

Научная статья
УДК 541.1+614.87+57.08
doi: 10.17223/7783494/3/2

Обновленные начала биологической безопасности в пост-ковидную эру

Мамедьяр Шакирович Азаев¹, Александра Анатольевна Дадаева², Татьяна Алексеевна Косогова³,
Александр Петрович Агафонов⁴, Михаил Петрович Кирпичников⁵, Сергей Викторович Нетёсов⁶

^{1, 2, 3, 4} ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, р.п. Кольцово, Новосибирская область, Россия

^{1, 6} Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

⁵ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

¹ azaev_msh@vector.nsc.ru

² netesov.s@nsu.ru

³ Kirpichnikov@inbox.ru

Аннотация. Распространение вируса SARS-CoV-2 по всем странам и континентам земного шара с трансформацией эпидемического поначалу характера этой коронавирусной инфекции в пандемический процесс и эволюционный переход данного патогена из возникающих инфекций в число сезонных ОРВИ заставило практически все страны мирового сообщества обновить свои санитарные правила и нормы. Это было сделано с целью усиления эффективности противоэпидемических мер и их реализации соответствующими учреждениями, которые непосредственно занимаются здоровьем населения, а также учреждениями, которые изучают свойства патогенных микроорганизмов и разрабатывают лечебные и профилактические средства для борьбы с инфекционными заболеваниями. В настоящей статье рассматриваются различные аспекты этих обновлений и делается вывод, что санитарные правила Российской Федерации являются оптимально обновленным документом по работе с опасными патогенами, содержащим весь необходимый перечень мер и правил в различных сферах лабораторной практики при работе с патогенами.

Ключевые слова: биобезопасность, патогенный микроорганизм, санитарные правила, эпидемия, пандемия

Для цитирования: Азаев М.Ш., Дадаева А.А., Косогова Т.А., Агафонов А.П., Кирпичников М.П., Нетёсов С.В. Обновленные начала биологической безопасности в пост-ковидную эру // Технологии безопасности жизнедеятельности. 2023. № 3. С. 15–26. doi: 10.17223/7783494/3/2

Original article
doi: 10.17223/7783494/3/2

Revised biosafety recommendations and guidelines in the post-COVID era

Mamedyar Sh. Azaev¹, Alexandra A. Dadaeva², Tatiana A. Kosogova³, Alexander P. Agafonov⁴,
Mikhail P. Kirpichnikov⁵, Sergey V. Netesov⁶

^{1, 2, 3, 4} State Research Center of Virology and Biotechnology “Vector”, Koltsovo, Novosibirsk region, Russian Federation

^{1, 6} Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

⁵ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

¹ azaev_msh@vector.nsc.ru

² netesov.s@nsu.ru

³ Kirpichnikov@inbox.ru

Abstract. Problems connected with the spread of SARS-CoV-2 virus through the continents and countries (fast transformation of epidemic character of COVID-19 into pandemic process and evolution of the SARS-CoV-2 coronavirus into common ARV pathogen) forced many countries to revise their sanitary rules and requirements (biosafety bases). That was done in order to strengthen the effectiveness of anti-epidemic measures and their implementation by the institutions responsible for public health and by the ones which investigate properties of pathogenic microorganisms and develop remedies and prophylactic means to fight against infectious diseases. In this article different aspects of biosafety recommendations' updates are discussed and the conclusion is done that the *Sanitary Rules* of the Russian Federation is one of the best national recommendations to work with dangerous pathogens because of maximally wide use of rules in different spheres of laboratory practice. Also, the formulation of biosafety bases is modernized in order to accent the attention on the main points: biological danger and its sources, infectious agents and their classification, levels of biosafety work with infectious materials, risks of working with pathogens. The authors show based on the gathered scientific and practical knowledge in many countries all over the world the big number of revised definitions and paragraphs of the biosafety rules are used in working with microorganisms, and in spite of the absence of fully agreed upon common

algorithm for displaying biosafety positions the revised national biosafety manuals are the bastions for prevention of the spread of dangerous infection, for perfecting of the ways of physical and technical defense of potentially dangerous objects, for increasing of responsibility of civil society in the battle with the environment destruction.

Keywords: biosafety, pathogen, sanitary rules, epidemic, pandemic

For citation: Azaev, M.Sh., Dadaeva, A.A., Kosogova, T.A., Agafonov, A.P., Kirpichnikov, M.P. & Netesov, S.V. (2023) Revised biosafety recommendations and guidelines in the post-COVID era. *Tekhnologii bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti – Life Safety / Security Technologies*. 3. pp. 15–26. doi: 10.17223/7783494/3/2 (In Russian).

Введение

В современном мире продолжается возникновение новых, развитие или разрастание уже существующих природных угроз здоровью человечества. В частности, пандемия COVID-19 до сих пор даёт о себе знать вспышками в той или иной стране мира. Всё это связано со многими причинами, но в первую очередь с продолжающейся экспансией самого человека в окружающую среду в виде роста численности и плотности населения, расширения регионов проживания человека, стремительно растущих международного туризма и торговли, а также загрязнения окружающей среды продуктами жизнедеятельности человека и отходами производства, не говоря уже о других техногенных факторах. К сожалению, продолжается и глобальное потепление, что медленно, но верно ведет к большему территориальному распространению тропических и субтропических животных и членистоногих, а вместе с ними и к более широкому распространению патогенов, что, в свою очередь, ведет ко всё большему распространению вызываемых ими инфекционных заболеваний и развитию эпидемий и, иногда, пандемий.

Всё вышесказанное вынуждает расширять мониторинг, разработку и внедрение в практику новых методов диагностики и профилактики инфекций. А для этого приходится развивать сеть научно-исследовательских институтов, санитарно-эпидемиологических и лечебных учреждений, биомедицинских производственных компаний и т.д., которые проводят работы с патогенами и их компонентами, при этом объем и интенсивность работы в них постепенно возрастают. Биологическая безопасность и противоэпидемический режим, необходимые для выполнения работ в микробиологических лабораториях, профилированных на изучение микроорганизмов I–IV групп патогенности, в современных условиях насущно необходимы для защиты лабораторного персонала, живущих рядом с этими учреждениями жителей и, конечно, для защиты окружающей среды. И в мире, и в Российской Федерации в настоящее время накоплены обширные научные знания в сфере биобезопасности, разработаны и внедрены в практику многочисленные правила и инструкции, регламентирующие работу с микроорганизмами с учетом богатого международного опыта. Тем не менее многие вопросы и

проблемы биобезопасности еще не полностью нашли отражение в доступной литературе.

На основании результатов собственных исследований и анализа материалов многочисленных научных публикаций частью авторов этой статьи подготовлено учебно-методическое пособие по основам биологической безопасности [1], предназначенное для широкой аудитории специалистов: врачей, микробиологов, вирусологов, эпидемиологов, заинтересованных в получении знаний по биологической безопасности при организации и проведении работ с микроорганизмами I–IV групп патогенности (опасности).

Основная задача этого учебно-практического пособия – познакомить читателей с отечественными и международными требованиями и рекомендациями по обеспечению биологической безопасности и выработать у них компетентный подход к изучаемой проблеме. Предлагаемая книга станет достойным вкладом в имеющийся интеллектуальный фонд изданий, описывающих безопасные принципы, подходы к изучению и методы предотвращения распространения обычных и особо опасных инфекций и обеспечения безопасности природы и человека при работе с патогенными микроорганизмами.

А настоящая статья призвана предоставить введение в основы современной биологической безопасности и показать основные источники самой современной информации в этой области.

Необходимость в обновлении санитарных правил

Острое респираторное инфекционное заболевание COVID-19, которое начало свое распространение по странам мира в 2019–2020 гг., по-прежнему представляет существенную опасность для здравоохранения во всём мире. Биологический агент, вызывающий COVID-19, коронавирус SARS-CoV-2, является одним из наиболее опасных патогенов для человеческой популяции.

Проблемы, связанные с распространением вируса SARS-CoV-2 по континентам земного шара (трансформация эпидемического характера инфекции COVID-19 в пандемический процесс и ее эволюция в закрепившийся в популяции ОРВИ-патоген), заставили многие страны мирового сообщества обновить свои санитарные правила и требования (основы биобезопасности) с целью усиления эффективности их

реализации соответствующими учреждениями, которые непосредственно занимаются здоровьем населения, а также учреждениями, которые изучают свойства патогенных микроорганизмов и разрабатывают лечебные и профилактические средства для борьбы с инфекционными заболеваниями.

Обновленное и существенно переработанное «Руководство ВОЗ по лабораторной биобезопасности» (Laboratory biosafety manual: Fourth edition, WHO, 2020) [2] серьезно отличается от своей предыдущей версии по базовым принципам обеспечения биобезопасности во время проведения работ с патогенными микроорганизмами. В новой редакции используется подход к биобезопасности, полностью основанный на оценке риска и фактических данных. Особое внимание уделяется важности «культуры безопасности», которая включает прежде всего оценку рисков и надлежащую микробиологическую практику. Расширены разделы, связанные с подготовкой и переподготовкой персонала и быстрыми ответными действиями на аварии с последующим соответствующим расследованием и корректирующими действиями. Упор делается на обязательной регистрации инцидентов и соответствующей коррекции методов работы и подбора надежного оборудования, обеспечивающего безопасное проведение работ с патогенными микроорганизмами, для своевременного реагирования с целью недопущения ситуаций, которые могут привести к авариям.

Раздел «Перевозка и перенос инфекционного материала» существенно расширен, в этом разделе появились фрагменты по переносу материала внутри лаборатории и вне ее. Эти фрагменты очень похожи на разделы из российского документа 1.2.036-95 «Порядок учета, хранения, передачи и транспортирования микроорганизмов I-IV групп патогенности» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 28 августа 1995 г. № 14) [3]. Это свидетельствует о высококачественном подходе российских служб биобезопасности к подаче соответствующего материала.

Российские обновленные санитарные правила и нормы (СанПиН) 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» (Россия, 2021) [4] были разработаны с целью совершенствования методов предупреждения возникновения и распространения инфекционных болезней среди населения Российской Федерации (РФ). СанПиН 3.3686-21 представляют собой уникальный документ, объединяющий в единую логическую линию переработанные санитарно-эпидемиологические правила 1.3.2322-08 «Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней» [5]; 1.3.3118-13 «Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности)» [6];

санитарные правила 1.2.036-95 «Порядок учета, хранения, передачи и транспортирования микроорганизмов I–IV групп патогенности» [3], а также ряд специализированных инструкций по профилактике конкретных инфекционных болезней, начиная с чумы, холеры, гриппа и заканчивая паразитарными инфекциями, внутрибольничными инфекциями (порядка сотни различных инфекций). В СанПиН 3.3686-21 отражены аспекты иммунопрофилактических мероприятий, санитарной охраны территорий, организации дезинфекционной, дератизационной и дезинсекционной деятельности.

СанПиН 3.3686-21 имеют 40 практических приложений, содержащих подробную информацию по использованию защитной одежды при работе с патогенными микроорганизмами, классификатор патогенных микроорганизмов, правила обеззараживания при осуществлении работ с патогенными микроорганизмами, перечень основных дезинфицирующих средств, контроль стерилизующих мероприятий, основные документы по учету и транспортировке патогенных микроорганизмов и многие другие пункты поддержания профилактики инфекционных заболеваний на высоком уровне ответственности и безопасности.

Китайская Народная Республика также выпустила несколько обновленных документов по биобезопасности, в частности, «Стандарт по оценке дезинфекции на местах в период эпидемии COVID-19» [7] и «Государственный стандарт безопасности пищевой продукции. Санитарные нормы к холодильной логистике пищевых продуктов» [8]. Документы содержат актуальную информацию по дезинфекции различных поверхностей и по правилам хранения пищевых продуктов. Аналогичные модернизации правил произвели США, Канада, большинство стран Европейского союза и ряд других стран.

Таким образом, обновление санитарных правил работы с инфекционным материалом, предпринятое ВОЗ и целым рядом стран, способствует в настоящее время усилению и укреплению биобезопасности в мире, что особо актуально в связи с увеличивающимся объемом международного научного сотрудничества в рамках национальных и совместных международных программ.

Понятие патогенного микроорганизма

В настоящее время классификация всех живых организмов устроена следующим образом: надцарство, или домен, – это таксон или иерархическая ступень самого высокого уровня научной классификации биологических видов, следующая ступень – царство. Сейчас число доменов принято считать равным четырем: вирусы, бактерии, археи и эукариоты. В свою

очередь, домены разбиты на царства, и на данный момент различают восемь царств живых организмов: животные, растения, хромисты, протисты, грибы, археи, бактерии и вирусы.

К домену «Бактерии» относят царство «Бактерии», к домену «Археи» – царство «Археи», к домену «Вирусы» – царство «Вирусы», а к домену «Эукариоты» – все остальные царства (рис. 1).

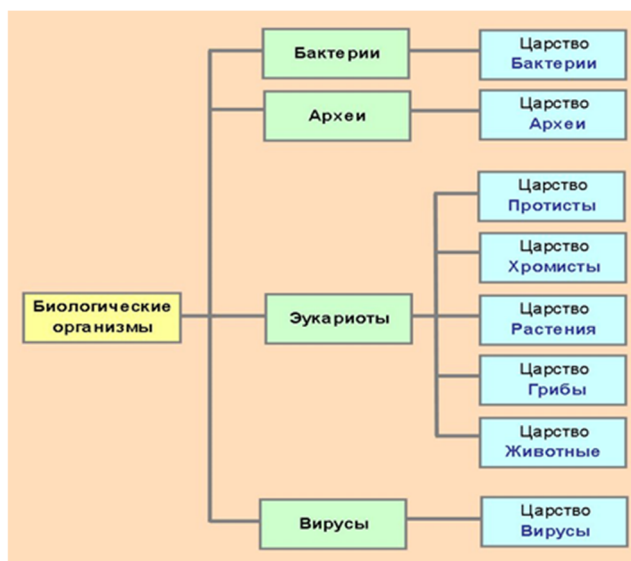


Рис. 1. Классификация биологических организмов

Fig. 1. Classification of biological organisms

Таксономией вирусов занимается Международный комитет по таксономии вирусов (International Committee for Taxonomy of Viruses), который всю информацию о нынешней классификации и о предложениях по ее модификации размещает на сайте <https://ictv.global> [9]. Наиболее значительные изменения в классификацию были внесены этим комитетом в 2018 г., когда на основе 9 отрядов и 131 семейства вирусов согласно модифицированным определениям критериев классификации, были сформированы 1 тип, 2 субтипа, 6 классов, 14 отрядов и 143 семейства. В таксономической версии 2022 г. 10 434 вида вирусов были разбиты на 6 реалмов (Realm), 10 царств (Kingdom), 17 типов (Phyla), 39 классов (Class), 65 отрядов (Order), 233 семейства (Family) и 2 606 родов (Genera). Таксономический комитет при этом пояснил, что использование таксономических единиц выше семейства (Family) является опциональным (<https://ictv.global/taxonomy>) [10].

В течение жизни высшие организмы постоянно контактируют с представителями микроорганизмов, к которым относятся представители царств «Бактерии», «Вирусы», «Археи», и некоторых видов эукариот: ряд видов грибов и простейших. Однако вызывать патогенный инфекционный процесс у высших организмов может лишь весьма небольшая часть этих микроорганизмов – около 1/30 000 – представителей микробного сообщества планеты, а со

многими из них человеческий организм живет в симбиозе.

Патогенность возбудителей инфекционных болезней – отличительный признак, который во многих случаях генетически закреплен и является фенотипическим признаком, позволяющим подразделять микроорганизмы на патогенные, условно-патогенные и сапрофиты.

Патогенные микроорганизмы вызывают у человека инфекционные заболевания разной степени тяжести, вплоть до летального исхода.

Условно-патогенные микроорганизмы могут вызывать заболевания у людей с дефектами иммунной системы или с пониженными функциями этой системы. Эти микроорганизмы нередко входят в состав естественной микрофлоры организма человека и животных, реже обитают в окружающей среде. Они могут экспрессировать некоторые факторы патогенности, обладать способностью к колонизации (заселению) различных органов организма, выраженной гетерогенностью и изменчивостью популяции, определяющей быстрое приобретение устойчивости к неблагоприятным факторам, в том числе к антимикробным препаратам.

Сапрофиты, или симбиотические микроорганизмы, осуществляют свою жизнедеятельность в пределах организма человека, не нанося ему вреда. Большинство бактерий кишечного тракта человека

являются сапрофитами. Число бактерий-симбионтов в кишечнике взрослого человека может достигать 10^{15} .

Классификация патогенных микроорганизмов

В основе понятия биологической опасности инфекций лежит классификация микроорганизмов – возбудителей инфекционных заболеваний человека (вирусов, бактерий, грибов, простейших, гельминтов) и ядов биологического происхождения по группам патогенности. Основными международными документами в плане определения групп патогенности в этом отношении являются «Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях» (четвертое издание), изданное ВОЗ в 2020 г. [2], а также предшествующая версия этого документа – «Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях» (третье издание), вышедшее в 2004 г. [11].

Как уже было сказано, в РФ в 2021 г. на базе предыдущих российских санитарных правил и с учетом практических руководств по биологической безопасности в лабораторных условиях, изданных ВОЗ, были разработаны и утверждены СанПиН, устанавливающие требования к организационным, санитарно-противоэпидемическим (профилактическим) мероприятиям, направленным на обеспечение личной и

общественной безопасности, защиту окружающей среды при работе с патогенными биологическими агентами (ПБА), – СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» [4].

В российскую классификацию патогенности микроорганизмов – возбудителей инфекционных заболеваний человека, представленную в СанПиН 3.3686-21 (в разделе «Приложения»), входят бактерии, риккетсии, анаплазмы, вирусы, хламидии, грибы, простейшие, гельминты, членистоногие, яды биологического происхождения.

В отличие от действующих российских СанПиН 3.3686-21 в вышеуказанной брошюре «Практическое руководство по биологической безопасности в лабораторных условиях» (четвертое издание) и во всех предыдущих его изданиях не предложен конкретный перечень микроорганизмов по группам патогенности. Вместо этого дан набор критериев для определения такого перечня с учетом региональной специфики стран. Классификация патогенов, принятая в США, Канаде, Японии, Европе и подавляющем большинстве других стран мира, а также используемая ВОЗ, отличается от существующей в РФ обратным порядком: микроорганизмы наиболее высокой степени патогенности в мировой классификации отнесены к IV группе (таблица), а не к I, как это принято в РФ.

Критерии классификации микроорганизмов по группам патогенности согласно ВОЗ

Группа риска	Название группы риска	Оценка риска
I (IV по классификации РФ)	Отсутствие или низкая индивидуальная и общественная опасность	Микроорганизм, потенциально не являющийся возбудителем заболеваний человека или животных
II (III по классификации РФ)	Умеренная индивидуальная опасность, низкая общественная опасность	Патогенный микроорганизм, который может вызвать заболевание, но не представляет серьезного риска для персонала, населения, домашнего скота или окружающей среды. Неосторожность в лаборатории может вызвать инфекцию, однако существуют доступные лечебные и профилактические меры. Риск распространения ограничен
III (II по классификации РФ)	Высокий индивидуальный и низкий общественный риск	Патогенный агент, который обычно вызывает серьезное заболевание человека или животных, но, как правило, не распространяется от больного к здоровому. Существуют эффективные лечебно-профилактические процедуры
IV (I по классификации РФ)	Высокий индивидуальный и общественный риск	Патогенный агент, обычно вызывает серьезное заболевание у человека или животных и легко распространяется от больного к здоровому или опосредованно. Эффективных мер борьбы с патогенным агентом в большинстве случаев не существует (вакцин и средств лечения)

Понятия биологической опасности и безопасности

В условиях возросших миграционных и туристических потоков в мире существуют реальные угрозы трансграничного переноса между странами различных видов возбудителей инфекций, а также ранее неизвестных, лекарственно-устойчивых или с измененными патогенными свойствами биологических

агентов, т.е. микроорганизмы являются объективной угрозой здоровью и жизни людей мирового сообщества. Отсюда вполне обоснованно выдвигается в качестве самостоятельной проблема микробиологической опасности, которую часто отождествляют с биологической опасностью.

Опасность – возможность возникновения обстоятельств, при которых материя, поле, энергия, информация или их сочетание могут так повлиять на

сложную систему, что это приведет к ухудшению или невозможности ее функционирования или развития. Для живых организмов опасность реализуется в виде травмы, заболевания, смерти [12].

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы» [13], производственные факторы, воздействующие на исполнителя на рабочем месте, подразделяются по природе действия на следующие группы: физические, химические, биологические, психофизиологические.

Биологическую опасность можно охарактеризовать следующим образом: нанесение ущерба здоровью или угроза жизни отдельному лицу, группе лиц или всему населению путем естественного, ненамеренного или преднамеренного использования в качестве поражающей силы биологических агентов – бактерий, вирусов, грибов, простейших или токсинов. В качестве этих опасных биологических факторов могут выступать живые микроорганизмы, продукты их жизнедеятельности и генетические материалы.

К биологической опасности относят как риск непосредственного заражения, так и опосредованный риск, возникающий в результате нанесения ущерба окружающей среде.

Биологическая безопасность (биобезопасность) – система медико-биологических, организационных и инженерно-технических мероприятий и средств, направленных на защиту работающего персонала, населения и окружающей среды от воздействия ПБА. В концепции биологической безопасности сформулированы общие положения, принципы, задачи и приоритетные направления, имеющие основополагающее значение для обеспечения биологической безопасности государства.

По оценкам ВОЗ, во всем мире инфекционными болезнями ежегодно заболевают более 750 млн человек, умирают только непосредственно от них около 12 млн человек (численность населения на земле в конце 2022 г. достигла 8 млрд человек). В РФ ежегодно официально регистрируется от 30 до 40 млн случаев инфекционных заболеваний.

В РФ принят Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации» [14], который устанавливает основы государственного регулирования в области обеспечения биологической безопасности в стране и определяет комплекс мер, направленных на защиту населения и охрану окружающей среды от воздействия опасных биологических факторов, на предотвращение биологических угроз (опасностей), создание и развитие системы мониторинга биологических рисков.

Закон определяет:

– биологическую безопасность как состояние защищенности населения и окружающей среды от воздействия опасных биологических факторов, при котором обеспечивается допустимый уровень биологического риска;

– биологический риск как вероятность причинения вреда (с учетом его тяжести) здоровью человека, животным, растениям и (или) окружающей среде в результате воздействия опасных биологических факторов;

– биологическую угрозу (опасность) как наличие потенциально опасных биологических объектов, а также наличие внутренних (находящихся на территории Российской Федерации) и внешних (находящихся за пределами территории Российской Федерации) опасных биологических факторов, способных привести к возникновению и (или) распространению заболеваний с развитием эпидемий, эпизоотий, эпифитотий, массовых отравлений, превышению допустимого уровня биологического риска;

– биологическую защиту как комплекс мер по обеспечению биологической безопасности, осуществляемых в целях предотвращения или ослабления неблагоприятного воздействия опасных биологических факторов на человека, животных и растения.

К сожалению, некоторые определения и положения данного Закона не совсем соответствуют международным рекомендациям и определениям, и поэтому данный Закон в будущем необходимо будет модернизировать и совершенствовать.

Основные источники биологической опасности

Основными источниками биологической опасности являются:

- пандемии, эпидемии и вспышки инфекционных заболеваний;
- естественные резервуары патогенных микроорганизмов;
- лабораторные аварии;
- аварии на биологически опасных объектах;
- биологический терроризм;
- применение биологического оружия.

Все программы по обеспечению биологической безопасности состоят из рекомендаций по лабораторной практике и составлению стандартных операционных процедур, дизайну лабораторий, обучению и тренингам персонала, вакцинации персонала биологических лабораторий и населения, использованию средств индивидуальной защиты и безопасного оборудования. Соблюдение рекомендаций по биологической безопасности позволяет уменьшить риск и последствия развития лабораторных инфекций.

Закон РФ «О биологической безопасности» в статье «Основные биологические угрозы (опасности)» приводит более развернутый список.

К основным биологическим угрозам (опасностям) относятся:

1) изменение генома с изменением свойств и форм патогенов, а также свойств и мест обитания их природных хозяев и переносчиков;

2) возможность преодоления патогенами межвидовых барьеров в сочетании с возникающими под воздействием окружающей среды изменениями генотипа и фенотипа;

3) возникновение и распространение новых инфекций, занос и распространение редких и (или) ранее не встречавшихся на территории РФ инфекционных и паразитарных болезней, возникновение и распространение природно-очаговых, возвращающихся и спонтанных инфекций;

4) проектирование и создание патогенов с помощью технологий синтетической биологии даже в целях всего лишь имитации их природной эволюции (gain-of-function или GoF);

5) нарушение нормальной микробиоты человека, сельскохозяйственных животных и растений, приводящее к возникновению и распространению связанных с этим заболеваний;

6) распространение инфекций, являющихся основной причиной смертности от инфекционных заболеваний, а также распространение инфекций животных и растений, причиняющих ущерб сельскому хозяйству и вред окружающей среде;

7) распространение инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, и инфекций, связанных с осуществлением ветеринарной деятельности, а также возможность возникновения профессиональных заболеваний вследствие выполнения работ с использованием патогенов;

8) возникновение аварий на объектах, на которых работают с патогенами;

9) проведение террористических актов и (или) диверсий на объектах, где находятся источники биологической угрозы (опасности) и (или) проводятся работы с использованием патогенов;

10) распространение резистентности;

11) распространение иммунодефицитных состояний организма человека, животного и связанных с этим инфекций (инфекционных болезней), в том числе повышение частоты и тяжести инфекционных болезней, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами;

12) осуществление террористических актов и (или) диверсий с использованием патогенов, применение биологических технологий и иных смежных технологий для разработки, производства и

использования патогенов в качестве биологического оружия, а также бесконтрольное осуществление опасной техногенной деятельности, в том числе с использованием генно-инженерных технологий.

Уровни биологической безопасности

Понятие уровней биологической безопасности (УББ или BSL – от англ. Biosafety level) с 1-го по 4-й было концептуально разработано и установлено центрами по контролю над заболеваниями и национальными институтами здравоохранения США на основании «Лабораторной практики, используемых методик и оборудования для обеспечения безопасной работы с патогенами» (1974). Данные уровни обозначают набор инженерных и других мер биологической безопасности в зависимости от патогенности и инфекционности используемых в работе агентов и масштабов деятельности лаборатории.

BSL описываются сводом правил в зависимости от степени патогенности лабораторных инфекций. Описание включает оборудование для безопасного хранения биологического материала и необходимые мероприятия, которые должен выполнять персонал лабораторий.

BSL-1: минимальный уровень микробиологической безопасности – полностью соответствует стандартным правилам работы в биологически безопасной лаборатории. Рекомендован для работы с микроорганизмами, которые не вызывают развитие инфекций у здоровых взрослых, такими как, например, *Bacillus subtilis*.

BSL-2: используется для обеспечения биобезопасности при работе с патогенами человека, вызывающими развитие инфекций различной степени тяжести (*Salmonella spp.*). При выполнении стандартных микробиологических процедур с этими возбудителями можно работать на открытых лабораторных столах, если используются первичные защитные барьеры, такие как защитная маска, халат и перчатки. Желательно использование боксов микробиологической безопасности (БМБ).

BSL-3: используется для обеспечения безопасной работы с опасными микроорганизмами, обычно передающимися аэрогенным путем, такими как *Mycobacterium tuberculosis* и *Coxiella burnetii*. Предполагает строгое выполнение рекомендаций и наличие БМБ II класса.

BSL-4: используется для работы с микроорганизмами, которые вызывают угрожающие жизни или неподдающиеся лечению инфекции, передающиеся преимущественно аэрогенным путем (например, вирусы геморрагических лихорадок, *Yersinia pestis* и т.д.). Работа с этими микроорганизмами проводится в

БМБ III класса или персоналом, одетым в защитные костюмы, полностью закрывающие тело, с автономной подачей кислорода и положительным давлением воздуха. Производственные помещения и оборудование должны быть изолированы от других лабораторий и оснащены специальными системами вентиляции и уничтожения отходов.

В СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» [4] предусмотрена следующая классификация лабораторий (подразделений) по УББ (с учетом российской классификации патогенов):

- базовые – **УББ 1** (осуществление всех видов работ с апатогенными или патогенными биологическими агентами IV группы);

- базовые – **УББ 2** (осуществление всех видов работ с ПБА III–IV группы, а также проведение работ с ПБА II группы, не сопровождающихся накоплением (культивированием или концентрированием) жизнеспособного патогена);

- изолированные – **УББ 3** (осуществление всех видов работ с ПБА I (возбудитель чумы) и ПБА II группы, а также проведение работ с вирусами I группы, не сопровождающихся накоплением (культивированием или концентрированием) жизнеспособного патогена);

- максимально изолированные – **УББ 4** (все виды работ с вирусами I группы патогенности, микроорганизмами, ассоциированными с клиническими проявлениями, характерными для ПБА I–II групп, таксономическое положение которых не определено, а степень опасности не изучена, экспериментальные исследования бактериальных штаммов со множественной устойчивостью к антибиотикам и химиопрепаратам; аэриобиологические исследования с ПБА I–II групп).

Принципы создания микробиологических лабораторий, организации и проведения безопасной работы с ПБА

К принципам создания микробиологических лабораторий, организации и проведения безопасной работы с ПБА относятся следующие позиции:

- дифференциация микроорганизмов, с которыми проводят работы в микробиологических лабораториях, по степени патогенности (опасности) для персонала;

- организация движения воздушных и материальных потоков в микробиологических лабораториях «от менее грязного» в сторону «более грязного», исключение пересечения при этом «чистых» и «грязных» потоков;

- зонирование помещений;

- боксирование операций и процессов;

- герметизация наиболее опасного в смысле потенциального распространения биоматериалов оборудования;

- инаktivация материалов и их потоков на границах зон;

- герметичные ограждающие строительные конструкции;

- средства и системы очистки вентиляционного и технологического воздуха (в частности, использование HEPA фильтров – высокоэффективных фильтров очистки воздуха от микрочастиц и HVAC systems – системы обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха);

- средства и системы обработки жидких отходов;

- биоохрана (biosecurity) – комплекс мер по обеспечению сохранности инфекционных патогенов в лаборатории и недопущения их несанкционированного выноса;

- биоизоляция (biocontainment) – комплекс мер по минимизации высвобождения инфекционных патогенов в окружающую среду или в другие помещения лаборатории, для этого первоначально не предназначенные;

- CCTV – замкнутая система видеонаблюдения ограниченного доступа;

- CMMS – компьютерная система управления инженерным оборудованием.

Риски работы с патогенами

Каждый из вышеперечисленных пунктов создания микробиологических производств может являться источником риска инфицирования персонала и внешней среды. Вероятность риска инфицирования персонала обусловлена различными факторами – видами микроорганизмов и их опасностью для человека, характером проводимых с микроорганизмами манипуляций (культивирование, центрифугирование, аэрозольирование, заражение животных и др.), надежностью функционирования инженерных систем безопасности, соблюдением сотрудниками правил противоэпидемического режима и др. Одной из основ обеспечения биобезопасности является оценка рисков, в том числе вероятность риска инфицирования персонала, окружающей среды и т.д.

Риск – сочетание вероятности и последствий наступления событий. Риск всегда обозначает вероятностный характер исхода, при этом в основном под риском чаще всего понимают вероятность получения неблагоприятного результата (потерь), хотя его можно описать и как вероятность получить результат, отличный от ожидаемого.

Вероятность – численная мера возможности наступления некоторого события. С практической

точки зрения, это отношение количества тех наблюдений, при которых рассматриваемое событие наступило, к общему количеству наблюдений.

Применительно к вопросу биологической безопасности риск включает в себя **три элемента риска**:

- источник опасности;
- частота, с которой эта опасность может быть реализована (вероятность события);
- последствия, которые могут быть в результате такой реализации.

В случае, когда источником опасности является биологический агент, говорится о биологическом риске (биориск). **Источники биологической опасности**:

1) патогенные микроорганизмы, прионы, возбудители паразитарных заболеваний (опасные и особо опасные инфекции, в том числе природно-очаговые, спонтанные и «возвращающиеся»);

2) «новые» патогены, возникающие из непатогенных и патогенных штаммов микроорганизмов в результате мутагенеза под влиянием природных и антропогенных факторов;

3) продукты жизнедеятельности микроорганизмов (токсины, ферменты, биорегуляторы белковой природы, суперантигены, мини-антитела), технофильные микроорганизмы и др.;

4) генетически измененные организмы и генетические конструкции (вирусные векторы; вирусные ДНК, РНК положительной полярности; двуспиральные РНК; онкогены; гены, кодирующие белки-токсины);

5) патогены, устойчивые к используемым антимикробным препаратам;

6) экпатогены, повреждающие физические объекты окружающей среды.

Пространство, в котором возможно воздействие биологического агента, называется опасной зоной. Воздействие биологического агента в опасной зоне может быть пассивным или активным.

Пассивные воздействия ПБА возникают в результате контакта человека или животных с естественными источниками (природные очаги возбудителей инфекций, больной человек и т.п.) или искусственными источниками (биологические объекты) биологических опасностей.

Активные воздействия ПБА, или угрозы, возникают в результате действий человека/людей, имеющих намерение и/или способность причинить вред другим людям, животным или учреждению путем применения ПБА против них. Последствиями пребывания человека (животного, растения) в пределах опасной зоны могут явиться заболевания или смерть последних.

Оценка риска – это процесс, который позволяет выбрать подходящие микробиологические практические методики, средства индивидуальной защиты (СИЗ), иммунопрофилактические мероприятия, защитное оборудование и защиту помещений, которые способны снизить вероятность (сделав риск приемлемым) или практически полностью предотвратить распространение лабораторных инфекций.

Заключение

Обеспечение биологической безопасности и строгое соблюдение требований противоэпидемического режима являются необходимыми условиями для выполнения работ с микроорганизмами I–IV групп патогенности в микробиологических лабораториях и во многом определяют успехи в области охраны здоровья населения.

На основе уже накопленных научно-практических знаний повсеместно в мире разработаны и внедрены в практику определения терминов и понятий, правила и инструкции, регламентирующие работу с микроорганизмами. Несмотря на отсутствие, к сожалению, полностью гармонизированных единых подходов (алгоритмов) к освещению вопросов биологической безопасности, национальные руководства по биобезопасности являются оплотом по предотвращению распространения опасных инфекций, совершенствованию мер физической и технической защиты потенциально опасных биологических объектов, обучению персонала и населения, повышению ответственности гражданского общества в борьбе с загрязнением окружающей среды.

Знание основ обеспечения биологической безопасности, подробное знание возможных источников заражения, знания о свойствах используемых биологических агентов, принципах функционирования защитных устройств и приспособлений, причинах возникновения аварий, а также владение навыками предупреждения и устранения таких ситуаций позволяют свести к минимуму значение «человеческого фактора» в возникновении лабораторных заражений. Это особо актуально в отношении работ с SARS-CoV-2, который проявил себя как агент, обладающий высоким репродуктивным числом (до 12) и, вследствие этого, высокой способностью к внутрибольничному и общественному распространению и выраженной контагиозностью.

Стоит подчеркнуть, что СанПин РФ являются одними из лучших рекомендаций по работе с опасными патогенами, учитывающими максимально полный перечень правил в различных сферах лабораторной практики. Поэтому при работе с SARS-CoV-2, который отличается очень высокие

контагиозность и инфекционность, следование рекомендациям СанПиН РФ, а также всем рекомендациям по противоэпидемическому режиму, представленным на сайте Роспотребнадзора [15], будет являться гарантом выполнения норм биологической

безопасности. При этом стоит не забывать и о рекомендациях ВОЗ по биологической безопасности, ссылка [2] на которые нами здесь приведена, хотя и носящих более общий характер в сравнении с российскими СанПиН.

Список источников

1. Основы биологической безопасности : учеб.-практ. пособие / М.Ш. Азаев, Т.А. Косогова, А.П. Агафонов, С.В. Нетёсов. 3-е изд., перераб. и доп. М. : ИНФРА, 2024. 149 с. (Высшее образование). DOI: 10.12737/2001724 (в печати).
2. Laboratory biosafety manual. 4th ed. / World Health Organization. Geneva, 2020. 124 p. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311> (дата обращения: 27.09.2023).
3. СП 1.2.036-95. 1.2. Эпидемиология. Порядок учета, хранения, передачи и транспортирования микроорганизмов I–IV групп патогенности. Санитарные правила (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 28.08.1995 № 14) (вместе с «Положением о порядке контроля за экспортом из Российской Федерации возбудителей заболеваний (патогенов) человека, животных и растений, их генетически измененных форм, фрагментов генетического материала и оборудования, которые могут быть применены при создании бактериологического (биологического) и токсинного оружия»). URL: <https://docs.cntd.ru/document/901799960?ysclid=ln2kpf5t5l249588110> (дата обращения: 27.09.2023).
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 4 (ред. от 25.05.2022) «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686-21 “Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней” (вместе с “СанПиН 3.3686-21. Санитарные правила и нормы...”» (Зарегистрировано в Минюсте России 15.02.2021 № 62500). URL: <https://docs.cntd.ru/document/573660140?ysclid=ln2l0e4ztn621476733> (дата обращения: 27.09.2023).
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2008 № 4 (ред. от 29.06.2011) «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 1.3.2322-08» (вместе с «СП 1.3.2322-08. Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней. Санитарно-эпидемиологические правила») (Зарегистрировано в Минюсте РФ 21.02.2008 № 11197). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902091086?ysclid=ln2l3t1deu921305899> (дата обращения: 27.09.2023).
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.11.2013 № 64 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 1.3.3118-13 “Безопасность работы с микроорганизмами I–II групп патогенности (опасности)” (вместе с “СП 1.3.3118-13. Санитарно-эпидемиологические правила...”» (Зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2014 № 32325). URL: <https://docs.cntd.ru/document/499061798> (дата обращения: 27.09.2023).
7. Стандарт по оценке дезинфекции на местах в период эпидемии COVID-19. Стандарты Китайской Народной Республики в санитарной области WS/T 774-2021 (дата публикации: 20 февраля 2021 г., дата вступления в действие: 20 февраля 2021 г.). URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33504056 (дата обращения: 27.09.2023).
8. Государственный стандарт безопасности пищевой продукции. Санитарные нормы к холодильной логистике пищевых продуктов. Государственный стандарт Китайской Народной Республики GB 31605 – 2020 (дата публикации: 11.09.2020, дата введения: 11.03.2021). URL: https://old.fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/importExport/china/files/GB31605_2020.pdf (дата обращения: 27.09.2023).
9. International Committee on Taxonomy of Viruses: ICTV. Official Taxonomic Resources. URL: <https://ictv.global/>.
10. Current ICTV Taxonomy Release. Taxonomy Browser. URL: <https://ictv.global/taxonomy>.
11. Laboratory biosafety manual / 3-d Edition. World Health Organization. Geneva, 2004. 181 p. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9241546506> (дата обращения: 27.09.2023).
12. Раздорный А.А. Охрана труда и производственная безопасность : учеб.-метод. пособие. М. : Экзамен, 2005. 512 с.
13. ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (введен в действие приказом Росстандарта от 09.06.2016 № 602-ст). URL: https://marsbbz.ru/wp-content/uploads/2021/05/gost-12.0.003-2015-sistema-standartov-bezopasnosti-truda-ssbt.-opasnye-i-vrednye-proizvodstvennye..._tekst.pdf?ysclid=ln2juge029388191934 (дата обращения: 27.09.2023).
14. Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ «О биологической безопасности в Российской Федерации». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/46353> (дата обращения: 27.09.2023).
15. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека : официальный сайт. URL: <https://www.rospotrebnadzor.ru/>.

References

1. Azaev, M.Sh., Kosogova, T.A., Agafonov, A.P. & Netyesov, S.V. (2024) *Osnovy biologicheskoy bezopasnosti: uchebno-prakticheskoe posobie* [Basics of biological safety: educational and practical guide]. 3rd ed. Moscow : INFRA. DOI: 10.12737/ 2001724 (in press).
2. World Health Organization (2020) *Laboratory biosafety manual. 4th ed.* Geneva. [Online]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311> (Accessed: 27.09.2023).
3. SP 1.2.036-95. 1.2. Epidemiologiya. Porjadok ucheta, hranenija, peredachi i transportirovanija mikroorganizmov I - IV grupp patogennosti. Sanitarnye pravila (utv. Postanovleniem Goskomsanepidnadzora RF ot 28.08.1995 N 14) (vmeste s “Polozheniem o porjadke kontrolja za eksportom iz Rossijskoj Federacii vozбудitelej zabolevanij (patogenov) cheloveka, zhivotnyh i rastenij, ih geneticheski izmenennyh form, fragmentov geneticheskogo materiala i oborudovanija, kotorye mogut byt' primeneny pri sozdanii bakteriologicheskogo (biologicheskogo) i toksinnogo oruzhija”) [SP 1.2.036-95. 1.2. Epidemiology. The procedure for recording, storing, transferring and transporting microorganisms of I - IV pathogenicity groups. Sanitary rules (approved by Resolution of the State Committee for Sanitary and Epidemiological Supervision of the Russian Federation dated August 28, 1995 N 14) (together with the

- “Regulations on the procedure for controlling the export from the Russian Federation of pathogens of humans, animals and plants, their genetically modified forms, fragments of genetic material and equipment, which can be used in the creation of bacteriological (biological) and toxin weapons”)]. [Online]. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/901799960?ysclid=ln2kpfft5l249588110> (Accessed: 27.09.2023).
4. *Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2021 N 4 (red. ot 25.05.2022) “Ob utverzhdenii sanitarnykh pravil i norm SanPiN 3.3686-21 “Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya po profilaktike infektsionnykh boleznej” (vmeste s “SanPiN 3.3686-21. Sanitarnye pravila i normy...”)* (Zaregistrirvano v Minjuste Rossii 15.02.2021 N 62500) [Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2021 N 4 (as amended on May 25, 2022) “On approval of sanitary rules and norms SanPiN 3.3686-21 “Sanitary and epidemiological requirements for the prevention of infectious diseases” (together with “SanPiN 3.3686-21. Sanitary rules and regulations...”)] (Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on February 15, 2021 N 62500).]. [Online]. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/573660140?ysclid=ln2l0e4ztn621476733> (Accessed: 27.09.2023).
 5. *Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2008 N 4 (red. ot 29.06.2011) “Ob utverzhdenii sanitarno-epidemiologicheskikh pravil SP 1.3.2322-08” (vmeste s “SP 1.3.2322-08. Bezopasnost' raboty s mikroorganizmami III-IV grupp patogennosti (opasnosti) i vzbuditel'nykh parazitarnykh boleznej. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila”)* (Zaregistrirvano v Minjuste RF 21.02.2008 N 11197) [Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2008 N 4 (as amended on June 29, 2011) “On approval of sanitary and epidemiological rules SP 1.3.2322-08” (together with “SP 1.3.2322-08. Safety of working with microorganisms III - IV groups of pathogenicity (danger) and pathogens of parasitic diseases. Sanitary and epidemiological rules”)] (Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on February 21, 2008 N 11197)]. [Online]. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/902091086?ysclid=ln2l3t1deu921305899> (Accessed: 27.09.2023).
 6. *Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.11.2013 N 64 “Ob utverzhdenii sanitarno-epidemiologicheskikh pravil SP 1.3.3118-13 “Bezopasnost' raboty s mikroorganizmami I - II grupp patogennosti (opasnosti)” (vmeste s “SP 1.3.3118-13. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila...”)* (Zaregistrirvano v Minjuste Rossii 19.05.2014 N 32325) [Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated November 28, 2013 N 64 “On approval of sanitary and epidemiological rules SP 1.3.3118-13 “Safety of working with microorganisms of I - II pathogenicity (hazard) groups” (together with “SP 1.3.3118-13. Sanitary and epidemiological rules...”)] (Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on May 19, 2014 N 32325)]. [Online]. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/499061798> (Accessed: 27.09.2023).
 7. *Standart po otsenke dezinfektsii na mestah v period epidemii COVID-19. Standarty Kitajskoj Narodnoj Respubliki v sanitarnoj oblasti WS/T 774-2021 (data publikatsii: 20 fevralja 2021 g., data vstupleniya v dejstvie: 20 fevralja 2021 g.)* [Standard for assessing on-site disinfection during the COVID-19 epidemic. People's Republic of China Sanitary Standards WS/T 774-2021 (Publication Date: February 20, 2021, Effective Date: February 20, 2021)]. [Online]. Available from: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33504056 (Accessed: 27.09.2023).
 8. *Gosudarstvennyy standart bezopasnosti pishchevoj produkcii. Sanitarnye normy k holodil'noj logistike pishhevyykh produktov. Gosudarstvennyy standart Kitajskoj Narodnoj Respubliki GB 31605 – 2020 (data publikatsii: 11.09.2020, data vvedeniya: 11.03.2021)* [State food safety standard. Sanitary standards for refrigerated food logistics. State standard of the People's Republic of China GB 31605 – 2020 (publication date: 11.09.2020, introduction date: 11.03.2021)]. [Online]. URL: https://old.fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/importExport/china/files/GB31605_2020.pdf (Accessed: 27.09.2023).
 9. ICTV (n.d.) *International Committee on Taxonomy of Viruses: ICTV. Official Taxonomic Resources* [Online]. Available from: <https://ictv.global/>
 10. ICTV (n.d.) *Current ICTV Taxonomy Release. Taxonomy Browser*. [Online]. Available from: <https://ictv.global/taxonomy>
 11. World Health Organization. (2004) *Laboratory biosafety manual. 3rd ed.* Geneva. [Online]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9241546506> (Accessed: 27.09.2023).
 12. Razdorozhnyj, A.A. (2005) *Ohrana truda i proizvodstvennaya bezopasnost': uchebno-metodicheskoe posobie* [Labor protection and industrial safety: educational and methodological manual]. Moscow : Ekzamen.
 13. *GOST 12.0.003-2015. Mezhgosudarstvennyy standart. Sistema standartov bezopasnosti truda. Opasnye i vrednye proizvodstvennyye faktory. Klassifikatsiya (vveden v dejstvie Prikazom Rosstandarta ot 09.06.2016 N 602-st)* [GOST 12.0.003-2015. Interstate standard. System of labor safety standards. Dangerous and harmful production factors. Classification (put into effect by Order of Rosstandart dated 09.06.2016 N 602-st)]. [Online]. Available from: https://marsbbz.ru/wp-content/uploads/2021/05/gost-12.0.003-2015-sistema-standardov-bezopasnosti-truda-ssbt-opasnye-i-vrednye-proizvodstvennyye..._tekst.pdf?ysclid=ln2juge029388191934 (Accessed: 27.09.2023).
 14. President of Russia (2020) *Federal'nyy zakon ot 30.12.2020 N 492-FZ “O biologicheskoy bezopasnosti v Rossijskoj Federacii”* [Federal Law of December 30, 2020 N 492-FZ “On biological safety in the Russian Federation”] [Online]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/46353> (Accessed: 27.09.2023).
 15. Rospotrebnadzor (n.d.) *Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel' i blagopoluchija cheloveka. Oficial'nyj sayt* [Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. Official Website] [Online]. Available from: <https://www.rospotrebnadzor.ru/>

Информация об авторах:

Азаев Мамедьяр Шакирович – доктор биологических наук, доцент ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора (р.п. Кольцово, Новосибирская область, Россия). E-mail: azaev_msh@vector.nsc.ru

Дадаева Александра Анатольевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора (р.п. Кольцово, Новосибирская область, Россия). E-mail: dadaeva_aa@vector.nsc.ru

Косогова Татьяна Алексеевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора (р.п. Кольцово, Новосибирская область, Россия). E-mail: kosogova@vector.nsc.ru

Агафонов Александр Петрович – доктор биологических наук, генеральный директор ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора (р.п. Кольцово, Новосибирская область, Россия). E-mail: agafonov@vector.nsc.ru

Кирпичников Михаил Петрович – доктор биологических наук, профессор Московского государственного университета (Москва, Россия), академик РАН. E-mail: Kirpichnikov@inbox.ru

Нетёсов Сергей Викторович – доктор биологических наук, профессор Новосибирского государственного университета (Новосибирск, Россия), академик РАН. E-mail: svn15@hotmail.com / netesov.s@nsu.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Azaev Mamedyar Sh., Dr. Sc. (Biology), associate professor, State Research Center of Virology and Biotechnology “Vector” (Koltsovo, Novosibirsk region, Russian Federation). E-mail: azaev_msh@vector.nsc.ru

Dadaeva Alexandra A., Cand. Sc. (Biology), senior researcher, State Research Center of Virology and Biotechnology “Vector” (Koltsovo, Novosibirsk region, Russian Federation). E-mail: dadaeva_aa@vector.nsc.ru

Kosogova Tatiana A., Cand. Sc. (Biology), senior researcher, State Research Center of Virology and Biotechnology “Vector” (Koltsovo, Novosibirsk region, Russian Federation). E-mail: kosogova@vector.nsc.ru

Agafonov Alexander A., Dr. Sc. (Biology), General Director, State Research Center of Virology and Biotechnology “Vector” (Koltsovo, Novosibirsk region, Russian Federation). E-mail: agafonov@vector.nsc.ru

Kirpichnikov Mikhail P., Dr. Sc. (Biology), Academician of the Russian Academy of Sciences, professor, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation). E-mail: Kirpichnikov@inbox.ru

Netyesov Sergey V., Dr. Sc. (Biology), Academician of the Russian Academy of Sciences, professor, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation). E-mail: svn15@hotmail.com / netesov.s@nsu.ru

The authors declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 4.10.2023; одобрена после рецензирования 26.10.2023; принята к публикации 13.11.2023

The article was submitted 4.10.2023; approved after reviewing 26.10.2023; accepted for publication 13.11.2023