



Актуальность верификации КБТО на современном этапе. Исторический опыт работы VEREX и Специальной группы экспертов АНГ

В.И. Холстов¹, Д.Л. Поклонский²✉

¹Центр аналитических исследований Российской Федерации по конвенциям о запрещении химического и биологического оружия при Минпромторге России
111024, г. Москва, шоссе Энтузиастов, д. 23

²Научно-исследовательский центр (экспертный, химических и биологических угроз) федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации
111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19

✉ e-mail: 48cnii_expert-1@mil.ru

Основные моменты

- деятельность экспертных групп VEREX (1991–1993 гг.) и Специальной группы правительственных экспертов АНГ (1994–2001), созданных для работы над проектом юридически обязательного документа (так называемого Протокола) к Конвенции о запрещении разработки, производства и накопления бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении (КБТО), была вызвана необходимостью принятия мер по укреплению режима нераспространения биологического оружия (БО);

- Протокол заблокирован США в 2001 г., однако в настоящее время существует необходимость в использовании ряда его положений и практических рекомендаций для верификации КБТО.

Актуальность. Обусловлена ненадежностью международного контроля за распространением БО, появлением новых биологических средств поражения людей и видов БО.

Цель работы – с позиций современного состояния дел на площадке КБТО рассмотреть перспективы актуализации разработанного в 1990-е гг. научно-методического инструментария по верификации КБТО.

Источниковая база исследования. В работе были использованы источники, доступные через базы данных PubMed, Google Scholar, ООН и Российской электронной библиотеки.

Метод исследования. Аналитический.

Результаты исследования. В ходе исследования показано, что сводный текст Протокола проверки КБТО, подготовленный специальной группой правительственных экспертов, содержит ряд положений и практических рекомендаций, которые могли бы быть реализованы государствами-участниками с учетом политических и научно-технических реалий сегодняшнего дня. При этом возврат к мандату 1994 г. с последующим обсуждением создания верификационного механизма способствовал бы укреплению КБТО и наращиванию ее институционального потенциала.

Заключение. Практическая эффективность мер, предложенных экспертами VEREX и АНГ, дает основание государствам-участникам рассмотреть более подробно возможные аспекты их реализации в современных условиях и обсудить перспективы актуализации разработанного инструментария в ходе заседаний Рабочей группы по укреплению КБТО и на предстоящей Десятой обзорной конференции государств-участников.

Ключевые слова: Ad Hoc Group; VEREX; биологическое оружие; верификация; КБТО; нераспространение; юридически обязательный протокол проверки

Для цитирования: Холстов В.И., Поклонский Д.Л. Проблемы верификации КБТО на современном этапе. Исторический опыт работы VEREX и Специальной группы экспертов АНГ. Вестник войск РХБ защиты. 2025;9(1):5–18. EDN:atmwdk.

<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2025-9-1-5-18>

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов: В.И. Холстов является членом редколлегии журнала (с 2017 г.). Это не повлияло на процесс рецензирования и окончательное решение.

Финансирование: источник финансирования не указан.

Поступила 20.12.2024 г. После доработки 12.03.2025 г. Принята к публикации 27.03.2025 г.

Efficiency and Relevance of Verificatory Events Conducted by Biological and Toxin Weapons Convention (Modern Period). Insights in History of VEREX and AHG

Viktor I. Kholstov¹, Dmitrii L. Poklonskii²✉,

¹Center for Analytical Studies of the Russian Federation on Conventions on the Prohibition of Chemical and Biological Weapons under the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation
Entuziastov Highway, 23, Moscow 111024, Russian Federation

²Scientific Research Center (expert, chemical and biological threats) of 48 Central Research Institute of the Ministry of Defence of the Russian Federation
Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation
✉ 48cnii_expert-1@mil.ru

Highlights

- VEREX experts' panels (1991–1993) and Ad Hoc group (AHG) (1994–2001) were created to work out a legally binding document (the so-called Protocol) to Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on their Destruction. Their activity was stipulated by the necessity to take some steps to strengthen biological weapons non-proliferation regime;

- The Protocol was blocked by the USA in 2001, however, nowadays there is a necessity to use some of its articles and guidelines to verify Biological and Toxin Weapons Convention.

Relevance. Caused by the unreliability of international control over the spread of biological weapons, the emergence of new biological weapons of destruction of people and types of biological weapons.

Purpose of the study is to analyze the current state of things in terms of BTWC, and to find ways to update and improve previous research methodological tools for BTWC verification.

Study base sources. The authors have analyzed the sources, available in PubMed, Google Scholar, UN, National Electronic Library (Russia) databases.

Method. Analytical method has been employed.

Results. The studies have proved that the unified text of BTWC check protocol, prepared by Ad Hoc group contains a number of statements and practical guidelines that could be implemented by state-parties taking into account modern political, scientific, and technological circumstances. Moreover, if we return to the Act of the year 1994 with further discussion of the possibility to create a verification procedure, this will strengthen BTWC and boost its institutional capacity.

Conclusion. Practical efficiency of measures proposed by VEREX and AHG experts give state parties some reasons for conducting a detailed analysis of possible consequences of implementation of these measures in modern circumstances and for discussion of possible update of existing tools during the meeting of working group on BTWC strengthening during upcoming 10th review conference for state parties.

Key words: Ad Hoc Group; biological weapons; BWC; legally binding verification protocol; nonproliferation; VEREX; verification

For citation: Kholstov V.I., Poklonskii D.L. Efficiency and Relevance of Verificatory Events Conducted by Biological and Toxin Weapons Convention (Modern Period). Insights in History of VEREX and AHG. *Journal of NBC Protection Corps.* 2025;9(1):5–18. EDN: atmwdk.
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2025-9-1-5-18>

Financial disclosure: The authors have no financial interests in the submitted materials or methods.

Conflict of interest statement: V.I. Kholstov has been a member of the Editorial Board of the journal (since 2017). This had no impact on the peer review process and the final decision.

Funding: No.

Received December 20, 2024. Revised March 12, 2025. Accepted March 27, 2025.

Конвенция о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении (КБТО) не имеет юридически обязательного режима проверки. В соответствии со *статьей XII* КБТО, каждые пять лет после ее вступления в силу проводятся конференции государств-участников для обзора действия конвенции. Уже на первой обзорной конференции, проходившей с 3 по 21 марта 1980 г., главной темой для споров среди государств-участников, стал стандарт положений о проверке и эффективности КБТО. В ходе обзорных конференций по КБТО, встреч экспертов и Совещаний государств-участников по вопросам ее институционального укрепления на постоянной основе подчеркивалась безотлагательность возобновления многосторонних переговоров, направленных на заключение недискриминационного, юридически обязывающего документа, касающегося всех статей КБТО, включая меры проверки. Ряд государств считают такие переговоры единственной альтернативой для эффективной имплементации КБТО¹.

Наиболее значительный прогресс в создании методологии верификации режима нераспространения биологического оружия связан с работой специальной группы правительственных экспертов (VEREX, 1991–1993 гг.) и Специальной группы (АНГ, 1994–2001 гг.) для рассмотрения соответствующих мер проверки, нашедших отражение в проекте юридически обязывающего Протокола в начале 2001 г.

Блокирование США работы над Протоколом привело к тому, что с 2001 г. усилия по верификации принимаются посредством разработки отдельных «индивидуальных» мер для «поэтапного» укрепления существующих положений Конвенции. К настоящему

моменту эта деятельность охватывает наблюдение за публикациями, многосторонний обмен информацией о материалах и деятельности, потенциально имеющих отношение к КБТО, а также объявления информации в рамках Мер укрепления доверия. Компромиссный вариант текста Протокола, распространенный председателем Специальной группы, венгерским дипломатом Тибором Тотом (Tibor Toth)², и сегодня служит основой для дискуссий по вопросу институционального укрепления КБТО.

Цель исследования – с позиций современного состояния дел на площадке КБТО рассмотреть перспективы актуализации разработанного в 1990-е гг. научно-методического инструментария по верификации КБТО.

Источниковая база исследований – в работе использованы источники, доступные через базы данных PubMed, Google Scholar, Организации Объединенных Наций и Российской электронной библиотеки.

Метод исследования – аналитический.

Для достижения данной цели:

- проанализированы Сводный текст Протокола и работа специальных групп правительственных экспертов по разработке совокупности проверочных мероприятий, укрепляющих режим КБТО;

- выявлены технологии, расширяющие «серую область» исследований, способные повлиять на реализацию практически всех статей КБТО;

- предложены условия, соблюдения которых необходимо для эффективного функционирования КБТО.

Сводный текст Протокола содержит ряд положений и практических рекомендаций, которые могли бы быть реализованы государствами-участниками с учетом политических и научно-технических реалий сегодняшнего дня. При этом возврат к мандату 1994 г.

¹ Предложения в заключительный документ Девятой обзорной конференции КБТО. URL: <https://documents.un.org/access.nsf/get?OpenAgent&DS=BWC/CONF.IX/WP.54> (дата обращения: 05.11.2024).

Выявление, оценка и развитие специфических и эффективных мер, включая юридически обязывающие, и подготовка рекомендаций по укреплению и институализации Конвенции во всех ее аспектах в соответствии с мандатом Рабочей группы. URL: <https://documents.un.org/access.nsf/get?OpenAgent&DS=BWC/WG/3/WP.10> (дата обращения: 07.11.2024).

² Протокол Конвенции о запрещении разработки, производства и накопления бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/gl0/218/25/pdf/gl021825.pdf> (дата обращения: 05.11.2024).

с последующим обсуждением создания верификационного механизма способствовал бы укреплению КБТО и наращиванию ее институционального потенциала.

Государства-участники КБТО, «...будучи преисполнены решимости повысить эффективность и улучшить выполнение Конвенции и признавая, что эффективная проверка может укрепить Конвенцию...» в 1991 г. на Третьей обзорной конференции официально инициировали создание всеобъемлющего и эффективного режима проверки и постановили учредить Специальную группу правительственных экспертов VEREX, открытую для всех государств-участников³.

Целью работы Группы явилось определение мер, которые, в соответствии с формулировками *Статьи I* КБТО позволили бы установить, разрабатывает ли государство-участник, производит, накапливает, приобретает или сохраняет микробные или другие биологические агенты или токсины, таких типов и в таких количествах, которые не оправданы профилактическими, защитными или другими мирными целями, а также оружие, оборудование или средства доставки, предназначенные для использования таких агентов или токсинов во враждебных целях или в вооруженных конфликтах.

Группа провела четыре заседания, по результатам которых был подготовлен процедурный отчет, содержащий перечень верификационных мероприятий⁴. Эксперты пришли к выводу, что указанные меры могут быть полезны для повышения уверенности в том, что государства-участники придерживаются своих обязательств.

Представленные в отчете меры были разделены на два типа (удаленные и локальные). В числе удаленных мероприятий обозначены информационный мониторинг, обмен данными, дистанционное зондирование и проверочные мероприятия, такие как наблюдение и отбор проб. К локальным мероприятиям отнесены обмены визитами, проверочные мероприятия на местах и постоянный объектовый контроль.

Экспертами сделан вывод, что существуют практические трудности с количественной оценкой отдельных мер проверки,

основанной на математических методах, в связи с чем было предложено прибегнуть к методу экспертных оценок.

Одновременно экспертами был проведен анализ мер верификации по критериям «эффективность/стоимость реализации». По данному критерию наиболее действенными оказалось объявление информации и декларирование деятельности, а также различные виды объектовых наблюдений, приведенные в *таблице 1*.

Результаты оценки потенциальных мер контроля показали, что возможности и ограничения существуют для каждой из мер, при этом нельзя полагаться на какую-либо одну меру саму по себе, чтобы определить, нарушает ли государство-участник требования *Статьи I* КБТО.

В этой связи большое внимание было уделено вопросу совместной реализации нескольких мер. Целью анализа являлось выяснение, приводит ли комбинированное применение мер к синергетическому расширению возможностей и ограничений, отличающемуся от простого аккумуляирования возможностей каждого из проверочных мероприятий. Декларирование наиболее часто указывалось для применения в сочетании с другими мерами. Также часто отмечались проверки на местах (интервьюирование, визуальный осмотр, определение ключевого оборудования, отбор и идентификация образцов), как это указано на *рисунке 1*.

Для оценки возможных мер верификации экспертами была использованы шесть ключевых критериев: 1) сильные и слабые стороны, основанные на объеме и качестве представленной информации; 2) способность различать запрещенные и разрешенные виды деятельности; 3) способность разрешать неоднозначные ситуации; 4) технологические и материальные требования для реализации мер, необходимые человеческие ресурсы; 5) финансовые, юридические, организационные последствия реализации мер и их значение для безопасности; 6) влияние на научные исследования, научное сотрудничество, промышленное развитие и другие разрешенные виды деятельности; а также возможное задействование конфиденциальной

³ Третья обзорная конференция государств-участников Конвенции о запрещении разработки, производства и накопления бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении. URL: [https://docs-library.unoda.org/Biological_Weapons_Convention_-_Third_Review_Conference_\(1991\)/BWC_CONF.III_23.pdf](https://docs-library.unoda.org/Biological_Weapons_Convention_-_Third_Review_Conference_(1991)/BWC_CONF.III_23.pdf) (дата обращения: 01.11.2024).

⁴ Конвенция о запрещении разработки, производства и накопления бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении. Доклад специальной группы правительственных экспертов (Ad Hoc Group) по выявлению и оценке возможных мер проверки с научной и технической позиций. URL: [https://docs-library.unoda.org/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Fourth_session_\(1993\)/BWC_CONF.III_VEREX_09.pdf](https://docs-library.unoda.org/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Fourth_session_(1993)/BWC_CONF.III_VEREX_09.pdf) (дата обращения: 28.10.2024).

Таблица 1 – Перечень верификационных мероприятий с результатами экспертной оценкой их эффективности и стоимости реализации*
Table 1. List of verificatory events with peer assessment of their efficiency and implementation costs*

Верификационное мероприятие / Verificatory event	Относительная эффективность при оценке / Relative efficiency during estimation of			Относительная стоимость при оценке / Relative costs during estimation of		
	исследований и разработок / Studies and development	производственных объектов / Facili	объектов хранения / Storage sites	исследований и разработок / Studies and development	производственных объектов / Facilities	объектов хранения / Storage sites
Мониторинг публикационной активности / Publication activities monitoring	8,2	10,7	8,9	12,6	14,0	14,5
Декларирование деятельности / Declaring	7,2	7,4	9,2	15,5	15,9	16,0
Объявление информации / Announcements	8,6	8,5	11,1	15,5	15,8	15,8
Наблюдение с использованием спутниковых средств / Observation with satellite-referenced aids	13,4	12,2	11,7	7,2	7,4	7,4
Наблюдение с помощью авиационных средств / Observation with air assets	13,0	12,0	11,5	9,1	8,5	8,6
Наблюдение с помощью наземных средств / Observation with ground aids	11,3	11,2	11,6	9,3	9,1	9,1
Отбор и идентификация проб (вне объекта) / Selection and identification of samples (off-site)	12,9	11,9	13,1	6,5	6,0	6,7
Непрерывный мониторинг деятельности объекта / Continuous monitoring of site activity	12,2	12,2	12,4	10,3	9,7	9,6
Удаленный аудит / Remote audit	11,2	11,4	12,6	11,3	11,0	11,0
Надзор за законодательством в отношении биологического оружия / Control of changes in biological weapons legislation	8,8	12,5	12,7	9,4	10,3	9,3
Собеседования / Interviews	6,1	7,4	7,4	9,5	9,8	9,1
Визуальный осмотр на месте / Visual control on-site	8,9	7,4	6,0	9,1	8,7	9,7
Идентификация основного оборудования / Main equipment identification	6,5	5,1	4,4	8,8	8,6	8,5
Аудит на месте / Audit on-site	4,5	5,1	3,5	7,3	6,7	7,2
Отбор и идентификация проб на месте / Selection and identification of samples (on-site)	5,4	5,2	4,5	4,0	4,0	3,9
Медицинский осмотр на месте / Physical examination on-site	6,8	6,2	8,3	6,8	6,8	6,7

Верификационное мероприятие / Verificatory event	Относительная эффективность при оценке / Relative e-y during estimation of			Относительная стоимость при оценке / Relative costs during estimation of		
	исследований и разработок / Studies and development	производственных объектов / Facil	объектов хранения / Storage sites	исследований и разработок / Studies and development	производственных объектов / Facilities	объектов хранения / Storage sites
Длительный контроль с помощью оборудования и наблюдателей / Extensive control with equipment and observers	5,3	6,1	3,4	1,8	1,4	1,5
Примечание. *Таблица составлена авторами по данным, представленным в Конвенции о запрещении биологического и токсинного оружия. Доклад специальной группы правительственных экспертов (Ad Hoc Group) по выявлению и оценке возможных мер проверки с научной и технической позиций. URL: https://docs-library.unoda.org/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Fourth_session_(1993)/BWC_CONF.III_VEREX_09.pdf (дата обращения: 28.10.2024). Note. *The table is compiled by the authors according to the data stated in reports of Biological and Toxin Weapons Convention. Ad Hoc Group report on identification and assessment of possible verification measures from scientific and technical points of view. URL: https://docs-library.unoda.org/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Fourth_session_(1993)/BWC_CONF.III_VEREX_09.pdf (date of access: 28.10.2024).						

коммерческой информации. Первые три критерия отражают эффективность отдельных мероприятий, в то время как критерии (4)–(6) – сложность их реализации и степень воздействия на объект проверки. Оценка возможностей и ограничений, проведенная в соответствии с приведенными критериями, показала, что наиболее дискуссионными оказались локальные меры, предполагающие посещение объектов проверки. Вместе с тем, верификационная эффективность этих мер в соответствии с критериями (1)–(3) была признана высокой⁵, что дает основание государствам-участникам рассмотреть более подробно возможные аспекты их реализации в современных условиях.

По итогам работы группы VEREX в сентябре 1994 г. была созвана конференция государств-участников, решением которой была создана Специальная группа экспертов (Ad Hoc Group) для рассмотрения соответствующих мер, включая меры проверки, с целью их включения в юридически обязательный документ. Специальная группа провела ряд заседаний и завершила свою работу в 2001 г. после отказа США продолжить переговоры,

так и не достигнув согласия по тексту Протокола и не подготовив доклада для представления на Пятой обзорной конференции. Тем не менее, председатель группы распространил так называемый «компромиссный» вариант текста, ставший основой для дальнейших дискуссий по вопросу институционального укрепления Конвенции.

В соответствии с идеологией специальной группы совокупность проверочных мероприятий должна представлять структуру, подобную «швейцарскому сыру». При этом попытки нарушения КБТО, которые не фиксируются мерами (1) и (2), с высокой долей вероятности будут зафиксированы мерой (3), так как это представлено на рисунке 2.

Как было отмечено группой VEREX, «...проверка КБТО создает уникальные и существенные проблемы режиму нераспространения, учитывая характер материалов, оборудования, опыта и знаний двойного назначения, необходимых для программы наступательного биологического оружия...». Указанные противоречия еще больше усиливаются за счет прогресса в таких научных областях, как молекулярная биология, виру-

⁵ Специальная группа правительственных экспертов (Ad Hoc Group) по выявлению и оценке возможных мер проверки с научной и технической позиций. Итоговый доклад. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/gl0/232/25/pdf/gl023225.pdf> (дата обращения: 22.10.2024).



Рисунок 1 – Варианты комбинирования верификационных мероприятий, признанные экспертами VEREX наиболее эффективными. См. Специальная группа правительственных экспертов (Ad Hoc Group) по выявлению и оценке возможных мер проверки с научной и технической позиций (рисунок составлен авторами по данным, представленным в: Итоговый доклад (URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/gl0/232/25/pdf/gl023225.pdf>; дата обращения: 22.10.2024)

Figure 1: Possible combinations of verificatory events that have been recognized by VEREX experts as the most efficient ones. See. (Ad Hoc Group) on identification and assessment of possible verification measures from scientific and technical points of view (the figure is compiled by the authors according to the data stated in: The final report (URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/gl0/232/25/pdf/gl023225.pdf>; дата обращения: 22.10.2024)

сология, медицина, ветеринария, фармацевтическая промышленность и растениеводство [3].

Принципы работы экспертов VEREX и АНГ базировались на выявлении ключевых маркеров, отличающих процессы разработки вакцинных препаратов и создания биологического оружия. Это позволило говорить о принципиальной верифицируемости Конвенции и послужило основой для разработки мер проверки. Очевидно, что с учетом научно-технического прогресса, достигнутого за последние тридцать лет, схема разграничения, предложенная экспертами в 1992 г.⁶ (рисунок 3), будет включать новые элементы и технологические этапы (на рисунке выделены пунктирной линией). Вместе с тем, необходимо понимание того, каким образом эти новые элементы влияют на верификацию и какие дополнительные меры проверки

могут быть предприняты в целях всеобъемлющего контроля.

Перед проведением обзорных конференций неправительственными и академическими организациями была проведена оценка научно-технических достижений, снижающих барьер для разработки БО⁷. В ходе этой работы оценивались потенциальные риски методов генной терапии, синтетической биологии и редактирования генома⁸ [4–6].

В процессе межсессионной работы государствами-участниками также предпринимались попытки изучения потенциальных рисков, связанных с биотехнологиями. Например, в 2018 г. группа экспертов сосредоточилась на возможных последствиях использования технологии CRISPR-Cas9 [7].

При этом экспертным сообществом в ограниченной степени обсуждались научные области и технологии, которые не имеют

⁶ Поиск дискриминаторов между разрешенной и запрещенной деятельностью в технической микробиологии. URL: [https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Second_session_\(1992\)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.33.pdf](https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Second_session_(1992)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.33.pdf) (дата обращения: 27.10.2024).

⁷ Национальная академия науки, техники и медицины – 2018. Биологическая защита в эпоху синтетической биологии. Washington, DC: The National Academies Press. URL: <https://doi.org/10.17226/24890> (дата обращения: 20.10.2024).

⁸ Статья об опасности и признаках, позволяющих установить скрытое применение такой технологии для поражения людей, приведена далее – статья Я. Лакоты в этом же номере с. 19–43 (прим. редакции).

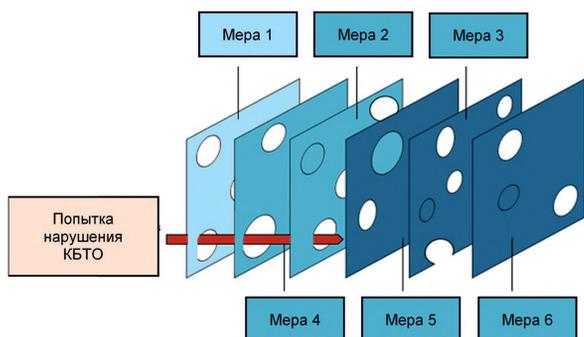


Рисунок 2 - Совокупность проверочных мероприятий по пресечению попыток нарушения КБТО (рисунок составлен авторами по данным, представленным в: [1, 2])

Figure 2: Verification measures that prevents the violation of Biological and Toxin Weapons Convention (the figure is compiled by the authors per data stated in: [1, 2])

отношения к микробиологии, вирусологии или токсикологии – наукам, лежащим в основе традиционного понимания БО, но расширяют потенциал злонамеренного использования.

Перечень подобных технологий приведен в Докладе Генерального Секретаря ООН «Текущие научно-технические достижения и их потенциальное влияние на международную безопасность и разоружение»⁹. К их числу отнесены аддитивное производство, основанное на технологиях 3D-печати; анализ больших данных (Big Data) и технологии искусственного интеллекта¹⁰; нанотехнологии и материаловедение, а также автоматизация биологических исследований и робототехника [8–12].

Отмечается, что эти технологии расширяют так называемую «серую область» исследований, которые создают угрозу биологической безопасности и могут находиться вне зоны контроля над технологиями двойного назначения.

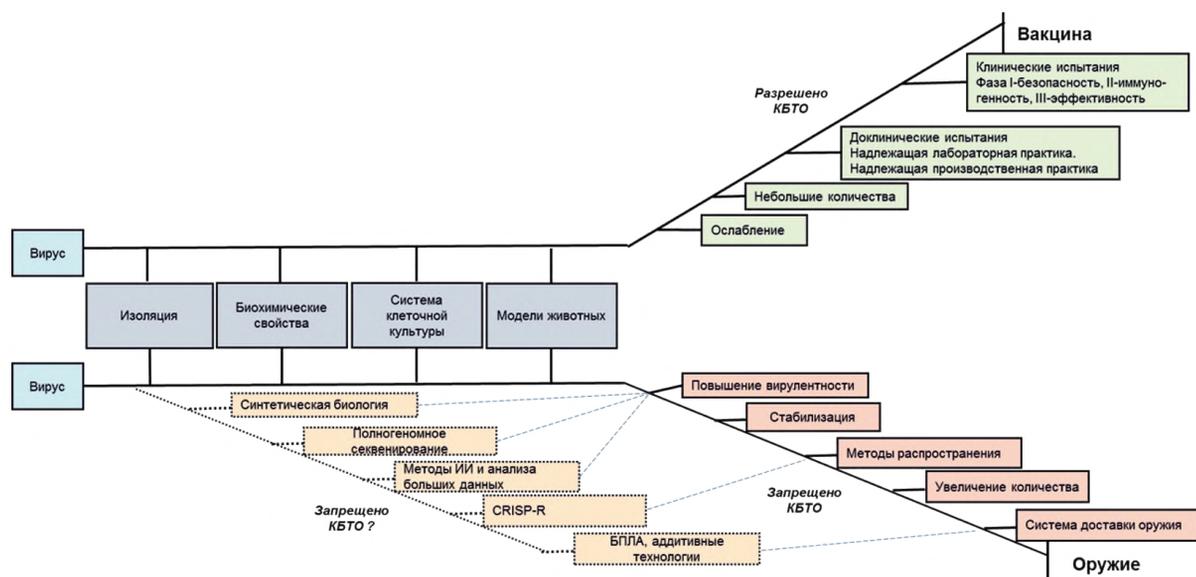


Рисунок 3 - Принципиальная схема разграничения видов деятельности с позиций статьи I КБТО (рисунок составлен авторами по данным, представленным в: URL: [https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Second_session_\(1992\)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.33.pdf](https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Second_session_(1992)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.33.pdf), дата обращения: 27.10.2024)

Figure 3: Concept scheme that distinguishes the types of activities according to the stated in article I of Biological and Toxin Weapons Convention ((the figure is compiled by authors according to the data, stated in: URL: [https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Second_session_\(1992\)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.33.pdf](https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Second_session_(1992)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.33.pdf), date of access: 27.10.2024)

⁹ Текущие достижения в науке и технологии и их потенциальное влияние на международную безопасность и разоружение. Доклад Генерального секретаря ООН. A/75/221, submitted para. 5 of General Assembly Resolution 74/35. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n20/192/68/pdf/n2019268.pdf> (дата обращения: 24.10.2024).

¹⁰ Artificial Intelligence in the Biological Sciences: Uses, Safety, Security, and Oversight. Congressional Research Service. CRS Report R47849. November 22, 2023. URL: <https://crsreports.congress.gov> (дата обращения: 20.10.2024).

Так, использование 3D-печати сделало возможным производство подлежащего контролю лабораторного оборудования, средств доставки и применения биологического оружия. Рост электронной коммерции в отношении биотехнологического и фармацевтического производства значительно снизил эффективность мер экспортного контроля.

Автоматизированное изучение больших объемов генетических данных может привести к быстрому прогрессу в понимании вирулентности и патогенеза. При этом доступ к секвенированным на сегодняшний день геномам человека – часто в совокупности с их клиническими данными – позволяет картировать восприимчивость к инфекциям в определенных группах населения.

Технологии искусственного интеллекта и машинное обучение, применяемые к инженерии коротких молекул и белков, имеет большое значение с позиции выявления возможных биорегуляторов и токсинов, которые могут быть использованы в нарушение Конвенции. В контексте КБТО речь также идет о выявлении элементов генетического кода, ответственных за вирулентность, патогенность, устойчивость к лекарственным препаратам, а также выделение новых, ранее не охарактеризованных микроорганизмов.

Таким образом, цифровизация и новые технологические платформы могут повлиять на реализацию практически всех статей КБТО.

Применительно к *Статье I* – это появление новых научно-технических достижений, выходящих далеко за рамки традиционного понимания биологического оружия, но снижающие при этом технические барьеры на пути разработки и доставки БО.

Статья III – оцифровка биологических данных и растущие возможности секвенирования и редактирования ДНК создают серьезные проблемы для существующего режима экспортного контроля.

Ряд новых технологий вызывает серьезные вопросы с позиций этики, биобезопасности и биозащиты. Возможно, в контексте *IV Статьи* придется переоценить, действительно ли государствами принимаются «все необходимые меры для запрещения и предотвращения разработки, производства и накопления биологического оружия».

Новые технологии (большие данные и секвенирование ДНК) предоставляют гораздо более широкий спектр возможностей, с помощью которых можно подтвердить или опровергнуть обоснованность утверждений о предполагаемых нарушениях КБТО (*Статья VI*).

В рамках *VII Статьи* новые технологии повышают скорость и эффективность реагирования на вспышки болезней, что имеет ключевое значение для оказания помощи государствам, подвергающимся опасности в результате нарушения режима нераспространения БО.

Оцифровка биологических данных коренным образом меняет способ, которым ученые могут обмениваться информацией и сотрудничать в мирных целях по *Статье X*.

Не исключено, что в ближайшем будущем появятся новые научно-технические достижения, непосредственно не связанные с биологией и медициной, но оказывающие существенное влияние на верификацию КБТО [13].

Безусловно, подобные изменения требуют изменения подходов к проверке соблюдения ключевых инструментов проверки выполнения государствами-участниками своих обязательств, включая терминологический аппарат, перечни биологических средств и токсинов, пороговые количества биологических материалов и критерии их включения в перечень, методические подходы к формированию списков оборудования, проведению инспекций и проверок.

Терминологический аппарат. Экспертами Специальной группы было отмечено, что для преодоления фундаментальных разногласий необходимо единое понимание терминов государствами-участниками, как на этапе разработки режима усиления Конвенции, так и на этапе контроля.

Очевидно, что с учетом научно-технических достижений, общее понимание терминов государствами-участниками будет способствовать эффективности всех действий, связанных с Конвенцией.

Во многом это касается точного описания и сбалансированного понимания потенциала возникающих технологий в контексте проблем КБТО. Как уже было отмечено, к числу подобных технологий отнесены: аддитивное производство, анализ больших данных, технологии искусственного интеллекта и автоматизация биологических исследований. Существенная часть работы с серьезными последствиями для биобезопасности в данном случае не имеет ничего общего с использованием патогенов. Таким образом, прослеживается трансформация понятия «биологической угрозы», оно становится более комплексным и включает элементы из других областей, не связанных с биотехнологией и традиционным пониманием биологического оружия [14, 15], что создает необходимость внесения соответствующих изме-

нений в понятийный и терминологический аппарат.

Перечни биологических средств и токсинов. В документах Специальной группы экспертов подчеркивается, что разработка перечней биологических средств и токсинов не направлена на сужение области, охватываемой КБТО. Их цель – помочь сконцентрировать потенциальный механизм проверки на таких средствах и – с их помощью – на объектах, которые могут представлять особую угрозу целям Конвенции.

Также необходимо отметить, что формулировки *Статьи I* Конвенции, запрещающие использование биологических агентов и токсинов, которые не предназначены для «профилактических, защитных и иных мирных целей», служат источником двусмысленности и остаются открытыми для различных интерпретаций. Так, до настоящего времени нет консенсусного понимания того, охватывает ли *Статья I* применение насекомых и членистоногих – переносчиков инфекционных заболеваний, вредителей сельскохозяйственных культур и технофильных микроорганизмов.

В этой связи методические подходы, разработанные Специальной группой для формирования перечней биологических средств и токсинов, могли бы быть взяты за основу и пересмотрены экспертами с позиций их универсализации.

Определение пороговых количеств биологических материалов. Экспертами VEREX было отмечено, что одним из наиболее эффективных способов контроля за хранением биологических материалов, используемых в целях разработки и оценки эффективности средств защиты от биологического оружия, является ограничение количества таких материалов. Были предложены различные подходы к ограничению таких количеств¹¹.

Специалисты Стокгольмского международного института по исследованию проблем мира (англ. Stockholm International Peace Research Institute, SIPRI) сосредоточили внимание на количестве потенциального БО, которое может быть использовано в военных целях. Они установили, что это количество соответствует 10 кг биоматериалов. В результате исследований эта цифра была уточнена и было установлено, что для проведения работ по разработке и испытаниям средств за-

щиты от БО необходимо 5 кг биологического материала.

Вместе с тем, указанные подходы не учитывали концентрацию биологического средства и его вирулентность. Для устранения этих недостатков был предложен алгоритм, основанный на ограничении количества биологических материалов по эффективным дозам (LD_{50} , ID_{50} и т.д.). Начальные значения LD_{50} , концентрации и количества биологических средств предлагалось определить после детального изучения экспертами¹².

Информации о ключевом оборудовании. В ходе работы специальной группы было отмечено, что потенциал двойного назначения биологических агентов и исследовательского оборудования затрудняет разграничение наступательных и оборонительных исследований. При этом даже небольших объемов биологических агентов может быть достаточно для использования в качестве биологического оружия, а технологию их производства можно быстро масштабировать.

Важной частью идентификации ключевого оборудования на объекте является соответствие декларации объекта о заявленных видах деятельности и обеспечение уверенности в том, что это оборудование не использовалось в противоправных целях. Очевидно, что при участии в этом процессе квалифицированных специалистов могут быть получены значительные объемы информации с высоким прогностическим потенциалом. Хотя оборудование может быть перемещено за пределы объекта для дезинформации инспекторов, его отсутствие в технологической цепочке также является одним из значимых показателей при разграничении разрешенной и запрещенной деятельности. Необходимо принимать во внимание, что современные биотехнологические подходы позволяют достигать более высоких концентраций вирусов и бактерий в культуральных средах, использовать модульное и одноразовое реакторное оборудование, что дает возможность организации адаптируемых, быстро налаживаемых и распределенных производств, верификация которых будет представлять собой более сложную задачу и потребует разработки отдельных методических подходов [16–19].

Дополнительным вызовом сегодня является удаленное биопроизводство с помощью

¹¹ Дискуссионный документ AHG о пороговых количествах биологических материалов. URL: [https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_Fifth_session_\(1996\)/BWC_AHG_WP.99.pdf](https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_Fifth_session_(1996)/BWC_AHG_WP.99.pdf) (дата обращения: 27.10.2024).

¹² Working Paper BWC/AD HOC GROUP/WP.290 of the AHG. Article III. Thresholds.1998. Library of the UN Office for Disarmament Affairs (Branch in Geneva).

сервисов автоматизированного биологического синтеза по протоколам заказчика. При этом отдельные фрагменты могут быть синтезированы в отдельных лабораториях, что может быть использовано как маскирующий фактор при попытках нарушения КБТО. Это потребует доступа к цифровым протоколам синтеза, которые находятся в разных юрисдикциях и могут не контролироваться национальными правительствами. Таким образом, необходимо принимать во внимание, что патогенные биологические агенты могут быть получены не только из окружающей среды или национальных коллекций, но и путем направленного синтеза непосредственно на объекте. В первую очередь это касается патогенов вирусной природы [20–22].

Проведение расследований и защита конфиденциальной информации. Специальной группой было отмечено, что, если какое-либо государство-участник имеет обоснованные, подкрепленные конкретными доказательствами, подозрения в возможных нарушениях Конвенции о запрещении биологического оружия, могут быть проведены два вида расследований: расследование предполагаемого применения биологического оружия и расследование любого другого предполагаемого нарушения обязательств по КБТО. Другие подобные нарушения обязательств по КБТО следует понимать, как относящиеся не только к обязательствам по *Статье I*, но и к обязательствам по *Статье III*.

Экспертами были определены порядок подачи и рассмотрения жалобы (запроса); его содержание, а также структурные элементы расследования, включая конкретные меры проверки на месте, порядок отбора проб и проведения анализа. В рабочих документах были зафиксированы основные принципы и процедуры рассмотрения запросов, связанных с предполагаемыми нарушениями КБТО. При этом сделан акцент на максимальном использовании потенциала

Статей V и VI и предложены конкретные процедуры их имплементации.

В ходе экспертного обсуждения неоднократно поднимался вопрос обеспечения защиты конфиденциальной коммерческой информации. Необходимо отметить, что эксперты проявили гибкость в этом вопросе, совместив эффективную верификацию КБТО с потребностями государств-участников по защите конфиденциальных сведений.

В этом плане показательны итоги двух пробных визитов. По их результатам были представлены два рабочих документа – «Двусторонняя пробная проверка на крупном предприятии по производству вакцин»¹³, подготовленный Нидерландами и Канадой, а также документ Великобритании «Инспекция на практике в Соединенном Королевстве: пилотное фармацевтическое производство»¹⁴. Страны, участвовавшие в двух пробных визитах, отметили в своих национальных заключениях, что предоставленный доступ не нарушил коммерческую тайну. Вместе с тем, возможные риски потери конфиденциальных данных явились одним из основных препятствий при работе над проектом Протокола. Частичное преодоление указанных разногласий возможно путем применения современных портативных аналитических технологий, в частности секвенирования¹⁵, а также разработки специализированных протоколов, не предполагающих передачи образцов и получаемой информации за пределы объекта [23–26].

Заключение

Таким образом, в сложившихся условиях эффективное функционирование КБТО возможно лишь при возобновлении многосторонних переговоров в целях заключения недискриминационного, юридически обязывающего документа, охватывающего все ее статьи на сбалансированной и всеобъемлющей основе и включающего меры проверки. При этом проект Протокола, явля-

¹³ Двусторонняя пробная проверка на крупном предприятии по производству вакцин. URL: [https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Third_session_\(1993\)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.112.pdf](https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Third_session_(1993)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.112.pdf) (дата обращения: 29.10.2024).

¹⁴ Инспекция на практике в Соединенном Королевстве: пилотное фармацевтическое производство. URL: [https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Third_session_\(1993\)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.141.pdf](https://unoda-documents-library.s3.amazonaws.com/Biological_Weapons_Convention_-_Ad_Hoc_Group_on_VEREX_Third_session_(1993)/BWC_CONF.III_VEREX_WP.141.pdf) (дата обращения: 29.10.2024).

¹⁵ Оценка влияния достижений в науке и технологиях на Конвенцию о запрещении биологического и токсинного оружия. URL: <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/biological-toxin-weapons-convention/> (дата обращения: 06.11.2024).

Workshop on Enhancing Transparency for Bioscience Research & Development. NTI Bio. Framing Paper. September 30–October 2, 2024. URL: <https://www.nti.org/> (дата обращения: 06.11.2024).

ющийся результатом усилий Специальной группы, во многом сохраняет свою актуальность и может служить основой для возобновления работы экспертов и будущих переговоров.

Сводный текст, подготовленный Председателем Специальной группы в 2001 г., содержит ряд концептуальных положений и практических рекомендаций, которые должны быть переосмыслены государствами-участниками с учетом политических и научно-технических реалий сегодняшнего дня. При этом возврат к мандату 1994 г. с последующим обсуждением создания проверочного

механизма будет способствовать укреплению КБТО и наращиванию ее институционального потенциала.

Конкретные аспекты Протокола, подготовленного Специальной группой, необходимо рассмотреть в свете научных и технологических достижений, что послужит основой для устранения имеющихся расхождений и возобновления дальнейших переговоров¹⁶. Без продолжения подобной дискуссии возрастает риск того, что соблюдение требований КБТО не будет соответствовать существующим научным и политическим реалиям и станет еще более фрагментарным.

¹⁶ Доклад группы экспертов по институциональному укреплению Конвенции. 2019. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/gl9/296/83/pdf/gl929683.pdf> (дата обращения: 21.10.2024).

Ограничения исследования / Limitations of the study

Обусловлены анализом только англоязычных статей из полнотекстовых англоязычных научных журналов, доступных через сеть Интернет / The limitations of the study are stipulated by the analysis of the articles retrieved from full-text academic periodicals, written in English and available on the Internet

Список источников / References

1. Hamele C, Pritchard S, Rose S. Leveraging Advances in Biotechnology to Strengthen Biological Weapons Convention Verification Protocols. *Nuclear Threat Initiative*. June 2022. URL: https://www.nti.org/wp-content/uploads/2022/06/Leveraging-Advances-in-Biotechnology_FinalRevisions_Rev3.pdf (дата обращения: 28.11.2024).
2. Mackay I. The Swiss Cheese Respiratory Virus Defence. *Virology Down Under*. 26 Dec. 2020, URL: <https://virologydownunder.com/wp-content/uploads/2020/12/SwissCheese-RespiratoryVirus-Interventions-ver4.0.png#main> (дата обращения: 06.11.2024).
3. Berger K, Casagrande R. Twentieth-century nonproliferation meets twenty-first-century biotechnology. *The Nonproliferation Review*. 2021. Published online 05 Feb 2021. <https://doi.org/10.1080/10736700.2020.1819690>
4. Ostrov N, Beal J, Ellis T, Gordon DB, Karas BJ, Lee HH, et al. Technological challenges and milestones for writing genomes. *Science*. 2019;366(6463):310–312. <https://doi.org/10.1126/science.aay0339>
5. Revill J, Jefferson C. Tacit knowledge and the biological weapons regime. *Sci Public Policy*. 2014;41:597–610. <https://doi.org/10.1093/scipol/sct090>
6. Trump B, Cummings C, Kuzma J, Linkov I. *Synthetic biology 2020: frontiers in risk analysis and governance*. Cham: Springer; 2020.
7. Mackby J. Experts Debate Biological Weapons Challenges. *Arms Control Today*, Sept. 2018. URL: www.armscontrol.org/act/2018-09/news/experts-debate-biological-weapons-challenges (дата обращения: 01.11.2024).
8. Huigang L, Menghui L, Xiaoli Z, Cui H. Development of and prospects for the biological weapons convention. *J Biosafety Biosecurity*. 2022;4:50–3. <https://doi.org/10.1016/j.jobb.2021.11.003>
9. Bajema N, DiEullis D, Lutes C, Lim Y-B. *The Digitization of Biology: Understanding the New Risks and Implications for Governance*. Emergence & Convergence, Research paper no. 3, National Defense University. 2018. URL: <https://wmdcenter.ndu.edu/Publications/Publication-View/Article/1569559/the-digitization-of-biologyunderstanding-the-new-risks-and-implications-for-go/> (дата обращения: 01.11.2024).
10. Urbina F, Lentzos F, Invernizzi C, Ekins S. Dual Use of Artificial Intelligence-powered Drug Discovery. *Nat Mach Intell*. 2022;4(3):189–91. <https://doi.org/10.1038/s42256-022-00465-9>
11. Berger KM, Schneck PA. National and Transnational Security Implications of Asymmetric Access to and Use of Biological Data. *Front Bioeng Biotechnol*. 2019;7:21. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00021>

12. Hassoun S, Jefferson F, Shi X, Stucky B, Wang J, Rosa E. Artificial Intelligence for Biology. *Integr Comp Biol.* 2022;61(6):2267–5.
<https://doi.org/10.1093/icb/icab188/>
13. Soice EH, Rocha R, Cordova K, Specter M, Esvelt KM. Can large language models democratize access to dual-use biotechnology? *arXiv.* 2023.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.03809>
14. Carter S, DiEuliis D. Mapping the Synthetic Biology Industry: Implications for Biosecurity. *Health Secur.* 2019;17(5):403–6.
<https://doi.org/10.1089/hs.2019.0078>
15. Barton A, Colijn C. Genomic, clinical and immunity data join forces for public health. *Nat Rev Microbiol.* 2023;21(10):639.
<https://doi.org/10.1038/s41579-023-00965-4>
16. Nixdorff K. Developments in systems biology: implications for health and bio-chemical security. *The Nonproliferation Review.* 2021;7(4-6):1–15
<https://doi.org/10.1080/10736700.2020.1865632>
17. Millett P, Alexanian T, Appleton E, Diggans J, Bioscience T, Montague M, Titus A. *Feasibility of on-site verification.* Procedural Report (May 31, 2022). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4213018>
18. Boles KS, Kannan K, Gill J, Felderman M, Gouvis H, Hubby B, et al. Digital-to-biological converter for on-demand production of biologics. *Nat Biotechnol.* 2017 Jul;35(7):672–75.
<https://doi.org/10.1038/nbt.3859>
19. Dunlap G, Pauwels E. The Intelligent and Connected Bio-Labs of the Future: Promise and Peril in the Fourth Industrial Revolution. Washington, DC: Wilson Center; 2017. https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/dunlap_pauwels_intelligent_connected_biolabs_of_future.pdf
20. Thi Nhu Thao T, Labrousseau F, Ebert N, V'kovski P, Stalder H, Portmann J, et al. Rapid reconstruction of SARS-CoV-2 using a synthetic genomics platform. *Nature.* 2020;582(7813):561–5.
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2294-9>
21. Cello J, Paul AV, Wimmer E. Chemical synthesis of poliovirus cDNA: generation of infectious virus in the absence of natural template. *Science.* 2002;297(5583):1016–8.
<https://doi.org/10.1126/science.107.2266>
22. Noyce RS, Lederman S, Evans DH. Construction of an infectious horsepox virus vaccine from chemically synthesized DNA fragments. *PLoS One.* 2018;13(1):e0188453.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188453>
23. Baptista RP, Kissinger JC. Is reliance on an inaccurate genome sequence sabotaging your experiments? *PLoS Pathog.* 2019;15(9):e1007901.
<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1007901>
24. Shearer M, Montague M., Kobokovich A. *Global Forum on Scientific Advances Important to the Biological & Toxin Weapons Convention.* Johns Hopkins Center for Health Security, 2019. URL: www.centerforhealthsecurity.org/our-work/events/2019-global-forum/200925-2019-GlobalForumMtgRpt.pdf (дата обращения: 01.11.2024).
25. Cross G., Klotz L. Twenty-first century perspectives on the Biological Weapon Convention: Continued relevance or toothless paper tiger. *Bulletin of the Atomic Scientists.* 2020;76(4):185–91.
<https://doi.org/10.1080/00963402.2020.1778365>
26. Kelly D. The Trilateral Agreement: Lessons for Biological Weapons Verification. In: Verification Yearbook. Findlay T, Meier O, Eds; 2002. P. 93–109. URL: www.vertic.org/assets/VY02_Kelly.pdf (дата обращения: 11.10.2024).

Вклад авторов / Authors' contributions

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: **В.И. Холстов** – разработка концепции статьи; **Д.Л. Поклонский** – сбор, анализ и систематизация научной литературы; написание статьи / All authors confirm that they meet the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) criteria for authorship. The most significant contributions are as follows: **V.I. Kholstov** has formulated the concept of the study, has written the text of the article, **D.L. Poklonsky** has collected analyzed and systematized the data from academic sources, has written the text of the article.

Сведения о рецензировании / Peer review information

Статья прошла двустороннее анонимное «слепое» рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе / The article has been doubleblind peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

Холстов В.И., Поклонский Д.Л.
Kholstov V.I., Poklonskii D.L.

Об авторах / Authors

Центр аналитических исследований Российской Федерации по конвенциям о запрещении химического и биологического оружия при Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации, 111024, г. Москва, шоссе Энтузиастов, д. 23.

Холстов Виктор Иванович, руководитель Центра, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации

Научно-исследовательский центр (экспертный, химических и биологических угроз) федерального государственного бюджетного учреждения «48 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации, 111024, Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

Поклонский Дмитрий Леонидович, начальник Центра, д-р техн. наук, профессор

Контактная информация для всех авторов: 48 cnii_expert-1@mil.ru

Контактное лицо: Поклонский Дмитрий Леонидович; 48 cnii_expert-1@mil.ru

Center for Analytical Studies of the Russian Federation on Conventions on the Prohibition of Chemical and Biological Weapons under the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, Entuziastov Highway, 23, Moscow 111024, Russian Federation.

Viktor I. Kholstov, Head of the Center. Dr Sci. (Chem.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation.

Scientific Research Center (expert, chemical and biological threats) of 48 Central Research Institute of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation.

Dmitrii L. Poklonskii, Head of the Center. Dr Sci. (Techn.), Professor.

Contact information for all authors: 48 cnii_expert-1@mil.ru

Contact person: Dmitrii L. Poklonskii; 48 cnii_expert-1@mil.ru