролиз фосфорорганических нейротоксинов и микотоксинов была определена остаточная активность сорбированного фермента в 38 композитных материалах.

Средняя активность изученных образцов находилась на уровне 60–80 % от теоретически возможной, исходя из наноси-

мого количества. При этом ряд волокнистых материалов приводил к существенной и даже полной инактивации нанесенного фермента, некоторые материалы демонстративно 80 % и более сохранность активности, и, следовательно, могут представлять интерес для их дальнейшей функционализации данным ферментом. Кроме того, было исследовано как влияние рН, так и влияние выдерживания функционализированных материалов в течение 113 суток при 8 оС на сохранение активности фермента, а также влияние многократного использования функционализированных волокнистых материалов. Эксперименты показали, что максимальный уровень активности нанесенного фермента наблюдался при рН 7–7,5. Отсутствие ковалентной сшивки His₆-ОРН с волокнистым материалом влияло на быстрое вымывание фермента из него. Остаточная активность на втором и последующем цикле составляла менее 10% от той, что наблюдалась на первом цикле использования. При хранении образцов волокнистых материалов, функционализированных His₆-ОРН, остаточная активность была в диапазоне от 65 до 13 %.

Как уже отмечалось выше, на основании полученных результатов с очищенным ферментом His₆-ОРН, были отобраны волокнистые материалы под шифром № 2.1, 5.4 и 5.5, для их дальнейшей функционализации фермент-полиэлектролитным комплексом His₆-ОРН/ПГК₅₀ с блок-сополимером полиэтиленгликоля с полиглутаминовой кислотой (ПГК50), разработанным в работе [16], и проведения гидролиза

Таблица 6 – Характеристики волокнистых материалов отобранных для их функционализации фермент-полиэлектролитным комплексом His₆-ОРН/ПГК₅₀ [6, 8]

Шифр материала	Поверхностная плотность, г/м ²	Гидрофильность или гидрофобность	Гигроскопичность масс. %	Волокно-поглощение масс. %	Паропроницаемость г/(м ² -24 ч) г/(м ² -ч)	Предел прочности, Н/см
2.1	380	Гидрофильность средняя	10,0	400,0	47,0/2,0...22,0	164,0 200,0
5.4	35,0	Гидрофобный с гидрофильными включениями	2,8	83,1	367,0/24,0...30,0	н/д
5.5	55,0	Гидрофобный с гидрофильными включениями	4,4	75,1	н/д	н/д

Таблица 7 – Каталитические характеристики фермент-полиэлектrolитных комплексов His₆-ОРН/ПГК₅₀ в составе функционализированных материалов № 2.1, 5.4 и 5.5, исследованные в реакциях гидролиза параоксона в 0,1 М карбонатном буфере (рН 10,5) (составлена авторами статьи)

Шифр материала	V _{max} , мкМ/с	K _m , мкМ	V _{max} /K _m 10 ³ с ⁻¹
2.1	1,97 ± 0,25	324 ± 1,08	6,08 ± 2,80
5.4	2,51 ± 0,09	585 ± 48,0	4,29 ± 0,51
5.5	2,22 ± 0,23	343 ± 94,0	6,47 ± 2,44

Таблица 8 – Каталитические характеристики волокнистых материалов № 2.1, 5.4 и 5.5, функционализированных фермент-полиэлектrolитным комплексом термолизин/ПГК₅₀ или His₆-ОРН/ПГК₅₀ в реакциях гидролиза микотоксинов в 50 мМ фосфатном буфере (рН 7,5) (составлена авторами статьи)

Ферментный комплекс	№ образца ткани	V _{max} , мг/л/с	K _m , мг/л	V _{max} /K _m , с ⁻¹
Зеараленон				
Термолизин/ПГК ₅₀	2.1	11,01 ± 1,61	1131 ± 79	9,7 ± 2,1
Термолизин/ПГК ₅₀	5.4	9,85 ± 0,97	1108 ± 126	8,9 ± 1,9
Термолизин/ПГК ₅₀	5.5	10,50 ± 0,72	1098 ± 86	9,6 ± 1,4
Охратоксин				
Термолизин/ПГК ₅₀	2.1	5,92 ± 1,32	489 ± 82	12,1 ± 4,7
Термолизин/ПГК ₅₀	5.4	6,27 ± 1,47	495 ± 62	12,7 ± 4,6
Термолизин/ПГК ₅₀	5.5	6,26 ± 1,27	492 ± 44	12,7 ± 3,7
Стеригматоцистин				
His ₆ -ОРН/ПГК ₅₀	2.1	1,70 ± 0,13	86,8 ± 9,5	19,6 ± 3,6
His ₆ -ОРН/ПГК ₅₀	5.4	2,35 ± 0,24	84,8 ± 13,1	27,7 ± 7,1
His ₆ -ОРН/ПГК ₅₀	5.5	1,95 ± 0,05	72,2 ± 4,0	27,0 ± 2,2

фосфорорганических соединений и токсинов. Характеристики волокнистых материалов, отобранных для исследования, представлены в таблице 6. Необходимо отметить, что все отобранные волокнистые материалы, положительно проявившие себя, с точки зрения максимизации ферментативной активности, содержат в своём составе вискозное волокно в различных пропорциях.

Одной из причин такого проявления может быть большое количество сульфидных групп в вискозе.

Каталитические характеристики волокнистых материалов, функционализированных ферментными наночастицами, осуществляющих гидролиз фосфорорганических соединений и микотоксинов. Для дальнейших исследований материалы под шифром № 2.1, 5.4 и 5.5, были функционализированы фермент-полиэлектrolитным комплексом His₆-ОРН/ПГК₅₀, после чего определены их каталитические характеристики в реакции гидролиза токсичного фосфорорганического соединения – параоксона. Зависимости каталитических характеристик полученных

материалов, проявляемых ими в реакциях гидролиза параоксона, от типа волокнистых материалов, используемых для функционализации их ферментными наночастицами. Как видно из данных, приведенных в таблице 7, все эти функционализированные материалы с большой долей вероятности обладают близкими каталитическими характеристиками. Однако материал № 5.4 при многократном использовании демонстрировал большее сохранение первоначальной активности в относительных единицах. В результате для достижения уровня 10 % остаточной активности (от первоначальной) ему требовалось 5 рабочих циклов, в то время как материалы № 2.1 и 5.5 характеризовались тем же уровнем остаточной активности уже после 2-го и 4-го цикла, соответственно.

Установлено, что определённые ферменты катализируют гидролиз различных микотоксинов, выделяемых микроскопическими грибами [17, 18]. Среди таковых следует отметить ранее указанный фермент His₆-ОРН, а также термолизин. В этой связи при создании материалов, самоочищающихся от микотоксинов,

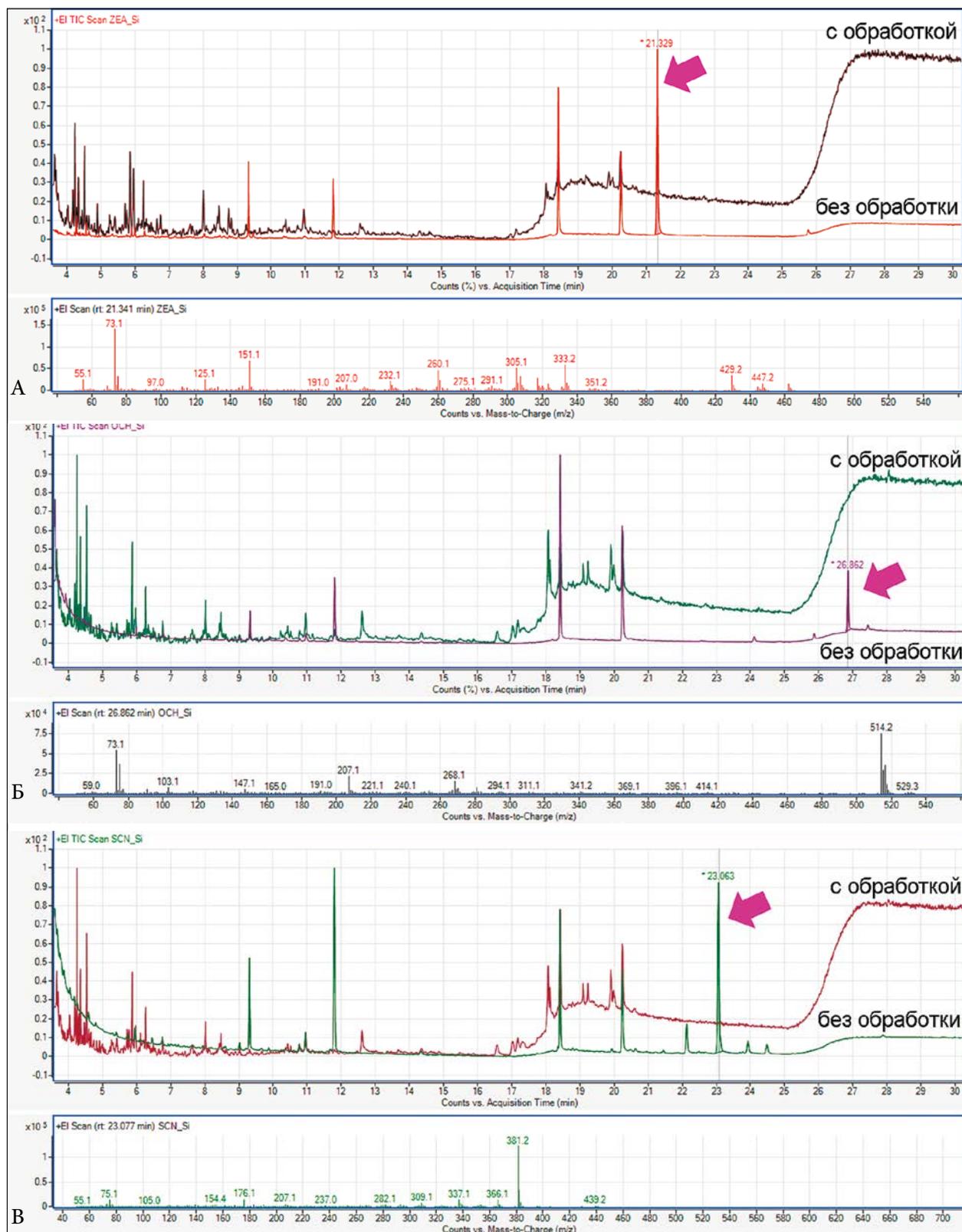


Рисунок 2 – Газово-хроматографический с масс-селективным детектированием анализ реакционных сред с и без обработки микотоксинов волокнистым материалом № 5.4, функционализированным фермент-полиэлектролитным комплексом термолизин/ПГК50 (для зераленона (А) и охратоксина А(Б)) или комплексом His₆-ОРН/ПГК₅₀ (для стеригматоцистина (В)) № 5.4. Основной пик силирированного адукта микотоксина отмечен стрелкой, а его полный m/z спектр представлен на врезке (составлена авторами статьи)

были использованы эти ферменты в стабилизированном виде, то есть в составе полиэлектролитных комплексов – термолизин/ПГК₅₀ или His₆-ОРН/ПГК₅₀. Для исследования гидролиза микотоксинов ранее обсуждавшиеся материалы № 2.1, 5.4 и 5.5 были функционализированы фермент-полиэлектролитными комплексами, и далее каталитические характеристики материалов определялись в отношении самых распространенных и токсичных (за исключением афлатоксинов, обладающих канцерогенностью) микотоксинов – зераленона, охратоксина А и стеригматоцистина (предшественника биосинтеза афлатоксинов).

Как видно из данных таблицы 8, волокнистый материал под шифром № 5.5, функционализированный фермент-полиэлектролитным комплексом термолизин/ПГК₅₀, был более эффективен по сравнению с тканями № 2.1 и 5.4. В случае модификации материалов комплексом His₆-ОРН/ПГК₅₀, материалы № 5.4 и 5.5 оказались более каталитически активными по отношению к микотоксинам, аналогично тому, что было выявлено ранее по отношению к ФОС.

Реакционные среды с микотоксинами, после их обработки функционализированными материалами были проанализированы с помощью ГХ-МС. На рисунке 2 приведен ГХ-МС анализ реакционных сред до и после обработки микотоксинов волокнистым материалом № 5.4, функционализированным фермент-полиэлектролитным комплексом термолизин/ПГК₅₀ (для зераленона и охратоксина А) или комплексом His₆-ОРН/ПГК₅₀ (для стеригматоцистина). Во всех трех случаях в результате гидролиза под действием разработанных волокнистых материалов ни зераленон, ни охратоксин А, ни стеригматоцистина обнаружены не были, или же их концентрации были ниже уровня детекции.

Таким образом, проведенные исследования показали, что разработанные волокнистые материалы, функционализированные гидролитическими ферментами, способны гидролизовать как фосфорорганические соединения, так и токсины, относящиеся к различным классам.

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.

Заключение

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

- благодаря принципу модульного построения материалов с заданными свойствами, можно создать металлоорганические композиты, с введенными в них наноразмерных ферментных комплексов, путем нанесения их на тканевую унифицированную платформу;

- унифицированная тканевая платформа, обладающая высокой стабильностью и хорошей каталитической селективностью, становится новой платформой для гетерогенного биокаatalиза;

- композитные волокнистые материалы с каркасными волокнистыми слоями приобретают свойства тканевой унифицированной платформ и механизмы защитного действия за счет нанесенной на них фермент содержащей рецептуры;

В качестве тканевой унифицированной платформы, на которую наносят другие специальные модули, предложено использовать параарамидную защитную ткань (волокно «Русар»), а также другие виды тканей – смешанные арамидновискозные, арамиднохлочатобумажные, арамиднополиакрилатные, метаарамид (волокно «Номекс»).

Определены подходы к приданию материалам (тканям) противохимических защитных свойств и каталитических характеристик волокнистым материалам за счет их функционализации фермент-полиэлектролитными комплексами, осуществляющими гидролиз фосфорорганических соединений (до их минерализации) и микотоксинов.

Придание материалам (тканям) бактерицидных и вирулицидных свойств, их особенности, характеристики, и свойства бактерицидных и вирулицидных модулей, а также способы нанесения этих модулей на тканевую унифицированную платформу будут рассмотрены в следующей статье: «Бактерицидные свойства модульного защитного материала».

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. Патент РФ № 2429319 (2011).
Patent RU No. 2429319 (2011) (in Russian).
2. Завьялов В.В., Завьялова Н.В., Холстов В.И. и др. Стратегия разработки современных средств защиты на основе металлорганических комплексов с заданными свойствами // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 3. С. 303–335. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-303-335>
Zavyalov V.V., Zavyalova N.V., Kholstov V.I. et al. Strategy for development of modern protective equipment based on organometallic complexes with desired properties // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4. № 3. P. 303–335. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-303-335> (in Russian).
3. Завьялов В.В., Завьялова Н.В., Холстов В.И. и др. Использование модульности как принципа построения материалов на основе металлорганических каркасных структур с заданными свойствами для создания современных средств защиты // Вестник войск РХБ защиты. 2021. Т. 5. № 2. С. 165–172. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-2-162-172>
Zavyalov V.V., Zavyalova N.V., Kholstov V.I. et al. Use of modularity as a principle of design of metal-organic framework-based materials with specified properties for creating modern protective equipment // Journal of NBC Protection Corps. 2021. V. 5. № 2. P. 165–172. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-2-162-172> (in Russian).
4. Завьялов В.В., Кужелко С.В., Завьялова Н.В. и др. Современные направления создания новых защитных материалов и тканей для средств индивидуальной и коллективной защиты от токсичных химикатов и клеток патогенов // Вестник войск РХБ защиты. 2019. Т. 3. № 3. С. 117–148. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2019-3-3-217-254>
Zavyalov V.V., Kujelko S.V., Zavyalova N.V. et al. Modern directions of creating new protective materials and tissues for means of individual and collective protection against toxic chemicals and pathogenic microorganisms // Journal of NBC Protection Corps. 2019. V. 3. № 3. P. 217–254. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2019-3-3-217-254> (in Russian).
5. Yang G., Park M., Park S-J. Recent progresses of fabrication and characterization of fibers-reinforced composites: a review // Compos. Commun. 2019. V. 14. P. 34–42.
6. Михайлин Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. С-П.: «Профессия». 2006. 624 с.
Mikhaylin Yu.A. Heat-resistant polymers and polymer materials. S.P.: "Profession". 2006. 624 p. (in Russian).
7. Kong H., Xu Q., Yu M. Microstructural changes of aramid fiber due to Reaction with toluene 2,4-diisocyanate under tension in scCO₂ // Polymers. 2019. V. 11. № 7. e1110. <https://doi.org/10.3390/polym11071110>
8. Кудрявцев Г.И., Варшавский В.Я., Щетинин А.М., Казаков М.Е. Армирующие химические волокна для композиционных материалов. М.: Химия. 1992. 236 с.
Kudryavtsev G.I., Varshavsky V.Ya., Shchetinin A.M., Kazakov M.E. Reinforcing chemical fibers for composite materials. Moscow: Chemistry. 1992. 236 p. (in Russian).
9. Ефременко Е.Н., Завьялов В.В., Завьялова Н.В. и др. Разрыв С-Р связи в фосфонатах под действием ферментных биокатализаторов // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 3. С. 47–54.
Efremenko E.N., Zavyalov V.V., Zavyalova N.V. et al. Breaking of the C-P bond in phosphonates under the action of enzyme biocatalysts // Theoretical and Applied Ecology. 2015. № 3. P. 47–54 (in Russian).
10. Фосфорорганические нейротоксины: монография / Под ред. Варфоломеева С.Д., Ефременко Е.Н. М.: РИОР, 2020. 380 с. ISBN: 978-5-369-02026-5. <https://doi.org/10.29039/02026-5>.
Organophosphorus Neurotoxins: monograph / Eds. Varfolomeev S.D., Efremenko E.N. Moscow: RIOR. 2020. 380 p. <https://doi.org/10.29039/02026-5> (in Russian).
11. Lyagin I.V., Andrianova M.S., Efremenko E.N. Extensive hydrolysis of phosphonates as unexpected behaviour of the known His6-organophosphorus hydrolase // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2016. V. 100. № 13. P. 5829–5838. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7407-x> (in Russian).
12. Патент РФ №2330717 (2008).
Patent RU No 2330717 (2008) (in Russian).
13. Ефременко Е.Н., Лягин И.В. Современные биокатализаторы на основе гексагистидинсодержащей фосфорорганической гидролазы для химической и биологической защиты // Вестник войск РХБ защиты. 2019. Т. 3. № 2. С. 111–116.
Efremenko E.N., Lyagin I.V. Advanced biocatalysts based on hexahistidine-containing organophosphorus hydrolase for chemical and biological defense // Journal of NBC Protection Corps. 2019. V. 3. № 2. P. 111–116 (in Russian).
14. Efremenko E.N., Lyagin I.V., Klyachko N.L. et al. A simple and highly effective catalytic nanozyme scavenger for organophosphorus neurotoxins // J. Control. Release. 2017. V. 247. P. 175–81. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2017.05.011>

org/10.1016/j.jconrel. 2016.12.037

15. Lyagin I., Efremenko E. Enzymes, reacting with organophosphorus compounds as detoxifiers: diversity and functions // Int. J. Mol. Sci. 2021. V. 22. P. 1761. <https://doi.org/10.3390/ijms22041761>

16. Lyagin I.V., Efremenko E.N. Biomolecular engineering of biocatalysts hydrolyzing neurotoxic organophosphates // Biochimie. 2018. V. 144. P. 115–121.

<https://doi.org/10.1016/j.biochi.2017.10.023>

17. Lyagin I., Efremenko E. Enzymes for detoxification of various mycotoxins: origins and mechanisms of catalytic action // Molecules. 2019. V. 24. № 13. P. 2362. <https://doi.org/10.3390/molecules24132362>

18. Патент РФ № 2634914 (2017).
Patent RU No. 2634914 (2017) (in Russian).

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации – Организация, представляющая условия для реализации Проекта, Российская Федерация, 111024, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

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 НИЦ 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, 119234, Российская Федерация, 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.

Контактная информация для всех авторов: 27nc_l@mil.ru
Контактное лицо: Завьялова Наталья Васильевна, 27nc_l@mil.ru

Anti-Chemical Properties of Modular Protective Material

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

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 111004, 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

Received 21 January 2022. Accepted for publication 20 March 2022

Previously, we developed the principle of constructing modular materials with specified properties, according to which organometallic composites, with nanoscale enzyme complexes introduced into them, are applied to a unified fabric platform. The resulting composites become a new platform for heterogeneous biocatalysis. Such a platform has high stability and good catalytic selectivity. The *aim of the work* is to study the properties of a unified fabric platform and to establish the possibility of giving materials (tissues) anti-chemical protective properties. The paper analyzes scientific and practical information on the production of composite fibrous materials with frame fibrous layers. The properties of a unified tissue platform and the mechanisms of protective action due to the enzyme-containing formulation applied to it are investigated. As a unified fabric platform on which other 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, metaaramid (Nomex fiber). The physical properties and chemical structure of aromatic polyamides, possible directions for the production of aramid fibers, the structure and structure of aramid fibers, the mechanisms of chemical processes in polyimide compositions of various compositions are considered. Approaches to giving materials (tissues) anti-chemical protective properties are determined. The catalytic characteristics of fibrous materials functionalized by enzyme-polyelectrolyte complexes carrying out hydrolysis of organophosphorus compounds and mycotoxins have been studied.

Keywords: *anti-chemical properties of modular materials; enzymes of destruction of organophosphorus compounds; protective composite materials and fabrics; specific properties – self-purification (self-degassing).*

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. *Anti-Chemical Properties of Modular Protective Material* // *Bulletin of the RCB protection*. 2022. V. 6. № 1 C. 12–27. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-1-12-27>

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. This work was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) (Grant № 18-29-17069).

References

See P. 24–25.

Authors

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

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.

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

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

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

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

U.S. Biowarfare Labs in Post-Soviet States

© АВТОР, 2022
УДК 606; 601.4; 608.3
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-1-28-43>

Ján Lakota

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

Received 30 January 2022. Accepted 20 March 2022.

The collapse of the Soviet Union in 1991 led to the creation of 15 weak states that have on their territory the remnants of the defensive infrastructure of the mighty superpower – the USSR. The United States and its NATO allies have taken advantage of this situation to gain scientific and technical knowledge previously unknown to them and, through the Cooperative Threat Reduction (CTR) Program, have begun dismantling weapons of mass destruction-related facilities in the former republics of the Soviet Union. Under the pretext of reducing the risk of bioterrorism and preventing the spread of technologies and knowledge that allow the creation of biological weapons (BW), the United States surrounded Russia and Belarus with a network of biological laboratories subordinate to the US Department of Defense. *The purpose of this work* is to describe the real picture of the activities of American military biological laboratories in the states of the former USSR. Only open sources were used in the work. At least 50 US military biological laboratories along the perimeter of Russia and Belarus have been established: in Armenia – 12; at least 8 in Azerbaijan; at least 11 in Ukraine; in Moldavia – 1; in Georgia – 12; in Kazakhstan – 6; in Tajikistan – at least 4 large and an unknown number of small laboratories; in Uzbekistan – at least 8. Their dual purpose is evidenced by the fact that their activities, contrary to paragraph 10 of the Biological Weapons Convention, are kept secret. In these laboratories, work with dangerous coronaviruses, potential agents of biological weapons (plague, tularemia, hemorrhagic fevers, brucellosis, etc.) is underway. What is rather alarming, experiments are being conducted to restore the genome of the causative agent of the plague, which caused the «black death» pandemic in the XIV century (Kazakhstan, Alma-Ata). In addition, data on «strange» outbreaks of human and animal diseases, the emergence of previously unseen species of animals (mosquitoes, flies, bats ect.), agricultural disasters around these laboratories, indicate that Americans do not comply with expensive measures of special safety precautions necessary when working with dangerous pathogens. The latter circumstance poses a direct danger not only to the countries that have provided their territory for them, but also to Russia and Belarus. The problem of American biological laboratories around Russia and Belarus requires a radical solution for a long time.

Keywords: bacteriological labs of the USA; biological weapons; BTRP; CTR program; NATO; Nunn-Lugar Act; United States.

For citation: Lakota Ján. U.S. Biowarfare Labs in Post-Soviet States // *Journal of NBC Protection Corps*. 2022. V. 6. № 1. P. 28–43. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-1-28-43>

Introduction¹

In October 2018, the journal of «Science» released an article titled «Agricultural Research or a New Biological Weapons System?» In this article,

German and French microbiologists expressed the view that the US was preparing for a bacteriological war, possibly thousands of kilometers away from their own borders. This article talked about a

¹ The article was completed by the author in early 2022, and it was submitted to the editorial office on January 30, 2022. Its author, rightly pointing out that the situation with the Pentagon's biocenters around Russia developed for a long time, could not have known that Russia would begin to solve this problem in the very near future. In Ukraine, the liquidation of such biocenters began on February 24, 2022, therefore, the materials of this article should be considered as a «slice of the situation» for the beginning of the liquidation of American military biological facilities along the perimeter of Russia (**Note added by the reviewer**).

Pentagon program called Insect Allies², which involves major biological experiments and experiments whose results could be used for military purposes [1]. According to the article «Natural outbreaks and bioterrorism: How to deal with the two sides of the same coin?» it is absolutely «...important to consider them separately. To create an efficient way to detect and contain them, the first step is to anticipate them by performing continuous scientific and epidemiological monitoring [2]. Still, the most serious and unpredictable events are referred to as «Black swan events» and despite our inability to foresee their occurrence, knowledge keeps being the key concept to anticipate them [3]. Thus, we need to continue and intensify networking at local, regional and global levels». From this point the task of the Russian Federation to control all biological facilities in former Soviet Union states is legal and must be accepted without any doubts and hesitations.

Main

As the collapse of the Soviet Union appeared imminent, the United States and their NATO allies grew concerned of the risk of nuclear weapons held in the Soviet republics falling into enemy hands. The Cooperative Threat Reduction (CTR) Program was an initiative housed within the Defense Threat Reduction Agency (DTRA). The CTR program is better known as the Nunn-Lugar Act (really the Soviet Nuclear Threat Reduction Act of 1991) which was authored and cosponsored by Sens. Sam Nunn (D-GA) and Richard Lugar (R-IN). This Act was created in 1986 in a congressional meeting. According to the CTR website, «the purpose of the CTR Program is to secure and dismantle weapons of mass

destruction and their associated infrastructure in former Soviet Union states». An alternative explanation of the program is «to secure and dismantle weapons of mass destruction in states of the former Soviet Union and beyond» [4].

One part of the CTR (Biological Threat Reduction Prevention (BTRP) Program – FSU) states that «The BTRP program's objectives are to reduce the risk of bioterrorism and prevent the proliferation of biological weapons (BW) technology, expertise, and extremely dangerous pathogens (EDPs)³. The U.S. has CTR implementing agreements with Kazakhstan, Uzbekistan, Georgia, Azerbaijan and Ukraine to assist them in preventing the proliferation of BW materials and expertise to rogue states and terrorist groups, increase transparency, encourage high standards of conduct by scientists, and preempt a «brain drain» of bio-related expertise. All BTRP projects in Russia fall under the International Science & Technology Center (ISTC) Agreement and the ISTC Funding Memorandum of Agreement⁴. The U.S. – Kazakhstan WMDIE Implementing Agreement covers BTRP projects in Kazakhstan. Biological Threat Reduction Implementing Agreements have been signed with Uzbekistan, Georgia, Azerbaijan and Ukraine. This program is executed through three projects, each of which serves a different objective of the CTR Program⁵.

«The Nunn-Lugar Vision» states that «Nunn-Lugar is not merely a program or a funding source or a set of agreements. It is an engine of expertise and cooperation that can be applied around the world — and must be. To meet the threats of the 21st century, the United States must send the clear message that we are willing to go anywhere to reduce threats of weapons of mass destruction —

² Osborne H. DARPA Is Making Insects That Can Deliver Bioweapons, Scientists Claim <https://www.newsweek.com/darpa-biological-weapons-insects-scientists-warn-1152834> (date: 02.01.2022)

³ Article I of Biological and Toxin Weapons Convention (BTWC) gives the following definition BW: «Each State Party to this Convention undertakes never in any circumstances to develop, produce, stockpile or otherwise acquire or retain: (1) microbial or other biological agents, or toxins whatever their origin or method of production, of types and in quantities that have no justification for prophylactic, protective or other peaceful purposes; (2) weapons, equipment or means of delivery designed to use such agents or toxins for hostile purposes or in armed conflict».

⁴ The International Science and Technology Center was established in November 1992 in Moscow by the CIS countries with the United States, the European Union and Japan, ostensibly for the professional retraining of researchers who worked in the defense industry of the former Soviet Union. Its main task was to prevent the proliferation of nuclear and bacteriological (biological) weapons. In 2005, U.S. President Barack Obama visited one of the ISTC facilities in Russia. The ISTC operated in eleven closed Russian cities, with enterprises focused mainly on the defense industry. Among them was even the Federal Nuclear Center in Sarov. The order, signed on 11.08.2010 by the President of the Russian Federation Dmitry Medvedev, reports that at the suggestion of the government (headed by Vladimir Putin), Russia withdrew from the constituent documents of the ISTC relating to 1992 and 1993. Gradually, the ISTC and other countries are coming out [5]. At the beginning of the year 2022, the parties to the ISTC were Armenia, Georgia, Tajikistan, and Kyrgyzstan. The headquarters of the ISTC is located in Nur Sultan (Kazakhstan). During the period 1994–2009, about 60 thousand Russian scientists participated in ISTC programs. **(Note added by the reviewer)**.

⁵ Global Security Engagement: A New Model for Cooperative Threat Reduction National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2009. Global Security Engagement: A New Model for Cooperative Threat Reduction. Washington, DC: The National Academies Press. <https://www.nap.edu/read/12583/chapter/20#160> p.160-161 (date: 30.12.2021).

<https://web.archive.org/web/20070927215354/http://www.dtra.mil/oe/ctr/programs/> (date: 30.12.2021).

the most remote places, using the most unusual means, with the most unlikely partners⁶».

However, there has been no exchange of knowledge and experience in the field of biological threat reduction. On the contrary, all those 30 years after the «collapse» of the USSR, the activities of American biological laboratories are surrounded by a layered secrecy. The number of such laboratories is growing. All the lofty phrases about transparency and openness, as it turned out, were aimed at «extracting knowledge» from former Soviet specialists who worked on programs for the study of dangerous pathogens. The U.S. thus gained access to dual-use expertise that can not only enhance its readiness for biological threats; but also create a biological threat to other states.

The purpose of the work is to show the real picture of the activities of US military biological laboratories in the states of the former USSR.

The fact that secret American laboratories can have a «dual purpose» is openly stated by many experts and politicians, who note that in this way, under the pretext of combating bioterrorism, the United States acts in its own interests, strengthening its position in the post-Soviet space. Under the research of «dual use», in particular, we mean the research in the field of resistance of microorganisms to all types of antibiotics, to various antimicrobial drugs. As a result, pathogenic microorganisms change their properties and become «more evil». Research is underway in the field of breeding «chimera strains» that overcome human immunity, as well as experiments with making genetic changes in insects that allow them to turn into convenient containers for the transfer of pathogens. Today, it is not very difficult to deliver such mutant insects to different parts of the globe. Some laboratory complexes, such as the Richard Lugar Center for Public Health in the suburbs of Tbilisi, are officially included in the US military system of global control over the spread of infectious diseases. The United States does not want to create an international body that would monitor the implementation of the Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons. In this convention, the countries agreed that there are great risks from biological weapons, that they are unpredictable. However, there is no monitoring mechanism for this international agreement. Washington ratified the convention in 1972, but in 2001 refused to adopt a protocol that would allow its implementation to be monitored [6].

The investigation confirmed that no materials are available on the official websites indicating the control of the activities of biological laboratories by state authorities or relevant international structures. However, this is quite understandable: protection from national regulatory authorities is included in the terms of the international agreement on the establishment of NTCU, and the Americans do not allow international inspectors into their laboratories. KPMG's audits do not address this range of issues. It is the secrecy and scope of this activity, as well as involvement in the projects of the US Department of Defense, that make us think about the developments carried out by the Americans in the field of biological weapons. Many experts express fears that American laboratories may have a «dual purpose» and, under the pretext of combating bioterrorism, the United States is conducting experiments in the field of resistance of microorganisms to all types of antibiotics, to various antimicrobial drugs, in the field of breeding «chimera strains» which could overcome human immunity, as well as experiments with making genetic changes in insects, allowing them to turn into convenient containers for the transfer of pathogens. The layout of U.S. biolaboratories outside the U.S. is shown in Figure 1. Below we will look at what is known about their number and activities.

Baltic states. So far there is no evidence for the presence of biological laboratories in the Baltic states. However, it should be noted that in 2018 a strange incident occurred in Lithuania. With the title: «On the relationship of outbreaks of African swine fever, resistant to low temperatures, with the development of a network of American bacteriological laboratories in the former Soviet republics» So, in June 2018 Lithuania recorded outbreaks of ASF (African swine fever) and destroyed more than 20 thousand animals, and the Minister of agriculture of Lithuania encouraged the farmers to switch to raising rabbits, and turkeys, and promising every support [7]. «Statistics of the incidence of ASF in the Baltic states is paradoxical. The fact is that the atypical resistance of the virus of African swine fever to the conditions of Northern latitudes could be created only in laboratory conditions» – suggests Khrolenko and calls biological research center of the Pentagon in Fort Detrick, the main suspect in the spread of the virus⁷.

Moldavia. Here the aim of the laboratories is closed by seven seals. «In 2020 U.S. diplomats frankly acknowledged Moldavia's participation in

⁶ Nikitin M. The Evolution of Cooperative Threat Reduction: Issues for Congress. Updated November 23, 2015. <https://sgp.fas.org/crs/nuke/R43143.pdf> (date: 02.01.2022).

⁷ The Baltic States support the bacteriological labs of the Pentagon // The Baltic Word. <https://balticword.com/the-baltic-states-support-the-bacteriological-labs-of-the-pentagon/> August 13, 2018 (date: 11.01.2022).



Figure 1 – Location of American biological laboratories outside the national territory. There are two groups of them. The first covers China, Iran, Turkey, Russia, Belarus. The second is located in sub-Saharan Africa and South Africa, i.e. where the most dangerous pathogens of a viral and bacterial nature are widespread and where their study seems justified. The scheme is taken from the site: <https://112.international/society/us-biolaboratories-in-ukraine-how-dangerous-are-they-for-population-54975.html> (date: 31.12.2021)

the U.S. Department of Defense's biosafety and biosurveillance programs, as well as the presence in the post-Soviet space, including the territory of Moldavia, of biological laboratories that not only conduct «peaceful research and development of vaccines,» but also store dangerous pathogens and threatening pathogens. Although officially they are talking about scientific projects and countering the threat of outbreaks (including deliberate and accidental) of the most dangerous infectious diseases in the world, it seems that the activities of these biological laboratories in Moldavia are, as mentioned above, a secret behind seven seals, including for the national authorities. In total, about \$ 4 million was allocated to Moldavia for scientific projects of various orientations, but where the main amounts go remains «behind the scenes». The history of cooperation between the Moldavian authorities and the STCU dates back to the year 2003, when it was decided to join the Agreement on the Establishment of the STCU. In December 2003, the Parliament adopted Law No. 531 on the accession of the Republic of Moldavia to the Agreement on the Establishment of the Scientific and Technological Center. After the law came into

force on January 1, 2004, the Foreign Ministry prepared and handed over the depositary accession documents, including a cover letter from the then President of the country Vladimir Voronin. Coordination of activities for the implementation of the provisions of the Agreement is entrusted to the Academy of Sciences of Moldova. Over the past 14 years, the foreign staff of the center has had a special status in Moldavia and enjoys a number of benefits. According to media reports, in the year 2008 a central reference laboratory was launched in Moldavia which was controlled by the official Chisinau only formally. As in other countries, national authorities are deprived of the opportunity not only to verify the experiments carried out, but even to receive full information about them. At the same time, the administrative and technical staff of the STCU has access to the results of scientific works of any Moldavian research institutes, to the entire heritage of biologists and chemists of the Soviet period. Journalists and experts from other countries, including Moldova, joined the discussion of this issue. Many remembered the unexplained outbreaks of atypical diseases, mass poisonings, which have been registered in Moldavia in recent

years. Some of these diseases have never been found in Moldavia or belong to the class of forgotten. We are talking about a series of cases of leptospirosis, tularemia, African swine fever, and the detection of cholera pathogens in water. Scientists note that it is too cold for the African swine fever virus in Moldavian region, and the disease could not spread naturally. At the same time, outbreaks recurred in January, March and December 2018. It turns out that along with the storage of dangerous pathogens in Moldavia, «peaceful research and development of vaccines» are being conducted, but all experiments under American programs are classified⁸. As follows from the reports of the STCU, in total, for the entire period of cooperation, about \$ 4 million was allocated for projects in Moldavia, of which the lion's share was provided by the US government. Over the past few years, Moldavia, according to official data, has annually received more than \$ 200 thousand from the NTCU for the implementation of scientific projects of various orientations. Where the main amounts go – remains «behind the scenes».

For example, the latest published report for the year 2018 contains information on the financing of new projects in Moldavia in the amount of \$ 211,5 thousand, while mentioning only one specific project worth \$ 24,6 thousand, which is associated with the development of new energy-saving technologies. The activities of biological laboratories and studies of dangerous pathogenic microorganisms are not reported in official reports.

Earlier, the Ministry of Defense of the Republic of Moldavia in an exclusive comment for Noi.md reported that Moldova is not involved in any projects related to military biology, either on the territory of the country or abroad. According to the Command of the Ground Forces of the National Army of the Republic of Moldavia, this country «does not participate in any international missions of a military-biological nature». However, according to experts, this may indicate the degree

of admission and, accordingly, the awareness of the military leadership regarding US developments and their goals. We can talk about both joint medical projects to defeat viruses and dangerous bacteria, and tests of new types of biological weapons of mass destruction. Since the work of secret American biological laboratories directly concerns every citizen, residents of the country have the right not only to count on a certain level of transparency, to have information about these activities, but also to participate in the discussion and decision-making related to the permission to conduct biological experiments in Moldavia.

Moreover, as many experts and commentators note, the admission of any interested persons and representatives of other countries to the territory of the Republic of Moldavia for these purposes should occur only after a broad public discussion at various levels or even a national referendum. In their opinion, in today's conditions, the problems of ensuring biological safety, which traditionally undeservedly occupy the last places in the list of tasks of the Moldavian authorities, should become one of the priorities⁹.

Ukraine¹⁰. For an introductory information let's start with the copy of the speech of the Ukrainian deputate Viktor Medvedchuk:

«I, as the Chairman of the Political Council of the Opposition Platform – For Life, together with the MP from our political force Renat Kuzmin addressed a deputy inquiry to the President of Ukraine V. Zelensky, Prime Minister D. Shmygal, Minister of Health M. Stepanov and the head of the SBU I. Bakanova and demanded information regarding the work of 15 US military biological laboratories in Ukraine, that that carry out illegal activities that threaten the life and health of Ukrainian citizens, as the European media openly write about. We demand that the authorities make public the facts of illegal «cooperation» between Ukraine and the United States in the field of the functioning of American biological laboratories

⁸ By the way, where are the «vaccines», about which so much has been said over the past 14 years? (Note added by the reviewer).

⁹ Investigation Noi.md (Moldavian news portal): What are American biological laboratories hiding in Moldavia? 30 apr. 2020. <https://noi.md/ru/analitika/rassledovanie-noi-md-cto-skryvayut-amerikanskie-biolaboratorii-v-moldove> (date: 11.01.2022).

¹⁰ Although U.S. authorities insist that the biological laboratories found in Ukraine were engaged exclusively in scientific activities, and call Moscow's statements that biological weapons were developed in them «propaganda,» not everyone in the West believes them. The British newspaper «The Daily Expose» on 24.02.2022 published an article «Is there more to the Ukraine/Russia conflict than meets the eye?», which claims that for many years the United States created a network of military biological laboratories in Ukraine and Russia simply could not react to this situation. <https://dailyexpose.uk/2022/02/24/is-there-is-more-to-the-ukraine-russia-conflict/> (date: 12.03.2022). Documents on the financing of these institutions also confirm that it was the Pentagon that provided them with grants. This was found out by Daily Wire host Michael Knowles. At the same time, as Knowles noted in the release of his program, these documents confirming the military-biological activities of the United States were recently removed. https://www.youtube.com/watch?v=lxAVIXr_5LE (date: 12.03.2022). Pre-existing suspicions about the development of biological weapons in American biological laboratories in countries that are essentially US colonies are confirmed by the documents seized by the Russian military during the operation in Ukraine. https://ria.ru/20220306/biooruzhie-1776951830.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (date: 07.03.2022) (Note added by the reviewer).

in our country – «cooperation», which began in President Yushenko's time, continued under President Poroshenko and was carried out under the present government. In particular, in Ukraine there is a «Scientific and Technical Center in Ukraine» – an international organization funded by the US authorities, whose employees have diplomatic immunity. This center finances projects to create weapons of mass destruction. The emergence of American biological laboratories in Ukraine and the financing of STCU projects coincided with several outbreaks of serious infectious diseases in the country. In particular, in 2009, a hotbed of the virus arose in Ternopil, which caused hemorrhagic pneumonia. Its victims were 450 Ukrainians. In 2011, there was an outbreak of cholera in Ukraine – then 33 people were hospitalized. And three years later, cholera was found in 800 people. A year later, more than 100 cases of cholera were recorded in Mykolaiv alone. In January 2016, at least 20 servicemen died in Kharkiv from a flu-like virus. More than 200 people were hospitalized. Two months later, 364 deaths were recorded in Ukraine. The reason is swine flu A (H1N1) pdm09, the same strain that led to the global pandemic in 2009. In 2017, there was an outbreak of hepatitis A in Mykolaiv. In the summer of the same year, the same outbreak was recorded in Zaporizhzhia and Odesa, and in the autumn - in Kharkiv. Given the growing incidence of serious infectious diseases among the population, there is every reason to believe that the secret and non-transparent activities of dangerous foreign biological facilities on the territory of Ukraine have its task is to covertly test the action of viruses and bacteria on citizens of Ukraine. Initiated in 2010-2012, inspections on compliance with safety standards by biological laboratories revealed a number of gross violations that could lead to the leakage of strains of dangerous infections. Based on the results of the inspections in 2013, it was decided to terminate cooperation between Ukraine and the United States in the field of biological experiments. However, with the coming to power of Poroshenko, this program was resumed. Moreover, the authorities eliminated sanitary norms and rules that set standards for

ensuring biological safety, which jeopardized the life and health of millions of Ukrainians. In connection with the foregoing, we demand to provide comprehensive information: how many US military biological laboratories receiving funding from abroad are operating today in Ukraine; on the basis of which normative documents do they carry out their work and how does the State control their activities? The Ukrainian people should know the truth about secret programs. We demand an end to the experiments that the authorities have been conducting on their people for a long time at the request and in the interests of the United States¹¹».

In the request of the deputies, it was noted that, according to available data, the functioning of American biological laboratories in Ukraine began in 2005. These institutions were located in Odessa, Vinnytsia, Uzhgorod, Lviv, Kyiv, Kherson, Ternopil, as well as near The Crimea and Lugansk¹².

In Ukraine, according to clause 5 of the agreement, the Ministry of Health of Ukraine collects and stores dangerous strains in laboratories funded by the United States. Reports directly to the US Department of Defense, and transfers copies of dangerous strains there for further research.

According to Art. 7. p 2. of the agreement, in Ukraine it is prohibited to disclose information that the Pentagon has identified as «sensitive»¹³.

«They're not there because of remoteness, they're there to get DNA samples from the local population, to create ethnically-targeted diseases as envisioned by the neocon's white paper «rebuilding America's defenses» published in 2000, which also explained why a «new pearl harbor» was needed to mobilize the country to pursue their wet dreams. The elites tend to be clairvoyant that way». Moreover, DTRA has funded a project involving soldiers in Ukraine code-named UP-8: The spread of Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF) virus and hantaviruses in Ukraine and the potential need for differential diagnosis in patients with suspected leptospirosis. The project started in 2017 and was extended few times until 2020, internal documents show. According to the project's description, blood samples will be collected from 4,400 healthy soldiers in Lviv, Kharkiv, Odesa

¹¹ Interview of Viktor Medvedchuk to the TV channel «112 Ukraine». Published on: 26 May 2020. https://zagittya.com.ua/news/intervju/intervju_viktora_medvedchuka_telekanalu_112_ukraina.html (date: 11.01.2022).

¹² Knyazev S. On American military biological laboratories in Ukraine // NEWS. 30.01.2022 <https://e-news.su/mnenie-i-analitika/412277-ob-americanskih-voennyh-biolaboratorijah-na-ukraine.html> (date: 01.02.2022). U.S. biolaboratories in Ukraine: Deadly viruses and threat for population // 112UA News Agency. 23 September 2020. <https://112.international/society/us-biolaboratories-in-ukraine-how-dangerous-are-they-for-population-54975.html> (date: 31.12.2021).

¹³ Gaytandzhieva D. Documents expose US biological experiments on allied soldiers in Ukraine and Georgia // Dilyana.BG. 2020 January 24. <http://dilyana.bg/documents-expose-us-biological-experiments-on-allied-soldiers-in-ukraine-and-georgia/> (date: 24.01.2022).

US Military Bio-labs in Ukraine, Production of Bio-weapons and «Disease Causing Agents». Uncategorized. May 1, 2020. <https://thoughtcrimeradio.net/2020/05/us-military-bio-labs-in-ukraine-production-of-bio-weapons-and-disease-causing-agents/> (date: 25.01.2022).

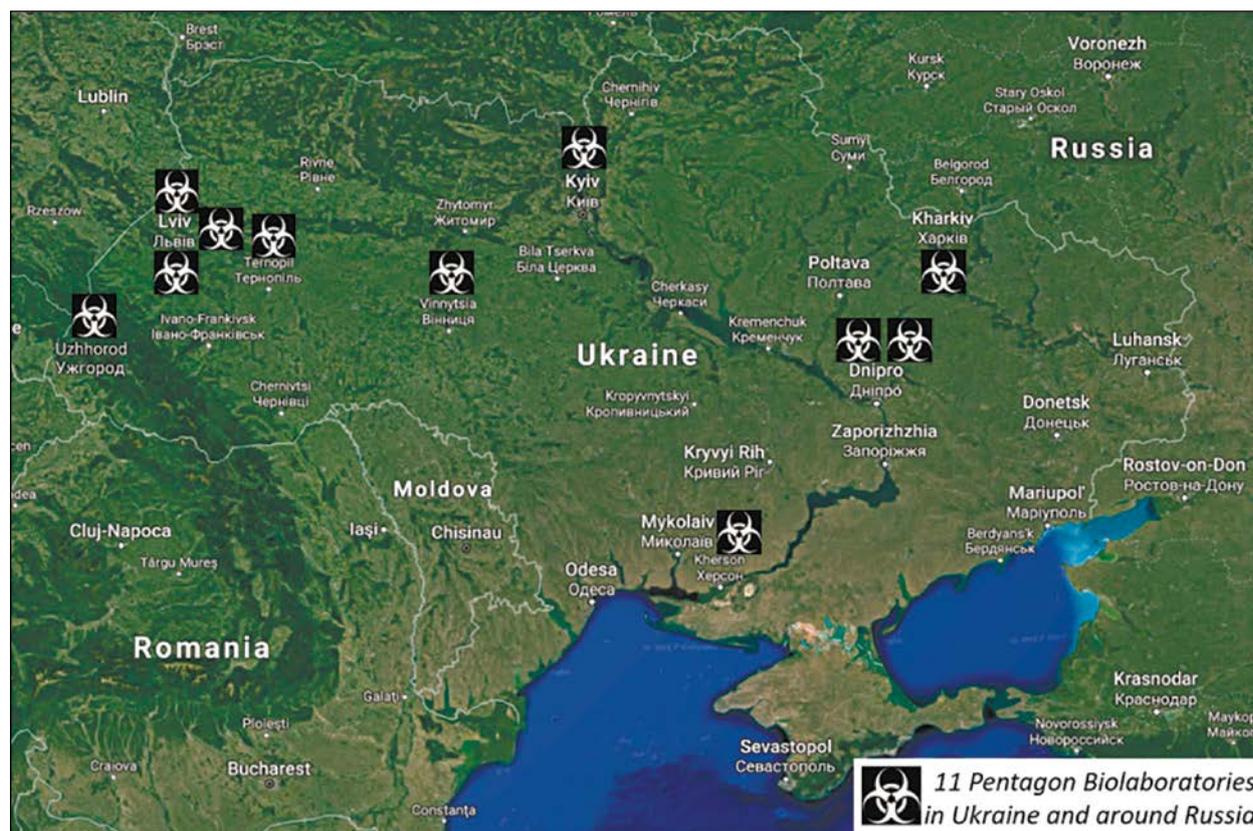


Figure 2 – Biological laboratories on the territory of Ukraine (Secret biological laboratories of the Pentagon near the borders of Russia). The scheme is taken from the site: <https://easaily.com/ru/news/2018/01/23/sekretnye-biolaboratorii-pentagona-u-granic-rossii-rassledovanie> (date: 31.12.2021)

and Kyiv. 4,000 of these samples will be tested for antibodies against hantaviruses, and 400 of them – for the presence of antibodies against Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF) virus. The results of the blood testing will not be provided to the study participants. There is no information as to what other procedures will be performed except that «serious incidents, including deaths should be reported within 24 hours. All deaths of study subjects that are suspected or known to be related to the research procedures should be brought to the attention of the bioethics committees in the USA and Ukraine»¹⁴.

The DoD Defense Threat Reduction Agency (DTRA) has funded at least known 11 biological laboratories in the former Soviet Union Country Ukraine, bordering on Russia (Figure 2).

Among the set of bilateral agreements between the US and Ukraine is the establishment

of the Science and Technology Center in Ukraine (STCU) – an international organization funded mainly by the US government which has been accorded diplomatic status. The STCU officially supports projects of scientists previously involved in the Soviet biological weapons program. Over the past 20 years the STCU has invested over \$285 million in funding and managing some 1,850 projects of scientists who previously worked on the development of weapons of mass destruction¹⁵. The US personnel in Ukraine work under diplomatic cover¹⁶.

One of the Pentagon laboratories is located in Kharkiv, where in January 2016 at least 20 Ukrainian soldiers died from Flu-like virus in just two days with 200 more being hospitalized. The Ukrainian government did not report on the dead Ukrainian soldiers in Kharkiv. As of March 2016, 364 deaths have been reported across Ukraine (81.3 % caused

¹⁴ Ibidem.

¹⁵ The Soviet Union was one of the developers of the BTWC and has been a party to this treaty since 1975, i.e. since its entry into force. There is no evidence of a violation of the BTWC by the Soviet Union. Therefore, Ukrainian «scientists», allegedly «previously engaged in the development of weapons of mass destruction», most likely turned out to be ordinary crooks who used the money of American taxpayers together with their American curators. (Note added by the reviewer).

¹⁶ Gaytandzhieva D. The Pentagon Bio-Weapons // South Front. 16.01.2018. <https://southfront.org/pentagon-bio-weapons/> (date: 25.01.2022).

by Swine Flu A (H1N1) pdm09 – the same strain which caused the world pandemic in 2009). According to DPR intelligence information the US bio lab in Kharkiv leaked the deadly virus. A highly suspicious Hepatitis A infection spread rapidly in just a few months across Southeast Ukraine where most of the Pentagon biolabs are located. 37 people have been hospitalized for Hepatitis A in the Ukrainian city of Mykolaiv as of January 2018. Local police have launched an investigation into «infection with human immunodeficiency virus and other incurable diseases». Three years ago, more than 100 people in the same city became infected with cholera. Both diseases are alleged to have spread through contaminated drinking water. In the summer of 2017, 60 people with Hepatitis A were admitted to hospital in the city of Zaporizhzhia, the cause of this outbreak is still unknown. In the Odesa region, 19 children from an orphanage were hospitalized for hepatitis A in June 2017. 29 cases of Hepatitis A were reported in Kharkiv in November 2017. The virus was isolated in contaminated drinking water. Ukraine and Russia were hit by a new highly virulent cholera infection. In 2011 Ukraine was hit by a cholera outbreak. 33 patients were reportedly hospitalized for severe diarrhea. A second outbreak struck the country in 2014 when more than 800 people all across Ukraine were reported to have contracted the disease. In 2015 at least 100 new cases were registered in the city of Mykolaiv alone¹⁷.

Armenia. Armenia currently has a network of 12 biological laboratories created or modernized with the money of the US military department within the framework of the Biological Threat Reduction Program (BTRP), which, in turn, is part of the «Biological Cooperative Participation Program» (CBEP) of the United States. Three of them are located in Yerevan: Center for Disease Control and Prevention, the State Food Safety Service and the Nork Infectious Diseases Clinical Hospital. In Ijevan, Gyumri, Martuni, Sisian, Artashat and Vanadzor, etc., regional laboratories operate on the basis of anti-plague stations. As in other countries, they are only nominally owned by Armenia, but in fact are controlled by the US Security Threat Reduction Agency (DTRA). The American affiliation of these facilities is confirmed by a list of contractors. This, in particular, is CH2M Hill, which received \$ 50 million from DTRA to create laboratories and an information network in Armenia. According to the leader of the coalition of public movements «United Health», an international expert in the field of biological security G. Grigoryan, the national biological security system of Armenia has been

turned into an element of the US biological intelligence system in the region. Even before the American military network of laboratories opened in the country, since the mid-90s, the United States has gained full control over the Armenian epidemiological databases. According to Grigoryan, the country has introduced the Epi info information system developed by the US Center for Disease Control and Prevention (CDC) located in Atlanta, recommended by WHO for the collection and processing of epidemiological data in all countries. And in 2011, the Americans forced the state sanitary-epidemiological and veterinary-sanitary surveillance services to introduce an electronic integrated disease surveillance system (EIDSS) and an electronic pathogenic asset control system (PACS). Although databases and strains of especially dangerous infectious agents should belong to Armenia, the true owners of the laboratories dispose of them at their discretion. In 2015, two plague bacillus genomes from Armenia were obtained by Lugar M. Nikolic, a representative of the Walter Reed Military Research Institute (WRAIR) in the United States and at the same time by Lugar Nikolic, an employee of the Georgian center. In 2016, the medical records of 600 patients of the main infectious diseases hospital in Armenia «Nork» were examined by representatives of the Military Medical Research Institute of Infectious Diseases from Fort Detrick and the Walter Reed Military Research Institute Christian Bautista. They were interested in brucellosis, which, according to a 1977 U.S. Army report, was tested as a biological weapon five times in 1952, twice in 1954, and four times in 1955. As for tularemia, for which the Americans published a study in 2014 entitled «Analysis of tularemia outbreaks in Armenia, 1996-2013», the Pentagon seriously considered options for its use as a bioweapon. A declassified report by the U.S. Army for 1981 states that military experts compared the economic efficiency of three scenarios for a possible biological attack on a large enemy city: 16 simultaneous attacks by infected yellow fever mosquitoes from the ground and air and an aerosol attack with spraying tularemia. Killing 625,000 people, each death would have cost the Pentagon 29 cents. If the number of victims were 10 times less, then the cost of each life would already be \$ 2.86. Quite seriously, we can assume that, in addition to research, American «virologists in uniform» conduct field tests on the territory of Armenia and neighboring countries. As Black & Veatch reported in 2012, within the framework of the DTRA program, it installed equipment for diagnosing infectious diseases in three laboratories of the Ministry of Health of Armenia, capable

¹⁷ Denisov D. Virus under cover. Ukraine as a testing ground for bacteriological research? International Affairs. 20.04.2020. <https://interaffairs.ru/news/show/26061> (date: 11.01.2022).

of confirming outbreaks of anthrax within a few hours. And it is necessary to happen such a «coincidence» that in the Gegharkunik region a few weeks later there was an unprecedented outbreak of this disease in the history of Armenia, covering 52 people. The equipment was checked, it works. After the appearance of American biological laboratories in Armenia, Asian tiger mosquitoes also «got started», which are carriers of tropical fever, dengue fever, Chikungunya and Zika virus. Experiments on them were conducted in the center of Lugar in Georgia. And the mosquitoes flew, as well as the coronavirus-infected bats of the American Professor G. Smith, which were somehow «discovered» in the caves of Kazakhstan during the professor's work in the American CRL in this country¹⁸.

Azerbaijan. Azerbaijan, like Georgia, is a party to a number of international agreements on the non-proliferation of nuclear weapons, the prohibition of nuclear tests, etc. After the collapse of the USSR, many facilities remained on the territory of Azerbaijan that were previously part of the all-Union anti-plague system, which consisted of six institutes, 29 regional and 53 field anti-plague stations. According to a number of researchers, the term «plague» itself in the above-mentioned system was used in a broad sense and referred to infectious diseases that pose the greatest danger, such as anthrax, brucellosis, edematous plague, Congo-Crimean hemorrhoidal fever and tularemia. Against the background of the lack of interest on the part of the new Azerbaijani elite, Washington became interested in this Soviet legacy. There are eight U.S. biological laboratories funded from the Pentagon in Azerbaijan. At first, the activities of these laboratories are reduced to the destruction of the system of sanitary and epidemiological control created in the country, in the future, the biomaterial of citizens in the form of blood serums is collected and work with various strains is carried out. It is important to note that this type of Azerbaijani-American cooperation in Baku is not usually advertised. In addition, an agreement was signed between the United States Department of Defense (DOD) and the Government of the Republic of Azerbaijan «On cooperation in the field of technologies and pathogens related to the development of biological weapons and the

non-dissemination of information in this area». In accordance with this agreement, Baku and Washington began joint work to improve the safety and security of the Central Pathogenic Health Laboratory of Azerbaijan and the Republican Anti-Plague Station in Baku. In September 2005, the American newspaper Chicago Tribune published an interesting article authored by Jeff Zeleny «The United States receives pathogenic microorganisms from the former Soviet republic». The article said that a few days before its release, «more than 60 dangerous and deadly species of bacteria, which are the legacy of the former Soviet Union's large-scale biological weapons program¹⁹, were transported from Azerbaijan» to the United States. Was one of the steps in the joint struggle of the two countries against the threat of biological terrorism. Samples of bacteria, including species that cause plague and anthrax, were smuggled from Baku to the United States on a military plane as part of a secret mission. Pathogens, according to official information, on Saturday will be delivered to the Dover Air Force Base located in Delaware, the material said. However, according to information on the website of the Nuclear Threat Initiative, within the framework of cooperation, Azerbaijan provided the United States with not 60, but 124 samples of 62 unique species of pathogens of plague, anthrax, cholera and other dangerous diseases. These samples were transported to the Institute of Pathology of the US Armed Forces (Washington), where specialists of the US Department of Defense and Azerbaijan planned to conduct joint research. This deal became possible not without the help of an official visit to Azerbaijan, in early 2008, senator Richard Lugar, an ardent supporter of the placement of American bacteriological laboratories in different countries of the world. During the visit, the senator said that the data obtained as a result of research will be important in «countering the war on terrorism and biological attacks.» Also in 2010, Lugar's assistant paid an unofficial visit to Baku, the purpose of his visit was issues related to the commissioning and further functioning of the bacteriological laboratory - the «Scientific Center for the Study of Infectious Diseases», being built in the Lankaran region of Azerbaijan with American funds with the help of specialists from the United States²⁰.

¹⁸ Popova V. American Biological Laboratories in Armenia: Miracles of Multi-Vectorials. Military-political analytics. 23.04.2020. <https://vpoanalytics.com/2020/04/23/amerikanskije-biolaboratorii-v-armenii-chudesna-mnogovektornosti/> (date: 20.01.2022).

Some more facts including the copies of agreements can be found here: U.S. Biological Laboratories in Armenia // Golos Armenii 16.04.2021. <https://www.golosarmenii.am/article/115145/biologicheskie-laboratorii-ssha-v-armenii> (date: 25.01.2022).

¹⁹ Work on the study of pathogenic microorganisms and the identification of foci of dangerous infections in the USSR was carried out within the framework of epidemic surveillance. (**Note added by the reviewer**).

²⁰ Stepanyan D. Why do Americans need biological laboratories in Armenia, Georgia and Azerbaijan? // Noev Kovcheg. 2019. № 2. <https://noev-kovcheg.ru/mag/2019-02/6466.html> (date: 25.01.2022).

Georgia. The Caucasian nation of Georgia, with whom Russia has had poor relations for over a decade following the 2008 war in South Ossetia, has had one of the most active US biolab programs in the post-Soviet space. In 2018, Igor Giorgadze, the country's former minister of state security, asked President Trump to investigate reports that personnel from the Lugar Center biological lab outside Tbilisi had engaged in experiments on people, and that some of these test subjects had died. In a report on the US-funded lab's activities, Giorgadze revealed the high level of bacteriological protection at the facility, as well as equipment which he said was capable of «spraying harmful substances and ammunition with biologically active materials». The former official questioned why a lab supposedly engaged in peaceful research would have a need for such equipment. Washington dismissed Giorgadze allegations as «absurd», and assured that the lab's research was peaceful in nature. However, leaked e-mails between the Lugar Center, the Pentagon biolaboratory in Tbilisi, the US Embassy to Georgia and the Georgian Ministry of Health reveal new information about the \$161 million secretive US Government biological research program in this former Soviet country.

The data allegedly originating from the Ministry of Health of Georgia has been published anonymously on Twitter and on a forum for database leaks – Raidforums²¹:

Among the documents there are internal memos, official letters and detailed information about US government projects at the Lugar Center, funding and foreign business trips.

The Pentagon has planned to turn Georgia into its largest biological research center overseas, combining its military resources with the resources of the US Centers for Disease Control (CDC) in Georgia. The US military biological research projects in Georgia have been funded by the Defense Threat Reduction Agency (DTRA). According to internal data, American and Georgian scientists were working on the following DTRA projects in the Lugar Center²²:

Here we mention a few of them:

Project 1059: *Zoonotic Infections with Fever and Skin Injuries in Georgia*. The project includes

isolation of new orthopoxviruses in humans, rodents, domestic and wild animals in Georgia.

Project 1060: *Characterization of the Georgian National Center for Disease Control (NCDC) Strain Repository by New Generation Sequencing*. Characterization and genome research on 100 strains from four endemic species: *Y. pestis* (causing the disease plague), *B. anthracis* (anthrax), *Brucella*, and *F. tularensis* (causing the disease tularemia).

Project 1439: *Molecular Virological Research in Georgia*. Identify and characterize Hantavirus and Crimean-Congo hemorrhagic fever virus (CCHFV) strains by molecular methods.

Project 1497: *Molecular Epidemiology and Ecology of Yersinia Species in Georgia and Azerbaijan*. Isolation of different strains of *Yersinia*.

Project 1911: *Rickettsia and Coxiella infection surveillance in Georgia and Azerbaijan*. Valid until 22.09.2022.

In addition to the Lugar Center, the U.S. Department of Defense sponsors a network of more than ten small labs in Georgia. All of them have a second level of biosafety²³.

Military Experiments with Tropical Mosquitoes and Ticks in Georgia. Such species of mosquitoes and fleas (studied in the past under the US Entomological Warfare Program) have also been collected in Georgia and tested at The Lugar Center.

Under the DTRA project «Virus and Other Arboviruses in Georgia» in 2014 the never-before-seen tropical mosquito *Aedes albopictus* was detected for the first time and after decades (60 years) the existence of *Aedes aegypti* mosquito was confirmed in West Georgia.

These tropical mosquitoes *Aedes albopictus* having never been seen before in Georgia, have also been detected in neighboring Russia (Krasnodar) and Turkey, according to data provided by the European Centre for Disease Prevention and Control, their spread is unusual for this part of the world.

Aedes aegypti Mosquitoes have been distributed only in Georgia, Southern Russia and Northern Turkey. They were detected for the first time in 2014 after the start of the Pentagon program at The Lugar Center²⁴.

In the Lugar Center several coronaviruses were discovered, similar to the epidemic SARS

²¹ Gaytandzhieva D. US diplomats involved in trafficking of human blood and pathogens for secret military program // Dilyana. 2018. September 12. <http://dilyana.bg/us-diplomats-involved-in-trafficking-of-human-blood-and-pathogens-for-secret-military-program/> (date: 25.01.2022).

²² Gaytandzhieva D. New data leak from the Pentagon biolaboratory in Georgia // Dilyana. 2020. September 6, <https://armswatch.com/new-data-leak-from-the-pentagon-biolaboratory-in-georgia/> (date: 25.01.2022).

²³ Biological laboratories in Georgia: Dirty work of the United States near the borders of South Ossetia // South Ossetia. (date 20.05.2021). <https://yandex.ru/turbo/eadaily.com/s/ru/news/2021/05/20/biolaboratorii-v-gruzii-gryaznaya-rabota-ssha-u-granic-yuzhnoy-osetii> (date: 05.01.2022).

²⁴ The Pentagon's Bio-Weapons Research Program. 2018. April 15. <https://thoughtcrimeradio.net/2018/04/the-pentagons-bio-weapons-research-program/> (date: 25.01.2022).

and MERS coronaviruses, according to the ISTC project manager and Lugar Center virologist Lela Urushadze. These results were published by Urushadze in her dissertation²⁵.

In a blood testing of a sample of military soldiers was conducted to estimate the seroprevalence of *F. tularensis* nationally. Of the 500 military soldiers tested, 10 (2%) had antibodies for *F. tularensis* (MAT of 1:128 or higher). The seropositive soldiers were men, the majority of whom were between 30 and 39 years of age. Seven cases had current residences in known endemic areas (i.e. Kakheti, Samtskhe-Javakheti, Kvemo Kartli, Shida Kartli, and Tbilisi). Three were from areas without previously known *F. tularensis* transmission. The data were published in a peer reviewed journal [8]²⁶.

Kazakhstan. According to publicly available US sources, DTRA has been conducting research in Kazakhstan since at least 2005 and invested \$ 400 million to establish biological laboratories. There are now six biological facilities there, created with Pentagon money as part of the CBEP project, which CH2M and Jacobs are responsible for managing. Many Kazakhstanis suspect that several epidemics in the country were triggered by researchers at these closed facilities. However, nobody so far has managed to provide a confirmation of those fears, and Washington is doing its best to keep its activities a secret.

A study of the work of US biological laboratories in Kazakhstan allows us to talk about the presence of similar incidents. «Nikita Mendkovich proves this, in particular, on the example of the outbreak of brucellosis in Southern Kazakhstan in 2009. It occurred during the implementation of DTRA brucellosis research projects in Kazakhstan (KZ-2) and Uzbekistan (UZ-4). «These events were preceded by a long decline in the incidence of brucellosis in Kazakhstan (2004-2007), and then

there was a sharp increase in the number of foci of brucellosis among domestic animals (2009-2013), recorded by local veterinary services. More recent genetic studies of brucellosis strains in the republic have recorded significant differences between brucellosis samples from the Zhambyl region, where IPBB (the contractor DTRA USA) is deployed, and samples from other regions of Kazakhstan. Among the studied Kazakhstani materials, strains related to the United States and Western Europe were identified. DTRA and IPBB specialists do not give any explanations for these discoveries. The KZ-2 research team included Mikeljon Nikolic, a researcher at the U.S. Armed Forces Walter Reed Institute, Jason Blackburn, head of the Laboratory of Spatial Epidemiology (University of Florida), funded by DTRA, and Philip Elzer, a biologist and longtime participant in NATO programs. That is, a group of American military specialists in biological warfare was associated with an outbreak of brucellosis in Kazakhstan. «Another example is the Congo-Crimean hemorrhagic fever in the year 2014. N. Mendkovich said: «A year earlier, in 2013, DTRA launched the KZ-29 project in Kazakhstan, aimed at studying the spread of CCHF, and it was ticks. The research was led by Allen Richards, now Navy Lieutenant Commander, and Navy Lt. Christina Farris, representing the U.S. Navy Medical Center (Maryland). The team also included Kenneth Yeh of MRIGlobal, a contractor for the U.S. Department of Defense, and Roger Hewson, a UK army research leader based in Salisbury, home to an army microbiology centre. Again, a familiar picture. That is, we are talking again about the developments of military biologists»²⁷.

During the Kazakhstan riots of January 2022, information was leaked to the press that the main purpose of the work in the recently commissioned American biological laboratory of the BSL-3

Gaytandzhieva D. WMD America: Inside The Pentagon's Global Bioweapons Industry // GeoEngineering watch. 2018. February 9. <https://www.geoengineeringwatch.org/wmd-america-inside-the-pentagons-global-bioweapons-industry/> (date: 25.01.2022).

ზონიზირებული პათოგენები და მათი მოლეკულურ ეპიდემიოლოგიური დახასიათება საქართველოს ხელფრთიანებში.

<http://eprints.iliauni.edu.ge/8640/1/%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%90%20%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%A3%E1%83%A8%E1%83%90%E1%83%AB%E1%83%94.pdf>, Abstract, page 5-6, in English) submitted to the Ilia State University in 2018. (date: 25.01.2022)

²⁵ Gaytandzhieva D. Project G-2101: Pentagon biolab discovered MERS and SARS-like coronaviruses in bats // Arms Watch. 2020. April 30. <https://armswatch.com/project-g-2101-pentagon-biolab-discovered-mers-and-sars-like-coronaviruses-in-bats/> (date: 25.01.2022).

²⁶ It is interesting to see the organizations and the authors who participated on this work: Department of Molecular Epidemiology, National Centre for Disease Control and Public Health, Tbilisi, Georgia; **US Army Medical Research Unit Georgia, Tbilisi, Georgia**; Department of Epidemiology, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia; Infectious Diseases, AIDS and Clinical Immunology Research Centre, Tbilisi, Georgia; Institute for Health and the Environment, University at Albany, State University of New York, NY, USA. What is this if not an epidemiological reconnaissance of the future theater of biological operations? (Note added by the reviewer).

²⁷ Platov V. What Viruses are Being Studied by US Military Bio-Laboratories in Kazakhstan? // New Eastern Outlook. (date 06.08.2021). <https://journal-neo.org/2021/08/06/what-viruses-are-being-studied-by-u-s-military-bio-laboratories-in-kazakhstan/>

group in Almaty is to restore the genome of the plague causative agent that caused the Black Death pandemic in the years 1346-1352²⁸. This strongly changes the proclaimed aim of the American military laboratories in the territories of the former republics of the USSR. Now their activities cannot be explained even by the goals of epidemiological reconnaissance of the future theater of biological operations. The plague bacteria that caused the Black Death pandemic was considered as «extinct» [9, 10]. Arousing in 1347 in the central regions of Asia, the plague pandemic spread to Europe, and caused mass death of its population. Within a few years, the European population had declined by 60% [11].

Kyrgyzstan. There are no informations about the existing biological laboratories of the Pentagon in Kyrgyzstan in the public domain²⁹.

Tajikistan. In the 2010s, the US and other Western countries allocated funding to another Russian ally in Central Asia – Tajikistan, with Foundation Merieux, a French charitable foundation whose formal mission includes the strengthening of local health capabilities and reducing the impact of infectious diseases, establishing the Gastroenterological Institute in Dushanbe in 2013 with UN and USAID assistance. In 2019, another lab – the Republican Center for the Fight Against Tuberculosis, was opened in Tajikistan, this time sponsored directly by USAID and the Pentagon. As elsewhere, the lab allows both local biologists and their foreign counterparts to study local diseases, including tuberculosis, malaria, hepatitis and cholera. That same year, another US-funded laboratory was opened in Isfara in northern Tajikistan. Little information was available regarding its work, except that it was also funded by the US³⁰.

Turkmenistan. On March 14, 2019, the Union of Industrialists and Entrepreneurs of Turkmenistan (UIET) and HilStandart Corporation opened the first private microbiological laboratory in the country with the assistance of USAID. It was officially described as a food safety laboratory. The

number of laboratory personnel and the Americans' degree of control over it are unknown³¹.

Uzbekistan. On April 21st 2011, the US chargé d'affaires in Uzbekistan, Duane Butcher, opened laboratories in Andijan and Fergana, built with financial support from the Defence Threat Reduction Agency by Bechtel National Incorporated, a large engineering and construction company based in San Francisco. The cost of the project is about \$1.3 million. The official purpose of the laboratory is to «help identify particularly dangerous pathogenic microorganisms and prevent epidemics». Duane Butcher noted that this is «only one of many projects that the United States and Uzbekistan are currently working on». It was about reconstruction of 10 regional diagnostic laboratories and 17 units of epidemiological support³².

Then, with the help of the Americans, there were stations in Bukhara, Qarshi, Samarkand, Nukus; some have US citizens among their staff. In the summer of 2015, the Defence Threat Reduction Agency (DTRA) and the American Centers for Disease Control and Prevention held a seminar in Tashkent for doctors, epidemiologists, and laboratory specialists of the Ministry of Health of Uzbekistan for the exchange of experience in decrypting laboratory analyses of particularly dangerous pathogens. The large-scale modernisation of 157 sanitary and hygienic laboratories throughout the country with a total cost of \$17.4 million was planned. The largest laboratory built in Uzbekistan by the DTRA and Bechtel National Incorporated was the station in Urgench (Khorezm Regional Diagnostic Laboratory), opened on October 18th 2016, immediately after Karimov's death. At the opening of the laboratory, US Ambassador Pamela Spratlen announced a full understanding between the DTRA and the government of Uzbekistan.

According to the American Ambassador, the laboratory in Urgench «will allow for the first time to obtain experimental data on the prevalence of antimicrobial resistance», which «will improve the

²⁸ The uprising in Kazakhstan revolves around uranium and the recently opened American biological laboratory of the BSL-3 group in Alma-Ata // Aeronet.cz/news (date: 07.01.2022). <https://aeronet.cz/news/povstani-v-kazachstanu-se-toci-okolo-uranu-a-vedavno-zprovoznene-americke-biologicke-laboratore-skupiny-bsl-3-v-alma-ate-kde-americka-armada-spolu-s-vedci-z-fort-detrick-zahajila-vyzkum-vzorku/> (date: 08.01.2022).

²⁹ The National Biological Laboratory (BSL-3) in the green zone of Bishkek (the Botanical Garden of the Academy of Sciences) was closed in 2012 due to protests by citizens. Brazhnikova Y. Net biolaboratorii Pentagona v stranach CIS // Vector-Eurasia. June 18, 2016. <https://vector-eurasia.org/internal/project-analyst/47/63/> (date: 01.01.2022).

³⁰ Webster T. Biolabs Ringing Russia's Borders: What's the US Really Doing at These Facilities? // Hiram's 1555 Blog. 2020. May 28. <https://hiram1555.com/2020/05/30/biolabs-ringing-russias-borders-whats-the-us-really-doing-at-these-facilities/> (date: 20.01.2022).

³¹ Uvarov A. American Biolabs in the Southern Underbelly of Russia // Сталкер Zone. 2020. May 22. <https://www.stalkerzone.org/american-biolabs-in-the-southern-underbelly-of-russia/> (date: 22.01.2022).

³² Kurmanov A. Uzbekistan is entangled in a network of US military-biological laboratories // Politnavigator. 03.06.2021. <https://www.politnavigator.net/uzbekistan-oputan-setyu-voenno-biologicheskikh-laboratorijj-ssha.html> (date: 05.01.2022).

quality of life and health of citizens of Uzbekistan and other countries of the region».

However, there was no «improvement in the quality of life and health». On the contrary, in Uzbekistan, unexplained outbreaks of measles (500 people in the Samarkand region) and smallpox were recorded (this disease was covered up with a diagnosis of «allergic dermatitis»). In Tashkent, there is a theory that the exertion of strong pressure on Gulnara Karimova, the daughter of the former President of Uzbekistan, is related, among other things, to the fact that she paid too much attention to the origin of incomprehensible diseases.

Now the Americans continue their activities in Uzbekistan. In April 2017, a Center for Combating Antimicrobial Resistance was opened at the Research Institute of Epidemiology, Microbiology, and Infectious Diseases of Uzbekistan. Uzbekistan's new leadership, which maintains relations with Washington, is silent about laboratories. Only once, in October 2018, was the silence broken: after the statement of the chief of the Nuclear, Biological and Chemical Protection Troops of the Russian Armed Forces Igor Kirillov about the creation of a «laboratory belt» around Russia, the Ministry of Defence of Uzbekistan said that they «did not hear» about the reconstruction of Pentagon-controlled laboratories in the Republic³³.

1. The true goals of the actions of American biological laboratories that have been «installed» in the CIS states around Russia and Belarus are unknown. However, they are surely not related to the Biological Threat Prevention Program (BTRP). It should be noted that according to the CTR website, «the purpose of the CTR Program is to secure and dismantle weapons of mass destruction and their associated infrastructure in former Soviet Union states». It is an «experimental fact» that the «dismantling of weapons of mass destruction and their associated infrastructure in former Soviet Union states» now takes more than 30 years. This can be recognized as a full failure of the program. Or, worse, it can be recognized as a «dual activity» program which under the cover of long, long «dismantling of weapons of mass destruction» creates newer, more effective biological weapons based on local «evil» pathogens with «interesting» genofonds.

³³ Ibidem.

³⁴ Article VI of Biological and Toxin Weapons Convention (BTWC): (1) Any State Party to this Convention which finds that any other State Party is acting in breach of obligations deriving from the provisions of the Convention may lodge a complaint with the Security Council of the United Nations. Such a complaint should include all possible evidence confirming its validity, as well as a request for its consideration by the Security Council.

(2) Each State Party to this Convention undertakes to co-operate in carrying out any investigation which the Security Council may initiate, in accordance with the provisions of the Charter of the United Nations, on the basis of the complaint received by the Council. The Security Council shall inform the States Parties to the Convention of the results of the investigation.

2. There are strong reasons to assume that the activities of these laboratories are related to the epidemic reconnaissance of theaters of military operations in the territories of Russia and Belarus and to the development of new means of conducting biological warfare (as mentioned above).

3. Data on outbreaks of diseases in humans and animals, the emergence of new species of animals (mosquitoes, flies, bats ect.), agricultural disasters indicate an extremely low level of biosafety in these laboratories which poses a threat not only to the countries where they are located, but also to neighboring countries, including Russia and Belarus. On the other hand, this can be a «cover story» for the biological warfare experiments performed on the territories where these laboratories are located. It is easy to convince the microbiological and medical community that the observed outbreaks are associated with low level laboratory safety in these facilities.

4. Collections of pathogens collected during the Soviet era and transferred to American biological laboratories pose a great threat to the countries in which they were collected, since in the event of a biological attack it will be impossible to prove the artificial nature of the outbreak of this infection.

5. Databases of the human genomes of the population of countries which were formerly part of the USSR will make it possible to create weapons that work according to the new principle – the selective defeat of individual ethnic groups.

6. The existence of these laboratories around Russia and Belarus has clearly been prolonged and therefore it is advisable for Russia to use Art. 6 of the BTWC³⁴ and the UN experience as it has been used in eliminating Iraq's chemical weapons [12].

Post scriptum

One recent example, although not from this area, comes from Slovakia. In 2020, up to 4 million people were re-tested for the presence of SARS CoV-19. This unprecedented military operation (carried out under enormous government pressure) in post-war Europe completely violated the Nuremberg Codex. «Results» (of no medical or scientific significance) have been published [13]. It should be noted that the authors of the article are lying about informed consent. It seems that the

DNA of almost the entire population of Slovakia has been collected and analyzed. This idea is supported by another DNA collection in Poland, which should begin in early year 2022³⁵.

During the search the author met the name of the Bulgarian investigative journalist Dilyana Gaytandzhieva who wrote a detailed article about the US bio-weapons research that spans across the world in 25 different countries. These bio-laboratories are funded by the Defense Threat Reduction Agency (DTRA) under a \$2.1 billion military program called Cooperative Biological Engagement Program (CBEP), and are located in countries such as Ukraine, Kazakhstan, Uzbekistan, Georgia, Azerbaijan, Jordan, Iraq, Afghanistan, Pakistan, Laos, Cambodia, the Philippines, etc. In 2019 the journalist traveled to Brussels and attended the European Parliament in order to confront Robert Kadlec, Assistant Secretary at the US Department of Health, regarding the number of classified bio-weapons research labs scattered through Eastern Europe and Central Asia. Their transcribed conversation follows:

Gaytandzhieva: *Why has the Pentagon been operating military bio-laboratories in 25 countries, bordering on the US rivals Russia, China and Iran, and why has the number of deadly outbreaks, in all those countries, increased dramatically since the start of the military program of the United States in these countries?*

Kadlec: *I will say unequivocally and undeniably, the US does not have a military biological weapons program. Period. End of statement. Number two [interrupts Gaytandzhieva], we have been working, and I do know from the Department of Defense, they have been working with partners in parts the World, to ensure that those laboratories, and we trained them to do the diagnostic tests on these diseases, to ensure that they can manage them and also safely secure those facilities, so they're not accessible by terrorists, or by criminals, who would do ill with them.*

Gaytandzhieva: *Why are all these projects classified information? All these bio-laboratories of the Pentagon in 25 countries across the world? Why are they classified information?*

Kadlec: *They're not classified, they're openly available to anyone who wants to look at them.*

Gaytandzhieva: *No, I tried it. No, this is not true. They are classified information.*

Vautmans: *Ok, ok, I think I will not give you more time. We will try to answer your questions, but that's not the place here. Case closed, thank you very much [kisses with Kadlec]³⁶.*

The author declares that all the sources used here are freely available from public sources. The ideas presented here are his own and do not necessarily present the official views. Some publicly available sources may not present current status. The author apologizes for any possible misinformation coming from these sources.

³⁵ DNA test to be added to Covid screening // RT 15 Jan, 2022 <https://www.rt.com/news/546148-genetic-test-severe-covid/> (date: 25.01.2022).

³⁶ Vuković F. Bulgarian journalist confronts US official over secret biolabs // Arms Watch. 2019. June 14. <https://armswatch.com/bulgarian-journalist-confronts-us-official-over-secret-biolabs/> (date: 25.01.2022).

Author Contribution/Вклад автора

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

Conflict of interest statement

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

Peer review information

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

Funding. There are no funding sources to declare

References:

1. Reeves R.G., Voeneky S., Caetano-Anollés D., Beck F., Boëte C. Agricultural research, or a new bioweapon system? // *Science*. 2018. V. 362(6410). P. 35–37. <https://doi.org/10.1126/science.aat7664>
2. Koch L., Lopes A.A., Maiguy A., Guillier S., Guillier L., Tournier J.N., Biot F. Natural outbreaks

and bioterrorism: How to deal with the two sides of the same coin? // *J. Glob. Health*. 2020 (2):020317. <https://doi.org/10.7189/jogh.10.020317>

3. Taleb N.N. *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House. N.Y. 2007.

4. Lugar R. *Cooperative Threat Reduction and Nuclear Security* // *Georgetown Journal of International Affairs*. 2009. № 10. P. 183–189.

5. Chaban A. *Exit of Russia from the ISTC: divorce or the way to equality?// Safety index*. 2014. № 1. P. 123–134.

6. Petrov S.V., Supotnitskiy M.V. *Protocol to the Convention on the Prohibition of Bacteriological (Biological) Weapons – History, Main Provisions, Significance and Reasons for Not Signing* // *Journal of NBC Protection Corps*. 2021. V. 5. № 1. P. 4–21. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-1-4-21>

7. Malakauskas A., Schulz K., Kukanauskaitė I. et al. *African Swine Fever Outbreaks in Lithuanian Domestic Pigs in 2019* // *Animals (Basel)*. 2022 Jan; V. 12(1): 115. <https://doi.org/10.3390/ani12010115>

8. Akhvediani N., Burjanadze I., Baliashvili I. et al. *Tularemia transmission to humans: a multifaceted surveillance approach* // *Epidemiol. Infect.* 2018. V. 146(16). P. 2139–2145. <https://doi.org/10.1017/S0950268818002492>

9. Bos K., Herbig A., Sahl J. et al. *Eighteenth century Yersinia pestis genomes reveal the long-term persistence of an historical plague focus* // *eLife*. 2016. V. 5: e12994. <https://doi.org/10.7554/eLife.12994>

10. Spyrou M.A., Keller M., Tukhbatova R. et al. *Phylogeography of the second plague pandemic revealed through analysis of historical Yersinia pestis genomes* // *Nat. Commun.* 2019. V. 10. P. 4470. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12154-0>

11. Benedictow, O.J. *The Black Death, 1346–1353: The Complete History*. Boydell and Brewer, Woodbridge, UK, and Rochester, N.Y., 2004. <https://doi.org/10.1017/S002572730001019X>

12. Supotnitskiy M.V., Shilo N.I., Kovtun V.A. *Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988)*. 4. *The Destruction of Iraqi Chemical Weapons* // *Journal of NBC Protection Corps*. 2020. V. 4. No 2. P. 131–159. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-131-159>

13. Pavelka M., Van-Zandvoort K., Abbott S. et al. *The effectiveness of population-wide, rapid antigen test based screening in reducing SARS-CoV-2 infection prevalence in Slovakia* // *medRxiv preprint doi: https://doi.org/10.1101/2020.12.02.20240648*; this version posted December 4, 2020.

Author

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

Ján Lakota. MD, PhD

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

Военно-биологические лаборатории США в государствах бывшего СССР

Ян Лакота

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

Поступила 30.01.2022 г. Принята к публикации 20.03.2022 г.

Распад Советского Союза в 1991 г. привел к созданию 15 слабых государств, имеющих на своей территории остатки оборонительной инфраструктуры могучей сверхдержавы – СССР. Соединенные Штаты и их союзники по НАТО воспользовались этой ситуацией для получения научных и технических знаний, которые ранее были им неизвестны и в рамках Программы совместного уменьшения угрозы (CTR) начали демонтаж объектов, имеющих отношение к оружию массового поражения в бывших республиках Советского Союза. Под предлогом снижения риска биотерроризма и предотвращения распространения технологий и знаний, позволяющих создать биологическое оружие (БО), США окружили Россию и Белоруссию сетью биологических лабораторий, подчиненных Министерству обороны США. *Цель работы* – показать реальную карти-

ну деятельности американских военно-биологических лабораторий в государствах бывшего СССР. В работе использовались только открытые источники. Установлено наличие не менее 50 американских военных биологических лабораторий по периметру России и Белоруссии: в Армении – 12; в Азербайджане – не менее 8; на Украине не менее – 11; в Молдавии – 1; в Грузии – 12; в Казахстане – 6; в Таджикистане – не менее 4 крупных и неизвестное количество небольших лабораторий; в Узбекистане – не менее 8. Об их двойном назначении говорит то, что их деятельность, вопреки ст. 10 Конвенции о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении (Конвенция), держится в секрете. В этих лабораториях ведутся работы с опасными коронавирусами, потенциальными агентами биологического оружия (чума, туляремия, геморрагические лихорадки, бруцеллез др.) и, что весьма тревожно – проводятся эксперименты по восстановлению генома возбудителя чумы, вызвавшего в XIV веке пандемию «черной смерти» (Казахстан, Алма-Ата). Возбудители опасных патогенов – потенциальных агентов БО – нарабатываются в количествах, превышающих необходимые для разработки защитных препаратов, и передаются в другие страны, что грубо нарушает ст. 1 и 6 Конвенции. Кроме того, данные о «странных» вспышках заболеваний людей и животных, появлении ранее не встречавшихся видов животных (комары, мухи, летучие мыши и др.), сельскохозяйственных катастрофах вокруг этих лабораторий, свидетельствуют о несоблюдении американскими военными исследователями дорогостоящих мероприятий специальной техники безопасности, необходимой при работе с опасными патогенами. Последнее обстоятельство представляет прямую опасность не только для стран, которые предоставили для них свою территорию, но и для России, Белоруссии и стран Восточной Европы. Проблема американских биологических лабораторий вокруг России и Белоруссии уже давно требует радикального решения.

Ключевые слова: бактериологические лаборатории США; биологическое оружие; бруцеллез; геморрагическая лихорадка; Закон Нанна-Лугара; НАТО; Программа совместного уменьшения угрозы; туляремия; чума.

Библиографическое описание: Лакота Ян. Военно-биологические лаборатории США в государствах бывшего СССР // Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 1. Р. 28–43. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-1-28-43>

Информация о конфликте интересов

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

Сведения о рецензировании

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

Финансирование. Источников финансирования для декларирования нет.

Список источников

Стр. 41–42.

Об авторе

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

Ян Лакота, MD, PhD

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

Вариант омикрон вируса SARS-CoV-2: способность вызывать заболевание у лиц, имеющих иммунитет против COVID-19, сформированный в результате вакцинации или ранее перенесенного заболевания

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

УДК 616-036.21

<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-1-44-55>

Т.Е. Сизикова, О.В. Чухраля, В.Н. Лебедев, С.В. Борисевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации», Российская Федерация, 141306, г. Сергиев Посад, ул. Октябрьская, д. 11

Поступила 16.03.2022 г. Принята к публикации 20.03.2022 г. Статья дополнялась в ходе верстки.

В ходе пандемии COVID-19 отмечено возникновение и периодическая смена доминирующих вариантов вызвавшего его коронавируса (SARS-CoV-2). Доминирующей в пятую волну пандемии COVID-19 стала линия B.1.1529, по классификации ВОЗ – вариант омикрон. Цель работы – анализ свойств вирусов линии B.1.1529 (омикрон), обеспечивающих ее способность вызывать заболевание у вакцинированных или ранее переболевших COVID-19. Для пятой волны характерно параллельное распространение вариантов дельта и омикрон с доминированием последнего. Наиболее вероятно, что вариант омикрон возник в результате множественных пассажей SARS-CoV-2 через организмы больных с ослабленным иммунитетом. Если вариант дельта является наиболее вирулентным для человека из всех известных вариантов вируса SARS-CoV-2, то вариант омикрон, безусловно, наиболее заразный из них – величина базового репродуктивного числа (R_0) для него $\approx 10,0$, для варианта дельта $\approx 6,0$. Инфицированный вариантом омикрон человек, уже через сутки может быть способен к трансмиссии вируса SARS-CoV-2. Это вызвано сочетанием у варианта омикрон мутаций N501Y и Q498R, повышающих сродство рецептор-связывающего домена S1-субъединицы S-белка вируса к рецептору ACE-2 в легких человека. Мутации H655Y и N679K расположены вблизи сайта расщепления фурином, что в свою очередь способствует ускоренному расщеплению S-белка и повышает уровень заразности возбудителя. По способности преодолевать иммунитет, вызванный вакцинацией, вариант омикрон существенно превосходит вариант дельта. Подъем заболеваемости не остановило то, что количество лиц, прошедших полный курс вакцинации, на начало пятой волны в России достигло 64 %. Поэтому достигнутый уровень вакцинации нельзя считать достаточным для торможения распространения данного варианта вируса. В статье приводятся данные, показывающие, что этот показатель для предотвращения его распространения должен составлять как минимум 80 % и только при проведении вакцинации в сжатые сроки. Однако не исключено, что мутационный потенциал вируса SARS-CoV-2 еще не исчерпан, и пандемия на варианте омикрон не завершится.

Ключевые слова: вирус SARS-CoV-2; COVID-19; вариант омикрон; генетическая изменчивость; заболеваемость; противовирусный иммунитет; коллективный иммунитет; вакцины.

Библиографическое описание: Сизикова Т.Е., Чухраля О.В., Лебедев В.Н., Борисевич С.В. Вариант омикрон вируса SARS-CoV-2: способность вызывать заболевание у лиц, имеющих иммунитет против COVID-19, сформированный в результате вакцинации или ранее перенесенного заболевания // Вестник войск ПХБ защиты. 2022. Т. 6. № 1. Р. 44–55. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-1-44-55>

11 марта 2022 г. исполнилось два года со дня объявления ВОЗ пандемии COVID-19. Эта дата практически совпадает с началом эпидемии заболевания в России.

В начале января 2022 г. в России началась и сейчас проходит уже пятая по счету волна эпидемии COVID-19. Несмотря на то, что к моменту ее возникновения, вследствие пред-

шествующего распространения заболевания (свыше 10,5 млн подтвержденных случаев) и проводимой в течение 2021 г. массовой вакцинации (общее число лиц, прошедших полный курс вакцинации, на время начала пятой волны превысило 75 млн), сформировался достаточно высокий уровень коллективного иммунитета (заявленный показатель 63%) данная волна по уровню заболеваемости намного превзошла предыдущие волны. Более того, в ходе пятой волны отмечены массовые случаи заболевания вакцинированных и даже ранее переболевших COVID-19. Основной причиной такого подъема заболеваемости стал ведущий агент пятой волны пандемии COVID-19 – вариант омикрон вируса SARS-CoV-2.

Цель работы – анализ свойств вирусов линии B.1.1529 (омикрон), обеспечивающих ее способность вызывать заболевание у вакцинированных или ранее переболевших COVID-19.

При анализе свойств варианта омикрон вируса SARS-CoV-2 рассмотрены:

- характеристики проходящей в настоящее время пятой и предшествующих волн эпидемии COVID-19 в Российской Федерации;

- факторы, способствующие возникновению второй и последующих волн эпидемии COVID-19;

- характеристика варианта омикрон и особенности вызываемого им заболевания;

- оценка способности варианта омикрон вызывать заболевание у вакцинированных или ранее переболевших COVID-19.

Эпидемиологические характеристики пятой и предшествующих волн эпидемии COVID-19 в Российской Федерации (РФ). Отдельные эпидемические характеристики пятой и предшествующих волн заболевания представлены в таблице 1.

Представленные данные показывают, что общее число заболевших с подтвержденным лабораторными тестами диагнозом COVID-19, в России уже превысило 16 млн человек. Пятая волна эпидемии COVID-19 в России еще не закончилась, но по общему количеству зарегистрированных случаев болезни она занимает первое место. С момента возникновения пятой волны в России выявлено уже более 6,7 млн подтвержденных случаев заболевания (по данным на 16.03.2022 г.). Подъем заболеваемости не остановило то, что количество лиц,

Таблица 1 – Эпидемические показатели, характеризующие волны эпидемии COVID-19 в Российской Федерации

Показатель	Характеристика показателя для волн эпидемии COVID-19 в России				
	1	2	3	4	5
Ведущий агент	Клад D614G исходного варианта вируса SARS-CoV-2		Вариант дельта		Вариант омикрон
Начало	13.03.2020	08.09.2020	08.06.2021	16.09.2021	10.01.2022
Общая продолжительность, сутки	179	273	99	116	Волна эпидемии продолжается
Максимальная суточная заболеваемость, чел	11699	29935	25576	41355	203949*
Число заболевших, чел.	1036246	4109597	2068677	3452159	7096063*
Средняя заболеваемость, чел./сут	5789	15053	20896	29760	94614*
Общее число заболевших по завершению волны	1036246	5145843	7214520	10666679	Волна эпидемии продолжается
Максимальное суточное значение количества летальных случаев, чел.	232	669	820	1254	798*
Число летальных случаев	18500	105990	71345	121069	Волна эпидемии продолжается
Общее число летальных случаев по завершению волны	18500	124490	195835	316904	
Летальность, процент	1,79	2,58	3,45	3,51	
Общий показатель летальности по завершению волны, процент	1,79	2,42	2,71	2,97	

* По данным на 27.03.2022 г.

Таблица 2 – Динамика роста количества вакцинированных в Российской Федерации к началу возникновения пятой волны эпидемии. Данные с сайта¹

Дата	Количество вакцинированных		Доля населения, прошедшего полный цикл вакцинации, процент
	Одним компонентом	Двумя компонентами	
06.01.2022	79028014	75113883	62,6
13.01.2022	80184717	76530849	63,7
21.01.2022	81981007	78059701	64,4
28.01.2022	83674549	79265115	64,4
04.02.2022	84976516	80446704	64,1
11.02.2022	85857079	81505771	61,9
18.02.2022	86690920	82605487	59,7
25.02.2022	87307060	83393452	57,8
04.03.2022	87949786	84093959	56,0
11.03.2022	88277878	84489088	53,6
25.03.2022	89070668	85335022	49,7

¹ Коронавирус COVID-19: Официальная информация о коронавирусе в России на портале – стопкоронавирус.рф. URL: <https://стопкоронавирус.рф/> (дата обращения: 11.03.2022).

прошедших полный курс вакцинации, на начало пятой волны достигло 64 % (таблица 2).

Факторы, способствующие возникновению второй и последующих волн эпидемии COVID-19. При анализе роста заболеваемости необходимо рассмотреть факторы, способствующие возникновению второй и последующих волн эпидемии COVID-19 в РФ. Для второй и четвертой волн (начавшихся в сентябре 2020 и 2021 гг. соответственно), в качестве такого фактора следует рассматривать т.н. сезонный фактор – начало учебного года, возвращение людей из отпусков, прохладная погода. Перечисленные факторы способствуют трансмиссии возбудителя в человеческой популяции.

Третья и пятая волна связана с распространением новых разновидностей вируса SARS-CoV-2 – варианты дельта и омикрон соответственно. Если вариант дельта является наиболее вирулентным для человека из всех известных вариантов вируса SARS-CoV-2, то вариант омикрон, безусловно, является наиболее заразным.

Заразность инфекционной болезни характеризуется величиной базового репродуктивного числа (R_0), равной среднему числу новых случаев заболевания, источником которых является один инфицированный человек.

Величина R_0 определяет показатель коллективного иммунитета, необходимого для прекращения эпидемии (h_c), эти величины связаны следующей формулой [1]:

$$h_c = (1 - 1 / R_0) \times 100 \% \quad (1)$$

Из данной формулы следует, что чем выше заразность варианта вируса, тем большей должна быть величина коллективного иммунитета, необходимая для затухания вспышки.

В литературе приводятся различные данные по сравнению заразности различных вариантов вируса SARS-CoV-2, для исходного варианта возбудителя COVID-19 этот показатель не превышал 2,0 [2–4], для варианта дельта $\approx 6,0$ [1], для варианта омикрон $\approx 10,0^1$ [5].

С этими показателями достаточно хорошо согласуются данные, представленные в таблице 1. Относительную заразность того или иного варианта вируса SARS-CoV-2 можно определить не только по величине показателя R_0 , корректный расчет которого можно, как правило, провести только в начале эпидемической вспышки, но и по соотношениям показателей максимальной суточной заболеваемости или средней суточной заболеваемости в ходе волн, ведущими агентами которых были определенные варианты возбудителя COVID-19. Результаты оценки относительной заразности различных вариантов вируса SARS-CoV-2 представленные нами в таблице 3, свидетельствуют, о том, что вариант дельта в 1,4–2,0 раза заразнее вариантов клада D614G вируса SARS-CoV-2. Вариант омикрон в 6,8–7,6 раз заразнее клада D614G и в 3,8–4,9 раза заразнее варианта дельта. Необходимо отметить, что эти данные

¹ Omicron SARS-CoV-2 variant: a new chapter in the COVID-19 pandemic - The Lancet. URL: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)02758-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)02758-6/fulltext) (дата обращения: 20.12.2021).

рассчитаны при анализе данных волн эпидемии COVID-19 в Российской Федерации, показатели могут измениться при оценке данных в других регионах, но общая тенденция при оценке относительной заразности вариантов, безусловно, сохранится.

Высокая заразность варианта омикрон вируса SARS-CoV-2, сопровождается его способностью вызывать заболевание у лиц, имеющих специфический иммунитет против COVID-19, сформированный в результате вакцинации или ранее перенесенного заболевания, вызванного другими вариантами возбудителя. Для объяснения возможных причин рассмотрим свойства ведущего агента пятой волны эпидемии – варианта омикрон вируса SARS-CoV-2.

Характеристика варианта омикрон и особенности вызываемого им заболевания. Вариант омикрон (B.1.1.529) вируса SARS-CoV-2 был впервые выявлен 22 ноября 2021 года в ЮАР и Ботсване из образцов, собранных 11–16 ноября. Наиболее вероятным путем образования варианта омикрон является многократные пассажи возбудителя в организме больного с ослабленной иммунной системой². Первый образец, в котором был выявлен вариант B.1.1.529, был получен в ЮАР³ 8 ноября

2021 г. Варианту B.1.1.529 26 ноября 2021 года был присвоен статус «вариант вызывающий опасения» он получил название вариант «омикрон». Уже тогда было установлено, что вариант B.1.1.529 содержат необычно большое количество мутаций, в том числе и структурном S-белке⁴ [6].

Среди известных вариантов вируса SARS-CoV-2, омикрон не имеет равных по скорости расширения ареала. К началу 2022 г. вариант B.1.1.529 был выявлен уже в 135 странах⁵.

С появлением варианта омикрон заболеваемость достигла рекордного уровня за все время пандемии COVID-19, только с 5 по 12 января выявлено более 15 млн новых случаев заболевания⁶.

Симптомы заболевания, вызванного вариантом омикрон вируса SARS-CoV-2, варьируют в очень широких пределах от инapparантных форм до тяжелого течения заболевания, требующего госпитализации с использованием искусственной вентиляции легких⁷ [7, 8].

Наиболее распространенные симптомы заболевания – головная боль, потеря обоняния (аносмия) и вкуса (агеусия), заложенность носа, насморк, кашель, боль в мышцах, боль в горле, лихорадка, диарея и затрудненное дыхание⁸.

Таблица 3 – Оценка относительной заразности различных вариантов вируса SARS-CoV-2

Вариант вируса SARS-CoV-2	Волна эпидемии в России	Относительная заразность, определенная по соотношению показателей	
		Максимальной суточной заболеваемости	Средней суточной заболеваемости
Клад D614G исходного варианта вируса*	2	1,0*	1,0*
Дельта	4	1,4	2,0
Омикрон	5	6,8	7,6

* Клад D614G исходного варианта вируса использовали в качестве варианта сравнения.

² Implications of the emergence and spread of the SARS-CoV-2 B.1.1.529 variant of concern (Omicron) for the EU/EEA. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Implications-emergence-spread-SARS-CoV-2%20B.1.1.529-variant-concern-Omicron-for-the-EU-EEA-Nov2021.pdf> (дата обращения: 11.03.2022).

³ Science Brief: Omicron (B. 1.1.529) Variant | CDC. URL: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/scientific-brief-omicron-variant.html> (дата обращения: 20.12.2021).

⁴ COVID-19 Variant of Concern Omicron (B.1.1.529): Risk Assessment. URL: https://www.publichealthontario.ca/-/media/documents/ncov/voc/2021/11/covid-19-omicron-b11529-risk-assessment.pdf?sc_lang=en (дата обращения: 11.03.2022).

⁵ Количество привитых от коронавируса в мире. URL: <https://gogov.ru/covid-v-stats/world> (дата обращения: 20.01.2022).

⁶ Количество привитых от коронавируса в мире. URL: <https://gogov.ru/covid-v-stats/world> (дата обращения: 20.01.2022).

⁷ Там же.

⁸ Update on Omicron. URL: <https://www.who.int/news/item/28-11-2021-update-on-omicron> (дата обращения: 20.12.2021).

Таблица 4 – Мутации варианта омикрон вируса SARS-CoV-2 по сравнению с исходным уханьским вариантом^{1,2}

Ген	Участок субъединицы S-белка, функции субъединицы	Мутация
S	Субъединица S1 NTD 14-305 RBD 319-541 Связывание рецепторов чувствительных клеток	A67V
		del 69-70
		T95
		G142D
		del 143-145
		DEL211
		L212I
		ins214EPE
		G339D
		S371L
		S373P
		S375F
		K417N
		N440K
		G446S
		S477N
		T478K
		E484A
		Q493R
		G496S
		Q498R
		N501Y
		Y505H
		T547K
		D614G
		H655Y
	N679K	
	P681H	
	Субъединица S2 Гибридный пептид 788-806 Гептапептидный повтор 913-1237 Домен цитоплазмы 1238-1273 Слияние мембран вируса и клетки-хозяина	N764K
		D796Y
N856K		
Q954H		
		N969K
		L981F

¹ Classification of Omicron (B.1.1.529): SARS-CoV-2 Variant of Concern. URL: [https://www.who.int/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-\(b.1.1.529\)-sars-cov-2-variant-of-concern](https://www.who.int/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-(b.1.1.529)-sars-cov-2-variant-of-concern) (дата обращения: 20.12.2021).

² SARS-CoV-2 variants of concern and variants under investigation. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1036501/Technical_Briefing_29_published_26_November_2021.pdf (дата обращения: 20.12.2021).

Исследования, проведенные CDC в декабре 2021 г. в Англии^{9,10}, показало, что наиболее часто регистрируемыми симптомами являлись кашель, усталость и заложенность носа или насморк, чихание и боль в горле. Указанные симптомы не позволяют провести дифференциацию

заболевания, вызванного вариантом омикрон ни от заболеваний, вызванных другими вариантами возбудителя COVID-19, ни от других острых респираторных вирусных заболеваний.

Продолжительность инкубационного периода при COVID-19 составляет от четырех до

⁹ Clinical characteristics of COVID-19. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/latest-evidence/clinical> (дата обращения: 20.12.2021).

¹⁰ Covid-19: Runny nose, headache, and fatigue are commonest symptoms of omicron, early data show | The BMJ. URL: <https://www.bmj.com/content/375/bmj.n3103> (дата обращения: 20.12.2021).

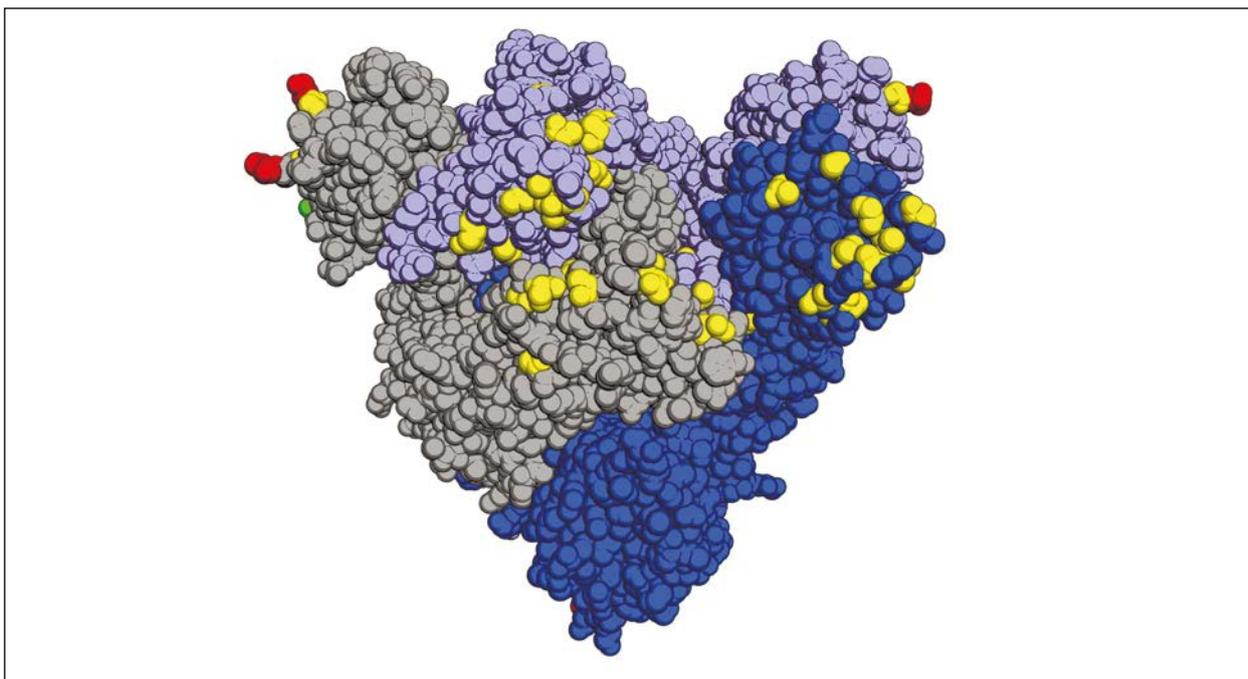


Рисунок 1 – Схема расположения мутаций белка S варианта омикрон вируса SARS-CoV-2. Представлен пример S-белка варианта омикрон вируса SARS-CoV-2 (вид сверху). В тримерной структуре два мономера выделенные серым и светло-фиолетовым цветом содержат свои рецептор-связывающие домены (Receptor-Binding Domain, RBD) в «нижней» конформации, мономер, выделенный темно-синим цветом, содержит RBD в «верхней» конформации. 2. Аминокислотные замены по сравнению с исходным штаммом выделены желтым, делеции – красным, вставки – зеленым цветом [10]

пяти суток (диапазон варьирования от двух до семи суток) [9]. Если возбудителем заболевания является вариант омикрон, то инкубационный период составляет от 2 до 3 суток¹¹. Установлено, что человек, контактировавший с инфицированным вариантом омикрон, уже через сутки может быть способен к трансмиссии вируса SARS-CoV-2. Это объясняется значительно более высокой, чем у других вариантов возбудителя COVID-19, скоростью репродукции на слизистых оболочках верхних дыхательных путей¹²[9].

Мутации S-белка варианта омикрон по сравнению с исходным вариантом вируса SARS-CoV-2 из Уханя, представлены в таблице 4. Мутации структурного белка S, схематически представлены на рисунке 1.

Сочетание у варианта омикрон мутаций N501Y и Q498R повышает средство RBD с ре-

цептором ACE-2. Мутации N655Y и N679K расположены вблизи сайта расщепления фурина, что способствует расщеплению S-белка и повышает уровень заразности возбудителя. Генетические изменения такого уровня способны сильно повлиять на базовые характеристики вируса SARS-CoV-2.

Филогенетические исследования позволили установить недавнее происхождение варианта омикрон. Показано, что расхождение вариантов дельта и омикрон произошло в конце сентября – начале октября 2021 г. [11]. Согласно проведенным расчетам, к ноябрю 2021 г. вариант омикрон уже стал доминирующим в ЮАР¹³.

У варианта омикрон установлены три сублинии – BA.1/В. 1.1.529.1, BA.2/В. 1.1.529.2 и BA.3/В. 1.1.529¹⁴.

¹¹ Weekly Report. URL: <https://www.cdc.gov/mmwr/index2021.html> (дата обращения: 20.12.2021).

¹² Investigation of a SARS-CoV-2 B.1.1.529 (Omicron) Variant Cluster — Nebraska, November–December 2021 | MMWR. URL: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/mm705152e3.htm> (дата обращения: 20.12.2021).

¹³ 2022-01-07 Global technical brief and priority action on Omicron SARS-CoV-2 variant – linked. 2022-01-07-global-technical-brief-and-priority-action-on-omicron---cor 2.pdf. URL: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/2022-01-07-global-technical-brief-and-priority-action-on-omicron---corr2.pdf?sfvrsn=918b09d_20 (дата обращения: 20.01.2022).

¹⁴ Enhancing response to Omicron SARS-CoV-2 variant. URL: [https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-readiness-for-omicron-\(b.1.1.529\)-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states](https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-readiness-for-omicron-(b.1.1.529)-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states) (дата обращения: 20.12.2021).

Таблица 5 – Сравнительная защитная эффективность РНК-вакцин BNT162b2 «Pfizer/BioNTech» и mRNA1273 «Moderna» в отношении COVID-19, вызванного вариантами дельта и омикрон^{1,2} [13]

Время после проведения заключительной иммунизации, спустя...мес.	Защитная эффективность, процент			
	Для вакцины BNT162b2 «Pfizer/BioNTech» по отношению к варианту		Для вакцины mRNA1273 «Moderna» по отношению к варианту	
	дельта	омикрон	дельта	омикрон
< 1	87	55	87	37
1-2	81	16	82	30
2-3	73	9	72	4
3-5	54	-77	63	-39

¹ Classification of Omicron (B.1.1.529): SARS-CoV-2 Variant of Concern. URL: [https://www.who.int/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-\(b.1.1.529\)-sars-cov-2-variant-of-concern](https://www.who.int/news/item/26-11-2021-classification-of-omicron-(b.1.1.529)-sars-cov-2-variant-of-concern) (дата обращения: 20.12.2021).

² SARS-CoV-2 variants of concern and variants under investigation. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1036501/Technical_Briefing_29_published_26_November_2021.pdf (дата обращения: 20.12.2021).

Дифференциация указанных сублиний может быть проведена с помощью секвенирования гена S-белка. Сублиния BA.2/B. 1.1.529.2 отличается от «стандартной» сублинии BA.1/B. 1.1.529.1 отсутствием характерной делеции del 69-70. Олигонуклеотидные праймеры, входящие в состав некоторых разработанных к настоящему времени наборов реагентов, ориентированы именно на обнаружении данной делеции, что позволяет провести с их помощью дифференциацию от исходного уханьского штамма измененных вариантов вируса SARS-CoV-2.

Оценка способности варианта омикрон вызывать заболевание у вакцинированных или ранее переболевших COVID-19. Характерной особенностью волны пандемии, ведущим агентом которой является вариант омикрон, является то, что подъем заболеваемости произошел на фоне уже проведенной массовой вакцинации. Это ставит вопрос об эффективности существующих вакцин по отношению к данному варианту возбудителя COVID-19¹⁵.

Необходимо отметить, защитная эффективность наиболее широко используемых в мире вакцин BNT162b2 «Pfizer/BioNTech», mRNA1273 «Moderna», Johnson&Johnson, Гам-КО-ВИД-Вак (Спутник V), AZD1222 «AstraZeneca», «Sinopharm», CoronaVac «Sinovac», Novavax была определена в условиях, когда доминантным агентом был исходный вариант вируса

SARS-CoV-2. Снижение защитной эффективности указанных вакцин было установлено уже при появлении варианта дельта вируса SARS-CoV-2^{16,17} [12].

По способности преодолевать иммунитет, вызванный вакцинацией, вариант омикрон существенно превосходит вариант дельта, о чем свидетельствуют данные представленные в таблице 5.

Представленные данные указывают на существенное снижение как защитной эффективности, так и срока действия проведенной вакцинации по отношению к варианту омикрон по сравнению с вариантом дельта, как для вакцины BNT162b2 «Pfizer/BioNTech» так и вакцины mRNA1273 «Moderna». Это во многом объясняет резкий всплеск заболеваемости даже в тех странах, в которых доля вакцинированных превысила 70 %¹⁸. Более того, спустя 3–5 месяцев после проведения вакцинации, иммунизированные являются более восприимчивыми к инфицированию вариантом омикрон, что можно объяснить влиянием фактора антителозависимого усиления инфекции (АДЕ) и/или антигенного импринтинга [14].

Полученные результаты свидетельствуют о принципиальной способности вариантов вируса SARS-CoV-2, отнесенных ВОЗ к категории вариантов, «вызывающий беспокойство» (Variants of Concern), которые могут характеризоваться высокой трансмиссивностью,

¹⁵ Latest on Omicron Variant and COVID-19 Vaccine Protection – NIH Director's Blog. URL: <https://directorsblog.nih.gov/2021/12/14/the-latest-on-the-omicron-variant-and-vaccine-protection/> (дата обращения: 20.12.2021).

¹⁶ Effectiveness of COVID-19 vaccines against the Omicron (B.1.1.529) variant of concern. URL: <https://khub.net/documents/135939561/430986542/Effectiveness+of+COVID-19+vaccines+against+Omicron+variant+of+concern.pdf/f423c9f4-91cb-0274-c8c5-70e8fad50074> (дата обращения: 20.12.2021).

¹⁷ Effectiveness of COVID-19 vaccines against the Omicron (B.1.1.529) variant of concern. URL: <https://khub.net/documents/135939561/430986542/Effectiveness+of+COVID-19+vaccines+against+Omicron+variant+of+concern.pdf/f423c9f4-91cb-0274-c8c5-70e8fad50074> (дата обращения: 20.12.2021).

¹⁸ Статистика вакцинации в мире. URL: <https://gogov.ru/covid-19/world> (дата обращения: 20.12.2021).

повышением вирулентности либо изменение клинических симптомов данной нозологической формы вызывать заболевание у лиц, прошедших вакцинацию [15].

Данные клинических исследований, выполненных в Израиле, показывают, что защитная эффективность иммунитета после перенесенного заболевания кратно превосходит защитную эффективность иммунитета после вакцинации. Случаи повторных заболеваний COVID-19 были зарегистрированы уже при появлении варианта дельта [16].

Защита от инфицирования обеспечивается при сочетании факторов гуморального (высокий титр вируснейтрализующих антител препятствует процессу инфицирования чувствительных клеток макроорганизма) и клеточного иммунного ответа (высокая концентрация антиген-специфичных цитотоксических Т-лимфоцитов обеспечивает уничтожение немногих зараженных клеток) [17].

С высокой долей вероятности можно предположить, что при заражении вариантом омикрон вируса SARS-CoV-2 будет не в полной мере работать гуморальная составляющая иммунного ответа, т.е. уже ранее сформированный иммунный ответ будет защищать главным образом не от инфицирования, а от развития тяжелого течения заболевания. Также не исключено, что свою роль при возникновении варианта омикрон могло сыграть роль проводимое лечение «нулевого пациента» препаратами на основе вируснейтрализующих антител. В этих условиях возможна естественная селекция вариантов, способных преодолевать действие факторов гуморального иммунного ответа.

Соотношение показателей защитной эффективности после вакцинации и перенесенного COVID-19 зависит от ряда факторов. Это защитная эффективность вакцины, используемой при проведении иммунизации, – уровни гуморального и клеточного иммунитета вакцинированного человека, динамика изменения этих показателей по времени и продолжительность действия защиты макроорганизма от инфицирования после проведенной иммунизации.

Защитная эффективность вакцин, наиболее широко используемых для предотвращения распространения COVID-19 (BNT162b2 «Pfizer/BioNTech», mRNA1273 «Moderna», Гам-КОВИД-Вак (Спутник V), «Johnson&Johnson», AZD1222 «AstraZeneca»,

«Sinopharm», CoronaVac «Sinovac») их защитная эффективность находится в диапазоне от 70 % – вакцина AZD1222 до 94,5 % – вакцины BNT162b2 и mRNA1273 (цит. по [18]).

Основными показателями, характеризующими антигенный ответ макроорганизма для каждой исследуемой вакцины, являются:

- титр специфических антител на максимуме антительного ответа, а также диапазон варьирования данного показателя;
- продолжительность временного интервала, в течение которого происходит двукратное снижение медианы титра антител.

Эти показатели должны быть определены при использовании представительной выборки. Поскольку разработчики тест-систем используют различные подходы к определению антител, для получения сопоставимых результатов необходимо, провести пересчет в единые международно признанные единицы – BAU (англ. binding antibody units). Для этого используются определенные коэффициенты, на которые нужно умножить или разделить результат теста того или иного производителя¹⁹.

Минимальное значение титра антител, необходимого для предотвращения заболевания, колеблется в зависимости от конкретной линии вируса SARS-CoV-2. Так, для исходного уханьского варианта SARS-CoV-2 достаточно 30 BAU/мл, для линии «бета» (B. 1.351) – 150 BAU/мл, для варианта «омикрон» (B.1.617) – от 300 до 500 BAU/мл²⁰.

Титр специфических антител обычно достигает максимальной величины спустя 3–4 недели после перенесенного заболевания или заключительной иммунизации. На данном уровне он обычно сохраняется в течение 1,5–2 месяцев. Далее происходит его снижение, при этом время, за которое величина титра антител снижается в 2 раза обычно составляет 2 месяца [19].

С учетом величины последнего показателя, реальный срок защитной эффективности вакцины (РС) можно определить из следующего уравнения:

$$T_{\text{оп}}/T_{\text{мин}} = 2^{0,5 \text{ РС}}, \quad (2)$$

где: $T_{\text{оп}}$ – величина титра антител, выраженная в BAU/мл, на максимуме гуморального иммунитета;

¹⁹ Нюансы расшифровки результатов анализа на антитела IgG и IgM к коронавирусу COVID-19. URL: <https://science-digest.ru/blog/rasshifrovka-rezultatov-analiza-na-antitela-igg-i-igm-k-koronavirusu-covid-19> (дата обращения: 20.12.2021).

²⁰ Нюансы расшифровки результатов анализа на антитела IgG и IgM к коронавирусу COVID-19. URL: <https://science-digest.ru/blog/rasshifrovka-rezultatov-analiza-na-antitela-igg-i-igm-k-koronavirusu-covid-19> (дата обращения: 20.12.2021).

T_{\min} – минимальное значение титра антител, выраженное в ВАУ/мл, достаточное для предотвращения заболевания.

Отсюда показатель РС проведенной вакцинации (в месяцах) может быть рассчитан по следующей формуле:

$$PC = 2 (\lg T_{\text{оп}} - \lg T_{\text{мин}}) / \lg 2. \quad (3)$$

Из вышеизложенного следует, что величина T_{\min} должна быть с известной точностью определена для варианта вируса SARS-CoV-2 циркулирующего в конкретном месте в конкретное время. Если величина $T_{\text{оп}}$ на порядок превосходит величину T_{\min} , величина РС составит примерно 6,7 мес.

Оценка необходимого уровня коллективного иммунитета для предотвращения распространения заболевания, ведущим агентом которого является вариант омикрон вируса SARS-CoV-2. Высокая заразность варианта омикрон является одним из основных факторов возможности развития заболевания у вакцинированных и ранее переболевших.

Из формулы (1) связывающую величины коллективного иммунитета, необходимого для прекращения трансмиссии вируса с величиной репродуктивного индекса следует, что между указанными величинами существует обратная зависимость.

Насколько сформированный в настоящее время коллективный иммунитет способен препятствовать распространению заболевания, вызванного вариантом омикрон вируса SARS-CoV-2?

Как показывают представленные выше данные, даже более чем 70 % уровень вакцинации не останавливает распространения заболевания. При этом расчетный уровень, достаточный для прекращения вспышки, теоретически не должен превышать те же 70 %. С нашей точки зрения, расчет показателя коллективного иммунитета целесообразно проводить, с учетом эффективного срока эффективности естественного (при заболевании) или искусственного (при вакцинации) активного иммунитета.

Продолжительность искусственного активного иммунитета, естественно, зависит от конкретного вида используемой при иммунизации вакцины, однако, исходя из имеющихся на настоящее время данных, в частности методических рекомендаций по целесообразности проведения ревакцинация раз в полгода, ее в среднем можно принять равной 6 месяцам.

Продолжительность естественного активного иммунитета, помимо индивидуальных особенностей макроорганизма, зависит

главным образом от варианта вируса, вызвавшего заболевание и тяжести перенесенного заболевания. С учетом данных, опубликованных в работе [16] с достаточно большой долей вероятности эта величина в среднем составляет 12 месяцев. Однако в отношении варианта омикрон, указанные временные интервалы будут снижены как минимум в два раза.

В любом случае показатель коллективного иммунитета будет определяться не общим числом вакцинированных и переболевших, а этими показателями для определенных временных интервалов. Отсюда следует, что величину коллективного иммунитета на момент времени T правильно определять не по формуле (4), а по формулам (5) и (6). Формулу (5) можно применять, если заболевание вызвано любым вариантом вируса SARS-CoV-2, кроме варианта омикрон, а формулу (6) можно использовать если ведущим агентом эпидемии является вариант омикрон вируса SARS-CoV-2.

$$КИ = (N_{\text{вак}} + N_{\text{пер}}) / N, \quad (4)$$

где КИ – коллективный иммунитет;
 $N_{\text{вак}}$ – общее количество вакцинированных до даты T ;

$N_{\text{пер}}$ – общее количество переболевших до даты T ;

N – общее количество населения.

$$КИ = (N_{\text{вак}(T-6)} + N_{\text{пер}(T-12)}) / N, \quad (5)$$

где $N_{\text{вак}(T-6)}$ – общее количество вакцинированных за 6 месяцев до даты T ;

$N_{\text{пер}(T-12)}$ – общее количество переболевших за 12 месяцев до даты T .

$$КИ = (N_{\text{вак}(T-3)} + N_{\text{пер}(T-6)}) / N, \quad (6)$$

где $N_{\text{вак}(T-3)}$ – общее количество вакцинированных за 3 месяцев до даты T ;

$N_{\text{пер}(T-12)}$ – общее количество переболевших за 6 месяцев до даты T .

Правомочность формулы (6) в определенной мере подтверждают данные, представленные в таблицах 1 и 2. Несмотря на общий рост численности переболевших и вакцинированных наблюдается снижение показателя коллективного иммунитета ввиду ограниченного срока действия иммунитета против COVID-19 приобретенного как после вакцинации, так и после перенесенного заболевания.

Считается, что необходимый уровень коллективного иммунитета может быть достигнут при проведении в сжатые сроки вакцинации (и ревакцинации) 70 % населения. Имеющийся опыт ряда государств (Японии, Израиля,

Сан-Марино), где была выбрана именно такая стратегия вакцинации, показывает эффективность подобного подхода. Однако для варианта омикрон, для которого индекс репродукции может достигать 10, данный уровень может оказаться недостаточным и величина коллективного иммунитета, необходимого для предотвращения распространения заболевания должна составлять как минимум 80 %²¹.

Не исключено, что мутационный потенциал вируса SARS-CoV-2 еще не исчерпан и пандемия на варианте омикрон не завершится [20].

Заключение

На основании представленной информации можно сделать следующие выводы:

1. В ходе естественной эволюции вируса SARS-CoV-2 возможно возникновение вариантов,

способных преодолевать иммунитет, вызванный вакцинацией или перенесенным заболеванием. Из известных в настоящее время вариантов наибольшей потенциальной способностью к преодолению иммунитета обладает вариант омикрон (B.1.1529).

2. В качестве основного фактора, способствующего возникновению вариантов, способных преодолевать специфический иммунитет, следует рассматривать многочисленные пассажи через больных с ослабленным иммунитетом.

3. Существующие вакцины против COVID-19 показывают резко сниженную эффективность в отношении варианта омикрон. Индуцируемый ими иммунный ответ преимущественно защищает не от заражения, а от развития тяжелой формы заболевания, требующий госпитализации.

²¹ Какое количество антител должно быть для иммунитета к коронавирусу. URL: <https://testnavirus.com/news/kakoe-kolichestvo-antitel-dolzno-byt-dlya-immuniteta-k-koronavirusu> (дата обращения: 20.12.2021).

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. Федеральное государственное бюджетное учреждение «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации», г. Сергиев Посад.

Список источников/References

1. Singanayagam A., Hakki S., Dunning J. et al. Community transmission and viral load kinetics of the SARS-CoV-2 delta (B.1.617.2) variant in vaccinated and unvaccinated individuals in the UK: a prospective, longitudinal, cohort study // *Lancet Infect. Dis.* 2022. V. 22. № 2. P. 183–195. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00648-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00648-4)

2. Li Q., Guan X., Wu P., et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia // *N. Engl. J. Med.* 2020. V. 382. № 13. P. 1199–1207. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>

3. Riou J., Althaus C.L. Pattern of early human-to-human transmission of Wuhan 2019 novel coronavirus (2019-nCoV), December 2019 to January 2020 // *Euro Surveill.* 2020. V. 25. № 4. P. 2000058. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.4.2000058>

4. Wu J.T., Leung K., Bushman M. et al. Estimating

clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan, China // *Nat. Med.* 2020. V. 26. № 4. P. 506–510. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0822-7>

5. Sanchez S., Lin Y.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>

6. Torjesen I. Covid-19: Omicron may be more transmissible than other variants and partly resistant to existing vaccines, scientists fear // *BMJ.* 2021. V. 375. P. 2943. <https://doi.org/10.1136/bmj.n2943>

7. Grant M.C., Geoghegan L., Arbyn M. et al. The prevalence of symptoms in 24,410 adults infected by the novel coronavirus (SARS-CoV-2; COVID-19): a systematic review and meta-analysis of 148 studies from 9 countries // *PLoS One.* 2020. V. 15. № 6. P. e0234765. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234765>

8. Fu L., Wang B., Yuan T. et al. Clinical

characteristics of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: A systematic review and meta-analysis // *J. Infect.* 2020. V. 80. № 6. P. 656–665. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.041>

9. Oran D.P., Topol E.J. Prevalence of asymptomatic SARS-CoV-2 Infection: a narrative review // *Ann. Intern. Med.* 2020. V. 173. № 5. P. 362–367. <https://doi.org/10.7326/M20-3012>

10. Walls A.C., Park Y.J., Tortorici M.A. et al. Structure, function, and antigenicity of the SARS-CoV-2 spike glycoprotein // *Cell.* 2020. V. 181. № 2. P. 281–292. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.058>

11. Sun Y., Lin W., Dong W., Xu J. Origin and evolutionary analysis of the SARS-CoV-2 Omicron variant // *J. Biosafety Biosecurity.* 2022. V. 4. № 1. P. 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.jobbb.2021.12.001>

12. Yeh T.Y., Contreras G.P. Full vaccination suppresses SARS-CoV-2 delta variant mutation frequency // *medRxiv.* 2021. <https://doi.org/10.1101/2021.08.08.21261768>

13. Cele S., Jackson L., Khoury D.S. et al. Omicron extensively but incompletely escapes Pfizer BNT162b2 neutralization // *Nature.* 2022. V. 602. P. 654–656. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04387-1>

14. Супотницкий М.В. COVID-19: трудный экзамен человечества. М.: «Русская панорама», 2021.

Supotnitskiy M.V. COVID-19: the difficult exam of humanity. Moscow: «Russian panorama», 2021. (in Russian).

15. Shahhosseini N., Babuadze G.G., Wong G., Kobinger G.P. Mutation Signatures and In Silico Docking of Novel SARS-CoV-2 Variants of Concern. *Microorganisms* // 2021. V. 9. № 5. P. 926. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9050926>

16. Gazit S., Shlezinger R., Perez G. et al. Comparing SARS-CoV-2 natural immunity to vaccine-induced immunity: reinfections versus breakthrough infections // *medRxiv.* 2021. <https://doi.org/10.1101/2021.08.24.21262415>

17. Хаитов Р.М. Иммунология: структура и функции иммунной системы: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013.

Khaitov R.M. Immunology: structure and functions of the immune system: textbook. Moscow: GEOTAR-Media, 2013 (in Russian).

18. Онищенко Г.Г., Сизикова Т.Е., Лебедев В.Н., Борисевич С.В. Анализ перспективных направлений создания вакцин против COVID-19 // *БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение.* 2020. Т. 20. № 4. С. 216–227. <https://doi.org/10.30895/2221-996X-2020-20-4-216-227>

Onishchenko G.G., Sizikova T.E., Lebedev V.N., Borisevich S.V. Analysis of promising approaches to COVID-19 vaccine development // *BIOpreparations. Prevention, Diagnosis, Treatment* // 2020. V. 20. № 4. P. 216–227 (In Russ.). <https://doi.org/10.30895/2221-996X-2020-20-4-216-227> (in Russian).

19. Iyer A.S., Jones F.K., Nodoushani A. et al. Persistence and decay of human antibody responses to the receptor binding domain of SARS-CoV-2 spike protein in COVID-19 patients // *Sci. Immunol.* 2020. V. 5. № 52. P. eabe0367. <https://doi.org/10.1126/sciimmunol.abe0367>

20. Wei C., Shan K.J., Wang W. et al. Evidence for a mouse origin of the SARS-CoV-2 Omicron variant // *J. Genet. Genomics.* 2021. V. 48. № 12. P. 1111–1121. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2021.12.003>

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации», Российская Федерация, 141306, г. Сергиев Посад, ул. Октябрьская, д. 11.

Сизикова Татьяна Евгеньевна. Научный сотрудник, канд. биол. наук

Чухраля Олег Васильевич. Заместитель начальника отдела.

Лебедев Виталий Николаевич. Ведущий научный сотрудник, д-р биол. наук, проф.

Борисевич Сергей Владимирович. Начальник ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России, д-р биол. наук, проф., член-корр. РАН.

Контактная информация для всех авторов: 48cnii@mil.ru

Контактное лицо: Борисевич Сергей Владимирович: 48cnii@mil.ru

The Omicron Variant of SARS-CoV-2 Virus: the Ability to Cause Disease in Persons with Immunity against COVID-19

T.E. Sizikova, O.V. Chukhraya, V.N. Lebedev, S.V. Borisevich

Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation, Russian Federation, 141306 Sergiev Posad, Oktyabrskaya st., 11

Received March 16, 2022 Accepted for publication March 20, 2022 The article was supplemented during the layout.

During the COVID-19 pandemic the experts noted the emergence and periodic change of the dominant variants of the coronavirus (SARS-CoV-2) that caused the disease. The line B.1.1529, the omicron variant according to the WHO classification, became dominant in the fifth wave of the COVID-19 pandemic. *The aim of the work* is to analyze the properties of B.1.1529 (omicron) viruses that ensure its ability to cause disease in vaccinated or previously recovered from COVID-19. The fifth wave is characterized by the parallel distribution of the delta and omicron variants, with the domination of the latter. The omicron variant arose as a result of multiple passages of SARS-CoV-2 through the organisms of immunocompromised patients. If the delta variant is the most virulent for humans, the omicron variant is certainly the most infectious - the value of the basic reproductive number (R_0) for it is ≈ 10.0 , for the delta variant ≈ 6.0 . A person infected with the omicron variant is capable of transmitting the SARS-CoV-2 virus within a day. This is caused by a combination of N501Y and Q498R mutations in the omicron variant, which increase the affinity of the receptor-binding domain of the S1 subunit of the viral S protein for the ACE-2 receptor in the human lung. Mutations H655Y and N679K are located near the furin cleavage site, which in turn promotes accelerated cleavage of the S-protein and increases the level of infectiousness of the pathogen. The omicron variant is significantly superior to the delta variant in terms of ability to overcome the immunity caused by vaccination. The spread of the disease was not stopped by the fact that the number of people who completed the full course of vaccination at the beginning of the fifth wave in Russia reached 64%. Therefore, the achieved level of vaccination cannot be considered sufficient to stop the spread of this variant of the virus. It is shown in the article, that this indicator should be at least 80% to prevent the spread of the disease, and only if vaccination is carried out in a short time. However, it is possible that the mutational potential of the SARS-CoV-2 virus has not yet been exhausted, and the pandemic on the omicron variant will not end.

Keywords: antiviral immunity; genetic variability; herd immunity; morbidity; Omicron variant; SARS-CoV-2 virus COVID-19; vaccines.

For citation: Sizikova T.E., Chukhralya O.V., Lebedev V.N., Borisevich S.V. The Omicron Variant of SARS-CoV-2 Virus: the Ability to Cause Disease in Persons with Immunity against COVID-19 // *Journal of NBC Protection Corps*. 2021. V. 6. No 1. P. 44–55. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-1-44-55>

Conflict of interest statement

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

Peer review information

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

Funding. Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation.

References

See P. 53–54.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation, Russian Federation, 141306 Sergiev Posad, Oktyabrskaya st., 11

Tat'jana Evgen'evna Sizikova. Researcher, Candidate of Biologic Sciences.

Oleg Vasil'evich Chuhralya. Assistant of chief of department

Vitaliy Nikolaevich Lebedev. Leading researcher, Doctor of Biologic Sciences, Professor

Sergey Vladimirovich Borisevich. Head of Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation, Corresponding member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Biologic Sciences, Professor.

Contact information for all authors: 48cnii@mil.ru

Contact person: Sergey Vladimirovich Borisevich: 48cnii@mil.ru

Факторы, способствующие получению ложноотрицательных результатов при проведении диагностики COVID-19 методом обратной транскрипции-полимеразной цепной реакции в реальном времени

А.А. Петров, Т.Е. Сизикова, Н.В. Карулина, О.В. Чухраля, Д.И. Павельев,
Н.А. Сайфулина, А.В. Сапкулов, В.Н. Лебедев, Д.А. Кутаев, С.В. Борисевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации», 141306, г. Сергиев Посад, ул. Октябрьская, д. 11

Поступила 09.03.2022 г. Принята к публикации 20.03.2022 г.

Обратная транскрипция – полимеразная цепная реакция в режиме реального времени (ОТ-ПЦР-РВ) в настоящее время занимает ведущее положение при лабораторной диагностике COVID-19. С помощью ОТ-ПЦР-РВ проводят диагностику на ранних стадиях развития болезни. Исследуемые клинические пробы, как правило, представляют мазки из зева и носоглотки. *Цель работы* – выявление и анализ факторов, способствующих получению ложноотрицательных результатов при проведении диагностики COVID-19 методом ОТ-ПЦР-РВ. В качестве таких факторов рассмотрены показатели, характеризующие набор реагентов и условия получения анализируемых клинических проб. Показано, что аналитическая чувствительность метода ОТ-ПЦР-РВ не является основным фактором при оценке возможности получения ложноотрицательных результатов. В работе рассмотрено влияние употребления горячих напитков (чай, кофе), алкоголя и курения (непосредственно перед взятием пробы) на результаты анализа мазков из зева и носоглотки методом ОТ-ПЦР РВ. Установлено, что наибольшее влияние на возможность получения ложноотрицательного результата в ОТ-ПЦР-РВ в мазках из зева оказывает прием горячих напитков перед взятием пробы (вероятность получения ложноотрицательного результата не менее 80 %). Меньший эффект оказывает употребление малых доз алкоголя (0,25–0,33 г этанола на 1 кг массы тела). Курение непосредственно перед взятием пробы не влечет за собой возможность получения ложноотрицательного результата в ОТ-ПЦР-РВ. Ни одно из рассмотренных воздействий не оказывает влияние на возможность получения ложноотрицательных результатов при анализе мазков из носоглотки. Высказаны рекомендации о необходимости одновременного исследования как мазков из зева, так и мазков из носоглотки при проводимой диагностике COVID-19 у амбулаторных пациентов.

Ключевые слова: COVID-19; алкоголь; горячие напитки; диагностика; курение; ложноотрицательный результат; ОТ-ПЦР-РВ.

Библиографическое описание: Петров А.А., Сизикова Т.Е., Карулина Н.В., Чухраля О.В., Павельев Д.И., Сайфулина Н.А., Сапкулов А.В., Лебедев В.Н., Кутаев Д.А., Борисевич С.В. Факторы, способствующие получению ложноотрицательных результатов при проведении диагностики COVID-19 методом обратной транскрипции-полимеразной цепной реакции в реальном времени // Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 1. С. 56–65. ://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-6-1-56-65

Клинические признаки нового коронавирусного заболевания COVID-19, пандемия которого в 2020–2022 гг. охватила практически все обитаемые регионы Земли, не являются строго

специфичными. С появлением новых вариантов возбудителя меняется и картина заболевания. Так, если для заболевания, вызванного исходным вариантом возбудителя COVID-19,

вирусом SARS-CoV-2, основными симптомами являются лихорадка, сухой кашель, одышка, миалгия, повышенная утомляемость, аносмия (нарушение или потеря обоняния), агезия (потеря вкуса). Для заболевания, вызванного наиболее широко распространенным в 2021 г. вариантом «дельта», среди преобладающих симптомов – головная боль, боль в горле, насморк, лихорадка, т.е. в основном те же самые, что и при классическом остром респираторном заболевании [1–5]. Поэтому предварительная постановка диагноза «COVID-19», даже в сочетании с данными эпидемиологического анамнеза, заведомо может нести элемент погрешности.

Изложенное выше определяет проведение специфической лабораторной диагностики как составную часть в борьбе с распространением COVID-19.

При проведении лабораторной диагностики COVID-19, в настоящее время ведущее положение занимает обратная транскрипция-полимеразная цепная реакция в режиме реального времени (ОТ-ПЦР-РВ), в которой проводится обнаружение РНК вируса SARS-CoV-2. С помощью ОТ-ПЦР-РВ проводят диагностику COVID-19 на ранней стадии заболевания. Исследуемые клинические пробы представляют мазки из рото- и носоглотки.

Данный метод характеризуется высокой чувствительностью и специфичностью. Выявление с помощью ОТ-ПЦР-РВ РНК вируса SARS-CoV-2 в клинических пробах, взятых от пациентов с подозрением на заболевание, а также от контактных лиц и лиц, прибывающих из эпидемиологически неблагополучных регионов, однозначно свидетельствует о том, что данный пациент (независимо от его состояния здоровья, потенциально может быть источником распространения возбудителя).

Сравнимого по эффективности по отношению к ОТ-ПЦР-РВ теста при диагностике COVID-19, особенно на ранней стадии болезни, в настоящее время нет. Выявление антител изотипов IgG или IgM может рассматриваться как дополнительные методы диагностики по отношению к ОТ-ПЦР-РВ, поскольку иммунной системе требуется время на выработку антител и их можно определить только спустя 7–20 суток после возникновения симптомов. Выявление антител позволяет оценить состояние иммунной защиты против повторного заболевания коронавирусом и проводить контроль за эффективностью вакцинации. Для диагностики COVID-19 приоритетное значение имеет именно ОТ-ПЦР-РВ, поскольку обнаружение вируса SARS-CoV-2 в клинических пробах, взятых на ранней стадии болезни, нередко

имеет критически важное значение для своевременного развертывания противоэпидемических мероприятий.

Однако при постановке ОТ-ПЦР-РВ возможно и получение ложноотрицательных результатов, поэтому проблема достоверности результатов теста на коронавирус с весны 2020 г. не теряет актуальности. В медицинской практике неоднократно была отмечена ситуация, при которой в клинических пробах пациента с характерными симптомами COVID-19 и патологическими изменениями, зарегистрированными с помощью компьютерной томографии, в ПЦР был выявлен отрицательный результат [6–9].

Цель работы – выявление и анализ факторов, способствующих получению ложноотрицательных результатов при проведении диагностики COVID-19 методом ОТ-ПЦР-РВ.

Среди данных факторов рассмотрены показатели, характеризующие набор реагентов, используемый при проведении анализа, так и показатели исследуемых клинических проб.

В качестве основной причины получения ложноотрицательных результатов на первом этапе развития пандемии называли недостаточно высокую чувствительность метода ОТ-ПЦР-РВ [10]. Средний уровень концентрации геномной РНК при заболевании, вызванном исходным вариантом вируса SARS-CoV-2, составляет $1,0 \cdot 10^5$ геном-эквивалентов (ГЭ) РНК в 1 см^3 пробы [11–14], что примерно соответствовало аналитической чувствительности метода при использовании первых вариантов наборов реагентов¹. Поэтому одним из основных направлений решения проблемы устранения ложноотрицательных результатов, связанных с недостаточной высокой аналитической чувствительностью используемого метода, является создание набора реагентов, использование которого минимизирует указанные риски.

Второй важной причиной получения ложноотрицательных результатов в ПЦР являются характеристики исследуемых клинических проб, к которым относятся природа исследуемого материала, время взятия пробы после появления клинических признаков заболевания, предварительная подготовка для проведения забора проб, процесс взятия проб [9].

Решение проблемы устранения ложноотрицательных результатов при диагностике COVID-19 методом ОТ-ПЦР-РВ может быть достигнуто при решении задач по представленным направлениям.

Материалы и методы

В экспериментах были использованы клинические пробы (мазки с зева и носоглотки),

¹ URL: SARS-CoV-2-IT (amplisens.ru) (дата обращения: 17.06.2021).



Рисунок 1 – Внешний вид набора реагентов для выявления РНК коронавируса SARS-CoV-2 методом ОТ-ПЦР-РВ (фотография авторов)

взяты от лиц, у которых за сутки до проведения экспериментов с помощью ОТ-ПЦР-РВ был установлен положительный результат на наличие в пробах РНК вируса SARS-CoV-2.

В качестве дополнительного положительного контрольного образца в экспериментах был использован штамм У-2 вируса SARS-CoV-2, полученный из коллекции вирусов ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России.

При постановке ОТ-ПЦР-РВ использовали разработанный в ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России набор реагентов для выявления РНК вируса SARS-CoV-2 [15], регистрационное удостоверение № РЗН 2022220/9969 от 03.04.20 г. (рисунок 1). В качестве гена, на котором расположен участок гибридизации олигонуклеотидных праймеров выбран ген OFR-1ab. Олигонуклеотидные праймеры и олигонуклеотидный зонд, используемые в ПЦР, имеют специфическую область гибридизации – позиции нуклеотидных остатков (н.о.) 5327–5518 в составе генома вируса SARS-CoV-2 в области указанного гена.

Структура олигонуклеотидных праймеров и зонда, используемых в наборе реагентов для выявления РНК вируса SARS-CoV-2, представлена в таблице 1.

Результаты и обсуждение

Разработанный в ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России набор реагентов позволяет

специфично выявлять РНК вируса SARS-CoV-2 в препаратах с концентрацией не менее $1,0 \cdot 10^3$ ГЭ/см³. С учетом того, что при заболевании, вызванном вариантом «дельта» вируса SARS-CoV-2, средний уровень концентрации возбудителя в слюне составляет величину порядка $1,0 \cdot 10^7$ ГЭ/см³, можно считать, что аналитическая чувствительность метода не является основным фактором при оценке возможности получения ложноотрицательных реакций.

В качестве такового также не рассматривается несвоевременное взятие проб. Отрицательный результат, выявленный в таких пробах, по своей сути не является ложноотрицательным, так как он отражает истинное положение вещей – в исследуемой пробе отсутствует РНК вируса SARS-CoV-2. Диагноз «COVID-19» в этом случае можно поставить только ретроспективно по выявлению в сыворотке крови пациента специфических антител или по данным компьютерной томографии легких.

В качестве основного показателя, определяющего возможность получения ложноотрицательного результата рассмотрены условия взятия проб. В ранее проведенных исследованиях по диагностике COVID-19, выполненных в ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России, при анализе 2830 положительных проб, установлено, что в пробах от одного больного, расчетная концентрация вируса SARS-CoV-2 в мазке из зева в 100 % случаев равна или превосходит таковую в мазке из носоглотки. Однако вполне очевидно, что на пробу из зева гораздо легче оказать внешнее воздействие, чем на пробу из носоглотки.

Проведена оценка возможности получения ложноотрицательного результата в пробах из зева и носоглотки больных COVID-19, полученных после искусственного воздействия на место взятия пробы. В качестве такого воздействия использованы:

- употребление перед взятием пробы (временные интервалы 10, 20, 30, 60 мин) горячих напитков (чай, кофе);
- употребление непосредственно перед взятием пробы алкоголя (в дозе 0,25–0,33 г этанола на 1 кг массы тела, расчет проведен исходя

Таблица 1 – Олигонуклеотидные праймеры и зонд, используемых в наборе реагентов для выявления РНК вируса SARS-CoV-2

Компонент	Первичная структура (5/ - 3/)
Прямой праймер SARS-CoV-2 _up:	TTGAAGTTTAATCCACCTGCT
Обратный праймер SARS-CoV-2 _low:	ACCGTTCAAGACTCTTTTGC
Меченный флуоресцентным красителем олигонуклеотидный зонд	(R6G)-CTTATTACAGAGCAAGGGCTGGTGAAG-(RTQ2)

Таблица 2 – Результаты изучения влияния употребления горячих напитков перед взятием проб на возможность получения ложноотрицательного результата при диагностике COVID-19

№ добровольцев	Результаты ОТ-ПЦР-РВ в пробах взятых на время, мин				
	-10	+10	+20	+40	+60
1	+/+	-/+	-/+	+/+	+/+
2	+/+	-/+	+/+	+/+	+/+
3	+/+	-/+	-/+	-/+	+/+
4	+/+	-/+	-/+	+/+	+/+
5	+/+	-/+	-/+	+/+	+/+
Доля ложноотрицательных результатов, процент, $X \pm \sigma$	$\frac{0+20}{0+20}^A$	$\frac{100-20}{0+20}^B$	$\frac{80 \pm 20}{0+20}^B$	$\frac{20 \pm 20}{0+20}^Г$	$\frac{0+20}{0+20}^Д$
Положительный контроль, штамм У-2 вируса SARS-CoV-2, концентрация $1 \cdot 10^3$ ГЭ/см ³	+				
Примечания.					
1. Здесь и в дальнейшем «-10» – проба, взятая за 10 мин перед внешним воздействием, «+10» – проба, взятая через 10 мин после внешнего воздействия.					
2. «+/-», «-/+» в числителе представлен результат ОТ-ПЦР-РВ в мазке из зева, в знаменателе – в мазке из носоглотки.					
3. «+» - положительный, «-» – отрицательный результат в каждой из трех повторностей опыта.					
4. $X \pm \sigma$ – среднее значение и его среднее квадратическое отклонение, рассчитывали по [16].					
5. Различия А-Б и А-В статистически достоверны с вероятностью $p < 0.01$, различия А-Г и А-Д статистически недостоверны.					

из указанного производителем содержания спирта в алкогольном напитке), при использовании тех же временных интервалов;

- курение непосредственно (временной интервал менее 10 мин) перед взятием пробы.

За ложноотрицательный результат принимали отрицательный результат в ОТ-ПЦР-РВ в исследуемой пробе, полученной после проведенного воздействия, при положительном определении в пробе, полученной до проведения внешнего воздействия.

В экспериментах приняли участие 5 пациентов с подтвержденным в ОТ-ПЦР-РВ диагнозом «COVID-19». Каждую полученную пробу исследовали в трехкратной повторности. Данные, полученные при определении воздействия на результаты ОТ-ПЦР-РВ горячих напитков представлены в таблице 2.

Как следует из представленных данных, употребление горячих напитков может являться причиной получения ложноотрицательного результата в пробах из зева. В пробах,

Таблица 3 – Результаты изучения влияния приема алкоголя перед взятием проб на возможность получения ложноотрицательного результата при диагностике COVID-19

№ добровольцев	Результаты ОТ-ПЦР-РВ в пробах взятых на время, мин				
	-10	+10	+20	+40	+60
1	+/+	-/+	-/+	+/+	+/+
2	+/+	-/+	+/+	+/+	+/+
3	+/+	-/+	-/+	-/+	+/+
4	+/+	-/+	-/+	+/+	+/+
5	+/+	-/+	-/+	+/+	+/+
Доля ложноотрицательных результатов, процент, $X \pm \sigma$	$\frac{0+20}{0+20}^A$	$\frac{60 \pm 24}{0+20}^B$	$\frac{20 \pm 20}{0+20}^B$	$\frac{0 \pm 20}{0+20}^Г$	$\frac{0+20}{0+20}^Д$
Положительный контроль, штамм У-2 вируса SARS-CoV-2, концентрация $1 \cdot 10^3$ ГЭ/см ³	+				
Примечания.					
1. См. примечания к таблице 2.					
2. Различия А-Б статистически достоверны с вероятностью $p < 0.05$, различия А-В статистически недостоверны.					

Таблица 4 – Результаты изучения влияния курения перед взятием проб на возможность получения ложноотрицательного результата при диагностике COVID-19

№ добровольцев	Результаты ОТ-ПЦР-РВ в пробах, взятых на время менее 10 мин после выкуренной сигареты
1	+/+
2	+/+
3	+/+
5	+/+
Положительный контроль, штамм У-2 вируса SARS-CoV-2, концентрация 1·10 ³ ГЭ/см ³	+
<i>Примечание.</i> См. примечания к таблице 2.	

взятых у пациентов спустя 10 мин после употребления горячего чая (пациенты № 1 и 2) или кофе (добровольцы № 3–5), получен отрицательный результат, который с учетом положительного результата реакции, полученного до употребления горячих напитков, можно рассматривать как ложноотрицательный.

Восстановление положительного результата в пробах от всех добровольцев установлено только через 1 ч после приема горячих напитков. На выявление РНК вируса SARS-CoV-2 в пробах из носоглотки употребление горячих напитков влияния не оказывает.

Результаты, полученные при определении воздействия на результаты ОТ-ПЦР-РВ алкоголя и представленные в таблице 3, свидетельствуют о том, что ложноотрицательный результат был установлен в пробах, взятых через 10 (у 2 добровольцев из 5) и через 20 мин (у одного добровольца).

На выявление возбудителя в пробах из носоглотки прием алкоголя также не оказал воздействия.

Данные, полученные при определении воздействия на результаты ОТ-ПЦР-РВ ку-

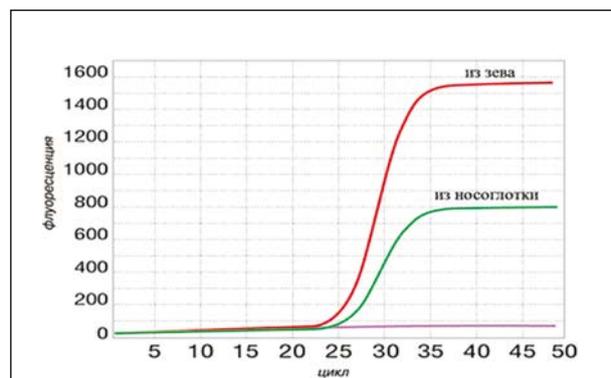
рения, представленные в таблице 4, свидетельствуют о том, что выкуренная сигарета не стала причиной регистрации ложноотрицательного результата ни в пробах из зева, ни в пробах из носоглотки, взятых на срок менее 10 мин после окончания курения, ни у одного добровольца.

Анализ представленных данных свидетельствует о том, что в результате определенных действий пациента непосредственно перед взятием мазка из зева возможно получение ложноотрицательного результата ПЦР при диагностике COVID-19. Следует отметить, что на результат анализа мазков из носоглотки описанные манипуляции (прием горячих напитков, прием алкоголя (в дозе 0,25–0,33 г этанола на 1 кг массы тела) и курение непосредственно перед взятием мазка влияния не оказывают.

При этом для каждого испытуемого в контрольных пробах из зева концентрация РНК вируса SARS-CoV-2 была выше, чем в контрольных пробах из носоглотки, что подтверждено сравнением числа циклов ПЦР до выхода кривой флуоресценции на плато (рисунок 2).

Согласно существующим рекомендациям МЧС, за 2 ч перед процедурой взятия мазка пациентам не следует принимать пищу и пить, пользоваться спреями для горла и носа, жевательной резинкой, а также чистить зубы и красить губы². Однако экспериментальное обоснование этих ограничений до настоящего времени проведено не было.

Как известно, отрицательный результат ПЦР теста на выявление возбудителя COVID-19 является основанием для получения QR-кода, действующего в течение 48 ч. Получение QR-кода на указанный временной интервал, чаще всего используется перед госпитализацией или заграничной поездкой. Необходимо подчеркнуть, что именно развитое транспортное сообщение является одной из причин быстрого распространения заболевания. В ноябре 2020 г.

**Рисунок 2 – Кривые флуоресценции при анализе проб из носоглотки и зева для выявления РНК вируса SARS-CoV-2**² Там же.

в ЮАР и Ботсване выявлен новый вариант вируса SARS-CoV-2 (B.1.1.529)³, впоследствии получивший название вариант «омикрон». Уже спустя 1 месяц данный вариант был выявлен более чем в 100 странах⁴ и стал одним из ведущих агентов пандемии COVID-19. Ввиду вероятной монофелитичности возникновения указанного варианта, такое могло произойти только в том случае, если среди лиц, покинувших ЮАР после 20 ноября, были инфицированные новым вариантом возбудителя COVID-19, а проведенный контроль дал ложноотрицательный результат.

Отмеченная для варианта «омикрон» скорость распространения могла наблюдаться в начале вспышки заболевания (при отсутствии средств диагностики и эпидемического контроля). Однако с учетом того, что органы здравоохранения были своевременно извещены о месте появления нового варианта вируса SARS-CoV-2 (отнесенного ВОЗ к категории «вызывающих опасения»), базовые характеристики наборов реагентов, используемых при диагностике COVID-19, по отношению к варианту «омикрон» остались на прежнем уровне, одним из возможных объяснений столь высокой скорости распространения являются искусственно созданные ложноотрицательные результаты при проведении контроля пассажиров поездов. Как следствие – налицо негативное воздействие на эпидемическую ситуацию по COVID-19.

Выводы

Аналитическая чувствительность метода ОТ-ПЦР-РВ не является основным фактором при оценке возможности получения ложноотрицательных реакций при диагностике COVID-19. В качестве возможных причин регистрации ложноотрицательного результата ОТ-ПЦР-РВ в пробах больных, с подтвержденным диагнозом COVID-19, изучено влияние приема горячих напитков, алкоголя и курения (непосредственно перед взятием пробы) на результаты анализа мазков из зева из носоглотки.

Установлено, что наибольшее влияние на получение ложноотрицательного результата в ОТ-ПЦР-РВ в мазках из зева оказывает прием горячих напитков перед взятием пробы.

Во всех пробах, взятых спустя 10 мин после приема горячего чая или кофе, был выявлен ложноотрицательный результат. Положительный результат в мазках из зева у всех добровольцев был выявлен только через 1 ч после употребления горячих напитков.

На получение ложноотрицательного результата теста ОТ-ПЦР-РВ в мазках из зева в отдельных случаях (у 3 из 5 добровольцев при взятии пробы через 10 мин) может оказывать влияние прием даже небольших доз алкоголя (0,25–0,33 г этанола на 1 кг массы тела). Положительный результат в мазках из зева у всех добровольцев был выявлен через 40 мин после приема алкоголя.

Курение непосредственно перед взятием пробы не оказывает влияния на получение ложноотрицательного результата в ОТ-ПЦР-РВ.

Ни одно из рассмотренных воздействий не оказывает влияние на возможность получения ложноотрицательного результата ОТ-ПЦР-РВ при анализе мазков из носоглотки.

При анализе свыше 300 мазков из зева и носоглотки, взятых с соблюдением установленных правил, ранее было установлено, что концентрация возбудителя COVID-19 в мазке из зева выше, чем соответствующий показатель в мазке из носоглотки. При низкой концентрации возбудителя в пробах установлена возможность получения положительного результата ОТ-ПЦР-РВ в пробах из зева при отрицательном результате в пробах из носоглотки. Для амбулаторных пациентов (с учетом установленной возможности получения ложноотрицательного результата в мазках из зева) можно рекомендовать обязательное исследование мазков, взятых как из зева, так и из носоглотки. В этом случае положительный результат ОТ-ПЦР-РВ в мазке из зева (при отрицательном результате в мазке из носоглотки) может свидетельствовать о концентрации возбудителя в последнем мазке ниже аналитической чувствительности метода. Противоположный результат (отрицательный в мазке из зева и положительный в мазке из носоглотки), с учетом ранее полученных данных для госпитализированных пациентов, с большой долей вероятности может рассматриваться как попытка воздействия на результаты анализа.

³ Science Brief: Omicron (B. 1.1.529) Variant | CDC. URL: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/scientific-brief-omicron-variant.html> (дата обращения: 22.01.2022).

«Потенциально самый опасный» штамм коронавируса обнаружили в ЮАР - РИА Новости, 25.11.2021 (ria.ru). URL: https://yandex.ru/news/story/Potencialno_samyj_opasnyj_shtamm_koronavirusa_B.1.1.529_obnaruzhili_vYUAR--56cada3cb764ca0cda7b3bff3c5cf677?lang=ru&fan=1&stid=F5CxAkeRdCavLZZenOHU&persistent_id=4049&story=db1dea54-e110-52b4-82eb-b338ffeb182 (дата обращения: 22.01.2022).

⁴ Enhancing response to Omicron SARS-CoV-2 variant: Technical brief and priority actions for Member States. URL: [2022-01-07-global-technical-brief-and-priority-action-on-omicron---corr2.pdf](https://www.who.int/publications/m/item/enhancing-response-to-omicron-sars-cov-2-variant-technical-brief-and-priority-actions-for-member-states) (who.int) (дата обращения: 22.01.2022).

Вклад авторов / Authors Contribution:

Все авторы внесли свой вклад в концепцию рукописи, участвовали в обсуждении и написании этой рукописи, одобрили окончательную версию. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи. / All authors contributed to the conception of the manuscript, the discussion, and writing of this manuscript, approved the final version. All authors have 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 государственное бюджетное учреждение «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации», г. Сергиев Посад.

Список источников/References

1. South A.M., Diz D.I., Chappell M.C. COVID-19, ACE2, and the cardiovascular consequences // *Heart and Circulatory Physiology*. 2020. V. 318. № 5. P. 1084–1090.
2. Grant M.C., Geoghegan L., Arbyn M. et al. The prevalence of symptoms in 24.410 adults infected by the novel coronavirus (SARS-CoV-2; COVID-19): a systematic review and meta-analysis of 148 studies from 9 countries // *PLOS ONE*. 2020. V. 15. № 6. P. e0234765. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234765>
3. CDC COVID-19 Response Team. SARS-CoV-2 B.1.1.529 (Omicron) Variant - United States, December 1-8, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2021. V. 70. № 50. P. 1731–1734. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7050e1>
4. Scribne H. Doctor reveals new nightly omicron variant symptom // *Deseret News*. Archived from the original on 2 January 2022.
5. Oran D., Topol E.J. Prevalence of asymptomatic SARS-CoV-2 infection: a narrative review // *Ann. Int. Med.* 2020. V. 173. P. 362–367. <https://doi.org/10.7326/M20-3012> PMID 32491919
6. Arevalo-Rodriguez I., Buitrago-Garcia D., Simancas-Racines D. et al. False-negative results of initial RT-PCR assays for COVID-19: A systematic review // *PLoS One*. 2020. V. 15(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242958>
7. Long C., Xu H., Shen Q. et al. Diagnosis of the Coronavirus disease (COVID-19): rRT-PCR or CT? // *Eur. J. Radiol.* 2020. 108961. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.108961>
8. Pecoraro V., Negro A., Pirotti T., Trenti T. Estimate false-negative RT-PCR rates for SARS-CoV-2. A systematic review and meta-analysis // *Eur. J. Clin. Invest.* 2022. V. 52(2). <https://doi.org/10.1111/eci.13706>
9. Kanji J.N., Zelyas N., MacDonald C. et al. False negative rate of COVID-19 PCR testing: a discordant testing analysis // *Viol. J.* 2021. V. 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12985-021-01489-0>
10. Alsharif W., Qurashi A. Effectiveness of COVID-19 diagnosis and management tools: A review. *Radiography (Lond)* // 2021. V. 27(2). P. 682–687. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2020.09.010>
11. Tan W., Aboulhosn J. The cardiovascular burden of coronavirus disease 2019 (COVID-19) with a focus on congenital heart disease // *Int. J. Cardiol.* 2020. V. 309. P. 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2020.03.063>
12. Bai Y., Yao L., Wei T., Tian F., Jin D.Y., Chen L. et al. Presumed asymptomatic carrier transmission of COVID-19 // *JAMA*. 2020. V. 323. № 14. P. 1406–1407. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2565>
13. Mizumoto K., Kagaya K., Zarebski A., et al. Estimating the asymptomatic proportion of coronavirus disease 2019 (COVID-19) cases on board the Diamond Princess cruise ship, Yokohama, Japan, 2020 // *Euro Surveill.* 2020. V. 25. № 10. P. 2000180. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.10.2000180>
14. Masters P.S. The molecular biology of coronaviruses // *Adv. Virus. Res.* 2006. V. 66. P. 193–292. [https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(06\)66005-3](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(06)66005-3)
15. Патент РФ № 2732608 (2020).
Patent RU № 2732608 (2020). (in Russian).
16. Генес В.С. Некоторые простые методы кибернетической обработки данных диагностических и физиологических исследований. М.: Наука, 1967.
Genes V.S. Some simple methods of cybernetic data processing of diagnostic and physiological studies. Moscow: Nauka, 1967. (in Russian).

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации», 141306, г. Сергиев Посад, ул. Октябрьская, д. 11.

Петров Александр Анатольевич. Начальник отдела, д-р мед. наук.

Сизикова Татьяна Евгеньевна. Научный сотрудник, канд. биол. наук.

Карулина Наталья Васильевна. Научный сотрудник, канд. биол. наук.

Чухраля Олег Васильевич. Заместитель начальника отдела.

Павельев Дмитрий Игоревич. Научный сотрудник.

Сайфулина Наталья Александровна. Младший научный сотрудник.

Сапкулов Алексей Владимирович. Помощник начальника ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России.

Лебедев Виталий Николаевич. Ведущий научный сотрудник, д-р биол. наук, проф.

Кутаев Дмитрий Анатольевич. Начальник отдела планирования научно-исследовательских работ – заместитель начальника ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России по научно-исследовательской работе, канд. биол. наук.

Борисевич Сергей Владиширович. Начальник ФГБУ «48 ЦНИИ» Минобороны России, д-р биол. наук, проф., член-корр. РАН.

Контактная информация для всех авторов: 48cnii@mil.ru

Контактное лицо: Борисевич Сергей Владимирович: 48cnii@mil.ru

Factors Contributing to False Negative Results when Performing Diagnostics of COVID-19 by Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction in Real Time

A.A. Petrov, T.E. Sizikova, N.V. Karulina, O.V. Chuhralya, D.I. Paveliev,

N.A. Saifulina, A.V. Sapkulov, V.N. Lebedev, D.A. Kutaev, S.V. Borisevich

Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation, Russian Federation, 141306 Sergiev Posad, Oktyabrskaya st., 11

Received March 9, 2022. Accepted for publication March 20, 2022

Reverse transcription-real-time polymerase chain reaction (RT-PCR) is currently the leading laboratory diagnostic tool for COVID-19. With the help of RT-PCR-RT, diagnostics is carried out at the early stages of the development of the disease. The studied clinical samples, as a rule, are swabs from the pharynx and nasopharynx. The aim of the work is to identify and analyze the factors that contribute to false negative results when diagnosing COVID-19 by RT-PCR-RT. It is shown in the article, that the analytical sensitivity of the real-time RT-PCR method is not the main factor in assessing the possibility of obtaining false negative results. The paper considers the effect of drinking hot drinks (tea, coffee), alcohol and smoking (immediately before sampling) on the results of the analysis of swabs from the pharynx and nasopharynx by RT-PCR RT. It was found that the intake of hot drinks before sampling (the probability of obtaining a false negative result is at least 80%) influences most of all on the possibility of obtaining a false negative result in RT-PCR-RT in swabs from the pharynx. The use of small doses of alcohol (0.25–0.33 g of ethanol per 1 kg of body weight) has a lesser effect. Smoking immediately prior to sample collection does not lead to a false negative result in real-time RT-PCR. None of the considered influences affects the possibility of obtaining false negative results in the analysis of swabs from the nasopharynx. Recommendations were made on the need for simultaneous examination of both throat swabs and nasopharyngeal swabs in the ongoing diagnosis of COVID-19.

Keywords: COVID-19; diagnostics; false negative results; transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) in real time.

For citation: Petrov A.A., Sizikova T.E., Karulina N.V., Chuhralya O.V., Paveliev D.I., Saifulina N.A., Sapkulov A.V., Lebedev V.N., Kutaev D.A., Borisevich S.V. Factors Contributing to False Negative Results when Performing Diagnostics of COVID-19 by Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction in Real Time // *Journal of NBC Protection Corps*. 2021. V. 6. No 1. P. 56–65. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-6-1-56-65>

Conflict of interest statement

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

Peer review information

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

Funding. Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation.

References

See P. 62.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation, 141306 Russian Federation, Sergiev Posad, Oktyabrskaya st., 11.

Aleksandr Anatol'evich Petrov. Chief of department, Doctor of Medical Sciences

Tat'jana Evgen'evna Sizikova. Researcher, Candidate of Biologic Sciences

Natal'ya Vasil'evna Karulina. Researcher, Candidate of Biologic Sciences

Oleg Vasil'evich Chuhralya. Assistant of chief of department

Dmitriy Igorevich Paveliev. Researcher

Natal'ya Aleksandrovna Saifulina. Junior Researcher

Aleksey Vladimirovich Sapkulov. Assistant of head of Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation

Vitaliy Nikolaevich Lebedev. Leading researcher, Doctor of Biologic Sciences, Professor

Dmitriy Anatol'evich Kutaev. Deputy head of Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation, Candidate of Medical Sciences

Sergey Vladimirovich Borisevich. Head of Federal State Budgetary Establishment «48 Central Scientific Research Institute» of the Ministry of the Defense of the Russian Federation, Corresponding member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Biologic Sciences, Professor.

Contact information for all authors: 48cnii@mil.ru

Contact person: Sergey Vladimirovich Borisevich: 48cnii@mil.ru

6. Накопленный опыт лечения поражений отравляющими веществами нервно-паралитического действия

М.В. Супотницкий

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

Поступила 21.09.2021 г. Принята к публикации 20.03.2022 г.

Ирано-иракская война 1980–1988 г. была первой современной войной, в ходе которой применялось химическое оружие. Цель работы – обобщение опыта лечения пострадавших от воздействия пораженных ОВ нервно-паралитического действия. Для подготовки статьи, в основном, использовались публикации иранских авторов в англоязычных научных журналах. Первое применение химического оружия иракской армией произошло в августе 1983 г. в Курдистане (сернистый иприт), ОВ нервно-паралитического действия (табун) впервые применено 29 февраля 1984 г. в боях за острова Маджнун. Всего за время войны по иранским войскам было применено 140 т табуна и около 600 т зарина/циклозарина. Непосредственно от нервно-паралитического ОВ погибло 5,5 тыс. военнослужащих. На одного погибшего от табуна на поле боя приходилось не менее 7 отравленных, нуждающихся в квалифицированной токсикологической помощи, летальные исходы среди пораженных табуном военнослужащих составили не менее 15 %. Военнослужащие без средств защиты, получившие большие дозы нервно-паралитического ОВ, теряли сознание в течение 30 с и умирали на позициях в течение нескольких минут. Наиболее чувствительными к таким ОВ оказались женщины, дети и пожилые люди, случайно попавшие под химический удар. Применение противником ОВ нервно-паралитического действия сопровождалось паникой в войсках и поступлением на медицинские пункты огромного количества военнослужащих в критическом состоянии. Первыми клиническими признаками, по которым распознавались пораженные такими ОВ, были потливость, фасцикуляции и миоз. Эффективность антидотной терапии (атропин+оксим+диазепам) зависела от времени оказания медицинской помощи. Наиболее эффективным считалось применение атропина титрованием (внутривенным введением капельно) до достижения легкости дыхания, отсутствия признаков спазма бронхов, исчезновения выделений из дыхательного тракта и частоты сердечных сокращений >80 уд/мин. Оксимы при лечении отравленных табуном были не эффективны. Наиболее результативной оказалась дегазация путем физического удаления ОВ. Дегазацию пораженных ОВ приходилось проводить подручными средствами, такими как мытье морской или речной водой, применением растворов хлорсодержащих бытовых химикатов, присыпания сухой землей.

Ключевые слова: атропин; ацетилхолин; ацетилхолинэстераза; бутирилхолинэстераза; галциклидин; дегазация; диазепам; зарин; ирано-иракская война; органофосфаты; табун; фосфорорганическое соединение; химическое оружие; циклозарин.

Библиографическое описание: Супотницкий М.В. Химическое оружие в ирано-иракской войне 1980–1988 годов. 6. Накопленный опыт лечения поражений отравляющими веществами нервно-паралитического действия // Вестник войск РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 1. С. 65–82.

 [s://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-1-65-82](https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-1-65-82)

Понимание того, что война с Ираном зашла в тупик, грозящий поражением и полным крушением суннитской власти в

Ираке, пришло к иракскому руководству после успешно проведенной иранскими войсками операции «Тарик аль-Кудс» (ар. «Дорога на

Иерусалим», 29.11.1981–03.12.1981). Ее целью был захват иранского приграничного города Бостан – важного логистического центра иракской армии. Успех иранцам обеспечила не огневая мощь, а новая тактика наступления – «людские волны». Противопоставить ей Багдад ничего не мог из-за несопоставимости своего мобилизационного потенциала с иранским¹. Людские ресурсы на фронте иракское командование решило заменить химическим оружием. Первое применение иракской армией сернистого иприта произошло в августе 1983 г. в иракском Курдистане [1]. Несмотря на протесты Ирана в Совете Безопасности ООН² и нарушение Ираком Женевского протокола 1925 г.³, «мировое сообщество» негласно поддержало начавшуюся против «страны-изгоя» химическую войну. Иракское руководство поняло, что у него «развязаны руки». Иприт появился и на других участках ирано-иракского фронта. В начале марта 1984 г. во время боев за острова Маджнун⁴ молодой армейский врач Сейед Аббас Форутан (англ. Syed Abbas Foroutan)⁵, руководивший тогда отделением по оказанию помощи военным, пораженным ипритом, обнаружил, что в клинику поступили солдаты с ранее не встречавшимися симптомами отравления – кашель и одышка. У некоторых – рвота и помрачение сознания. Врачам клиники стало ясно, что они имеют дело не с ипритными поражениями. С чем именно, они поняли после обнаружения Форутаном симптома, общего для всех жертв – их зрачки были сужены до точечных отверстий, в крови коматозных пациентов не определялась ацетилхолинэстераза. Ключевым моментом в понимании природы

примененного иракцами отравляющего вещества (ОВ) для Форутана стало улучшение состояния отравленных солдат после введения атропина. Так впервые в мировой военной истории в ходе боевых действий было применено ОВ нервно-паралитического действия⁶. В Российской Федерации существует немало токсикологических научных школ, глубоко изучающих различные особенности лечения поражений ОВ данного класса на экспериментальных животных и при случайных отравлениях людей. Однако в иранских работах мы знакомимся с опытом, накопленным при лечении и последующем наблюдении тысяч людей, получивших такие поражения в условиях войны, что, конечно, несопоставимо по значению с лабораторными экспериментами на животных.

Цель работы – обобщение накопленного в ходе ирано-иракской войны опыта лечения массовых поражений военнослужащих отравляющими веществами нервно-паралитического действия.

Для подготовки статьи, в основном, использовались публикации иранских авторов, участвовавших в оказании медицинской помощи на этапах медицинской эвакуации военнослужащим, отравленным нервно-паралитическими ОВ, и наблюдавших своих пациентов в послевоенный период. Статья представляет собой шестое исследование, посвященное применению химического оружия в ирано-иракской войне⁷.

Нервно-паралитические ОВ в ирано-иракской войне. Табун и зарин в лабораторных количествах иракские специалисты института аль-Хазен ибн аль-Хайсам (Al Hazen Ibn Al

¹ Мобилизационный потенциал Ирана на начало войны составлял 2 млн человек, Ирака – 650 тыс. [1].

² Документ Совета Безопасности S/16128 от 7 ноября 1983 г. RUSSIAN ORIGINAL. К 16.12.1983 г. министр иностранных дел Ирана Сейед Раджаи Хорасани направил еще не менее 20 таких обращений. См. Документ Совета Безопасности S/16220 от 16 декабря 1983 г. RUSSIAN ORIGINAL.

³ Женевский протокол 1925 г. – протокол о запрещении применения на войне удушающих, ядовитых или других подобных газов и бактериологических средств – международное соглашение о запрещении использования химического или бактериологического оружия во время войны. Но оно не содержит запрета на его разработку, производство и хранение.

⁴ Речь идет о втором этапе проводимой иранцами операции «Хайбар», имевшей целью захват островов Маджнун и богатой нефтью территории в районе Эль-Курна (район слияния рек Тигр и Евфрат). Положение иракских частей на юге страны стало критическим, когда иранцы вышли на шоссе Багдад–Басра, создав угрозу разрезания страны на две части. Тогда впервые авиацией иракской армией был применен табун [1, 2].

⁵ В настоящее время Сейед Аббас Форутан – профессор Медицинского университета имени Шахида Бехешти (англ. Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Тегеран).

⁶ Сейед Форутан установил факт применения ОВ нервно-паралитического действия по характерным клиническим симптомам отравления. Само ОВ идентифицировали в Научно-исследовательском институте национальной обороны в Умео (Швеция), куда экспертами ООН была передана проба, отобранная из неразорвавшейся бомбы. В ней была обнаружена смесь табуна (75 %) с хлорбензолом (12 %) и несколькими другими фосфорсодержащими веществами (триэтилфосфат, 1–4 %; диэтил-N,N-диметилфосфорамидат, 3–10 %). См. Документ Совета Безопасности S/16433 от 26 марта 1984 г. RUSSIAN ORIGINAL.

⁷ В первой работе рассматривалась подготовка Ирака к химической войне [3], во второй – применение химического оружия в боевых действиях [4], в третьей – медицинские последствия применения химического оружия [5], в четвертой показано, каким образом происходила ликвидация химического оружия в Ираке [6], в пятой обобщен накопленный опыт лечения поражений, вызванных сернистым ипритом [7].

Таблица 1 – Сведения о производстве и количестве использованных для снаряжения боеприпасов отравляющих веществ, произведенных SEPP/MSE, тонны*

Отравляющее вещество	Годы									
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990**
VX	-	-	-	-	-	-	-	2,4		1,5
Зарин/циклозарин	-	-	-	5	30 (24)	40 (15)	209 (122)	394 (507)		117 (67)
Табун	-	-	-	60 (60)	70 (69)	80 (10)	-	-		-

Примечание.
* По данным иракского руководства, представленным в ООН. В скобках указано количество ОВ, снаряженных в боеприпасы. VX на войну «опоздал» и из-за низкого качества в боеприпасы не снаряжался [8]. Всего за время войны по иранским войскам было применено 140 т табуна и около 600 т зарина/циклозарина.
** После вторжения в Кувейт 2 августа 1990 г.

Haitham Institute, Багдад)⁸ синтезировали еще в 1975 г. Для ведения химической войны таких количеств недостаточно. Самостоятельно масштабировать производство ОВ нервно-паралитического действия иракские химики не смогли. Не было понимания кинетики крупномасштабного процесса синтеза этих ОВ, не удалось наладить производство качественных прекурсоров, отсутствовали знания о том, какие побочные продукты и примеси являются промежуточными и какие могут находиться в конечном продукте без его разложения [8]. Поэтому в августе 1981 г. в пустыне к югу от города Самарра с помощью западногерманских⁹ и американских фирм¹⁰ было начато строительство нового научно-производственного центра – «Государственного предприятия по производству пестицидов» (State Establishment for Pesticide Production, SEPP). С 1987 г. центр назывался «Государственное предприятие аль-Мутанна» (Muthanna State Establishment, MUTHANNA, MSE). Благодаря подрядам с западными фирмами иракцам в 1982 г. удалось освоить производство табуна (GA); в 1984 г. – зарина (GB); в 1988 г. – циклозарина (GF) и VX¹¹. В 1987–1988 гг. иракские химики обнаружили, что циклогексильный аналог зарина (так на-

зываемый циклозарин) и его смесь с заринем более токсичны и стабильны, чем сам зарин. Кроме того, можно было использовать одну и ту же производственную линию для получения циклозарина или его смеси с заринем. Производство циклозарина и смеси зарина и циклозарина, а также снаряжение этой смесью боеприпасов было начато в январе 1988 г. Почти все ОВ (кроме иприта), произведенные Ираком, были низкого качества, разлагались, поэтому их не хранили, а максимально быстро использовали по назначению [3, 6, 8]. Количество полученных иракцами ОВ нервно-паралитического действия приведено в таблице 1.

К 1986 г. интерес к табуну у иракских военных пропал по следующим причинам: производство прекурсора табуна – 100 % этилового спирта, несмотря на дорогостоящую помощь западных фирм, наладить не удалось; качество получаемого табуна в производственных циклах всегда оказывалось низким; при взрыве разрывного заряда боеприпаса табун частично сгорал¹²; технологически проще оказалось получать смесь зарина с циклозаринем [4, 8].

Табун в боевых действиях применялся авиационными выливными приборами и авибомбами; зарин и его смесь с циклозаринем –

⁸ По имени Абу Али аль-Хасана ибн аль-Хасана ибн аль-Хайсама аль-Басри (англ. Ibn al-Haytham; 965–1039) – арабского ученого, внесшего значительный вклад в развитие математики, механики, физики и астрономии. В средневековой Европе упоминался как Alhazen (Альхазен).

⁹ Военно-химический объект в Самарре строили гессенские компании Karl Kolb GmbH, Pilot Plant и еще более 40 других немецких компаний. См. Halabja 1988: Largest poison gas massacre of civilians since the Second World War German and European firms were involved. См. <https://web.archive.org/web/20130806082700/http://www.gfbv.de/pressemit.php?id=1210&PHPSESSID=bf9ba5ba3fad8ca3b89b60627a8f9498> (дата обращения: 01.02.2019 г.).

¹⁰ Это американские компании: Bechtel Carl Zeiss-U.S.S., Hewlett Packard, Honeywell, Rockwell, Spektra Physics, Sperry Corp., TI Coating, UNISYS. См. The Iran-Iraq War: Serving American Interests. См. The Research Unit for Political Economy (R.U.P.E.), Mumbai (Bombay), India. См. http://www.iranchamber.com/history/articles/iran_iraq_war_american_interest.php/ (дата обращения: 01.02.2019 г.).

¹¹ Схему поставок прекурсоров см. <https://web.archive.org/web/20060504214128/http://www.iraqwatch.org/suppliers/nyt-041303.gif> (дата обращения: 01.02.2019 г.).

¹² У табуна точка воспламенения (Flashpoint of the material, FIP) = 77,8 °С, т.е. она ниже, чем у других ОВ аналогичного действия, но близка к средней величине FIP дизельного топлива (62–105 °С). У циклозарина FIP = 93,4 °С; у зомана = 121,1 °С; у VX = 195 °С [10]. По зарину таких данных нет. Табун – это стойкое ОВ, иракцы планировали его заменить еще более стойким VX.

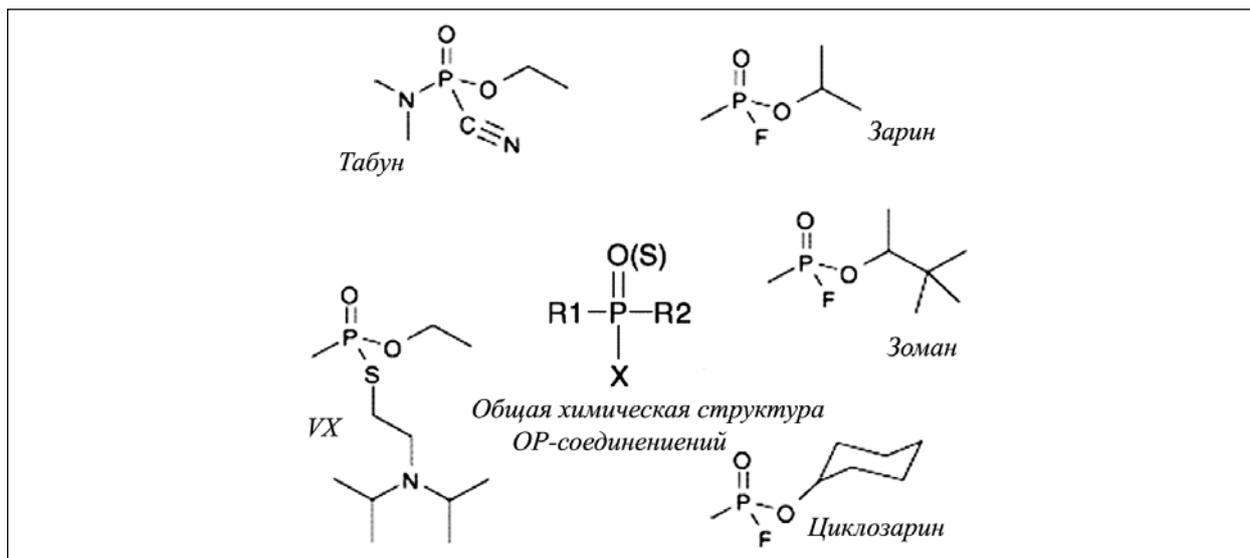


Рисунок 1 – Химическая структура ОБ нервно-паралитического действия. ОРС – производные кислот пятивалентного фосфора. В центре – общая химическая структура органофосфатных соединений. Фосфор с помощью двойной связи соединен с атомом кислорода или серы. Двумя связями (R1 и R2) он соединен с алкильными, алкокси-, алкилтио- или амидогруппами. Связь X насыщена группой, легко отщепляющейся от фосфора (фтор-, циано-, замещенные или разветвленные алифатические, ароматические или гетероциклические группы). Освобождающаяся валентность ОРС взаимодействует с активными центрами ряда ферментов. Крайняя токсичность связана с теми соединениями, в которых X представляет собой сильно электроотрицательную группу, такую как галогенид, цианид или тиоцианат. ОБ нервно-паралитического действия характеризует наличие уникальной связи С–Р, которой нет у фосфорорганических пестицидов [10, 11]

122-мм ракетами реактивных систем залпового огня (РСЗО) и авиабомбами; для термической возгонки VX разрабатывался специальный суббоеприпас. О его полигонных испытаниях не известно. После войны иракцы начали работы по созданию бинарных боеприпасов – снарядов, авиабомб и боеголовок баллистических ракет, позволяющих применять зарин и VX, но они не были завершены из-за поражения Ирака в 1991 г. в «Войне в заливе»¹³ [8, 9].

Механизм поражающего действия нервно-паралитических отравляющих веществ. ОБ нервно-паралитического действия относятся к органофосфатным соединениям (ФОС, organophosphorus compounds, ОРС). Они представляют собой сложные эфиры, амиды или тиоловые производные фосфорной, фосфоновой или фосфиновой кислот. По назначению

их делят на две основные группы: боевые ОБ нервно-паралитического действия (нейротоксические агенты, НА) и пестициды¹⁴. Нервно-паралитические ОБ, в свою очередь, делят на две основные группы – G и V. Агенты G (G – означает германский) представляют собой фторорганические соединения органофосфата, за исключением табуна – цианистого соединения органофосфата. Агенты V – серосодержащие фосфорорганические соединения – VE, VG, VM, VX, китайский VX и русский VR. Самый «старый» и основной агент V-серии – VX¹⁵ [11, 12]. ОБ G-серии – летучие жидкости, самопроизвольно испаряющиеся при комнатной температуре, в отличие от VX, испаряющегося очень медленно. Поэтому VX – более стойкий и загрязняет окружающую среду на более длительное время, чем агенты G-серии¹⁶.

¹³ Война в Персидском заливе (17 января–28 февраля 1991 г.) – война между Ираком и многонациональными силами во главе с США за освобождение и восстановление независимости Кувейта.

¹⁴ Такие фосфорорганические соединения, как глифосат и мерфос, используются в качестве гербицидов. Пестициды и гербициды не рассматриваются в данной работе.

¹⁵ S. Mukherjee и R. Devi [14] выделяют еще две группы нервно-паралитических ОБ: GV-серия – обладают комбинированными свойствами серий G и V, например GV, 2-dimethylaminoethyl-(dimethylamido)-fluorophosphate; серия «Новичок» (Novichok series), например, substance-33, A230, A232, A234, Novichok-5 и Novichok-7 и др. Но они не являются предметом рассмотрения данной статьи. Более подробно о свойствах ОБ данной серии см. в работе D. Ellison [10].

¹⁶ Подробно физико-химические и токсические свойства ОБ, использованных Ираком во время войны, приведены в нашей первой работе по данной теме [3].

Таблица 2 – Степени тяжести отравления фосфорорганическими соединениями в зависимости от ингибирования холинэстераз [11]

Степень тяжести отравления	ВChE, активность (%)	AChE, активность (%)	Жалобы	Объективно
Легкая	40–50	50–90	Головокружение, тревога, головная боль, тошнота, слабость, одышка	Нарушение аккомодации, ринорея, потливость, слюнотечение, кашель, слезотечение
Средняя	10–40	10–50	Утяжеление вышеуказанных симптомов плюс беспокойство, спутанность сознания, одышка, дезориентация, боль в животе	Бледность, миоз, нарушение концентрации внимания, тахикардия, артериальная гипертензия, мышечные подергивания, фасцикуляция, угнетение дыхания, бронхорея, потеря сознания, диарея, бронхоспазм
Тяжелая	<10	< 10	Утяжеление	Судороги, дыхательная недостаточность, отек легких, вялый паралич, непроизвольное мочеиспускание/ дефекация, цианоз, глубокая кома
Смерть	–	–	–	Кома, судороги, миоз, гиперсекреция и апноэ в течение нескольких минут после воздействия ОВ

Кроме того, VX – липофильное соединение и легче проникает через кожу, чем гидрофильные G-агенты, в основном проникающие в организм человека через легкие [11–13] (рисунок 1).

Острая токсичность ОВ нервно-паралитического действия, в первую очередь, связана с необратимой инактивацией сериновых ацетилхолинэстераз – гидролаз, расщепляющих сложноэфирную связь. В организме человека существуют не менее трех типов холинэстераз¹⁷, различающихся расположением в тканях, сродством к субстрату и физиологической функцией [11, 14–18]:

истинная ацетилхолинэстераза (acetylcholinesterase, AChE) – обнаруживается в мембранах постсинаптических нейронов, нервно-мышечных соединениях (синапсы) холинэргического типа, потовых железах, эмбриональной ткани и в мембранах эритроцитов. Осуществляет прерывание передачи нервного импульса от пресинаптической мембраны к постсинаптической путем гидролиза в синаптической щели нейромедиатора ацетилхолина. Ее инактивация приводит к накоплению токсичных уровней нейромедиатора ацетилхолина (ACh)¹⁸ в пресинаптических нейронах центральной и периферической нервной системы человека (ЦНС и ПНС соответственно). Для AChE, присутствующей в синаптических

щелях, надежные методы выделения отсутствуют. Диагностика отравления ОРС-соединениями осуществляется по содержанию AChE в эритроцитах (red blood cells, RBC). Поэтому AChE имеет еще другое название – RBC ChE или ацетилхолинэстераза эритроцитов (erythrocyte acetylcholinesterase, EAChE). AChE также выполняет нехолинэргические функции, такие как нейритогенез¹⁹, межклеточные взаимодействия, пролиферация, апоптоз, синаптогенез²⁰, активация дофаминовых нейронов и формирование амилоидных нитей (amyloid fibre formation).

бутирилхолинэстераза (butyrylcholinesterase, BChE) – корегулятор холинэргической нейротрансмиссии. BChE менее специфична, но более чувствительна к ОРС-соединениям, чем AChE. Второе название – псевдохолинэстераза. BChE в большом количестве содержится в плазме крови (3 мг/л), поэтому ее еще называют плазменной холинэстеразой (plasma ChE). Суммарно в организме человека ее не менее, чем в 10 раз больше, чем AChE. BChE расщепляет большое количество соединений, содержащих сложноэфирную и, даже, амидную связь, действует как стехиометрический поглотитель нервно-паралитических ОВ, и ее ингибирование, по-видимому, не дает значительных физиологических эффектов в отсут-

¹⁷ ФОС ковалентно связываются и с другими сериновыми эстеразами, а именно с карбоксилэстеразой (CaE), эстеразой-мишенью для нейропатии (NTE), трипсином и химотрипсином. Также наблюдалось связывание с остатком тирозина сывороточного альбумина человека [11]. В данной работе не рассматриваются.

¹⁸ *Ацетилхолин* – уксуснокислый эфир холина, образующийся в цитоплазме аксонов из ацетил-КоА и холина под действием фермента ацетилхолинтрансферазы. Накапливается в везикулах в количестве от 1 тыс. до 10 тыс. молекул. Нейромедиатор.

¹⁹ *Нейритогенез* – первый этап в процессе дифференцировки нейронов, заключается в появлении новых нейритов (отростков нейронов – аксонов и дендритов).

²⁰ *Синаптогенез* – процесс формирования синапсов между нейронами в нервной системе.

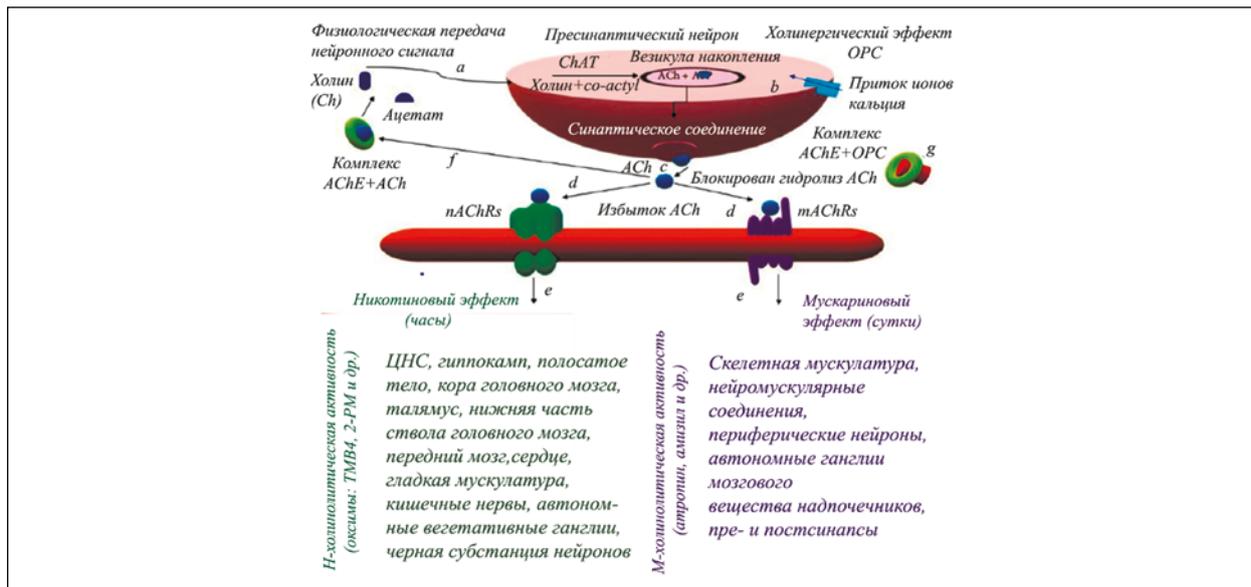


Рисунок 2 – Механизм развития холинэргического эффекта при воздействии ОРС. Показано взаимодействие ацетилхолинэстеразы (AChE), ацетилхолина (ACh) и ОРС. Наличие AChE в нервной клетке классифицирует ее как «холинэргический нейрон». (а) Холин (Ch), высвобождающийся в результате гидролиза ACh, перемещается к аксону, где холинацетилтрансфераза (ChAT) катализирует перенос ацетильной группы (CH₃-CO) от молекулы ацетил-СоА на молекулу субстрата – Ch, с образованием ACh и кофермента А. (б) Приток кальция приводит к слиянию мембран. (с) Слияние приводит к высвобождению ACh в синапс. (д) Взаимодействие ACh с никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами (nAChRs) и мускариновыми рецепторами ацетилхолина (mAChRs). (е) Передача сигналов к различным физиологическим целям. (ф) Избыток ACh после передачи сигнала взаимодействует с AChE и распадается на холин и ацетат – нервный импульс прерывается. (г) ОРС связывается с AChE, что приводит к увеличению ACh и бесконечной передаче сигнала. При физиологической передаче нейронных сигналов ACh связывается с AChE и расщепляется до ацетата и холина. Слева от каждого столбца показано направление лечения по каждому синдрому. При судорогах (симптоматика смешанного генеза) в схему лечения вводят противосудорожные средства, например, диазепам. За основу взята схема из работы S. Mukherjee и R. Devi [14]

ствии других токсикантов. ВChE выполняет детоксицирующую роль в отношении широкого круга ФОС-соединений в тканях, гидролизует кокаин, аспирин, сукцинилхолин и другие ксенобиотики, и превращает некоторые пролекарства в их активные формы (например, тербуталин);

холинэстераза сыворотки (serum cholinesterase, SChE) – гликопротеин плазмы, синтезируемый в печени. Присутствует в спинномозговой жидкости, печени, глиальных клетках и плазме. Физиологическая функция не установлена. Было показано, что снижение активности SChE тесно связано с тяжестью заболеваний печени.

По ингибированию холинэстеразы М. Balali-Mood и R. Balali-Mood [11] выделяют три степени тяжести отравления ФОС (таблица 2).

Накопление токсичных уровней ACh в возбуждающем синапсе сначала стимулирует, а затем парализует холинэргическую синаптическую передачу, вызывая чрезмерный холинэргический эффект и быструю смерть человека

в течение нескольких минут. Ингибирование более чем 50 % синаптической активности AChE проявляется симптомами отравления. Смерть наступает «в основном» в результате респираторного дистресса, когда ингибировано более 90 % синаптических AChE, на фоне угнетения дыхательного центра, слабости дыхательных мышц и остановки диафрагмального дыхания, бронхоспазма и чрезмерной секреции в дыхательных путях. Смерть также может наступить в результате остановки сердца из-за сердечной недостаточности, аритмии и блокады сердца [13]. Механизм развития холинэргического эффекта при отравлении ОВ нервно-паралитического действия и другими ОРС показан на рисунке 2.

Мускариновые эффекты периферической нервной системы включают усиление бронхиальной секреции, повышенное потоотделение, слюноотделение и слезотечение, точечные зрачки, бронхоспазм, спазмы мышц ЖКТ (дефекация, рвота и диарея), частое мочеиспускание, брадикардию, гипотензию, а у пациентов с тяжелой интоксикацией – отек легких.

Таблица 3 – Мускариновые и никотиновые симптомы при отравлении ОВ нервно-паралитического действия [15]

Система	Симптом
ЦНС	Беспокойство, головная боль, головокружение, судороги, угнетение центральных дыхательных центров, потеря сознания, эпилептический статус, кома
Зрительная	Затуманенное зрение, конъюнктивит, миоз
Дыхательная	Ринорея, бронхоспазм, бронхорея, отек легких
Сердечно-сосудистая	Либо тахикардия, либо брадикардия, либо гипотензия, либо гипертония
ЖКТ	Спазмы, боли в животе, тошнота, слюноотделение, рвота, дефекация, недержание мочи
Мышечная	Подергивание, фасцикуляция, тремор, мышечные судороги, паралич
Кожная	Повышенное потоотделение

В ЦНС гиперактивация мускариновых рецепторов способствует ранней смерти через угнетение дыхательного центра. Угнетение центрального дыхания можно отличить от дисфункции периферической нервной системы по угнетению активности диафрагмального нерва и временному параличу диафрагмы. В поражении ЦНС важную роль играет развитие воспалительных процессов. Эксперименты на животных показали, что после воздействия ОВ нервно-паралитического действия происходит активация глиальных клеток, это вызывает высвобождение воспалительных хемокинов и цитокинов в областях мозга, ответственных за контроль дыхания. Развившаяся (по разным механизмам) гипоксия мозга клинически дает о себе знать симптомами отека мозга, судорогами с переходом в эпилептический статус у выживших. Длительный эпилептический статус приводит к гипоксически-ишемической гибели нейронов посредством механизма, опосредованного рецептором N-метил-D-аспартата (N-methyl-D-aspartate, NMDA). Наиболее поражаемая область мозга при отравлении ОВ нервно-паралитического действия – миндалевидное тело (amygdala), за которым по серьезности поражения следуют грушевидная кора (piriform cortex), гиппокамп (hippocampus), кора (cerebral cortex), таламус (thalamus) и хвостатое тело/скорлупа (caudate/putamen)²¹ [11, 19, 20].

Никотиновые эффекты включают тахикардию, гипертонию, мидриаз, подергивания и фасцикуляцию мышц, а в более тяжелых случаях – паралич диафрагмы и дыхательных мышц [19].

Суммарно симптомы, вызванные накоплением ацетилхолина на мускариновых и нико-

тиновых мембранных рецепторах, приведены в таблице 3.

Токсические проявления после воздействия нервно-паралитического ОВ связаны с необратимым фосфорилированием серинсодержащего активного центра AChE. Время между воздействием ОВ и необратимым фосфорилированием называется «старением». Образовавшаяся фосфорилированная молекула AChE не способна гидролизовать ACh. Ингибирование будет постоянным до выработки нового фермента или использования реактиватора – такого как оксим²². Кинетика старения и спонтанная реактивация холинэстеразы человека, ингибируемой нервно-паралитическими ОВ, зависит от химической структуры ОВ. Время старения варьируется от нескольких минут для зомана, до 5 ч – для зарина, до 22 ч – для циклозарина и более 40 ч для табуна и VX. При завершившемся «старении» на реактивацию AChE оксимами можно не рассчитывать [22, 23]. Реакция между ФОС и AChE происходит в три стадии, как показано на рисунке 3.

Наблюдения споля боя. Первое применение табуна по иранским войскам произошло 29 февраля 1984 г. в боях за острова Маджнун. Иракцы использовали небольшие швейцарские самолеты PC-7 Turbo Trainer, оснащенные выливными приборами²³. Такие самолеты мало походили на боевые, поэтому появление не вызвало опасений у иранских солдат. В течение получаса на фоне комы, судорог, гиперсекреции, дыхательной недостаточности и апноэ от табуна погибло не менее 300 человек. По иранскому плацдарму, где по пояс в воде наступали иранцы, был открыт огонь ипритными снарядами, что вызвало панику

²¹ Эпилептический статус определяется как продолжительный припадок или непрерывные припадки, длящиеся более 5 минут без восстановления сознания [21].

²² Оксимы (или изонитрозосоединения) – органические соединения, включающие в себя одну или несколько изонитрозогрупп (-NC=N-OH). Некоторые оксимы (аллоксим, диэтиксим, дипироксим, изонитрозин, пра-лидоксим) являются реактиваторами холинэстеразы и используются в качестве антидотов при отравлениях ФОС.

²³ Имевшиеся у Ирака на тот момент выливные приборы вмещали до 1 тыс. л ОВ [28].

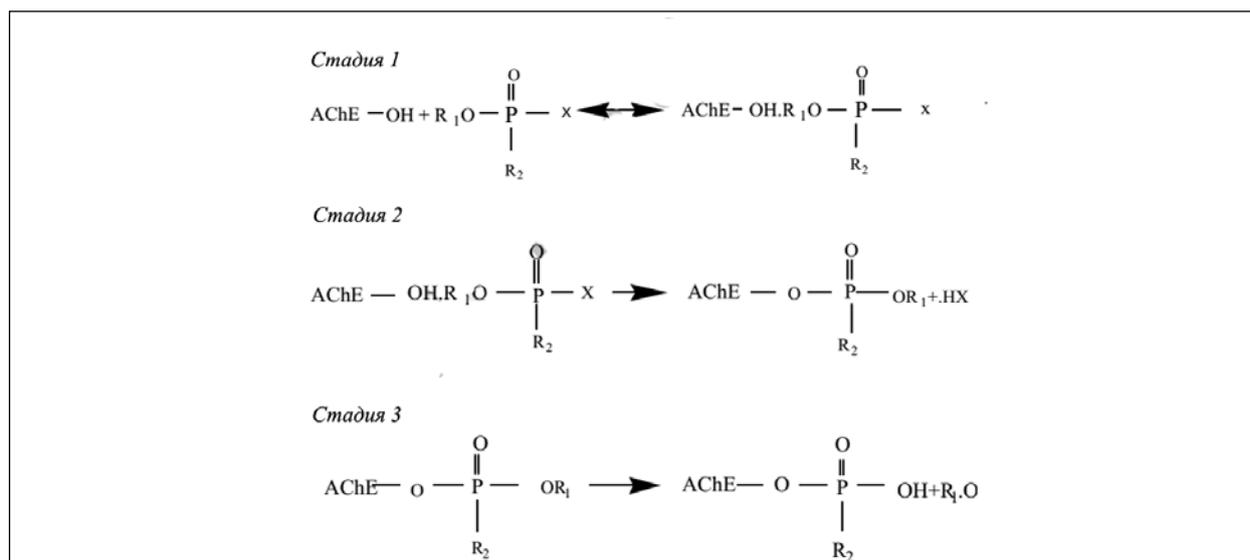


Рисунок 3 – Реакция между ФОС и АСhE [11].

Стадия 1. Образование обратимого комплекса ферментов-ингибиторов.

Стадия 2. Фосфорилирование и инактивация молекулы фермента.

Стадия 3. Реакция «старения», включающая образование остатка монофосфорной кислоты, связанного с ферментом

среди иранцев, не имевших средств противохимической защиты, а также произведен электрический разряд на 200 тыс. вольт в каналах, проложенных в болоте около иранского плацдарма. То, что произошло дальше, больше походило на бойню. Люди под обстрелом пытались через болота бежать из зоны химического заражения, но это мало кому удалось. Когда иракцы через двое суток в противогазах вошли в этот район, на поверхности воды они увидели тысячи всплывших тел [4, 26, 27].

На острове выжившим солдатам, отравленным табуном, была оказана первая медицинская помощь и проведена дегазация. С интоксикацией средней и тяжелой степени их перевели в медицинские центры крупных городов для дальнейшего лечения. Зарегистрированные клинические проявления включали: миоз, гиперсекрецию, гипотензию, тошноту, рвоту, спазмы в животе, диарею, потерю сознания, угнетение дыхания, цианоз, отек легких, подергивание мышц и судороги. Брадикардия и гипотония чаще наблюдались до лечения атропином, тогда как тахикардия и гипертензия вместе с мидриазом и сухостью языка регистрировались после атропинизации. В марте 1984 г. в стационарах и медицинских центрах крупных иранских городов прошли лечение более 2 тыс. пациентов с отравлением неизвестным нервно-паралитическим ОВ (позже распознанным как табун) [11]. У таких

пациентов одновременно с поражениями нервно-паралитическим ОВ обнаруживали признаки поражения ипритом, так как иракцы эти ОВ применяли одновременно [18].

Ниже приведены выписки из историй болезни трех пациентов, поступивших с фронта в течение суток после поражения нервно-паралитическим ОВ, сделанные членами комиссии ООН 18 марта 1984 г.²⁴

Мехран Кафашан Туси, 22 года. Подвергся воздействию ОВ за день до обследования. Поступил в лазарет «Тафти» города Ахваз. Конъюнктивит, обильное слезотечение и слюноотделение. Слабое дрожание рук и языка. Неподвижность зрачков. Расширение зрачков (после введения атропина). Легкое нарушение респираторных функций. Концентрация ацетилхолинэстеразы в крови составляет 4–70 Ед/л (нормальный показатель для мужчин – 5100–11700 Ед/л).

Асгар Ресайут. Подвергся воздействию ОВ за день до обследования. Поступил в лазарет «Тафти» города Ахваз. Сужение зрачков до 1,5 мм. Аккомодационный паралич глаз. Содержание ацетилхолинэстеразы в крови составляло 703 Ед/л (уже было введено 30 мг атропина).

Аббас Сейеди. Подвергся воздействию ОВ за день до обследования. Поступил в лазарет «Тафти» города Ахваз. Дрожание губ и конечностей. Сильное потоотделение, пот течет по лицу и телу. Сильное слезотечение. Рвота, ки-

²⁴ Документ Совета Безопасности S/16433 от 26 марта 1984 г. RUSSIAN ORIGINAL. Ценность этих описаний в том, что они дают реальную клиническую картину поражений нервно-паралитическим ОВ, полученных в условиях боевых действий.

шечные колики, сильное сужение зрачков, несмотря на введение атропина.

По наблюдениям М. Balali-Mood и К. Balali-Mood, военнослужащие без средств защиты, получившие большие дозы нервно-паралитического ОВ, теряли сознание в течение 30 с и умирали на позициях в течение нескольких минут. Те, у кого была физическая (одеты средства химзащиты) и химическая защита (например, прием предварительный таблеток пиридостигмина²⁵), если они не были выведены с зараженной местности, все равно у них через 30 мин. начинали развиваться симптомы отравления [11].

Применение ОВ нервно-паралитического действия в ходе боевых действий обычно сопровождается паникой в войсках, по которым нанесен такой удар. На этапы медицинской эвакуации поступает огромное количества военнослужащих в критическом состоянии. В этих условиях определение ацетилхолинэстеразы в крови невозможно. Первыми клиническими признаками, по которым можно в условиях боевых действий распознать поражение личного состава ОВ нервно-паралитического действия и начать антидотную терапию (атропин+оксим+диазепам), являются *потливость, фасцикуляции и миоз* у пораженных. Если отравленный не может поднять голову с подушки, ему, вероятно, скоро потребуются интубация. Первые четыре-шесть часов после применения иракцами нервно-паралитического ОВ оказались наиболее критическими для жизни отравленного военнослужащего. Если за это время после начавшегося лечения (введения антидотов) наступит смягчение симптомов, то отравленный, скорее всего, выживет при продолжении адекватного лечения. Симптомы гипоксии (визуально ее основным признаком является цианоз – синюшная окраска кожи и слизистых оболочек), кома, судороги и дыхательная недостаточность – признаки плохого прогноза [27].

Если у получавших атропин пациентов с сохранившейся выраженной гипоксией развивалась сердечная аритмия, это означало, что они скоро умрут. У тех, у кого развилось апноэ (остановка дыхательных движений) и они не

получили немедленную вспомогательную вентиляцию легких, может развиваться повреждение головного мозга и они либо умрут на ближайшем этапе медицинской эвакуации, либо будут находиться в вегетативном состоянии²⁶. Прогрессирующее ухудшение состояния отравленного характеризуется мышечными подергиваниями, которые обычно начинаются с языка и век, переходя в тремор, судороги, заканчивающиеся параличом и смертью [11].

М. Balali-Mood наблюдал большое количество летальных исходов у солдат с тяжелой респираторной недостаточностью, корректируемой большими дозами атропина, если перед атропинизацией не было проведено отсасывание назо/ротоглоточного и бронхиального секрета и вентиляция легких проводилась неадекватно состоянию отравленного [11].

Абсорбция антидотов при введении с помощью автоинъектора происходит быстрее, чем при введении внутримышечно шприцом. Автоинъектор разбрызгивает жидкость по всей мышце при введении иглы, в то время как классические типы иглы и шприца образуют «шар» жидкости в мышцах [18].

Гипотония и брадикардия у пораженного на этапах медицинской эвакуации регистрировались до введения атропина, в то время как гипертензия и тахикардия, сопровождающиеся сухостью языка и мидриазом, означают, что ему ранее был введен атропин [18].

Клинические признаки отравления у солдат, получивших первую помощь и неотложную медицинскую помощь, могут сохраниться в течение от нескольких суток до нескольких недель, в зависимости от тяжести отравления и эффективности примененного лечения. Отсроченная токсичность может проявить себя симптомами через несколько суток или недель после воздействия ОВ и развиваться независимо от эффектов, наблюдаемых из-за ингибирования холинэстеразы при остром отравлении [27].

*Промежуточный синдром*²⁷, описанный как результат отравления органофосфатными пестицидами, не наблюдался при отравлении нервно-паралитическими ОВ в условиях фронта [11, 18].

²⁵ *Пиридостигмина бромид* – антихолинэстеразное средство (обратимого действия). Обратимо ингибирует холинэстеразу, повышает содержание ацетилхолина в области холинергических синапсов. Улучшает нейромышечную передачу. Применяется в таблетках.

²⁶ *Вегетативное состояние* (также вегетативная жизнь) – отсутствие возможности к самопроизвольной психической активности (декортикация) из-за обширного повреждения или дисфункции полушарий головного мозга с сохранением деятельности диэнцефальной области и ствола мозга, сохраняющих вегетативные и двигательные рефлексы.

²⁷ *Промежуточный синдром* – клинический синдром, возникающий через 1–4 сут после острого отравления органофосфатными пестицидами. В его основе – чрезмерная холинергическая активность в нервно-мышечных соединениях. Включает такие симптомы, как выраженная слабость проксимальных скелетных и дыхательных мышц, а также симптоматика параличей черепных нервов. Характеризуется параличом мышц

Соотношение погибших и отравленных. Таких данных по поражению ФОВ в ходе боевых действий опубликовано немного и только по табуна. В начале марта 1984 г. во время боев за острова Маджнун от табуна погибло в течение нескольких минут не менее 300 человек. В марте 1984 г. в стационарах и медицинских центрах крупных иранских городов прошли лечение более 2 тыс. пациентов с отравлением неизвестным нервно-паралитическим ОВ, позже распознанным как табун. То есть на одного погибшего от табуна приходилось не менее 7 отравленных, нуждающихся в квалифицированной токсикологической помощи, летальные исходы среди пораженных табуном военнослужащих составляли не менее 15 %²⁸ [11].

Беременные женщины, интоксикация плода, дети, пожилые люди. Все ФОС проникают через плаценту. Чувствительность плода к ФОС и атропину выше, чем у матери. Наблюдения над беременными женщинами в Сардаште²⁹ и Халабдже, подвергшимися воздействию зарина во время ирано-иракской войны, показали, что летальные исходы у плода бывают чаще, чем у матерей. Плоды выживших после отравления заринем беременных женщин умерли в течение от нескольких часов до нескольких суток. Удаление мертвого плода проводили сразу после улучшения клинического состояния матери. ФОС могут выделяться с материнским молоком. Поэтому рекомендовалось прекратить грудное вскармливание хотя бы на несколько суток после отравления [11, 25].

Дети более восприимчивы к ОВ нервно-паралитического действия, как это было замечено во время «Резни в Халабдже»³⁰. Летальные ис-

ходы у детей наступали чаще, чем у взрослых. Причины этого следующие: у детей меньшая масса и большее соотношение поверхность/объем; у них еще незрелая дыхательная система; у маленьких детей роговой слой кожи не сформировался, что способствует всасыванию паров ОВ через кожу; их системы нейротрансмиттеров несовершенны, что делает их более восприимчивыми к эпилептогенным стимулам. Клинические проявления отравления у детей могут отличаться от наблюдаемых у взрослых. Миоз и судороги могут быть менее выраженными. Чувствительность детей к атропину и оксимама выше, чем у взрослых. Однако показано, что маленькие дети в целом хорошо переносят передозировку атропина [11, 29].

У 74 % людей (202 женщины и 142 мужчины), подвергшихся в 1988 г. воздействию иприта и зарина в возрасте 10 лет и младше (средний возраст группы 4,9 года) в курдском городе Халабджа и прилегающих районах, на момент обследования, т.е. через 20 лет, выявлены неврологические симптомы. Большинство из них получили медицинскую помощь в период от 24 ч до более чем одной недели после воздействия химического оружия. Обследование выявило у людей, переживших химическую атаку в детском возрасте, следующее: признаки беспокойства и мышечные спазмы наблюдаются у 90 % обследованных; головные боли – у 43 %; спутанность сознания – у 38 %; атаксия – у 30 %; дизартрия³¹ – у 22 %; судороги – у 20 %; фасцикуляции – у 7 %; параличи – у 4 % [19, 31].

Пожилые люди в Халабдже и Сардаште после отравления заринем погибали чаще, чем молодые взрослые. Прием таких лекарств, как

проксимальных отделов конечностей, сгибателей шеи, двигательных черепно-мозговых нервов и дыхательных мышц через 24–96 ч после отравления. После стихания холинергической фазы, мышечная слабость сохраняется до 18–18 ч после отравления. Также встречается атриовентрикулярная блокада сердца второй степени, т.е. не все электрические импульсы проводятся к желудочкам. Клинически проявляется ощущениями внезапной слабости, потемнением в глазах, перебоями в работе сердца. Иногда возникают эпизоды внезапной потери сознания, когда подряд несколько электрических импульсов не проводятся к желудочкам сердца [24, 25].

²⁸ Для сравнения – летальные исходы среди иранских военнослужащих, пораженных сернистым ипритом, составили 2–3 % [5] (по данным иранских авторов).

²⁹ *Сардашт* – город в иранской провинции (округ Дизфуль, провинция Хузестан) в 10 км от границы с иракской провинцией Сулеймания, т.е., по сути, на передовой. Иракской авиацией 28.06.1987 г. на город Сардашт было сброшено несколько химических бомб. В результате погибло более 100 мирных жителей, поражения получили еще 8 тыс. человек из 12 тыс. населения города.

³⁰ «Резня в Халабдже» («Halabjah massacre») – в Иране так называют бои в марте 1988 г. в Иракском Курдистане в районе города Халабджа и прилегающем к нему регионе с двумя крупными гидроэлектростанциями советской постройки. Ситуация вокруг ГЭС для иракцев была отчаянной. Халабджу надо было срочно возвращать любой ценой, пока иранцы не остановили гидроэлектростанции. Иракцы 16 марта отбили Халабджу, массированно применив химическое оружие (иприт и зарин) и зажигательные средства [26]. Иранцы также применяли химическое оружие (фосген, цианистые соединения). Город попал под перекрестный химический огонь, население в расчет не принималось обеими воюющими сторонами [30].

³¹ *Дизартрия* – расстройство произносительной стороны речи, связанное с поражением центрального отдела речедвигательного анализатора и нарушением иннервации мышц артикуляционного аппарата. Человек не может в полном объеме совершать движения, необходимые для речи.

диазепам, оксимы и атропин сопровождался осложнениями. Фактически, пожилые пациенты с отравлением ОВ нервно-паралитического действия должны рассматриваться приоритетной группой, как и дети [11].

Непосредственно от нервно-паралитического ОВ погибло 5,5 тыс. военнослужащих [4].

Атропинизация. Атропин³² – парасимпатолитический и конкурентный антагонист АСhE в отношении мускариновых, но не никотиновых рецепторов. Проникает через гематоэнцефалический барьер. Он не способен нейтрализовать фасцикуляцию³³, слабость, вялый паралич или остановку дыхания, возникающие в результате блокирования нейромышечных никотиновых рецепторов. Кроме того, атропин не восстанавливает заблокированную АСhE и, следовательно, является не лечебным препаратом, а антидотом. Но он очень эффективен в устранении брадикардии, подавлении секреторной функции экзокринных желез и уменьшении сокращения гладких мышц, что приводит к уменьшению бронхоспазма и повышенной возбудимости ЖКТ. Цель введения сульфата атропина пациентам, отравленным нервно-паралитическим ОВ – облегчение бронхоспазма, устранение брадикардии и высушивание секрета бронхов [11, 35]. По начальной дозе сульфата атропина, необходимой для атропинизации пациентов с отравлением нервно-паралитическим ОВ, делят на три группы [25]:

- легкая <2 мг;
- средняя <2–10 мг;
- тяжелая >10 мг.

Предопределенной дозы атропина не существует. М. Balali-Mood [11] на основе собственного опыта, приобретенного во время войны, пришел к выводу, что дозу сульфата атропина при купировании отравлений нервно-паралитическим ОВ следует титровать в зависимости от ее эффективности для уменьшения количества секрета бронхов, разрешения бронхоспазма и устранения брадикардии. Доза (2 мг) атропина, доступная в автоинъекторе, недостаточна для купирования умеренного и тяжелого отравления нервно-па-

ралитическим ОВ. Атропин при отравлении нервно-паралитическим ОВ следует вводить как можно скорее и внутривенно в дозах, позволяющих вызвать атропинизацию пациента от легкой до умеренной степени (сухость языка, ротоглотки и бронхиального дерева, тахикардия, расширение зрачка и покраснение лица³⁴). Доза атропина, вызывающая легкую атропинизацию, должна под наблюдением врача поддерживаться путем его введения в 500 мл 5 % декстрозы пока у пациента не исчезнут мускариновые симптомы. Основная цель такой атропинизации – добиться сухости слизистой оболочки. Непрерывная инфузия атропина эффективно противодействует мускариновым эффектам и некоторым эффектам ЦНС при отравлении нервно-паралитическим ОВ, титрование атропина снижает риск развития его побочных эффектов, но не влияет на слабость скелетных мышц, судороги, бессознательное состояние или дыхательную недостаточность³⁵ [11, 36].

Для минимизации риска фибрилляции желудочков сердца атропин не следует вводить внутривенно пациенту с тканевой гипоксией (признаки – цианоз губ и пальцев). Если у пациента гипотензия, атропин можно вводить через эндотрахеальную трубку или интратрахеально для более быстрого всасывания через перибронхиальные сосуды. М. Balali-Mood использовал аэрозольированный атропин. При местном воздействии в легких препарат проникал и в перибронхиальные сосуды [11].

S.A. Foroutan [32], первый обнаруживший применение табуна иракской армией, использовал другой протокол введения атропина. Он рекомендовал ввести 4 мг атропина в качестве начальной дозы. Если не появились признаки атропинизации через 1–2 мин, ввести еще 5 мг внутривенно в течение 5 мин. Дозировку атропина он титровал в соответствии с частотой пульса и пытаясь добиться у взрослых 60–110 уд/мин.

Атропин не предотвращает центральную остановку дыхания. Если пострадавший страдает респираторной недостаточностью и яв-

³² *Атропин* (лат. *Atropinum sulfuricum*) – физиологический антагонист ФОС в действии на холинергические синапсы. Он связывает и блокирует ацетилхолиновые рецепторы, уменьшая эффекты избыточных уровней нейротрансмиттера – ацетилхолинэстеразы. При передозировке атропина наиболее опасным осложнением для отравленных нервно-паралитическим ОВ является смерть от паралича дыхательного центра и сердечно-сосудистой недостаточности. В обычной терапевтической практике применение препарата в/в, в/м и п/к допускает введение 0,25–1,0 мг, 1–2 раза/сут. Смертельная доза атропина для взрослого человека – 0,1 г и более.

³³ *Фасцикуляция* – возникающее в расслабленной мышце спонтанное мышечное сокращение («подергивание»).

³⁴ Первыми признаками отравления атропином являются покраснение лица и сухость во рту.

³⁵ М. Balali-Mood, на основании своего клинического опыта считает, что потребность в атропине при купировании отравлений нервно-паралитическим ОВ, намного ниже, чем при тяжелом отравлении пестицидами из группы ОРС. Это может быть связано с их большей растворимостью в жирах и более медленной скоростью метаболизма пестицидов по сравнению с нервно-паралитическими ОВ [37].

ляется пожилым человеком или страдает сердечным или легочным заболеванием, в дополнение к антидотам ему требуется дополнительный кислород. У пациента с потерей сознания, генерализованными мышечными подергиваниями или судорожными подергиваниями наблюдается апноотическое дыхание или нарушение дыхания. Такие пациенты требуют соответствующей респираторной поддержки и должны быть интубированы как можно скорее. Пациентам с отдышкой, но находящимся в сознании, интубация возможно не понадобится, так как атропин устраняет бронхоспазм в течение нескольких минут после введения, и состояние пациента может быстро улучшиться [37]. Отсутствие ответа на атропин при отравлении мегадозами ФОС можно объяснить дисфункцией или блокадой симпатических ганглиев с неадекватным адренергическим выбросом на уровне постганглионарных нейронов или ингибированием симпатических волокон надпочечников. В таких ситуациях добавление малых доз адренергического средства³⁶ (например, адреналина 1–2 мкг/мин) нормализует частоту сердечных сокращений при резком снижении потребности в атропине [38].

Рекомендованные иранскими [11, 25, 32] и американскими авторами [33, 34] показатели для прекращения атропинизации схожи между собой: легкость дыхания, отсутствие спазма бронхов, исчезновение выделений из дыхательного тракта и частота сердечных сокращений >80 уд/мин.

Детям атропин следует вводить с осторожностью, контролируя жизненно важные функции, особенно частоту пульса. Если частота пульса превышает 160 уд/мин, инфузию атропина следует прекратить и возобновить, когда частота пульса упадет ниже 140 уд/мин [11].

Оксимы. Соединения с оксимной группой ($-NC=N-OH$) способны восстанавливать активность фосфилированной AChE, если применя-

ются до его полного «старения» («состаренная AChE» не является активной по отношению к какому-либо известному субстрату). Оксимы разрывают ковалентную связь между аддуктом ФОС и AChE, в результате образуются фосфилированные оксимы, и AChE снова становится каталитически активной.

Оксимы не идеальны как антидоты при отравлениях ФОС и не могут заменить атропин по следующим причинам [18]:

- нервно-паралитические ОВ действуют и через механизмы, отличные от ингибирования AChE;

- оксимы неспособны отменить мускариновые эффекты нервно-паралитических ОВ, их действие распространяется только на никотиновые рецепторы;

- большинство оксимов плохо проникают в ЦНС, поэтому они не могут смягчить центральные эффекты интоксикации нервно-паралитическими ОВ;

- результаты метаанализа шести клинических исследований отравления ФОС при лечении оксимами, демонстрируют высокий относительный риск смерти среди пациентов;

- эффективность оксимов низкая в отношении нервно-паралитических ОВ, вызывающих быстрое старение AChE (например, зоман и табун).

Американская разведка, внимательно наблюдавшая за эффективностью применения химического оружия на ирано-иракском фронте, уже ближе к концу войны обнаружила, что принятая в те годы в США и НАТО атропинооксимовая схема лечения поражений нервно-паралитическими ОВ из-за используемого оксима³⁷ не обладала той эффективностью в отношении поражений табуном, которую она показывала при лечении пораженных заринном и VX [30].

Эффекты оксимов при отравлении различными нервно-паралитическими агентами суммированы в таблице 4.

³⁶ Адренергические средства – вещества, блокирующие или облегчающие передачу импульсов в адренергических синапсах. Адреналин активирует все виды адренорецепторов, но считается преимущественно бета-агонистом (т.е. стимулирует бета-адренорецепторы). Его основные эффекты: сужение сосудов кожи, слизистых оболочек, органов брюшной полости и увеличение просветов сосудов мозга, сердца и мышц; повышение сократительной способности миокарда и частоты сокращений сердца; расширение просветов бронхов, уменьшение образования слизи бронхиальными железами, снижение отека.

³⁷ Речь шла о прапидоксиме (PAM-2Cl) – реактиваторе AChE, тогда включаемого в комплекты противохимической защиты НАТО. Использовался в комплекте MARK I, включающем два автоинжектора: AtroPen – содержащий 2 мг атропина в 0,7 мл растворителя; и ComboPen, содержащий 600 мг PAM-2Cl в 2 мл растворителя (производитель Survival Technology, Rockville, Md.). Доза атропина в наборе MARK I находится между терапевтически желательной дозой и дозой, которую можно безопасно вводить человеку, не находящемуся в состоянии интоксикации. При подозрении на возможность атаки нервно-паралитическим ОВ солдату выдается три комплекта MARK I и один автоинжектор, содержащий 10 мг диазепам (Convulsive Antidote, Nerve Agent; CANA). Один комплект MARK I вводят пострадавшему только с миозом и тяжелой ринореей. Второй добавляют в зависимости от тяжести респираторного дистресса. CANA не рассматривается для самостоятельного использования, этот автоинжектор будет применяться другим солдатом при серьезном затруднении дыхания, апноэ, цианозе, фасцикуляции или подергивании мышц, судорогах или потере сознания у товарища [18].

Таблица 4 – Относительная эффективность оксимов при отравлениях ОВ нервно-паралитического действия [25]

Оксим	Зарин	Зоман	Табун	Циклозарин	VX
Пралидоксим	+++	++	+	+	+++
Пиримидоксим	++	++	++	+	++
Обидоксим	++	+++	++	++	+++
H16	+++	++++	++	++++	+++
HLo7	++++	+++	++++	++++	++
HGG12	Нет данных	+++	+	Нет данных	Нет данных

Примечание.
 + - наименее эффективен; ++ - частично эффективный; +++ - умеренно эффективный; ++++ - наиболее эффективный.

Mahdi Balali-Mood и Kia Balali-Mood по прошествии 20 лет после войны считали, что несмотря на множество оксимов, испытанных на животных, медицинский опыт, накопленный в ходе ирано-иракской войны и ликвидации последствий зариновой атаки в метро Токио (1994 г.) ограничен пралидоксимом (РАМ-2СI) и обидоксимом³⁸ [11].

По их схеме первоначально пралидоксим следует вводить внутривенно в дозе 30 мг/кг более 30 мин с последующей постоянной инфузией 8 мг/кг/ч в 5 % растворе декстрозы. С обидоксимом ситуация оказалась более сложной. При высоких дозах, изначально составлявших 8 мг/кг и 3 мг/кг/ч, обнаружено, что он гепатотоксичен. Его можно вводить в дозе не более 500 мг на начальном этапе лечения и 750 мг/сут. Во время терапии обидоксимом следует регулярно проверять функциональные пробы печени [11].

Ударная доза РАМ-2СI для детей должна составлять 25 мг/кг, которую вводят в течение 15–30 мин. После этого можно вводить 10–20 мг/кг/ч для достижения концентрации в плазме >4 мг/л. Поскольку период полувыведения РАМ-2СI у детей примерно в два раза длиннее, чем у взрослых, у маленьких детей может не потребоваться повторение начальной дозы так часто, как повторение дозы для взрослых [18, 34].

Реактивация «старого АСhЕ» по-прежнему является проблемой для токсикологов, даже, несмотря на то, что в 2018 г. был достигнут определенный прогресс, когда Q. Zhuang с соавт. разработали и синтезировали библиотеку предшественников хинонметиды (quinone methide precursors, QMPs), пригодных в качестве предлагаемых реалкилатов состава

ренного АСhЕ. Их ведущее соединение (С8) из скрининга *in vitro* успешно восстановило 32,7 и 20,4 % активности АСhЕ электрического угря, подвергнутого метилфосфонатному и изопропилфосфонатному старению [39].

Исследования по поиску новых реактиваторов в настоящее время направлены на выявление соединений широкого спектра действия, легко проникающих в ЦНС и способных уменьшить острое повреждение головного мозга. За последние 10–15 лет различные исследовательские группы предложили эффективные комбинации известных оксимов, таких как обидоксим, HI-6, ТМВ-4 и HI-6 в сочетании с новым оксимом K203 ((E)-1-(4-carbamoylpyridinium)-4-(4-hydroxyiminomethylpyridinium)-but-2-ene dibromide) и атропином [40]. Были разработаны новые реактиваторы АСhЕ и ВСhЕ, в том числе неоксимной природы (амодиахин и его аналог АДОС). Но новых лицензированных препаратов для широкого клинического применения при отравлениях ОРС, проявляющих свойства, позволяющие заменить известные оксимы, к 2020 г. не получено [41].

Диазепам. Предотвращает угнетение центрального дыхания отравленных ОРС, возможно, за счет снижения судорожной активности, обеспечивая нормальную передачу сигналов от дыхательного центра [42]. Mahdi Balali-Mood и Kia Balali-Mood [11] считают диазепам³⁹ важным дополнением к традиционным подходам купирования поражений нервно-паралитическими ОВ в условиях боевых действий. Судороги следует контролировать с помощью диазепам (от 0,2 до 0,5 мг/кг для детей и от 5 до 10 мг для взрослых) [18]. Использование бензодиазепинов относительно неэффективно, если их принимать через 30 мин или позднее

³⁸ Анализ результативности экспериментов на животных не был целью данной работы.

³⁹ *Диазепам* – лекарственное средство группы бензодиазепинов, нашедшее широкое применение в медицинской практике. Препарат обладает седативным, снотворным, противотревожным, противосудорожным, миорелаксирующим и амнестическим действием.

после воздействия нервно-паралитического ОВ. Они могут не дать нужного эффекта и увеличить частоту повторения эпилептических приступов [19].

Гациклидин. Это относительно новое производное фенциклидина с нейропротекторными свойствами. Изучалось в качестве дополнения к доступным средствам неотложной помощи при отравлении фосфорорганическими соединениями. Он использовался в сочетании с атропином, прапидоксимом и диазепамом при отравлении нервно-паралитическими ОВ у приматов. Записи ЭЭГ и клинические наблюдения показали, что гациклидин предотвращает вызванные зоманом судороги и моторные судороги, что заметно ускорило клиническое выздоровление приматов, пораженных зоманом [11]. Схем антидотной терапии поражений ОРС у людей, включающих гациклидин, мной не обнаружено.

Подщелачивание крови. Mahdi Balali-Mood и Kia Balali-Mood рекомендуют коррекции метаболический ацидоза, возникающего при отравлении нервно-паралитическими ОВ, проводить подщелачивание крови бикарбонатом натрия до значений pH артериальной крови между 7,45 и 7,55 [11, 43].

Отдаленные последствия. Через 7–14 сут после воздействия нервно-паралитическим ОВ у пораженного может проявиться фосфорорганическая замедленная нейропатия (organophosphate-induced delayed neuropathy, OPIDN) – это симметричная сенсомоторная аксонопатия, которая имеет тенденцию быть наиболее тяжелой для длинных аксонов [18]. Наиболее значительным долгосрочным неврологическим эффектом воздействия нервно-паралитического ОВ является гипоксическая энцефалопатия, проявляющаяся когнитивными нарушениями спустя годы после экспонирования. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) у пациента, отравленного заринном 11 мес. назад, показала значительное замедление со вспышками высоковольтных волн со скоростью пять в секунду изменений эпилептического типа на ЭЭГ [22]. Серьезным нервно-психическим расстройством, обнаруживаемым у лиц, подвергшихся воздействию низкими дозами ОВ нервно-паралитических агентов, является депрессия [19]. Выраженность астении, бессонницы, утомляемости, нечеткости зрения, сужения поля зрения, ригидности плеча, периодически появляющейся слабовыраженной лихорадки и остеопении⁴⁰ были связаны с тяжестью поражения заринном через 1 и 3 года

после террористического акта в метро в Токио [44]. Неврологическая оценка 43 иранских ветеранов через 22–27 лет после поражения нервно-паралитическими ОВ выявила постоянное ощущение усталости, парестезию и головную боль как наиболее частые симптомы, а нарушения чувствительности нервов – как наиболее частые наблюдаемые клинические осложнения. Дисфункция сенсорных нервов среди пораженных более распространена, чем двигательных нервов [45, 46].

Дегазация. Дегазация пораженных нервно-паралитическим ОВ в условиях боевых действий с применением химического оружия и при постоянно меняющейся обстановке на фронте, не всегда может происходить по утвержденным до войны руководствам и как она проводилась на учениях. Иранцы не имели развитой системы средств противохимической защиты к началу химической войны с Ираком (индивидуальные средства дегазации военнослужащих, бортовые технические средства специальной обработки, технические средства специальной обработки подразделений и частей и др.)⁴¹, поэтому опыт их импровизаций не следует недооценивать.

Дегазация личного состава в условиях реального применения ОВ проводилась при первой возможности, чтобы ограничить абсорбцию ОВ через кожу и предотвратить контактную медперсонала как при контакте с пораженным, так и парами ОВ, выделяющимися с их обмундирования и средств защиты. Физическое удаление ОВ более предпочтительно, чем химическое. Это означает, что дегазацию не следует откладывать из-за отсутствия подходящего дегазирующего раствора, а начинать немедленно с помощью имеющихся средств, таких как речная, водопроводная и морская вода, мыло с водой или хлорсодержащие бытовые химические продукты. Если глаза не были закрыты противогазовой маской, их следует как можно скорее промыть проточной водой или физиологическим раствором. Когда нет воды, участки кожи (кожа, лицо и поверхности вокруг ран), обмундирования и средств защиты, где могло оказаться ОВ, можно присыпать сухой землей, потом ее осторожно смыть или стряхнуть. В более благоприятных условиях дегазацию кожи следует проводить путем поливания большим количеством раствора, выделяющего активный хлор, таким как 5,0 % раствор гипохлорита натрия (бытовой отбеливатель), с последующим обильным промыванием водой. Если отбеливатель недоступен, кожу следует осторожно

⁴⁰ Остеопения – патологическое состояние, при котором наблюдается снижение плотности костной ткани, не достигающее степени остеопороза.

⁴¹ Более подробно о них в российской армии см. в работе В.П. Карпова с соавт. [47].

промыть (не втирая) большим количеством щелочного мыла и воды, а затем промыть водой. Загрязненную одежду следует снять, а кожу тщательно дегазировать. Следует очистить область под ногтями, опрелости, подмышечную впадину, пах и волосы [18].

Всю загрязненную одежду и обувь следует снять и залить 5 % раствором гипохлорита натрия. Все повязки, жгуты, шины также должны быть сняты и залиты 5 % раствором гипохлорита натрия и шины заменены чистыми. Раны промыты водой или физраствором, инородные материалы из ран удалены. Дегазации должны быть подвергнуты все поверхности, с которыми соприкасался пораженный ОВ (носилки, каталка, транспортное средство и др.). Медицинский персонал, оказывающий помощь пораженным ОВ в полевых условиях, во время транспортировки или в стационаре, должен сам защищать себя от загрязнения ОВ и вы-

хания его паров. Хирургической или аналогичной маски и перчаток недостаточно, персонал должен использовать маску, содержащую угольный фильтр (противогаз), толстые резиновые перчатки, защитную одежду [36].

Сегодня существует непонимание того, что химическое оружие никуда не исчезло. И если мы думаем, что его применение в условиях действия Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении невозможно, то и иранцы в свое время считали, что им гарантии от применения химического оружия дает Женевский протокол 1925 г. Поэтому опыт оказания медицинской помощи отравленным нервно-паралитическими ОВ военнослужащим, собранный и опубликованной иранскими врачами, несомненно, бесценен даже по прошествии почти 40 лет. Другого просто нет.

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

1. Karsh E. The Iran-Iraq War 1980–1988. Osprey Publishing Ltd., Oxford, 2002.
2. Connell M. Iranian Operational Decision Making. Case Studies from the Iran-Iraq War. COP-2013-U-005291-Final. International Affairs Group CAN Strategic Studies. 2013.
3. Супотницкий М.В., Шило Н.И., Ковтун В.А. Химическое оружие в ирано-иракской войне 1980–1988 годов. 1. Подготовка Ирака к химической войне // Вестник войск РХБ защиты. 2019. Т. 3. № 1. С. 40–64. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2019-3-1-40-64>
4. Супотницкий М.В., Шило Н.И., Ковтун В.А. Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988). 1. Iraq Preparing for Chemical War // Journal of NBC Protection Corps. 2019. V. 3. № 1. P. 40–64. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2019-3-1-40-64> (in Russian).
5. Супотницкий М.В., Шило Н.И., Ковтун В.А. Применение химического оружия в ирано-иракской войне 1980–1988 годов. 3. Медицинские последствия химической войны // Вестник войск РХБ защиты. 2019. Т. 3. № 3. С. 255–289. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2019-3-3-255-289>
6. Супотницкий М.В., Шило Н.И., Ковтун В.А. Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988). 3. Medical Consequences of Chemical Warfare // Journal of NBC Protection Corps. 2019. V. 3. № 3. P. 255–289. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2019-3-3-255-289> (in Russian).
7. Супотницкий М.В., Шило Н.И., Ковтун В.А. Химическое оружие в ирано-иракской войне 1980–1988 годов. 2. Применение химического оружия в боевых действиях // Вестник войск РХБ защиты. 2019. Т. 3. № 2. С. 150–174. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2019-3-2-150-174>
8. Супотницкий М.В., Шило Н.И., Ковтун В.А. Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988). 2. Combat Use of Chemical Weapons // Journal of NBC Protection Corps. 2019. V. 3. № 2. P. 150–174. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2019-3-2-150-174> (in Russian).

войне 1980–1988 годов. 4. Ликвидация химического оружия Ирака // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4. № 2. С. 131–159. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-131-159>

Supotnitskiy M.V., Shilo N.I., Kovtun V.A. Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988). 4. The Destruction of Iraqi Chemical Weapons // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4. № 2. P. 131–159. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-2-131-159> (in Russian).

7. Супотницкий М.В. Химическое оружие в ирано-иракской войне 1980–1988 годов. 5. Накопленный опыт лечения поражений сернистым ипритом // Вестник войск РХБ защиты. 2021. Т. 5. № 2. С. 123–135. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-2-123-135>

Supotnitskiy M.V. Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988). 5. Accumulated Experience in the Treatment of Lesions Caused by Sulfur Mustard // Journal of NBC Protection Corps. 2021. V. 5. № 2. P. 123–135. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-2-123-135> (in Russian).

8. The Chemical Weapons Programme. United Nations Monitoring, Verification and Inspection Commission (UNMOVIC) Compendium. N.Y., 2001.

9. Comprehensive Revised Report with Addendums on Iraq's Weapons of Mass Destruction (Duelfer Report). Volume I of III. Washington. 2004.

10. Ellison D. Hank. Handbook of Chemical and Biological Warfare Agents (Second ed.), CRC Press, 2008.

11. Balali-Mood M., Balali-Mood K. Neurotoxic disorders of organophosphorus compounds and their managements // Arch. Iranian. Med. 2008. V. 11. № 1. P. 65–89.

12. Bester S.M., Guelta M. A. Cheung J. et al. Structural insights of stereospecific inhibition of human acetylcholinesterase by VX and subsequent reactivation by HI-6 // Chemical Research in Toxicology. 2018. V. 31. № 12. P. 1405–1417. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.8b00294>

13. Delfino R.T., Ribeiro T.S., Figueroa-Villar J.D. Organophosphorus compounds as chemical warfare agents: a review // J. Braz. Chem. Soc. 2009. V. 20. P. 407–428. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532009000300003>

14. Mukherjee S., Devi R. Organophosphorus nerve agents: types, toxicity and treatments // J. Toxicol. 2020. 3007984. <https://doi.org/10.1155/2020/3007984>

15. Hrvat N., Kovarik Z. Counteracting poisoning with chemical warfare nerve agents // Arh. Hig. Rada. Toksikol. 2020. V. 71. № 4. P. 266–284. <https://doi.org/10.2478/aiht-2020-71-3459>

16. Grisaru D., Sternfeld M., Eldor A. et al. Structural roles of acetylcholinesterase variants in biology and pathology // Eur. J. Biochem. 1999. V. 264. P. 672–686. <https://doi.org/10.1046/j.1432-1327.1999.00693.x>

17. Soreq H., Seidman S. Acetylcholinesterase-new roles for an old actor // Nat. Rev. Neurosci. 2001. V. 2. P. 294–302. <https://doi.org/10.1038/35067589>

18. Moshiri M., Darchini-Maragheh E., Balali-Mood M. Advances in toxicology and medical

treatment of chemical warfare nerve agents // Daru. J. Pharmaceutical Sciences. 2012. V. 20. № 1. P. 81. <https://doi.org/10.1186/2008-2231-20-81>

19. Figueiredo T.H., Apland J.P., Braga M.F., Marini A. Acute and long-term consequences of exposure to organophosphate nerve agents in humans // Epilepsia. 2018. V. 59. Suppl 2. P. 92–99. <https://doi.org/10.1111/epi.14500>

20. Prager E.M., Aroniadou-Anderjaska V., Almeida-Suhett C.P. et al. Acetylcholinesterase inhibition in the basolateral amygdala plays a key role in the induction of status epilepticus after soman exposure // Neurotoxicology. 2013. V. 38. P. 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2013.06.006>

21. Trinka E., Cock H., Hesdorffer D. et al. A definition and classification of status epilepticus. Report of the ILAE Task Force on Classification of Status Epilepticus // Epilepsia. 2015. V. 56. P. 1515–1523. <https://doi.org/10.1111/epi.13121>

22. Worek F., Koller M., Thiermann H., Szinicz L. Diagnostic aspects of organophosphate poisoning // Toxicology. 2005. V. 214. P. 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2005.06.012>

23. Bajgar J. Organophosphates/nerve agent poisoning: mechanism of action, diagnosis, prophylaxis, and treatment // Adv. Clin. Chem. 2004. V. 38. P. 151–216. [https://doi.org/10.1016/s0065-2423\(04\)38006-6](https://doi.org/10.1016/s0065-2423(04)38006-6)

24. Yang C.C., Deng J.F. Intermediate syndrome following organophosphate insecticide poisoning // J. Chin. Med. Assoc. 2007. V. 70. P. 467–472. [https://doi.org/10.1016/S1726-4901\(08\)70043-1](https://doi.org/10.1016/S1726-4901(08)70043-1)

25. Balali-Mood M., Saber H. Recent advances in the treatment of organophosphorous poisonings // Iran. J. Med. Sci. 2012. V. 37. № 2. P. 74–91.

26. Razoux P. The Iran-Iraq War. Belknap Press: An Imprint of Harvard University Press, 2015.

27. Balali-Mood M., Balali-Mood K. Nerve agents // In: Critical Care Toxicology / Ed. Brent J. Elsevier Mosby, Philadelphia, PA, 2005. P. 1379–1393.

28. Javed Ali. Chemical weapons and the Iran-Iraq War: a case study in noncompliance / The Nonproliferation Review/Spring. 2001. P. 43–58.

29. Baker M.D. Antidotes for nerve agent poisoning: should we differentiate children from adults? // Curr. Opin. Pediatr. 2007. V. 19. P. 211–215.

30. Impact and implication of chemical weapons use in the Iran-Iraq war. Director Central Intelligence. Interagency Intelligence Memorandum. NI IIM 88-10004C. Top Secret. April 1988. Approved for release 08.10.2010.

31. Talabani J.M., Ali A.L., Kadir A.M. et al. Long-term health effects of chemical warfare agents on children following a single heavy exposure // Human and Experimental Toxicology. 2017. V. 37. № 8. P. 836–847. <https://doi.org/10.1177/0960327117734620>

32. Newmark J. The birth of nerve agent warfare: lessons from Syed Abbas Foroutan // Neurology. 2004. V. 62. P. 1590–1596. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000124519.85516.50>

33. Eddleston M., Buckley N.A., Checketts H. et al. Speed of initial atropinisation in significant organophosphorus pesticide poisoning—a systematic comparison of recommended regimens // *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 2004. V. 42. № 6. P. 865–875. <https://doi.org/10.1081/clt-200035223>
34. Sidell F.R., Newmark J., McDonough J.H. Nerve Agents // In: Textbooks of military medicine, medical aspects of chemical warfare / Eds. Lenhart M.K., Tuorinsky S.D. Washington D.C: Department of the Army, United States of America; 2008. P. 155–219.
35. Hrobak P.K: Nerve agents: implications for anesthesia providers // *AANA J.* 2008. V. 76. P. 95–97.
36. Afshari R., Majdzadeh R., Balali-Mood M. Pattern of acute poisonings in Mashhad, ran 1993–2000 // *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 2004. V. 42. P. 965–975. <https://doi.org/10.1081/clt-200042550>
37. Kalisiak J., Ralph E.C., Zhang J., Cashman J.R. Amidine-oximes: reactivators for organophosphate exposure // *J. Med. Chem.* 2011. V. 54. P. 3319–3330. <https://doi.org/10.1021/jm200054r>
38. Peter J.V., Sudarsan T.I., Moran J. Clinical features of organophosphate poisoning: A review of different classification systems and approaches // *Indian J Crit. Care Med.* 2014. V. 18. № 11. P. 735–745. <https://doi.org/10.4103/0972-5229.144017>
39. Zhuang Q., Franjesevic A.J., Corrigan T.S. et al. Demonstration of in vitro resurrection of aged acetylcholinesterase after exposure to organophosphorus chemical nerve agents // *J. Med. Chem.* 2018. V. 61. P. 7034–7042. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.7b01620>
40. Caisberger F., Pejchal J., Misik J. et al. The benefit of combinations of oximes for the ability of antidotal treatment to counteract sarin-induced brain damage in rats // *BMC Pharmacol Toxicol.* 2018. V. 19. <https://doi.org/10.1186/s40360-018-0227-0>
41. Worek F., Thiermann H., Wille T. Organophosphorus compounds and oximes: a critical review // *Arch. Toxicol.* 2020. 94. № 7. P. 2275–2292. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02797-0>
42. Hulse E.J., Davies J., Simpson J. et al. Respiratory complications of organophosphorus nerve agent // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2014. V. 190. № 12. P. 1342–1354. <https://doi.org/10.1164/rccm.201406-1150CI>
43. Balali-Mood M., Afshari R., Kahrom M. et al. Use of high doses of sodium bicarbonate in acute organophosphorous pesticide poisoning is advancing // *Clin Toxicol (Phila)*. 2007. V. 45. № 45. P. 92–93. <https://doi.org/10.1081/clt-200068845>
44. Nakajima T., Sato S., Morita H., Yanagisawa N. Sarin poisoning of a rescue team in the Matsumoto sarin incident in Japan // *Occup Environ Med.* 1997. V. 54. P. 697–701. <https://doi.org/10.1136/oem.54.10.697>
45. Darchini-Maragheh E., Nemati-Karimooy H., Hasanabadi H., Balali-Mood M. Delayed neurological complications of sulphur mustard and tabun poisoning in 43 Iranian Veterans // *Basic. Clin. Pharmacol. Toxicol.* 2012. V. 111. P. 426–432. <https://doi.org/10.1111/j.1742-7843.2012.00922.x>
46. Jokanovic M., Kosanovic M., Brkic D., Vukomanovic P. Organophosphate induced delayed polyneuropathy in man: an overview // *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2011. V. 113. P. 7–10. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2010.08.015>
47. Карпов В.П., Казимиров О.В., Капканец К.С. Научно-технический анализ основных направлений исследований при создании новых образцов технических средств и рецептур специальной обработки // *Вестник войск РХБ защиты.* 2017. Т. 1. № 1. С. 42–52. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2017-1-1-42-52>
- Karpov V.P., Kazimirov O.V., Kapkanets K.S. Scientific and Technical Analysis of the Main Trends in Research during the Development of New Decontaminants and Decontaminating Equipment // *Journal of NBC Protection Corps.* 2017. V. 1. No 1. P. 42–52. (in Russian).

Об авторе

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации, 11104, Российская Федерация, г. Москва, Проезд энтузиастов, 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

Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988)

6. Accumulated Experience in the Treatment of Lesions with Poisonous Nerve Agents

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 September 21, 2021. Accepted for publication March 20, 2022

The Iran-Iraq war (1980–1988) was the first modern war in which chemical weapons were used. The purpose of this work is to summarize the experience of treating victims, affected by nerve agents. The publications of Iranian authors in different scientific journals were used for the preparation of the article. The first use of chemical weapons by the Iraqi army occurred in August 1983 in Kurdistan (sulfur mustard). Nerve agent (tabun) was first used on February 29, 1984 in the battles for the Majnun Islands. In total, 140 tons of tabun and about 600 tons of sarin / cyclosarin were used against Iranian troops during the war. Around 5.5 thousand servicemen died directly from the nerve agents. For one dead from tabun, there were at least 7 poisoned people who needed qualified toxicological assistance; lethal outcomes among servicemen affected by the herd amounted to at least 15%. Military personnel without protective equipment, who received large doses of nerve agents, lost consciousness within 30 seconds and died in positions within a few minutes. The most sensitive to such agents were women, children and the elderly, who accidentally fell under a chemical attack. The use of nerve agents by the enemy was accompanied by panic in the troops and the arrival of a huge number of military personnel in critical condition at medical stations. Sweating, fasciculations and miosis were the first clinical signs by which those affected by such toxic agents were recognized. The effectiveness of antidote therapy (atropine + oxime + diazepam) depended on the time of medical care. The most effective was the use of atropine by titration (fractional intravenous drip) to achieve ease of breathing, absence of bronchospasm, disappearance of secretions from the respiratory tract and heart rate >80 beats/min. The oximes turned out to be not effective in the treatment of those poisoned by tabun. The most effective was degassing by physical removal of toxic chemical. Degassing of the affected had to be carried out by washing with sea or river water, using solutions of chlorine-containing household chemicals, and sprinkling with dry earth.

Keywords: *acetylcholine; acetylcholinesterase; atropine; butyrylcholinesterase; chemical weapon; cyclosarin; degassing; diazepam; hacyclidine; herd; Iranian-Iraqi war; organophosphates; organophosphorus compound; sarin.*

For citation: *Supotnitskiy M.V. Chemical Weapons in the Iran-Iraq War (1980–1988). 6. Accumulated Experience in the Treatment of Lesions with Poisonous Nerve Agents// Journal of NBC Protection Corps. 2022. V. 6. № 1. P. 65–82. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-1-65-82>*

Conflict of interest statement

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

Peer review information

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

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

References

See P. 79–81.

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

Открытие нового военного городка ФГБУ «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации



Начальник войск РХБ защиты генерал-лейтенант И.А. Кириллов поздравляет личный состав 27 НЦ МО РФ с двойным праздником – Днем защитника Отечества и открытием нового военного городка (фотография 27 НЦ МО РФ)

В День защитника Отечества, 23 февраля 2022 г., в федеральном бюджетном государственном учреждении «27 Научный центр» войск радиационной, химической и биологической защиты (27 НЦ МО РФ) Министерства обороны Российской Федерации состоялись торжественные мероприятия в честь открытия военно-научного комплекса и Дня защитника Отечества. На плацу 27 НЦ МО РФ был построен личный состав. С поздравительными словами ко всем собравшимся обратился начальник войск РХБ защиты генерал-лейтенант Игорь Анатольевич Кириллов.

«Всего лишь год назад Министром обороны было принято решение о передислокации 27 Научного центра. И вот сегодня, в этот праздничный день, мы присутствуем при историческом событии – открытии нового военного городка», – отметил он в своем выступлении, подчеркнув, что перемещение Центра на новые фонды позволило увеличить площади лабораторно-экспериментальной базы учреждения более, чем в два раза, обновить приборную базу практически на 100 %, рационально разместить персонал, и тем самым повысить оперативность и качество выполняемых задач.

Введен в строй высокотехнологичный лабораторный корпус для аккредитованной Организацией по уничтожению химического оружия лаборатории химико-аналитического контроля, в которой трудятся уникальные специалисты.

Создана лабораторно-экспериментальная база, которая позволит существенно расши-

рить область научных исследований, в том числе по разработке современных профилактических средств борьбы с возбудителями опасных инфекционных заболеваний».

Помимо ветеранов, действующих военнослужащих войск РХБ защиты, в мероприятии приняли участие юнармейцы отряда имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, которые вместе с должностными лицами возложили цветы к трем памятникам, расположенным на территории 27-го Научного центра МО РФ: в честь защитников крепости Осовец, героев Великой Отечественной войны и ликвидаторов катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Состоялось награждение лучших военнослужащих учреждения государственными и ведомственными наградами.

Для гостей праздника были представлены современные образцы техники войск РХБ защиты, была развернута полевая кухня.

Для участников мероприятия состоялась экскурсия по лабораторно-экспериментальной базе военно-научного комплекса войск РХБ защиты ВС РФ.

После завершения официальной части мероприятия в клубе состоялся праздничный концерт, в ходе которого артисты прославленного Ансамбля имени А.В. Александрова исполнили знакомые всем песни военной тематики.

*Младший научный сотрудник отдела
27 НЦ МО РФ
Н.П. Соляник*

Памяти Николая Андреевича Лошадкина (1932–2005 гг.)

3 марта 2022 г. исполнилось 90 лет со дня рождения видного российского токсиколога Николая Андреевича Лошадкина, создавшего научную школу по оценке поражающих свойств отравляющих веществ и разработавшую методические основы лечения поражений этими веществами.

Николай Андреевич родился 03 марта 1932 г. в г. Москве. После окончания (с отличием) в 1955 г. Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (Ленинград) он проходил службу в Одесском военном округе на должностях начальника полкового медицинского пункта и врача-терапевта-токсиколога. В 1957 г. его направили служить в Москву в Военную академию радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (ВАХЗ). За период работы в ВАХЗ Николай Андреевич защитил диссертации на соискание ученых степеней кандидата химических наук и доктора медицинских наук. Стал профессором по специальности «биологическая химия». Военную службу закончил начальником кафедры «Военная токсикология» ВАХЗ.

Н.А. Лошадкину принадлежит ряд фундаментальных исследований в области химии, иммунологии и токсикологии фосфор- и фтор-органических токсичных веществ. В ранний период научных исследований им установлено и дано объяснение защитного эффекта токсических свойств ФОС от токсического действия проникающей радиации, связанное, с одной стороны, с компенсаторным повышением активности холинэстераз, а с другой – с появлением на фоне возникающей гипоксии при введении ФОС защитного эффекта от действия проникающей радиации.

Последующие работы Н.А. Лошадкина связаны с кинетическими исследованиями по связи между строением, реакционной способностью (скоростями щелочного гидролиза) и антиферментативной активностью ФОС. В



Николай Андреевич Лошадкин

1961 г. на примере армина, фосфакома и их аналогов было показано, что производные алкил-(метил- и этил-) фосфоновых кислот имеют более высокое сродство к активным центрам ацетилхолинэстеразы (АХЭ), чем бутирилхолинэстеразы. При этом по-разному проявляется и влияние других (алкильных и алкоксильных) заместителей у атома фосфора на антиферментативную активность.

Им было показано, что различная степень ингибирования холинэстераз определяется различиями не в степени сродства АХЭ к ФОС, а в количествах активных центров

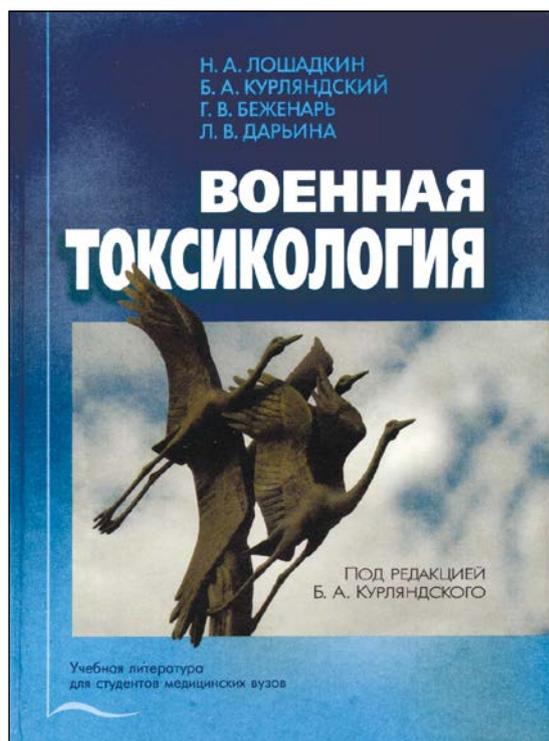
АХЭ в различных отделах ЦНС лабораторных животных.

В работах по изучению связи между строением и реакционной способностью ФОС показана необходимость не только учета индуктивного влияния, но и $p-d$ сопряжения заместителей у атома фосфора. Выявлены количественные зависимости по электронному и стерическому влиянию заместителей на реакционную способность ФОС.

Большое практическое значение имели работы Лошадкина Н.А. в области изучения различных ингибиторов ферментов: сродство ингибиторов к ферментам, общие представления об энергии взаимодействия ингибиторов с ферментами, использование ингибиторов для изучения строения активных центров ферментов и механизма ферментативного катализа.

Н.А. Лошадкин с сотрудниками изучили токсикологию ГАМК-литиков «клеточной структуры» на примере замещенных бициклопептанов с целью отработки принципов медицинской защиты от подобных соединений. Особое внимание было обращено на механизмы токсического действия, а также на количественную оценку эффектов на низких уровнях воздействия.

В 1980-е гг. Николай Андреевич входил в группу экспертов от нашей страны по разработке «Конвенции о запрещении разработки,



Учебник для студентов медицинских ВУЗов «Военная токсикология» (М.: 2006), разработанный Н.А. Лошадкиным с соавт.

производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении».

С 1989 г. Н.А. Лошадкин участвовал в качестве эксперта в ряде правительственных комиссий. В частности, Главной военной прокуратуры Минобороны СССР по оценке химико-токсикологической обстановки в г. Тбилиси после событий на проспекте Руставели 9 апреля 1989 г. В июле 1990 г. он возглавлял комиссию по выявлению причины случаев массовых заболеваний студентов и школьников во время сельскохозяйственных работ на полях Свердловской обл., где применялись пестициды различных типов действия. В 1990 г. участвовал в расследовании массовых заболеваний сотрудников ВНИИХТ (Москва, Каширское шоссе). В 1993–1994 гг. был экспертом комиссии по исследованию экологии Балтийского моря в связи с затопленным в 1947 г. немецким трофейным химическим оружием. В июне–августе 1995 г. он возглавлял группу экспертов по выявлению прокуратурой г. Москвы обстоятельств гибели банкира И.Х. Кивилиди (1949–1995) и установлению примененных для его отравления веществ. В 1995–1998 гг. был ответственным исполнителем разработки рекомендаций по предупреждению химического терроризма на Московском метрополитене.

В начале нулевых годов Николай Андреевич привлекался к работе в качестве эксперта по установлению причин заболеваний и гибели

людей после нанесения ракетно-бомбовых ударов войск НАТО по объектам инфраструктуры Югославии в мае–июне 1999 г. (так называемый «Балканский синдром»). Симптомы «балканского синдрома» типа лейкемии наблюдались через 1,5 года у военнослужащих блока НАТО.

Н.А. Лошадкин автор и соавтор пяти учебников по военной токсикологии. Им опубликовано более 350 научных работ, включая статьи, обзоры, монографии, научные отчеты, доклады на научных конференциях, учебные пособия.

Среди них:

Лошадкин Н.А. с соавт. «Военная токсикология». М.: 2006;

«Токсикология алкилирующих соединений» в книге «Общая токсикология», вышедшая под ред. Б.А. Курляндского и В.А. Филова. («Медицина», М.: 2002);

Для монографии О'Брайна Р. «Токсичные эфиры кислот фосфора», вышедшей в 1964 г. под ред. академика И.Л. Кнунянца («Мир», М. 1964), Н.А. Лошадкин подготовил обзор «Механизм нуклеофильного замещения у тетраэдрического атома фосфора».

Вместе с Смирновым В.В. Николай Андреевич выполнил перевод уникальной монографии Сондерса Б. «Химия и токсикология органических соединений фосфора и фтора». М.: 1961.

Николай Андреевич был не только выдающимся ученым, но и педагогом, он читал лекции по военной биохимии и токсикологии, участвовал в работе экспертных и диссертационных советов Москвы и С-Петербурга, участвовал в международных конференциях и заседаниях комиссий по уничтожению химического оружия.

Масштабность исследований и умелое руководство кафедрой «Военная токсикология» позволило Николаю Андреевичу воспитать плеяду ученых-токсикологов. Среди его учеников В.Д. Гладких, В.А. Голденков, С.В. Заонегин, Н.А. Колосова, С.С. Абнизов, Г.В. Беженарь, Л.В. Дарьина, М.И. Пушкарева, Л.П. Буланова, А.Г. Ишков и др. Многие из них сами стали выдающимися учеными, руководителями научных школ и направлений.

Николай Андреевич Лошадкин скончался 30 июля 2005 г. на 74 году жизни. Похоронен на Николо-Архангельском кладбище (Москва).

Многогранность его знаний, энергия и работоспособность, постоянное стремление к познанию нового, неизведанного – основные черты характера полковника медицинской службы Н.А. Лошадкина.

Светлая память о Николае Андреевиче Лошадкине навсегда останется в сердцах его учеников, сослуживцев, сотрудников, коллег и всех тех, кто его знал или читал его труды.

Правила подготовки и направления статей в журнал «Вестник войск РХБ защиты»¹

Журнал «Вестник войск РХБ защиты» – рецензируемый научно-практический журнал, специализирующийся на освещении химических и биологических угроз Российской Федерации, научных достижений по основным направлениям деятельности и задачам войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных сил Российской Федерации (далее – войск РХБ защиты), повышении профессионального уровня специалистов войск РХБ защиты, возрождении интереса к их истории и привлечении молодых ученых к работе в НИО войск РХБ защиты.

«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.

Цель журнала – обобщение и представление научных результатов по вопросам разработки средств защиты от химического и биологического оружия, управления войсками РХБ защиты, проведения химической и биологической разведки, научным проблемам контроля над химическим и биологическим оружием, подготовки научных и офицерских кадров для войск РХБ защиты, истории применения химического биологического терроризму и другими биологическими и химическими угрозами.

Задачи журнала:

- опубликование статей и информационных материалов научного, практического, методического и исторического характера, посвященных позиции Российской Федерации в области контроля над химическим и биологическим оружием, вопросам исследования современных биологических и химических угроз, деятельности войск РХБ защиты по обеспечению химической и биологической безопасности войск и населения Российской Федерации;

- повышение уровня знаний офицеров, курсантов и гражданских специалистов в области современных

химических и биологических проблем, стоящих перед Российской Федерацией;

- установление и укрепление научной коммуникации между российскими и зарубежными исследователями, работающими в области химической и биологической безопасности;

- укрепление научного статуса и повышение авторитета войск РХБ защиты, научных организаций войск РХБ защиты в профессиональном сообществе;

- содействие более широкому распространению научной информации по проблемам химической и биологической безопасности путем предоставления открытого доступа к контенту журнала всем заинтересованным организациям, ведомствам и лицам.

Редакция журнала при приеме и оформлении статей руководствуется требованиями Министерства образования и науки Российской Федерации к рецензируемым научным изданиям, утвержденными приказом Минобрнауки России от 25.07.2014 г. № 793², и разработанными этим же министерством «Методическими рекомендациями по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных» (под общ. ред. О.В. Кирилловой. М., 2017)³. Правовую основу обеспечения *публикационной этики журнала* составляют международные стандарты: положения, принятые на 2-ой Всемирной конференции по вопросам соблюдения добросовестности научных исследований (Сингапур, 22–24 июля 2010 г.)⁴; положения, разработанные в 2011 г. Комитетом по этике научных публикаций (*англ.* The Committee on Publication Ethics, COPE)⁵, и нормы главы 70 «Авторское право» Гражданского кодекса Российской Федерации (ГК РФ)⁶. К публикации принимаются обзорные и оригинальные статьи на русском и английском языках.

Политика свободного доступа. Журнал предоставляет непосредственный открытый доступ к своему контенту, исходя из следующего принципа: свободный открытый доступ к результатам исследований способствует увеличению глобального обмена знаниями (Бу-

¹ Выложены на сайте издания. URL: <http://journal.ofhim.ru/index.php/vestnik/issue/archive>

² URL: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minobrnauki-rossii-ot-25072014-n-793/> (дата обращения: 30.05.2017).

³ URL: <http://academy.rasep.ru/all-materials/556-metodicheskie-rekomendatsii-po-podgotovke-i-oformleniyu-nauchnykh-statej-v-zhurnalakhindeksiruemyykh-v-mezhdunarodnykh-naukometricheskikh-bazakh-dannykh> (дата обращения: 30.05.2017).

⁴ URL: <http://academy.rasep.ru/all-materials/556-metodicheskie-rekomendatsii-po-podgotovke-i-oformleniyu-nauchnykh-statej-v-zhurnalakhindeksiruemyykh-v-mezhdunarodnykh-naukometricheskikh-bazakh-dannykh> (дата обращения: 30.05.2017).

⁵ URL: <http://rasep.ru/soviet-po-etike/kodeksy-i-knigi/136-otvetstvennyj-podkhod-k-publikatsii-nauchno-issledovatel'skikh-rabotmezhdunarodnye-standarty-dlya-avtorov> (дата обращения: 30.05.2017).

⁶ URL: <http://legalacts.ru/kodeks/GK-RF-chast-4/razdel-vii/glava-70/> (дата обращения: 30.05.2017).

дапештская инициатива открытого доступа)⁷.

Основные рубрики журнала:

Общие вопросы РХБ защиты войск и населения.

Проблемы соблюдения Конвенций по запрещению химического и биологического оружия.

Химическая безопасность и защита от химического терроризма.

Биологическая безопасность и защита от биологического терроризма.

Химическое и биологическое оружие в войнах и конфликтах.

Вооружение войск РХБ защиты и средства РХБ защиты.

Лекции по ключевым вопросам РХБ-безопасности.

Повседневная деятельность войск РХБ защиты.

Противостояние информационной войне в области оружия массового поражения.

Охрана результатов интеллектуальной деятельности войск РХБ защиты.

Исторический архив.

Обзор важных международных событий в области РХБ-безопасности.

Рекламные материалы будут публиковаться в соответствии с законодательством Российской Федерации о рекламе.

Преимуществом в очередности опубликования пользуются статьи по научным специальностям: 6.2.1, 6.2.10, 6.3.4 и 6.3.5.

Плата за публикацию статьи и рецензирование рукописей не взимается, ускоренная публикация не допускается. Труды заочных конференций не публикуются. Гонорары не выплачиваются.

Решение о публикации статьи принимается главным редактором (или уполномоченным им заместителем главного редактора) исключительно на основе ее научной значимости и с учетом мнения рецензентов. Если рецензии положительны, но содержат замечания и пожелания рецензента, редакция направляет их авторам. В случае отклонения статьи редакция направляет авторам статьи текст рецензии или аргументированное письмо редактора. Работы, оформленные не по правилам или не соответствующие профилю издания, могут быть отклонены редакцией журнала без рецензирования. Редакция не вступает в дискуссию с авторами отклоненных статей, за исключением случаев явного недоразумения. Рукописи не возвращаются.

1. *Общие требования к статьям.* Статьи представляют в виде бумажной версии (в 1 экземпляре) и электронной версии, идентичной распечатанному на бумаге экземпляру. Электронная версия представляется в одном из форматов MS Word (*.doc, *.docx или *.rtf) на съемных носителях или по электронной почте, адрес которой указан ниже. Статья должна иметь направление от учреждения, в котором она выполнена. Организации, имеющие лицензии ФСБ на осуществление работ с использо-

ванием сведений, составляющих государственную тайну, должны представить заключение об отсутствии в статье сведений, составляющих государственную тайну.

В рукописи должны отсутствовать неправомерные заимствования (плагиат). При использовании материалов из работ других авторов (схемы, рисунки, фотографии, таблицы, фрагменты текста), автор должен руководствоваться ст. 1274 IV части ГК РФ, допускающей свободное использование произведения в информационных, научных, учебных или культурных целях, но с обязательным указанием имени автора, произведение которого используется, и источника заимствования.

Если в работе представлены результаты собственных исследований с участием животных или людей как объектов исследования, в рукописи статьи авторы должны указать, что все стадии соответствуют законодательству и нормативным документам исследовательских организаций, а также одобрены соответствующими комитетами (с указанием названия, номера и даты документа).

Названия документов, упоминаемых в тексте, должны приводиться полностью. Например, не «Конвенция о запрещении химического оружия», а «Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении».

Для *оригинальных статей* (результатов собственных исследований авторов) в журнале принят формат IMRAD (introduction, methods, results and discussion; введение, методы, результаты и обсуждение).

Для *обзорных статей* (результатов анализа литературы) редколлегия рекомендует излагать материал в следующей последовательности:

- введение, отражающее актуальность проблемы и заканчивающееся формулировкой цели работы и ее задач;

- основная часть, при необходимости разбитая на подразделы и содержащая результаты работы и их обсуждение;

- выводы (или заключение).

Названия разделов в рукописях обзорного характера определяются автором. Статья, не имеющая деления на разделы, набранная сплошным текстом без заголовков, не может быть отнесена к научной статье. Требования к структуре оригинальной статьи приведены на схеме (рисунок 1).

Требования по типу публикации предполагают следующие форматы:

- оригинальная научная статья* – развернутый формат представления результатов логически завершенного научного исследования – около 40 тыс. знаков, 5–8 рисунков, 25–40 ссылок;

- краткое сообщение* – краткий формат представ-

⁷ Read the Declaration. Budapest Open Access Initiative <https://www.budapestopenaccessinitiative.org/read/> (дата обращения 01.01.2022).

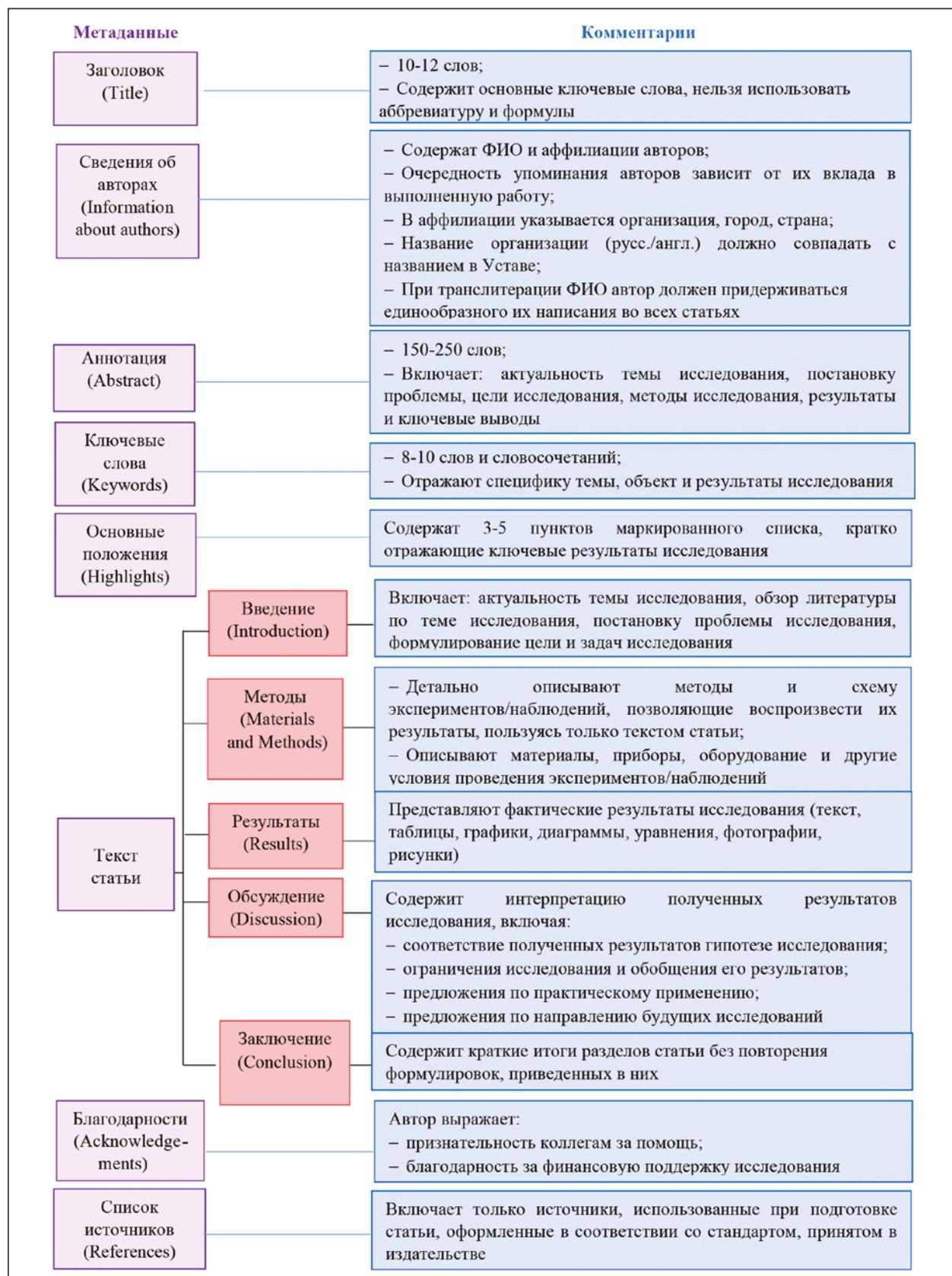


Рисунок 1 – Схема построения оригинальной научной статьи
(Краткие рекомендации для авторов по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных. М., 2017)

ления отдельных результатов логически завершено научного исследования – не более 2500 слов, не более двух рисунков или таблиц, минимум восемь ссылок.

Обзорная статья – основной целью написания обзорной статьи для журнала «Вестник войск РХБ защиты» должно быть обсуждение накопленного материала и представление нового взгляда автора на ранее описанные явления, переосмысление и поиск новых подходов к их трактовке и использованию. Простое перечисление фактов и констатация современного состояния вопроса не допускаются. От пяти и более рисунков, от 70 ссылок. Размер обзорной статьи нужно согласовывать с редакцией.

Шрифт Times New Roman, размер 14. Текст должен располагаться на одной стороне листа с полуторным интервалом между строками, с полями на левой стороне листа (не менее 3,5 см) и на правой стороне листа (не менее 1 см).

Сокращения слов и аббревиатуры допускаются по тексту статьи, если первоначально приведено полное название. Фамилии иностранных авторов приводятся в оригинальной транскрипции. Не допускаются сокращения простых слов. Дозы лекарственных средств, единицы измерения и другие численные величины указываются в системе СИ.

В левом верхнем углу статьи приводится шифр УДК. Статью может сопровождать *словарь терминов* (неясных, способных вызвать у читателя затруднения при прочтении); словарь размещается в конце статьи.

Латинские названия биологических объектов исследований в названии статьи и в тексте пишутся с соблюдением общепринятых правил таксономической номенклатуры: бинарные видовые – курсивом (*Bacillus anthracis*, *Valeriana officinalis* L.), таксонов более высокого ранга – прямым шрифтом (род *Bacillus* или семейство *Bacillaceae*). При первом упоминании в тексте родовые и видовые названия приводятся без сокращений, далее по тексту родовое название обозначается одной прописной (первой) буквой, а видовое указывается полностью (*B. anthracis*).

Названия и символы генов набираются курсивом, а названия их продуктов – с прописной буквы прямым шрифтом. Например: гены *fos*, *c-тус*, *АТМ*; белки *Fos*, *c-Мус*, *АТМ*. Курсивом выделяются обозначения мобильных элементов, например, *hobo*-элемент, а также три первых буквы названий сайтов рестрикции, например, *HindIII*. Названия фагов и вирусов пишутся в латинской транскрипции прямым шрифтом.

В тексте статьи и аннотации следует избегать лишних вводных слов и бессодержательных фраз типа «автор статьи рассматривает...», «общеизвестно...», «как известно», «в наши дни», «в последнее время», «в установленном порядке», «все большее внимание», «можно сказать», «многokrato повы-

сить», «многочисленные исследования показывают», «несколько», «незначительно», «так как видно», «безусловно», «существенно более высокий уровень...», «обладает выраженной способностью...», «исследование посвящено актуальным вопросам...», «в целом результаты...», «эффективность... довольно низка», «зарубежные ученые считают...», «полученные за рубежом данные...», «по зарубежной оценке» и др. Должны приводиться конкретные факты, цифры и ссылки на источники, откуда взята информация.

Название (заглавие) статьи должно быть информативным и не содержать сокращений, за исключением общепринятых. Его не следует начинать с неопределенных слов, например, таких как «некоторые вопросы», «изучение», «исследование» и т.п., которые заведомо не дают представления, о чем конкретно идет речь в содержании работы. Максимальная длина названия статьи – 10–12 слов.

Сведения об авторах включают их ФИО и аффилиацию (наименования организаций, представивших статью, город, адреса авторов). При указании организации необходимо привести ее полный почтовый адрес с указанием индекса города, названия улицы, номера дома; для университетов – название факультета или института. Если авторы из разных организаций, то следует поставить одинаковые значки около фамилии автора и названия соответствующей организации. Можно не указывать улицу, но привести почтовый индекс. Для авторов важно придерживаться указания одного места работы.

Аннотация и ключевые слова – см. п. 3.

Библиографическое описание – приводится полное библиографическое описание статьи, облегчающее ее правильное цитирование другими авторами и работу поисковых систем, индексирующих журнал – см. п. 9.

Основные положения статьи (необязательный элемент) – отражают ключевые результаты исследования, основное содержание статьи, изложенные тезисно и оформленные в виде 3–5 пунктов маркированного списка.

При работе с версткой статьи, присланной редакцией авторам для проверки и согласования, целесообразно для внесения правок использовать инструмент «Разметка текста» программы Foxit Reader для Windows (распространяется бесплатно)⁸.

2. При подготовке оригинальных статей следует придерживаться следующего плана написания:

а) раздел «*Введение*» – краткая оценка современного состояния проблемы, обоснование *ее актуальности*. Приводятся наиболее известные и авторитетные публикации по изучаемой теме, обозначаются нерешенные проблемы. Формулируются *цели и задачи* работы. Информация во *Введении* должна быть организована по принципу «от общего к частному». Цель работы должна соответствовать названию ста-

⁸ Краткая инструкция Foxit Reader для Windows. URL: cdn01.foxitsoftware.com/pub/foxit/manual/reader/ru_ru/FoxitReaderQuickGuide_9.2.pdf (дата обращения: 05.03.2019).

ты. Объем этого раздела не должен превышать 20 % от объема основного текста;

б) раздел «*Материалы и методы*» должен содержать сведения о методах исследования, достаточные для воспроизведения. Автору необходимо пояснить, почему данные методы выбраны для исследования, в чем их преимущества перед другими для решения этой же задачи. Необходимо указать условия и последовательность операций при постановке экспериментов. Если описывается известный метод, то достаточно дать ссылку на соответствующий источник литературы. Необходимо указывать квалификацию и происхождение реактивов, фирмы и страны-производители приборов и оборудования, задействованных в экспериментах. Название компаний-производителей указывать в оригинальной транскрипции. Штаммы микроорганизмов и линии культур клеток, использованных при проведении исследований, должны быть депонированы в национальной коллекции. Необходимо указать название коллекции и регистрационный номер штамма. Если выполняется макро- или микрофотосъемка, указывать увеличение и название прибора, с помощью которого она проводится. Статистические методы приводятся настолько детально, чтобы читатель смог проверить представленные в статье результаты. По возможности следует подвергать полученные данные количественной оценке и представлять с соответствующими показателями ошибок измерения и неопределенности (такими, как доверительные интервалы). Не следует полагаться исключительно на статистическую проверку гипотез, например, на использование значений p , которые не отражают полноты информации. Выбор экспериментальных объектов необходимо обосновать. Следует приводить детали процесса рандомизации и методы, использованные для обеспечения «слепого» контроля. При описании статистических методов ссылки должны приводиться на известные руководства и учебники;

в) раздел «*Результаты*». В этом разделе должны быть представлены экспериментальные или теоретические данные, полученные в ходе исследования. Результаты даются в обработанном варианте: в виде таблиц, графиков, организационных или структурных диаграмм, уравнений, фотографий, рисунков. Приводятся только факты. Их интерпретацию, сопоставление с данными других исследователей следует помещать в раздел «Обсуждение». Если было получено много похожих зависимостей, представляемых в виде графиков, приводится только один типичный график, а данные об имеющихся количественных отличиях между ними представляются в таблице. Существует три способа представления результатов: текст (вербальное представление); таблицы (полuverbальное представление); рисунки: диаграммы, графики, изображения (визуальное представление). Все три способа представления результатов количественного исследования (текст, таблицы и рисунки) должны дополнять, а не повторять друг друга. Каж-

дый график, каждая таблица должны быть представлены и описаны в тексте. Их текстовое описание также состоит из трех элементов. Первый указывает, что именно представлено, и где это можно найти в статье. Второй описывает наиболее важные черты этого графика или таблицы, а третий уже комментирует. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени и утвердительными предложениями;

г) раздел «*Обсуждение*» содержит интерпретацию полученных результатов исследования, предположения о полученных фактах, сравнение полученных собственных результатов с результатами других авторов. В «Обсуждении» следует перейти от специфической информации разделов «Методы» и «Результаты» к более общей интерпретации результатов;

д) раздел «*Заключение*» содержит главные идеи основного текста статьи. Эту часть раздела надо тщательно отредактировать, чтобы не повторять формулировок, приведенных в предыдущих разделах. Желательно сравнить полученные результаты с теми, которые планировалось получить, а также показать их новизну и практическую значимость, прописать ограничения, возникшие в ходе работы. В конце раздела приводятся выводы и рекомендации, определяются основные направления дальнейших исследований. Выводы должны соответствовать цели исследования и быть основаны на полученных результатах. Основной вывод должен содержать ответ на вопрос, поставленный во вводной части статьи. Выводов не должно быть больше 3–5. При большом количестве теряется значимость основного (основных) вывода;

е) раздел «*Благодарности*» – в этом разделе следует упоминать людей, которые помогли при работе над статьей и источники финансирования;

ж) раздел «*Информация о конфликте интересов*». Авторы должны сообщить о наличии финансовых или каких-либо других существенных конфликтов интересов, которые могут быть расценены как повлиявшие на результаты исследования или их интерпретацию. Должны быть указаны формы стороннего финансирования работы (гранты, субсидии, пожертвования), если они были. Если нет конфликтов интересов, авторы должны заявить: «Авторы заявляют, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов»;

и) раздел «*Сведения о рецензировании статьи*». Указывается модель рецензирования (двойное слепое или открытое рецензирование), количество рецензентов и местонахождение рецензий. Например: «Проведено двойное слепое рецензирование статьи двумя рецензентами. Рецензии находятся в редакции журнала»;

к) раздел «*Список источников*» сообщает читателю, откуда заимствованы материалы или отдельные результаты (см. п. 9);

л) *англоязычный блок*. Переводятся на английский язык название статьи, сведения по аффилиа-

ции авторов, аннотация, ключевые слова и список источников. В отношении организации(ий) важно, чтобы указывался официально принятый английский вариант наименования. Например: Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Brigadirskii Lane 13, Moscow 105005, Russian Federation; Kuban State University, Stavropolskaya Street 149, 350040 Krasnodar, Russian Federation; M.V. Lomonosov Moscow Academy of Fine Chemical Technology, Vernadskogo Ave. 86, Moscow 119571, Russian Federation; Federal State Budgetary Institution «Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Petrovsky Boulevard 8, bld. 2, Moscow 127051, Russian Federation. Транслитерация ФИО авторов осуществляется по системе BGN (Board of Geographic Names, см. сайт <http://www.translit.ru>). Аннотация на английском языке на статью на русском языке по объему может быть больше аннотации на русском языке (см. п. 3), так как за ней не идет полный текст на этом же языке. В переводе аннотаций и ключевых слов на английский язык не должно быть транслитераций с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные названия; также не должен использоваться непереводаемый сленг, известный только русскоговорящим специалистам. Должна применяться англоязычная специальная терминология. Следует избегать употребления терминов, являющихся прямой калькой русскоязычных терминов. Необходимо соблюдать единство терминологии в пределах резюме. Текст должен быть связным, с использованием слов «следовательно», «более того», «например», «в результате» и т.д. («consequently», «for example», «the benefits of this study», «as a result» etc.). Излагаемые положения должны логично вытекать одно из другого. Необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т.е. «The study tested», но не «It was tested in this study» (часто встречающаяся ошибка в российских аннотациях).

В списке источников (References) на английский язык переводятся названия статей на русском языке. Транслитерируются ФИО авторов и выходные данные периодических и непериодических изданий. В скобках указывается язык статьи (in Russian). Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они оставляются без изменений;

3. *Аннотация и ключевые слова* – основной источник информации о статье в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. Поэтому аннотация должна быть информативной (не содержать общих слов о статье, например, таких: «В работе приведены результаты исследования по оценке ...» или «Показана возможность получения рабочих образцов сравнения с хорошими препаративными выходами ...», и т.п.), содержательной (отражать основное содержание статьи), структурированной (следовать логи-

ке описания результатов в статье). Ключевые слова должны отражать дисциплину (область науки, в рамках которой написана статья), тему, цель и объект исследования и использоваться читателем для быстрого и приоритетного обнаружения статьи поисковиками в электронных базах различного типа. Одним из проверенных вариантов аннотации является краткое повторение структуры статьи, включающей введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение. Предмет, тема, цель работы указываются в том случае, если не ясны из заглавия статьи. Метод или методологию проведения работы в аннотации целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения публикуемой работы. Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения; открытиям, выводам, опровергающим существующие теории представления; а также данным, имеющим практическое значение. Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье. В любом случае аннотация должна быть выстроена логически и условно включать разделы: обоснование проводимого исследования, методы (для экспериментальных статей), результаты, заключение (включающее подтверждение научной новизны статьи).

Сведения, содержащиеся в названии статьи, не должны повторяться в тексте аннотации. Следует избегать лишних вводных слов и бессодержательных фраз (см. выше). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения в аннотации не приводятся. В тексте аннотации следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций. В качестве помощи для написания аннотаций можно использовать ГОСТ 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования». Аннотация составляется на заключительной стадии подготовки рукописи статьи.

Ключевые слова приводятся через точку с запятой, что облегчает классификацию работы в компьютерных поисковых системах. В качестве ключевых слов могут использоваться как одиночные слова, так и словосочетания в единственном числе и именительном падеже. Не следует использовать слишком сложные слова, слова в кавычках, слова с запятыми.

4. *Таблицы* помещают по тексту статьи после первого упоминания. Таблицы должны иметь номер и заголовок. Точка после заголовка таблицы не ставится. Заголовки выравниваются по левому краю. Номер таблицы ставится слева от заголовка.

Таблицы необходимо формировать, используя опцию Word «таблица» без абзаца в графе. Сокраще-

ния слов в таблицах не допускаются. Цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте. В тексте статьи необходимо привести ссылку на таблицу. Таблицы должны быть компактными, иметь порядковый номер; графы, колонки необходимо выверить логически и графически. Названия граф выделяются полужирным шрифтом. Пустые ячейки в таблице не допускаются. Материал таблиц (как и рисунков) должен быть понятным и не дублировать текст статьи. В случае необходимости использования сокращений их расшифровка приводится в примечаниях к таблице. Все данные, представленные в таблицах, должны соответствовать таковым в тексте рукописи.

5. *Графики* целесообразно представлять в программе Microsoft Excel с цифровыми данными. Каждый график в отдельном файле.

6. *Математические формулы и уравнения* следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы и уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+) или минус (-), умножения (×) или деления (:) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строчки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, используют знак «×». Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой (уравнением) в той же последовательности, в которой они даны в формуле (уравнении). Формулы и уравнения в статье нумеруются порядковой нумерацией в пределах статьи арабскими цифрами в круглых скобках и крайнем правом положении на строке. Одну формулу (уравнение) обозначают – (1). Ссылки в тексте

на порядковые номера формул и уравнений дают в скобках арабскими цифрами.

7. *Рисунки и фотографии*. Рисунки и фотографии размещаются в тексте статьи после первого упоминания, представлять их на отдельных листах нет необходимости. Рисунки могут быть черно-белыми и цветными. Количество обозначений на рисунке или фотографии необходимо свести к минимуму, объяснения следует давать в подрисуночной подписи. Под рисунком должны находиться название рисунка с номером рисунка и поясняющая подрисуночная надпись. Рисунки и фотографии должны представляться в электронном варианте. В подписях к микрофотографиям указываются увеличение, метод окрашивания. Электронные варианты рисунков и фотографий должны быть размером не менее чем 9–12 см, 300 точек/дюйм, формат tif, цветовая платформа CMYK. Обязательно наличие распечатанного рисунка, представленного в электронном виде.

8. *Ученые степени и звания* приводятся в сокращенном виде, как указано в таблице 1.

9. *Список источников* (Библиографический список). На него обращается основное внимание при приеме рукописей. Готовится на русском и английском языках. Библиографический список позволяет:

- признавать и использовать идеи других авторов, избежав обвинений в плагиате;
- быстро найти источники материалов, на которые ссылается автор, ознакомиться с ними и убедиться в достоверности данных из этих источников;
- продемонстрировать масштаб и глубину исследования.

В список источников включаются только индексируемые наукометрических системах источники (статьи из научных журналов и монографии). Если цитируемая статья имеет уникальный идентифи-

Таблица 1 – Сокращения ученых степеней и званий

Полное наименование	Сокращенное наименование	Наименование (англ.)
доктор биологических наук	д-р биол. наук	Doctor of Biological Sciences
доктор ветеринарных наук	д-р ветеринар. наук	Doctor of Veterinary Sciences
доктор военных наук	д-р воен. наук	Doctor of Military Sciences
доктор медицинских наук	д-р мед. наук	Doctor of Medical Sciences
доктор технических наук	д-р техн. наук	Doctor of Technical Sciences
доктор физико-математических наук	д-р физ.-мат. наук	Doctor of Physico-Mathematical Sciences
доктор химических наук	д-р хим. наук	Doctor of Chemical Sciences
кандидат биологических наук	канд. биол. наук	Candidate of Biological Sciences
кандидат ветеринарных наук	канд. ветеринар. наук	Candidate of Veterinary Sciences
кандидат военных наук	канд. воен. наук	Candidate of Military Sciences
кандидат медицинских наук	канд. мед. наук	Candidate of Medical Sciences
кандидат технических наук	канд. техн. наук	Candidate of Technical Sciences
кандидат химических наук	канд. хим. наук	Candidate of Chemical Sciences
доцент	доц.	Associate Professor
профессор	проф.	Professor
старший научный сотрудник	ст. науч. сотр.	Senior Researcher
академик	акад.	Academician

катор цифрового объекта DOI (*англ.* Digital Object Identifier), необходимо указывать его после описания цитируемой статьи. При проведении анализа научной проблемы необходимо показать знакомство с классическими трудами, сославшись в работе на соответствующие источники. Если необходимо сослаться на статью в общественно-политической газете, текст на сайте или в блоге, следует поместить информацию об источнике в подстрочную сноску. Нежелательно включать в библиографические списки нормативные документы (постановления, законы, инструкции и т.д.) и труднодоступные источники, которые никогда не будут проиндексированы в наукометрических системах. Предпочтительно их цитировать непосредственно в тексте или в сносках при первом упоминании (см. ниже «Сноски»). Также необходимо минимизировать цитирование учебников, учебных пособий, справочников, словарей, сборников статей, диссертаций, других малотиражных изданий, которые, с одной стороны, не могут быть основанием для серьезных научных исследований, и с другой стороны, могут быть недоступны.

Ссылки в тексте должны даваться номерами в квадратных скобках в порядке их цитирования. При цитировании источников следует отражать работы не только российских, но и зарубежных коллег. Не следует прибегать к избыточному (не более трех ссылок по каждому утверждению) и ложному цитированию. Редакция оставляет за собой право выборочно проверять соответствие ссылок цитируемым сведениям. При обнаружении ложного цитирования статья не публикуется и с ее автором (авторами) редакция в дальнейшем не работает. Для статей, рассматривающих перспективные направления развития науки, список литературы должен содержать не менее 20 источников, опубликованных за последние 3 года, из которых 15 являются иностранными изданиями. Преимуществом пользуются статьи, опубликованные в базах Scopus и Web Of Science.

Библиографические списки составляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления», введенном в действие с 01.01.2009 г. Для цитирования научной литературы в журнале используются за текстовые библиографические ссылки (см. раздел 7 и примеры ссылок в приложении А ГОСТ Р 7.0.5-2008). Электронные ресурсы локального и удаленного доступа цитируются в соответствии с правилами, приведенными в разделе 10 ГОСТ Р 7.0.5-2008. Примеры ссылок на электронные ресурсы приведены в приложении А этого же ГОСТа. Правильное описание используемых источников в *Список источников* – залог того, что цитируемая публикация будет учтена Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, где они работают. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. В ссылках на статьи, принятые в печать, но еще не опубликованные, нужно указать: «в печати». Информация из рукописей, представленных,

но еще не принятых в печать, должна обозначаться в тексте как «неопубликованные наблюдения» (наличие согласия автора). Неполные ссылки, например, не содержащие название статьи, недопустимы. Обязательно должны быть приведены DOI цитируемых статей (если они были указаны авторами).

Сноски. Такие источники как авторефераты диссертаций, диссертации, препринты, нормативно-правовые документы (в том числе фармакопейные статьи), ГОСТы, СНИПы, информация с сайтов, статистическая и научно-техническая документация (в том числе отчеты о НИР) в *Список источников* не включаются. Цитирование этих источников следует оформлять в виде подстрочных ссылок (инструмент MS Word «Вставить сноску»). Наряду с неиндексируемыми источниками в подстрочных ссылках могут быть размещены комментарии авторов к тексту.

10. Печатный вариант необходимо подписать всем авторам. Указываются фамилия, имя, отчество, место работы, телефон, почтовый и электронный адреса автора, с которым редакция будет вести переписку.

11. Подпись автора(ов) под статьей, переданной в редакцию, подразумевает, что он(и):

- гарантируют, что размещение научной статьи в журнале «Вестник войск РХБ защиты» не нарушает ничьих авторских прав;

- статья содержит все предусмотренные действующим законодательством об авторском праве ссылки на цитируемых авторов и издания, а также используемые в статье результаты и факты, полученные другими авторами или организациями. Автор(ы) несет(ут) ответственность за научное содержание статьи и гарантирует оригинальность представляемого материала;

- статья не включает материалы, не подлежащие опубликованию в открытой печати, в соответствии с действующими нормативными актами;

- автор(ы) подтверждает(ют), что им был заключен с учредителем журнала в устной форме договор о предоставлении права использования научной статьи в журнале «Вестник войск РХБ защиты» на условиях простой (неисключительной) лицензии (на безвозмездной основе, на весь срок действия исключительного права, на территории всего мира), в частности, на использование научной статьи путем ее воспроизведения, права использования научной статьи целиком или фрагментарно в сочетании с любым текстом, фотографиями или рисунками, в том числе путем размещения полнотекстовых сетевых версий номеров на интернет-сайтах (ГК, Ч. IV, ст. 1236);

- автор(ы) согласен(сны) на обработку в соответствии со ст. 6 Федерального закона «О персональных данных» от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ своих персональных данных, а именно: фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, место(а) работы и/или обучения, контактная информация по месту работы и/или обучения, в целях опубликования представленной статьи в журнале «Вестник войск РХБ защиты»;

- автор(ы) подтверждает(ют), что направляемая статья нигде ранее не была опубликована, не направлялась и не будет направляться для опубликования в другие научные издания без уведомления об этом редакции журнала «Вестник войск РХБ защиты»;

- автор(ы) научной статьи ознакомлен(ы) и согласен(сны) с правилами подготовки рукописи к изданию, утвержденными главным редактором журнала «Вестник войск РХБ защиты».

12. Редакция рекомендует авторам в ходе подготовки статей проверять синтаксис предложений и убирать «словесный мусор» из текста с помощью сервиса «Главред» (<https://glvrd.ru>).

13. Для установления соответствия статьи требованиям журнала она проходит «двойное слепое рецензирование» либо открытое рецензирование (по решению редакции) двумя рецензентами. Готовые рецензии от авторов не принимаются. Минимальный срок рецензирования – 2–3 недели. Рецензии постоянно хранятся в редакции журнала и направляются в НЭБ. При слепом рецензировании фамилии рецензентов в НЭБ не разглашаются. Если рецензии положительны, но содержат замечания и пожелания, редакция направляет их авторам. Автор должен ответить рецензентам по всем пунктам их рецензий. В случае отклонения статьи редакция направляет авторам статьи текст рецензии либо аргументированное письмо редактора. Редакция не вступает в дискуссию с авторами отклоненных статей, за исключением случаев явного недоразумения. Рукописи не возвращаются.

14. Редакция оставляет за собой право сокращать принятые рукописи или вносить в них изменения, без изменения смысла статьи. Статьи, отправленные авторам для исправления, должны быть возвращены в редакцию не позднее, чем через две недели после получения. Если статья возвращена в более поздний срок, то сроки опубликования отодвигаются.

15. Редакция приветствует размещение уже опубликованных в журнале статей на интернет-сайтах, если приведено их полное библиографическое описание.

16. Неправильно оформленные статьи не рассматриваются. Статьи проверяются с помощью программы «Антиплагиат». Статьи недооформленные, а также с машинным переводом на английский язык аннотаций, возвращаются авторам на доработку.

17. Печатный вариант статьи и сопроводительные документы следует направлять по адресу: 11104, Москва, Проезд энтузиастов, 19. ФГБУ «27 Научный центр» Минобороны России, редакция «Вестник войск РХБ защиты». Электронный вариант статьи представляется на CD-диске или по электронной почте (E-mail: 27nc_1@mil.ru).

18. Необходимо указать вклад каждого автора публикуемой работы. Приводится отдельным абзацем на русском и английском языках сразу после статьи перед информацией о конфликте интересов. ФИО авторов указывается инициалами, выделенными жирным шрифтом. Например, статья М.Д. Хо-

рольского и Е.В. Мельникова.

Вклад авторов/ Autor Contributions

М.Д.Х. – идея и дизайн, исследования.

Е.В.М. – выполнил эксперименты, анализировал полученные данные, написал статью.

M.D.Kh. – conceived and designed the experiments.

E.V.M. – performed the experiments, analyzed the data, wrote the paper.

Другие варианты сообщения о вкладе авторов:

- предоставил реагенты/материалы/инструменты анализа / contributed reagents/materials/analysis tools;

- формирование концепции статьи, сбор, анализ и систематизация информации, изложенной в научной литературе, написание текста, редактирование рукописи / elaboration of the concept of the paper; collection, analysis and systematization of scientific literature; writing and editing of the paper;

- доработка текста, окончательное утверждение версии рукописи для публикации / revision of the text, approval of the final version of the paper for publication;

- сбор информации, изложенной в научной литературе, работа с табличным материалом, редактирование рукописи / compilation data, tabular work, editing of the paper;

- все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации / all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published.

И т.д.

19. После указания авторов статьи на русском и английском языках указываются источники финансирования публикуемой работы. Например:

Финансирование / Funding

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант No 18-29-17069) / This work was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) (Grant No 18-29-17069)

Финансирование / Funding

Источников финансирования для декларирования нет / There are no funding sources to declare

Финансирование / Funding

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации / Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation.

20. Типовые ошибки авторов. Пять лет издания и редакторской работы позволили нам составить перечень типовых ошибок, допускаемых авторами в представленных в редакцию рукописях. Поэтому перед отправкой рукописи статьи в редакцию журнала рекомендуем проверить:

- аннотацию – обычно они формальны, в основном рассказывают о намерениях авторов, но не отражают основного содержания работы. Авторам

надо понять, что аннотация – это отдельное научное произведение. Она должна отражать актуальность работы, ее цель, использованные методы и полученные результаты. Объем аннотации – до 2 тыс. знаков, используйте же их полностью таким образом, чтобы читатель вашей статьи мог ее процитировать, не обращаясь к ее основному тексту;

- русское и английское название организации (должны быть таким, как записано в уставе организации), расположение по алфавиту ключевых слов, посчитать таблицы и рисунки и проверить их номера и содержание, они должны соответствовать тексту, все иметь отсылки в тексте, и быть вставлены в текст непосредственно после отсылки в тексте;

- имена, отчества авторов в разделе «Об авторах» должны быть приведены полностью;

- адрес электронной почты – для организаций МО РФ он должен соответствовать официальному адресу электронной почты организации, представившей статью, а не личному адресу автора;

- таблицы и рисунки должны идти сразу после упоминания в тексте рукописи;

- если статья биологическая, обратить внимание на курсивное написание генов (пишутся прописными буквами) и видовых названий микроорганизмов;

- цифры и сокращения в верхнем и нижнем регистрах, например, Cl_3-NO_2 , а не $Cl3-NO2$;

- нумерацию формул;

- правильность употребления дефисов и тире (часто вместо тире стоит дефис);

- раскрытие аббревиатур – при первом упоминании;

- указания авторами источников, откуда взяты рисунки, схемы, фотографии;

- написание процентов – % пишутся сразу после цифры (без пробела) – 15%, 15%-й раствор, 20%-го

раствора;

- соответствие названия статьи и авторского коллектива в русской и английской версиях библиографического описания названию и авторскому коллективу, вынесенным в заголовок статьи;

- интервалы значений между числами в цифровой форме – можно через тире, например, длиной 5–6 м, но в технических и научных текстах предпочтительнее через многоточие – 5...6 м. Важно, чтобы интервалы цифровых значений в тексте статьи были единообразными;

- знак градуса ставится перед °C без пробела, между знаком градуса и цифровой величиной ставится пробел 30 °C, температура обозначается курсивным t , например, температура плавления $t_{пл}$ минус 39 °C;

- правильность написания сокращений. Прежде всего обратить внимание на то, где ставятся и где не ставятся точки: год (г.), годы (гг.), века (вв.), месяц (мес.), неделя (нед.), час (ч), минута (мин), секунда (с), тысяча (тыс.), миллион (млн), метр (м), сантиметр (см), миллиметр (мм), тонна (т), килограмм (кг), миллиграмм (мг), экземпляры (экз.) и т.д. – если слово употребляется сразу после цифры. Если между цифрой и сокращаемым словом есть еще слово (или слова), то писать полностью: «перемешивали 18 ч», «прошло 18 долгих часов». Проверить единообразие сокращений по тексту;

- имена и инициалы в тексте статьи – пишутся перед фамилией;

- правильность и полноту написания библиографических ссылок, приведение DOI цитируемых статей (если они были). Характерной ошибкой в ссылках на интернет-источники является отсутствие даты обращения к этим источникам.

Порядок рецензирования статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты»

Редакция придерживается принципа, что рецензирование является основным механизмом оценки качества публикуемых в журнале материалов исследования.

1. Автор статьи представляет в редакцию рукопись, оформленную в соответствии с Правилами направления и соблюдения этических норм при опубликовании научных статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты».

2. Поступившую рукопись ответственный секретарь редакции регистрирует в специальном электронном журнале в день получения редакцией ее бумажной или электронной версии (дата реги-

страции) и ей присваивается идентификационный номер.

3. Все научные статьи подлежат обязательно рецензированию. Используются две модели рецензирования – двойное слепое и открытое (преимущественно). *Рецензии на опубликованные статьи направляются в РИНЦ.*

4. Главный редактор (заместитель главного редактора) в течение двух недель определяет соответствие статьи профилю журнала. Привлекаемые рецензенты должны быть признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и иметь в течение последних 3 лет публикации по

тематике рецензируемой статьи. Предпочтительно привлечение к рецензированию специалистов из сторонних организаций. Рецензии постоянно хранятся в редакции журнала.

Рецензенту ответственным секретарем редакции (научным редактором) направляется уведомление, в котором указывается название статьи и срок представление рецензии, рукопись статьи, а также типовая форма рецензии (приложение 2).

5. Срок рецензирования – три недели. При необходимости повторное рецензирование проводится в такие же сроки. Если статья подготовлена не в соответствии с Правилами подготовки и направления статей в журнал «Вестник войск РХБ защиты», рецензенту она не направляется и реколлегией не рассматривается.

6. Замечания и пожелания рецензента должны быть объективными и принципиальными, направленными на повышение научно-методического уровня рукописи. Рецензент должен быть готов к тому, что рецензия будет направлена в ВАК (в случае двойного слепого рецензирования статьи), доступна другим исследователям через РИНЦ или опубликована на сайте журнала. Рецензент имеет определенные обязательства в отношении авторов и редактора.

7. Обязательства рецензента перед автором:

- беспристрастно оценивать научные достоинства и ценность рецензируемой работы;
- уклоняться от личных комментариев и критики;

- не использовать данные или идеи, приведенные в рецензируемой статье, в собственных публикациях без согласия автора(ов) и ссылки на данную работу;

- поддерживать конфиденциальность процесса рецензирования;

- не выходить за рамки Правил направления и соблюдения этических норм при опубликовании научных статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты».

8. Обязательства рецензента перед редактором:

- соблюдать правила рецензирования, изложенные в данном документе;

- предупреждать редактора о конфликте интересов с авторами статьи, отказ от рецензирования, если такой конфликт возможен;

- рассматривать рукопись статьи как конфиденциальную информацию (не показывать рукопись кому-либо, не передавать ее на рецензирование другим лицам без согласования с главным редактором или его заместителем);

- предупреждать главного редактора (его заместителя) о невозможности завершить рецензию в определенный срок;

- сообщать главному редактору о любых этических сомнениях в отношении рецензируемой статьи.

9. В рецензии рецензентом как минимум да-

ются ответы на вопросы, изложенные в типовой форме рецензии (приложение 1). По желанию рецензента дополнительно может быть подготовлена развернутая рецензия с подробным критическим разбором или комплексным анализом рукописи. В заключительной части рецензии должны содержаться выводы о рукописи в целом и одно из следующих решений:

- рекомендовать принять рукопись к публикации в журнале «Вестник войск РХБ защиты»;

- рекомендовать принять рукопись к публикации в журнале «Вестник войск РХБ защиты» с внесением технической правки редакцией без повторного рецензирования статьи;

- рекомендовать направить на повторное рецензирование тому же рецензенту после устранения автором замечаний рецензента, с последующим принятием рукописи к публикации в журнале «Вестник войск РХБ защиты»;

- рекомендовать направить на повторное рецензирование другому рецензенту;

- рекомендовать отказать в публикации статьи в журнале «Вестник войск РХБ защиты».

10. В случае двух отрицательных рецензий статья направляется на дополнительное рецензирование другому рецензенту решением главного редактора (его заместителя) или по рекомендации редколлегии журнала.

11. Статья, принятая к публикации, но нуждающаяся в доработке, направляется автору с соответствующими замечаниями рецензентов и (или) главного редактора. Автор обязан реализовать замечания и вернуть в редакцию исправленный вариант рукописи (по электронной почте) не позднее, чем через две недели со дня ее получения. Возвращение статьи в более поздние сроки сдвигает дату ее опубликования.

12. Редакция журнала представляет рецензии на рукописи по запросам соответствующего экспертного совета ВАК. Открытые рецензии могут быть размещены на сайте журнала.

13. В случае несогласия с мнением рецензента, автор статьи имеет право обратиться в редакцию журнала с аргументированной просьбой, в письменном виде, о направлении его рукописи на рецензирование другому рецензенту с приведением в обращении соответствующих аргументов. В этом случае редакционная коллегия журнала направляет рукопись на повторное (дополнительное) рецензирование, либо предоставляет автору новый мотивированный отказ. Окончательное решение принимает главный редактор журнала (или исполняющий его обязанности заместитель главного редактора).

14. Окончательное решение о целесообразности и сроках публикации рукописи после рецензирования принимает главный редактор журнала (или исполняющий его обязанности заместитель главного редактора) исключительно на основе ее научной значимости и соответствия Правилам журнала.

Типовая форма рецензии

Название статьи
Соответствует ли содержание представляемой в редакцию рукописи статьи тематике (научному профилю) журнала?
Соответствует ли название рукописи статьи ее содержанию?
Сформулированы ли четко актуальность, цель и задачи исследования?
Способствует ли достижению цели представленная совокупность задач?
Содержит ли раздел «Материалы и методы» сведения о методах исследования, достаточные для их воспроизведения (если применимо)?
Правильно ли применены методы статистического анализа и интерпретированы их результаты (если применимо)?
Разъяснены ли в тексте рукописи статьи при первом упоминании аббревиатуры и другие условные буквенные сокращения?
Отражено ли в выводах достижение цели исследования?
Все ли выводы основываются на приведенных в статье данных?
Отражает ли аннотация основное содержание работы и полученные результаты?
Отражают ли приведенные ключевые слова специфику темы, объект и результаты исследования?
Соответствуют ли библиографические описания цитируемой литературы современному состоянию проблемы, рассматриваемой автором?
Достоверен ли список источников, приведенный автором?
Соответствует ли рукопись статьи современным достижениям в той области знания, к которой она относится?
Доступна ли рукопись статьи читателям, на которых она рассчитана, с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и формул?
Есть ли признаки плагиата – заимствования частей чужого текста, цитат, таблиц, формул, графиков и т.п. без ссылки на автора и первоисточники?
Есть ли признаки фальсификации или фабрикации научных данных?
Целесообразна ли публикация рукописи статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу литературы?
В чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки рукописи статьи, какие исправления и дополнения должны быть внесены автором?
Есть ли в рукописи статьи объекты интеллектуальной собственности, которые могут получить правовую охрану в России и за рубежом (вещество, способ, устройство)?
Содержатся ли в рукописи статьи сведения рекламного характера?
В чем заключается научный вклад данной рукописи статьи в ту область знания, к которой она относится?
В каком направлении надо развивать эти исследования в будущем?
<p>Выводы о рукописи в целом (подчеркнуть нужное):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) рекомендовать принять рукопись к публикации в журнале «Вестник войск РХБ защиты»; 2) рекомендовать принять рукопись к публикации в журнале «Вестник войск РХБ защиты» с внесением технической правки редакцией без повторного рецензирования статьи; 3) рекомендовать направить на повторное рецензирование тому же рецензенту после устранения автором замечаний рецензента, с последующим принятием рукописи к публикации в журнале «Вестник войск РХБ защиты»; 4) рекомендовать направить на повторное рецензирование к другому рецензенту; 5) рекомендовать отказать в публикации в журнале «Вестник войск РХБ защиты». <p>(см. п. 9 Порядка рецензирования статей в журнале «Вестник войск РХБ защиты»)</p>

Этика научных публикаций в журнале «Вестник войск РХБ защиты»

Раздел подготовлен по материалам издательства научной литературы Elsevier, а также по материалам Международного Комитета по публикационной этике (COPE), Международного комитета редакторов медицинских журналов (ESMJE) и аналогичным материалам, выложенным на сайтах российских научных журналов («Биопрепараты» и др.).

1. Общие положения

1.1. Настоящие нормы устанавливают этические принципы и правила опубликования результатов научных исследований, правила авторской этики, этические правила рецензирования и редактирования научных публикаций, применяемые в процессе опубликования научных статей и иных материалов в журналах в журнале «Вестник войск РХБ защиты».

1.2. Все авторы, редакторы, рецензенты, издатель, а также учреждения, участвующее в издательском процессе, обязаны соблюдать этические нормы и правила и принимать все разумные меры для предотвращения их нарушений.

1.3. Соблюдение правил этики научных публикаций всеми участниками публикационного процесса способствует повышению качества издания и исключению возможности неправомерного использования авторских материалов в интересах отдельных лиц.

2. Этические принципы и правила деятельности главного редактора

Главный редактор журнала в своей деятельности должен придерживаться следующих этических принципов и правил:

2.1. обеспечивать независимость научного рецензирования статей;

2.2. нести ответственность за решение о том, какие рукописи, поступившие в редакцию журнала, будут приняты к опубликованию, а какие отклонены;

2.3. обосновывать свое решение в случае отклонения рукописи;

2.4. учитывать рекомендации рецензентов и членов редакционной коллегии при принятии окончательного решения об опубликовании рукописи;

2.5. не допускать к опубликованию информации, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом;

2.6. оценивать научное содержание рукописей вне зависимости от расы, пола, социального статуса, сексуальной ориентации, религиозных взглядов, гражданства или политических предпочтений авторов;

2.7. принимать решение об опубликовании материалов, руководствуясь такими критериями, как качество исследования, соответствие рукописи тематике и Правилам журнала, ее актуальность, научная новизна и практическая значимость;

2.8. не использовать для личных целей или для

передачи третьим лицам неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей;

2.9. принимать все разумные меры для обеспечения и защиты конфиденциальности персональной информации;

2.10. не раскрывать информацию о представленной в журнал рукописи никому, кроме автора(ов), сотрудников редакции и издателя (при необходимости);

2.11. обеспечивать конфиденциальность имен и другой информации, касающейся рецензентов;

2.12. исключать влияние интересов бизнеса или политики на принятие решения об опубликовании материалов;

2.13. не допускать конфликта интересов вследствие конкурентных и других взаимодействий и отношений с авторами, компаниями и организациями, имеющими отношение к рукописи.

3. Этические принципы и правила деятельности заместителей главного редактора

Заместители главного редактора журнала в своей деятельности должны придерживаться следующих этических принципов и правил:

3.1. обеспечивать распространение информации о политике журнала (авторам, читателям, рецензентам);

3.2. уважать право на конфиденциальность и тайну личной информации;

3.3. не передавать поступившие в редакцию рукописи третьим лицам, не имеющим отношения к редакционно-издательскому процессу;

3.4. брать самоотвод от рассмотрения рукописей в случае наличия конфликта интересов вследствие конкурентных и других взаимодействий и отношений с авторами, компаниями или другими организациями, связанными с рукописью;

3.5. не оставлять без ответа претензии, касающиеся рассмотренных рукописей или опубликованных материалов, а при возникновении конфликтной ситуации принимать все необходимые меры для восстановления нарушенных прав. Подобные меры включают взаимодействие с авторами рукописи и аргументацию соответствующей жалобы или требования, но также могут подразумевать взаимодействие с соответствующими организациями и исследовательскими центрами;

3.6. при наличии убедительных доказательств того, что утверждения или выводы, представленные в рукописи, ошибочны, должен сообщать об этом автору, главному редактору и издателю (при необходимости) с целью скорейшего внесения в рукопись изменений, изъятия рукописи или других соответствующих ситуации действий;

3.7. при обнаружении в работе после ее опубликования серьезных ошибок и неточностей обязует-

ся публиковать на сайте журнала соответствующие исправления или опровержения или ретрагировать недобросовестную статью в установленном порядке;

3.8. взаимодействовать с авторами и способствовать соблюдению ими норм публикационной этики.

4. Этические принципы и правила деятельности рецензента

Все научные статьи и материалы, публикуемые в журнале, кроме редакционных материалов, проходят обязательное рецензирование, организуемое по принципу двойного слепого рецензирования, в некоторых случаях, когда требуется публичное обсуждение статьи, рецензирование открытое. Рецензенты должны следовать следующим принципам и правилам:

4.1. оперативно отвечать на предложение написать рецензию, а в случае отказа сообщать об этом редактору;

4.2. соглашаться на рецензирование рукописи только в том случае, если уверены, что смогут подготовить качественную рецензию в течение предлагаемого или совместно согласованного срока, своевременно уведомляя редакцию журнала, если необходимо продление срока для подготовки рецензии;

4.3. сообщать в редакцию журнала об обстоятельствах, препятствующих рецензенту своевременно подготовить рецензию, назвать точную дату ее предоставления;

4.4. сохранять конфиденциальность информации или идей, полученных в ходе рецензирования, не допускать их использования с целью получения личной выгоды, не подвергать огласке никакие детали рукописи и рецензии;

4.5. соблюдать собственную конфиденциальность; имя рецензента знают только редактор и главный редактор (заместитель главного редактора) журнала, данная информация не разглашается;

4.6. подготавливать объективные и конструктивные рецензии, которые смогут помочь авторам улучшить их рукопись, ясно и аргументировано выражать свое мнение;

4.7. быть конкретными в своей критике и подтверждать свои выводы вескими доказательствами и соответствующими ссылками;

4.8. воздерживаться от неэтичных персональных комментариев или безосновательных обвинений в адрес авторов рукописи;

4.9. предоставлять авторам рецензируемого материала возможность для обоснования своей исследовательской позиции;

4.10. выявлять значимые опубликованные работы, соответствующие теме и не включенные в библиографию к рукописи; на любое научное утверждение, опубликованное ранее, в рукописи должна быть соответствующая библиографическая ссылка;

4.11. незамедлительно уведомить редакцию журнала при обнаружении существенной схожести между рукописью и другим документом;

4.12. заявлять обо всех возможных конфликтах

интересов, связанных, например, с личными, финансовыми, профессиональными, политическими, религиозными или другими мотивами; отказаться от подготовки рецензии, если понимает, что не сможет дать рукописи беспристрастную и справедливую оценку.

5. Этические принципы и требования, предъявляемые к авторам научных публикаций

Авторы должны соблюдать следующие принципы и требования:

5.1. представлять к опубликованию рукопись, содержащую достоверные результаты качественно и объективно выполненного исследования, без фальсификации или недобросовестного манипулирования данными;

5.2. предоставлять в редакцию журнала рукописи в соответствии с принятыми правилами для авторов, следовать требованиям и стандартам журнала;

5.3. представлять новые результаты научной работы в контексте предыдущих исследований, корректно ссылаться на работы других исследователей, отражать их полно и сбалансировано, вне зависимости от того, поддерживают они гипотезы и толкования автора публикации или нет;

5.4. гарантировать, что публикуемое исследование было проведено в соответствии с этическими нормами и нормативными правовыми требованиями;

5.5. не использовать данные, не предназначенные для открытой печати;

5.6. отвечать на вопросы редактора или рецензента профессионально и в кратчайшие сроки, предоставлять им все необходимые пояснения и дополнительную информацию относительно своей рукописи;

5.7. предоставлять по запросу редактора или рецензента первичные необработанные данные, имеющие отношение к рукописи (согласно ALPSP-STM Statement on Data and Databases), если это осуществимо, сохранять эти данные в течение адекватного периода времени после опубликования статьи;

5.8. соблюдать требования к оригинальности текста рукописи;

5.9. не допускать плагиата (представление чужой работы как авторской, копирование или перефразирование существенных частей чужих работ без указания авторства) и заявления собственных прав на результаты чужих исследований;

5.10. точно и корректно оформлять цитаты и ссылки на другие работы, указывать авторство данных, текста, рисунков и идей, которые автор получил из других источников (во всех случаях должна быть ссылка на первоисточник);

5.11. включать в статью ссылки только на те работы, с которыми они лично ознакомились;

5.12. не представлять в редакцию журнала рукописи статей, опубликованных ранее;

5.13. не публиковать рукопись, по большей части посвященную одному и тому же исследованию, более чем в одном журнале как оригинальную статью;

5.14. публиковать определенного типа статьи

более чем в одном журнале только в том случае, если редакции заинтересованных журналов соглашаются на вторичную публикацию. Библиография первичной работы должна быть представлена и во второй публикации;

5.15. не использовать без письменного разрешения первоисточника данные, полученные privately (например, в ходе беседы, переписки или в процессе обсуждения с третьими сторонами); стремиться к урегулированию споров, которые могут возникнуть как на этапах подготовки рукописи к печати, так и после ее опубликования;

5.16. не использовать информацию из конфиденциальных источников без четкого письменного разрешения, полученного от источника информации;

5.17. гарантировать, что только те лица, которые соответствуют критериям авторства (то есть внесли значительный вклад в работу), обозначены в рукописи в качестве авторов, и что заслуживающие авторства исследователи не были исключены из состава авторов;

5.18. не пытаться воздействовать на учредителя, главного редактора и его заместителей через использования личных связей и административного ресурса;

5.19. четко обозначить в рукописи возможность возникновения рисков, если работа, описанная в рукописи, предполагает использование химических реагентов, процедур или оборудования, при эксплуатации которых такие риски возможны;

5.20. всегда соблюдать права на неприкосновенность частной жизни. Если в работе предполагается участие людей или животных как объектов исследования, авторы должны указать в рукописи, что все стадии исследования соответствуют законодательству и нормативным требованиям исследовательских организаций, а также одобрены соответствующими этическими комитетами. В рукописи должно быть четко отражено, что от всех граждан, ставших объектами исследований, получено информированное согласие;

5.21. указывать все источники финансирования исследований, включая прямую и косвенную финансовую поддержку, работу по найму, консультирование, наличие акционерной собственности, получение гонораров, предоставление экспертных заключений, предоставление оборудования или материалов, гранты и иные виды поддержки;

5.22. раскрывать любые конфликты интересов (декларация интересов), которые могут повлиять на результаты исследований или интерпретацию рукописи;

5.23. сотрудничать с редактором при внесении в рукопись правок или при ее сокращении;

5.24. с уважением относиться к работе редактора и рецензента, своевременно устранять в рукописи указанные ими недостатки или аргументированно пояснять свою позицию;

5.25. уведомлять редактора в случае обнаружения ошибки в рукописи, направленной в редакцию, принятой к опубликованию или в уже опубликованной работе;

5.26. соавторы должны гарантировать, что они ознакомились с рукописью, одобрили ее окончательную версию и согласились с ее представлением к опубликованию.

6. Этические принципы и правила деятельности учредителя (издателя)

Учредитель (издатель) журнала должен придерживаться следующих этических принципов и правил:

6.1. осознавать, что деятельность журнала не является коммерческим проектом и не несет в себе цели извлечения прибыли;

6.2. оказывать поддержку редакции журнала в соблюдении этических аспектов ее деятельности и помогать взаимодействовать с другими журналами и (или) издателями, если это способствует более качественному выполнению сотрудниками редакции своих обязанностей;

6.3. обеспечивать информационную открытость журнала путем опубликования на официальном сайте журнала сведений о редакционной коллегии, условий опубликования статей, правил оформления статей, правил рецензирования статей, положения о публикационной этике и другой информации, связанной с журналом;

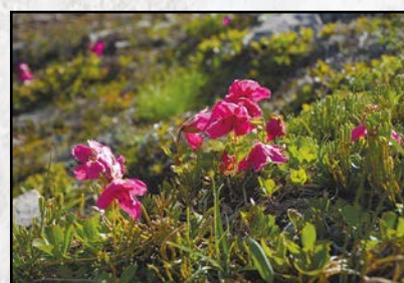
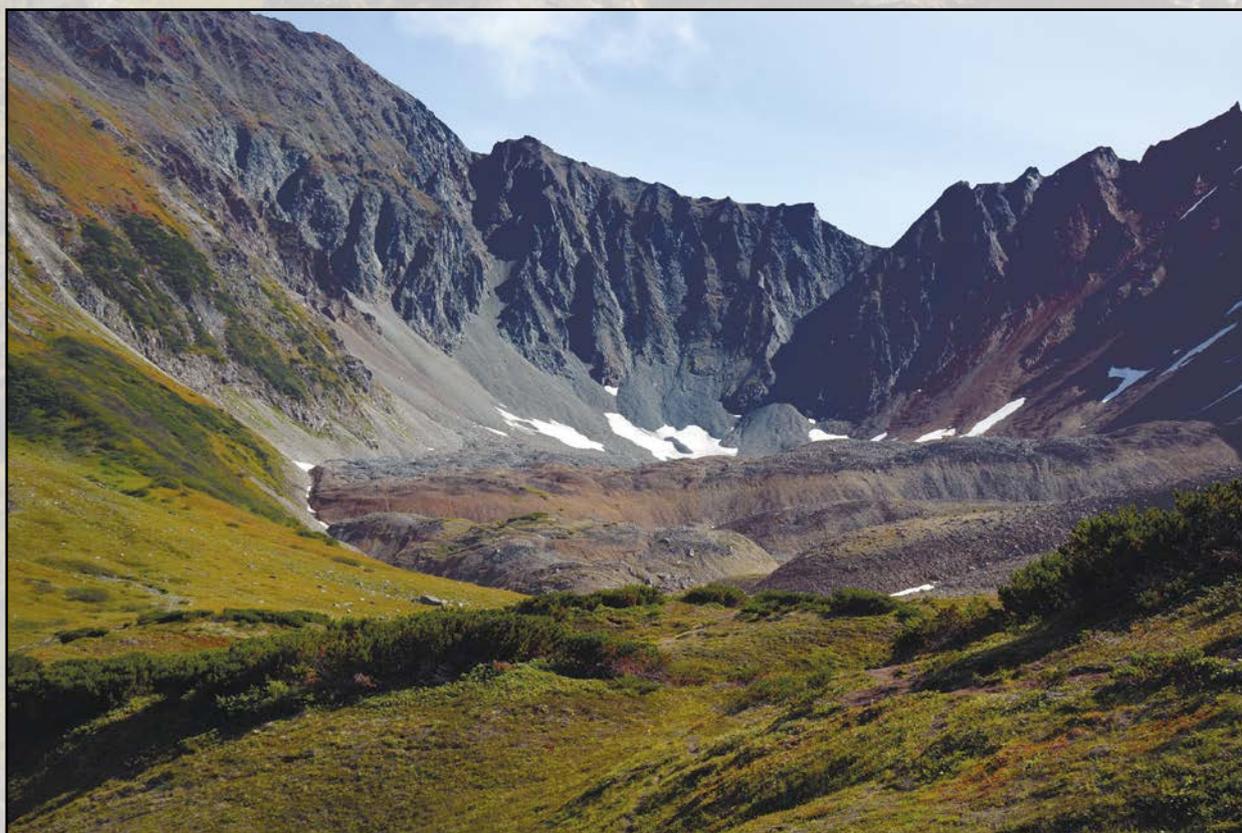
6.4. обеспечивать размещение на официальном сайте журнала полной и исчерпывающей информации о платных услугах либо об их отсутствии;

6.5. обеспечивать размещение полных текстов статей на сайте журнала и других платформах открытого доступа (согласно принципам Будапештской инициативы 2002 г.);

6.6. обеспечивать редакции журнала соответствующую специализированную юридическую поддержку (консультирование) в случае необходимости.

Наша замечательная Россия

Псевдовулканический горный массив Вачкажец, Южная Камчатка



Полуостров Камчатка известен своими вулканами, но мало кто знает о камчатских псевдовулканах. Таким псевдовулканом является горный массив на юге полуострова – Вачкажец. Он расположен в 80 км к западу от Петропавловска-Камчатского. Вачкажец действительно похож на вулканический массив. В районе горы Летней Поперечной до сих пор сохранились два образования, похожих на останки кратера большого вулкана. Однако это сходство внешнее – в центральных частях массива отсутствуют такие вулканические проявления, как лавовые излияния и шлаковые отложения, но зато присутствуют сугубо ледниковые формы формирования рельефа. Вачкажец возник в ходе интенсивных вертикальных движений земной коры, образовавших несколько ярусов поднятий. В эпоху верхнеплейстоценового оледенения (60–10 тыс. лет назад) здесь образовался ледник площадью около 120 км², который спускался до высоты 200 м над уровнем моря. Толщина льда достигала 150 м. С наступлением эпохи потепления ледники постепенно уменьшались в размерах и к настоящему времени исчезли, а выработанные ими формы рельефа (кары, цирки, троговые долины) стали имитацией вулканических образований. Полностью ледник растаял только к середине XX в.

На фотографии в верхнем ряду – похожее на вулканический кратер образование в районе горы Летняя Поперечная (высота – 1417 м). Довольно жуткое место, если остаешься там один. О том, что это не кратер вулкана, говорят многочисленные моренные валы. Нижний ряд: фотография слева – типичная троговая долина, пропаханная ледником между горой Летняя Поперечная и горой Вачкажец (1556 м), и озеро Тахколоч, образованное запрудой одного из древних моренных валов; фотография в центре – вид на гору Вачкажец и ее отражение в озере Тахколоч; фотография справа – местный эндемик, кустарниковое растение Рододендрон камчатский (лат. *Rhododendron camtschaticum*).

Фотографии М.В. Супотницкого



Сайт журнала



РИНЦ



ISSN 2587-5728

9 772587 572003 >