

НОВЫЕ И ВОЗВРАЩАЮЩИЕСЯ ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ИНФЕКЦИИ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Андрей Блохин*

Федеральный исследовательский центр вирусологии
и микробиологии

© А.Блохин, 2020 г.

DOI: 10.20542/2307-1494-2020-2-9-26

Аннотация Естественные вспышки трансграничных инфекционных болезней и пандемии представляют собой глобальные угрозы, создающие международные проблемы медицинского, ветеринарного, социального и экономического характера. Главную роль в трансграничном распространении инфекционных болезней играет деятельность человека, нарушающая экологический и климатический баланс. Дисбаланс ведет к появлению новых патогенов, географическому расширению ареала уже известных болезней и расширению спектра их хозяев, среди которых вид *Homo sapiens* фигурирует все чаще. Понимание этих аспектов – необходимый шаг в борьбе с существующими и будущими вспышками трансграничных болезней. Есть и определенный риск того, что инфекционный потенциал микроорганизмов может быть использован различными вооруженными и радикальными акторами, в т.ч. участниками военно-политических конфликтов и террористами, в своих интересах. Хотя возникновение и распространение трансграничных инфекций порождает ряд дополнительных проблем, снижающих эффективность мероприятий по их предупреждению и ликвидации, наличие адекватных знаний о трансграничных инфекциях позволяет разработать стратегию эффективного управления такими болезнями на международном уровне.

Ключевые слова трансграничные инфекции, пандемии, человек, животные, биобезопасность

Title Emergent and recurrent transboundary infection diseases in human life

Abstract Natural outbreaks of transboundary infectious diseases and pandemics are global threats posing international challenges of medical, veterinary, social, and economic character. These diseases have their specific sources and are driven by a range of factors and mechanisms that ensure their transboundary spread. The main driver of transnational spread of infectious diseases is human activity that

* Блохин Андрей Александрович – ведущий научный сотрудник Нижегородского научно-исследовательского института – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», кандидат ветеринарных наук.

Andrei Blokhin is a Lead Researcher at Nizhny Novgorod Research Institute, branch of the Federal Research Center of Virology and Microbiology.

violates and distorts ecological and climate balance. This disbalance leads to emergence of new pathogens and to expansion of geographical areas of already known diseases and of the range of their host organisms that increasingly include humans. Understanding these aspects is critical for countering existing and future outbreaks of transboundary infections. There is also a risk that infectious potential of microorganisms may be used by armed actors, including parties to political-military conflicts and terrorists, for their own purposes. While emergence and spread of transboundary infections give rise to a number of problems that reduce the effectiveness of measures for preventing and eliminating them, adequate knowledge about transboundary infections makes it possible to develop a strategy for the management of such diseases at the international level.

Keywords transboundary diseases, pandemics, humans, animals, biosecurity

I. Введение

Вспышки новых инфекционных болезней, включая болезни диких животных и зоонозы,¹ происходят с возрастающей частотой. Потенциально они могут оказывать долгосрочное воздействие на популяции людей и диких животных, влияя как на естественные, так и на антропогенные, в т. ч. аграрные, экосистемы. Появление новых и известных патогенов связано с множеством причин, большинство из которых вызвано растущим антропогенным воздействием на природу. Интенсификация процесса появления патогенов может быть связана с изменениями климата, сокращением и утратой биоразнообразия, деградацией среды обитания и увеличением числа контактов между дикой природой и человеком. Значительную роль играет синергизм таких явлений, как сохраняющаяся бедность и рост населения Земли.² Любая вспышка эмерджентной болезни при благоприятствующем ей сочетании факторов имеет все шансы стать трансграничной и перерасти в пандемию с охватом значительной доли восприимчивых популяций нашей планеты – человека и животных.

Трансграничные инфекционные болезни возникали в различные исторические периоды. Однако лишь в конце XX века эта проблема перестала быть исключительно медицинской или биологической, став также вызовом для экономики и социальной безопасности. Эта тенденция связана, с одной стороны, с распространением инфекций с низким летальным потенциалом, а с другой – с прогрессом в области биологических исследований, результаты которых могут быть использованы как биологическое оружие и средства биотерроризма.³

Важным фактором в контексте угрозы распространения трансграничных инфекций животных с пандемическим потенциалом стало развитие во многих странах отраслей животноводства, имеющих важное социально-экономическое значение. Это обусловило рост внимания к вопросам обеспечения биологической безопасности при таких инфекционных болезнях животных, как африканская чума свиней, заразный узелковый дерматит крупного рогатого скота, чума мелких жвачных, грипп птиц.⁴ Эти болезни не несут биологической угрозы человеку, но угрожают социальной и экономической стабильности. Эти тенденции и изменения актуализируют целый ряд вопросов, касающихся факторов и механизмов возникновения трансграничных инфекций, степени их биологической угрозы и стратегий их предупреждения.

II. Пандемии трансграничных инфекций в историческом контексте

Ввиду того, что инфекционные болезни сопровождали освоение новых территорий, исторические пандемии трансграничных болезней затрагивали различные регионы мира. Даже в современную эпоху вспышки новых и давно известных болезней происходят с завидным постоянством. При этом не каждая вспышка инфекционного заболевания достигает уровня пандемии.

Таблица 1. История трансграничных инфекционных болезней человека и животных⁵

Дата	Название	Летальные исходы, (чел./животных)	Комментарии
430–426 гг. до н. э.	«Афинская чума»	~100,000	впервые выявленная трансрегиональная пандемия
541–543 г. н. э.	Юстинианова чума (<i>Yersinia pestis</i>)	30–50 млн	пандемия, которая привела к гибели половины населения мира (!)
1340-е гг.	«Черная смерть» (<i>Yersinia pestis</i>)	~50 млн	пандемия, которая привела к гибели четверти мирового населения
1494 г.	Сифилис (<i>Treponema pallidum</i>)	> 50 000	пандемия пришла в Европу из Америки
с 1500-х гг.	Туберкулез	миллионы	древняя болезнь; стала пандемией в средние века
1520 г.	Оспа Hueyatzahuatl (<i>Variola major</i>)	3,5 млн	европейцы принесли пандемию в Новый Свет
1709–1799 гг.	Эпизоотии крупного рогатого скота (КРС) (чума КРС, ящур, сибирская язва)	> 200 млн голов крупного рогатого скота	получила распространение в Европе и России
1793–1798 гг.	«Американская чума»	~25000	«желтая лихорадка» в колониальной Америке
1832 г.	Вторая пандемия холеры (Париж)	18402	распространилась из Индии в Европу / Западное полушарие
1875 г.	Корь (Фиджи)	> 40 000	завезена членами королевской семьи Великобритании
1889 г.	«Русский» грипп	~ 1 млн	охватил Россию, Европу и Америку
1918–1919 гг.	«Испанский» грипп	~50 млн	привел к дополнительным пандемиям в 1957, 1968 и 2009 гг.
1976–2020 гг.	Эбола	15258	впервые выявлена в 1976 г.; 29 региональных эпидемий до 2020 г.
1981 г.	Острый геморрагический конъюнктивит	редкие смерти	впервые выявлен в 1969 г.; пандемия 1981 г.
с 1981 г.	ВИЧ / СПИД	~37 млн	впервые признан в 1981 г.; продолжающаяся пандемия
2009 г.	H1N1 / «свиной грипп»	284000	5 пандемий гриппа в XX в.
2014 г.	Чикунгунья	нет точных данных	возбудитель переносится комарами
2015 г.	Зика	~1000	возбудитель переносится комарами

Новые (и вновь возникающие) инфекционные болезни угрожают людям со времен неолитической революции, произошедшей около 12 тысяч лет назад. Именно после массового перехода к сельскохозяйственным общинам масштабы распространения такого рода болезней резко возросли. Начавшая развиваться торговля способствовала более интенсивным контактам людей с животными, что повысило эпидемические и эпизоотические риски.⁶ Уже на этом этапе возникли исторические зоонозы, включая такие болезни с высоким потенциалом, как оспа, малярия, корь и бубонная чума. Юстинианова чума (541 г. н. э.) и «Черная смерть» (1348 г.) привели к гибели миллионов людей в Азии, на Ближнем Востоке и в Европе.

Чем больше набирал силу научно-технический прогресс, сопровождавшийся развитием крупных городов, тем активнее развивались торговые маршруты и тем теснее становились контакты между различными популяциями людей и животных в условиях разнообразных экосистем. Это неминуемо приводило к возникновению трансграничных инфекций с выраженным пандемическим потенциалом (Табл. 1).

Пандемия гриппа 1918 г. унесла жизни 50 млн человек, что, по-видимому, стало самым смертоносным из тщательно задокументированных событий в истории человечества.⁷ Пандемия ВИЧ / СПИД, существование которой было признано в 1981 г., унесла жизни не менее 37 млн человек. В последнее десятилетие мы стали свидетелями беспрецедентных пандемических взрывов: вспышек «свиного» гриппа H1N1 (2009 г.), Чикунгуньи (2014 г.) и Зики (2015 г.), а также крупных вспышек лихорадки Эбола на большей части территории Африки (с 2014 г. по настоящее время).

Таким образом, способность инфекционных болезней преодолевать большие расстояния не является редким явлением и имеет многовековую историю. Сегодня, когда глобальные транспортные сети обеспечивают быстроту перемещений людей, животных и товаров по всему миру, сложились особенно благоприятные условия для возникновения новых болезней с трансграничным и пандемическим потенциалом. Секрет будущей большой пандемии состоит не в том, возникнет ли она, а в том, *когда и где она возникнет*.

III. Факторы и механизмы распространения трансграничных инфекций

Учитывая неминуемость возникновения новых инфекционных болезней и их трансграничного распространения, для определения стратегии контроля над такими болезнями необходимо понимание факторов и механизмов их распространения.

Ключевыми факторами возникновения и преодоления возбудителем болезни популяционных и видовых границ являются его молекулярно-генетическая структура, источник болезни, восприимчивая популяция, а во многих случаях и наличие вектора. Все это, однако, еще не гарантирует преодоления инфекцией государственных границ. Поэтому при рассмотрении развития инфекционной болезни сквозь призму потенциальной пандемии необходимо не только понимание основных эпидемиологических аспектов данной болезни, но и анализ крайне разнообразной и изменчивой матрицы политических, экономических и культурных факторов, влияющих на распространение болезней в трансграничных масштабах.

За последние два десятилетия, с точки зрения таксономии,⁸ трансграничные болезни в 10–49% случаев были вызваны бактериями или риккетсиями,⁹ что свидетельствует о большом количестве устойчивых к лекарствам микробов. Вирусные или прионные¹⁰ патогены выявлялись в 25–44% случаев новых вспышек

инфекционных болезней. Крупные вспышки эмерджентных (внезапных, чрезвычайных) болезней в 11–25% случаев были вызваны простейшими, в 7–9% случаев – грибами и в 3–6% случаев – гельминтами.¹¹ Однако большинство известных пандемий и крупных эпидемий последнего времени было вызвано вирусами.

Показательно, что в большинстве случаев эмерджентных и трансграничных болезней преобладают зоонозы (60,3%), большинство из которых (71,8%, включая вирус тяжелого острого респираторного синдрома, вирус Эбола и вирус Нипах) происходит от диких животных. К настоящему времени число таких болезней имеет тенденцию к значительному увеличению, а проведенные исследования показывают, что в целом зоонозные патогены в два раза чаще вызывают эмерджентные болезни.¹² Многие млекопитающие являются потенциальными источниками зоонозных инфекций, но при этом они различаются по числу видов патогенов, циркулирующих в их популяциях. Если подойти к вопросу приоритетной значимости различных видов животных как источника инфекции для человека, то копытные животные являются наиболее важными, являясь носителями более 250 видов патогенов человека.¹³ Вместе с тем совокупный анализ вспышек эмерджентных инфекций показывает, что главную роль в возникновении инфекций с высоким трансграничным потенциалом в классе млекопитающих играют представители отрядов грызунов и рукокрылых.¹⁴

Антропогенное воздействие способствует широкому распространению патогенов за пределы эволюционно сложившегося ареала. Это происходит по причине изменения поведения животных, вызванного, как правило, негативным изменением среды их обитания.¹⁵ В результате происходит инфицирование человека. При этом, чем больше людей контактирует с патогеном, тем более вероятно, что последний к ним адаптируется, что приведет к передаче инфекции от человека к человеку.¹⁶

Большую роль в формировании спектра трансграничных болезней играют инфекции, распространяемые насекомыми-переносчиками. Доля таких заболеваний составляет 28,8%, что обусловлено глобальными климатическими и метеорологическими изменениями.¹⁷

В последние годы особое внимание международных организаций в сфере здравоохранения и ветеринарии привлекли инфекции, вызываемые альфавирусами и флавивирусами: венесуэльский энцефалит лошадей, Чикунгунья, Денге, лихорадка Западного Нила и другие (Табл. 2). Альфавирусы и флавивирусы объединяет важная эпидемиологическая особенность: они переносятся членистоногими (как правило, комарами) и поэтому именуется арбовирусами. В дикой природе арбовирусы бессимптомно циркулируют в популяциях основных хозяев, которыми, как правило, являются птицы, а среди млекопитающих – грызуны или приматы. В организме основного хозяина вирус реплицируется, а вектор, например комар, передает его другим видам животных. Самки комаров поглощают вирус из крови зараженного животного. При укусе другого животного комар со слюной переносит вирус в организм тех или иных хозяев. Последние, например люди, лошади или свиньи, обычно являются тупиковым звеном в эпидемической цепи: они не передают вирус другим представителям своего вида и не могут служить природным резервуаром для повторного заражения комаров. Однако у них развивается клинически выраженная болезнь, в большинстве случаев приводящая к гибели.¹⁸ Учитывая широкое распространение комаров (и других векторов-переносчиков) и изменения климата, сопровождающиеся расширением ареала обитания членистоногих, следует

ожидать расширения географии и увеличения доли тех вспышек трансграничных инфекций, в эпидемической цепи которых присутствуют насекомые.

Вопрос географического распределения пандемий решается очень просто: пандемии, как следует из их названия, охватывают большую часть стран мира. География трансграничных (особенно эмерджентных) инфекционных болезней определяется биологическими и социально-экономическими факторами. В связи с тем, что широтный пространственный градиент разнообразия видов патогенных микроорганизмов человека и животных увеличивается по мере приближения к экватору,¹⁹ можно предположить, что те параметры окружающей среды, которые способствуют передаче патогенов в экваториальных широтах (например, более высокие температуры и осадки), являются движущей силой возникновения и развития трансграничных болезней. Однако большинство источников крупных эпидемий сконцентрировано между 30 и 60 градусами северной широты и между 30 и 40 градусами южной широты с основными горячими точками на северо-востоке США, в Западной Европе, Японии и Юго-Восточной Азии. Следовательно, основными детерминантами пространственного распределения трансграничных инфекций являются все же национальные и региональные социально-экономические факторы (плотность населения, транспортные связи, использование антибиотиков, агрокультура и т. п.).²⁰

Плотность населения является общим фактором риска для трансграничных инфекций любого происхождения. Появление болезней в значительной степени является продуктом антропогенных и демографических изменений, своеобразной скрытой «ценой» *социально-экономического прогресса*.²¹ Наряду с высокой плотностью населения особенно важное значение имеет международная торговля, которая считается главной угрозой биоразнообразию в дикой природе.²²

Несмотря на то, что большинство инфекций с трансграничным потенциалом вызывается бактериями или риккетсиями, широкого распространения в мировых масштабах такие инфекции не получают. С одной стороны, это обусловлено существующей стратегией, в основе которой лежит вакцинация и/или применение антибактериальных препаратов,²³ а с другой – высоким эпидемическим потенциалом вирусов. Поэтому к инфекционным болезням с трансграничным и пандемическим потенциалом следует отнести болезни вирусного происхождения. Среди них особое внимание мировой научной общественности обращено на инфекции, которые вызываются вирусами, содержащими рибонуклеиновую кислоту,²⁴ или РНК-содержащими вирусами.²⁵

Все последние наиболее значимые вспышки таких эмерджентных болезней как иммунодефицит человека (ВИЧ), грипп H1N1 («свиной» грипп), высокопатогенный грипп птиц H5N1, H10N8, H5N6 и H7N9, болезни Нипах и Хендра, тяжелый острый респираторный синдром (SARS-CoV), ближневосточный респираторный синдром (MERS-CoV), геморрагическая лихорадка Эбола (EBOV), Чикунгунья, Зика и новая коронавирусная инфекция 2019 г. (COVID-19) вызваны РНК-содержащими вирусами.²⁶

Исследования последних десятилетий показали, что РНК-вирусы в качестве основных агентов происхождения эмерджентных болезней человека становятся причиной до 44% всех возникающих инфекционных заболеваний.²⁷ РНК-вирусы обеспечивают более высокую вероятность инфицирования новых восприимчивых видов, что связано с очень коротким временем их генерации и более высокими темпами их эволюции. Быстрые темпы эволюции РНК-вирусов обусловлены частыми циклами репликации, в результате чего возникают различные мутации.²⁸

Из-за положительного отбора новых мутаций ученые ежегодно обнаруживают два–три новых вида РНК-содержащих вирусов.²⁹

Таблица 2. Основные переносимые членистоногими инфекционные болезни, имеющие трансграничный и пандемический потенциал

Вирус/болезнь	Основные симптомы	Природный резервуар	Основной вектор-переносчик	Факультативный хозяин	Эпидемический вектор
Alphavirus					
Восточный энцефалит лошадей	Лихорадка, энцефалит	Воробьино-образные птицы	<i>Culiseta melanura</i> , <i>Culex spp.</i>	Отсутствует	<i>Aedes</i> , <i>Ochlerotatus</i> , <i>Coquilletidia spp.</i>
Венесуэльский энцефалит лошадей	Лихорадка, энцефалит	Грызуны, летучие мыши	<i>Culex spp.</i>	Лошади	<i>Ochlerotatus</i> , <i>Psorophora spp.</i>
Западный энцефалит лошадей	Лихорадка, энцефалит	Птицы	<i>Culex tarsalis</i> , <i>Culex quinquefasciatus</i>	Нет данных	Нет
Чикунгунья	Боль в суставах, сыпь	Приматы	<i>Aedes spp.</i>	Человек	<i>Aedes aegypti</i>
О'Ньонг-Ньонг	Боль в суставах, сыпь	Нет данных	Нет данных	Человек	<i>Anopheles funestus</i> , <i>Anopheles gambiae</i>
Росс-Ривер	Боль в суставах, сыпь	Сумчатые	<i>Culex annulirostris</i> , <i>Oculerotatis vigilax</i>	Вероятно, человек	Нет
Flavivirus					
Денге 1,2,4 (дикие генотипы)	Лихорадка и кровоизлияния	Приматы	<i>Arboreal Aedes spp.</i>	Нет данных	Нет
Денге 1-4 (эндемические генотипы)	Лихорадка и кровоизлияния	Человек	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Aedes albopictus</i>	Нет данных	Нет
Японский энцефалит	Лихорадка, энцефалит	Птицы	<i>Culex tritaeniorhynchus</i> , <i>Culex spp.</i>	Свины	<i>Culex tritaeniorhynchus</i> <i>Culex spp.</i>
Энцефалит Сент-Луис	Энцефалит	Птицы	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Нет данных	Нет
Лихорадка Западного Нила	Лихорадка, энцефалит	Птицы	<i>Culex spp.</i>	Нет данных	Нет
Желтая лихорадка	Лихорадка, гепатит, кровоизлияния	Приматы	<i>Aedes</i> , <i>Sabethes</i> , <i>Haemagogus spp.</i>	Нет данных	<i>Aedes aegypti</i>

Источник: Weaver S.C., Barrett A.D.T. Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease // Nature Reviews Microbiology. V. 2. 2004. P. 789–801.

Во все времена люди и сами пытались использовать разрушительную силу инфекционных болезней, например, в военных конфликтах, что вылилось в создание биологического оружия. Еще в 1763 г. британская армия намеренно

раздавала обсемененные возбудителем оспы одеяла коренным американским индейцам. После Первой мировой войны некоторые страны, например Франция и СССР, разрабатывали стратегии на случай биологической войны.³⁰

Во время Второй мировой войны, параллельно биологическим экспериментам на людях, которые проводились в нацистской Германии, Соединенные Штаты запустили свою программу производства таких биологических агентов, как возбудители сибирской язвы, ботулизма и бубонной чумы. В Великобритании осуществлялись программы по производству спор сибирской язвы и разработке способов их распространения с помощью обычной бомбы.³¹ В Японии в 1931–1945 годах реализовывалась программа наступательной биологической войны. Японцы испытывали на людях биологические агенты, а также использовали их в военных операциях в Китае. В частности, Япония применяла в военных целях возбудителей бубонной чумы, сибирской язвы, брюшного тифа, холеры, дизентерии и других болезней.³²

В начале 1980-х годов силы обороны ЮАР начали программу создания биологического оружия, в первую очередь, занимаясь исследованиями сибирской язвы и холеры. Данная программа была свернута в 1993 г. после дипломатического вмешательства США и Великобритании, совпавшего по времени с падением режима апартеида.³³

Таким образом, использование биологического оружия – это не проблема лишь XXI века. Возбудители инфекционных болезней на протяжении веков преднамеренно использовались человеком в военно-политических целях.

В описанных выше примерах биологического оружия использовались возбудители естественного происхождения. К настоящему времени озвучена проблема так называемых исследований двойного назначения, когда в условиях лаборатории создаются новые микроорганизмы. Подобного рода разработки могут вестись под прикрытием безобидных тем. Как отмечают зарубежные эксперты в этой области, «чрезвычайно трудно провести различие между законными биологическими исследованиями и производством передовых биологических агентов».³⁴ Между двумя производственными процессами мало различий, что делает возможным переключение на производство биологического оружия вместо вакцины. В качестве примеров таких изысканий можно привести разработку в Австралии высоковирулентного вируса оспы мышей, вызвавшего гибель 100% даже вакцинированных животных, и американские исследования по повышению трансмиссивности вируса гриппа птиц H5N1 от человека к человеку.³⁵

Кроме вышеописанных факторов и механизмов распространения трансграничных инфекций существуют и другие факторы, которые способствуют распространению болезней преимущественно животных. Обычными способами заноса новых инфекционных болезней животных на новые территории являются проникновение на данные территории больных животных и ввоз зараженных продуктов животного происхождения. Помимо этого, занос инфекционной болезни может быть осуществлен посредством инфицированных биопрепаратов (вакцин, сывороток) и семенного материала (спермы племенных животных).

Возникновение новых инфекционных болезней и обретение ими трансграничного и пандемического потенциала происходит при неблагоприятном сочетании биологических факторов (высокие темпы эволюции, наличие природных резервуаров, использование векторов-переносчиков, устойчивость к антибиотикам) и социально-экономических условий (высокая плотность населения, транспортные связи и культурные аспекты). Они же определяют последствия трансграничных инфекций и пандемий.

IV. Последствия трансграничных инфекций

Как показывают данные археологических эпидемиологических исследований, трансграничные инфекции уносили миллионы жизней людей и животных. Действительно, при неблагоприятном сочетании факторов инфекционная болезнь может стать глобальной пандемией, приводящей к гибели людей и/или животных. Однако утверждения о том, что пандемия какой-либо трансграничной инфекции обязательно сопровождается высокой летальностью в восприимчивой популяции, не всегда соответствуют реальности.

Пандемия гриппа 1918–1919 годов охватила самую большую часть населения планеты со времен чумы XIV века. При этом летальность данной болезни оказалась на уровне всего 2,5% от общего числа инфицированных. Летальность ближневосточного респираторного синдрома в 2012 г. составила 34,4%, тяжёлого острого респираторного синдрома в 2002 г. – 9,6%, «свиного» гриппа H1N1 (на фоне его высокой инфекционности) – 32%, а новой коронавирусной инфекции COVID-19 – пока всего 2,3%.³⁶ Более того, болезнь может возникнуть с изначально очень высокой летальностью: например, летальность появившегося в 2005 г. гриппа H5N1, известного как «птичий», составила 60%. При этом возбудитель такой инфекции может не обладать большой устойчивостью и не сохраняться в окружающей среде достаточное время для того, чтобы произошло инфицирование следующего индивидуума. В результате инфекция распространяется медленно и охватывает лишь небольшую часть восприимчивой популяции, что объясняет низкие абсолютные значения количества смертей. Вытекающий отсюда принцип снижения негативных последствий лежит в основе мер, принимаемых во всем мире против новой коронавирусной инфекции COVID-19 (ношение масок, личная гигиена с применением дезинфектантов, социальная/санитарная дистанция, удаленная работа и т. п.).

Трансграничные болезни животных также имеют серьезный потенциал для быстрого распространения, которое определяется теми же причинами, что и для людей, или факторами, специфичными только для болезней животных. Такого рода болезни могут иметь серьезные социально-экономические последствия, вклад которых в дестабилизацию социально-экономической и политической ситуации способен оказаться гораздо выше в сравнении с такими биологическими последствиями, как гибель восприимчивой популяции.³⁷

Потенциальные последствия распространения трансграничных инфекционных болезней животных включают:

- угрозы продовольственной безопасности из-за серьезной потери животного белка и/или тягловой силы животных для земледелия;
- рост уровня бедности, особенно в тех странах и регионах, которые в значительной степени зависят от животноводства для пропитания;
- большие потери при производстве таких продуктов, как мясо, молоко и другие молочные продукты, шерсть и кожевенное сырье, что снижает доходы сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств;
- ограничение возможностей для повышения производственного потенциала и конкурентоспособности местного животноводства по причине затруднения использования высокопродуктивных пород, которые, как правило, очень восприимчивы к трансграничным заболеваниям;
- увеличение себестоимости продукции животноводства ввиду необходимости применения дорогостоящих мер по борьбе с болезнями;

- возникновение препятствий для торговли животными и продуктами животноводства как внутри страны, так и на международном рынке, что приводит к потерям в национальном экспортном доходе для крупных стран-производителей продукции животноводства;
- угрозы здоровью населения в том случае, если трансграничные болезни животных могут передаваться человеку (зоонозы);
- экологические последствия, выражающиеся в гибели популяций диких животных.³⁸

В целом, такие трансграничные болезни сельскохозяйственных животных, как африканская чума свиней, грипп птиц, ящур, чума мелких жвачных и другие, ведут к негативным социально-экономическим последствиям из-за сокращения сельскохозяйственного и животноводческого производства и отрицательно сказываются на безопасности пищевых продуктов, уровне жизни сельского населения, здоровье человека, внутренней и международной торговле.

V. Общие принципы стратегии управления трансграничными инфекционными болезнями

Для предотвращения трансграничных болезней животных и борьбы с ними на региональном и международном уровнях необходимо применять различные стратегии управления. Они включают в себя следующие.

- Предотвращение случаев трансграничных болезней и завоза (заноса) переносчиков болезней. В частности, очень важно минимизировать передвижение животных через границы: в качестве систем раннего предупреждения, а также для наблюдения и контроля над инфекционными заболеваниями могут использоваться географические информационные системы (ГИС) и дистанционное зондирование.

- Сокращение числа антропогенных катастроф, имеющих неблагоприятные последствия для климата. Глобальное потепление и изменения климата в результате естественных или антропогенных воздействий, вероятно, предрасполагают к новым инфекциям. Поэтому для того, чтобы минимизировать неблагоприятные климатические изменения, необходимы коллективные усилия.

- Воспрепятствование передаче инфекций от человека к домашним и диким животным. Требуется налаживание надзора за общими для домашнего скота и диких животных болезнями. Прерывание цикла передачи болезней между восприимчивыми популяциями домашних и диких животных позволит контролировать распространение инфекций.

- Создание регионального механизма биологической безопасности с программой раннего предупреждения болезней путем наблюдения, мониторинга и диагностики.

- Разработка стратегий разведения животных для создания устойчивых к болезням генофондов. Повышение генетической устойчивости животных к болезням путем селективного разведения устойчивых животных является разумной стратегией улучшения естественного иммунитета животных к инфекционным болезням.

- Повышение эффективности государственной политики в части расширения научных исследований в областях животноводства и развития сельскохозяйственных технологий и их большей ориентированности на предотвращение соответствующих рисков и противодействия им. Для этого необходимо создание устойчиво финансируемых целевых исследовательских программ.

– Обеспечение постоянной готовности и способности официальных учреждений эффективно реагировать на любую эмерджентную инфекционную болезнь.

– Активизация международного сотрудничества в области предотвращения распространения трансграничных инфекционных болезней. Необходимы совместные усилия в этой сфере, реализуемые на международном уровне.

Первой линией защиты любой страны от трансграничной болезни является система карантинных и общих санитарных мероприятий. Для обеспечения второй линии защиты страна должна иметь готовый оперативный план мероприятий на случай таких непредвиденных обстоятельств, как трансграничное распространение инфекционной болезни, несущей в себе высокий уровень биологической угрозы.

Эпизоотическая ситуация – распространение болезней животных – во многом определяет ситуацию эпидемиологическую, т. е. распространение болезней в популяции человека. В связи с этим в 1998 г. Всемирная ассамблея здравоохранения приняла стратегию «Здоровье для всех в двадцать первом столетии».³⁹ Данный документ определил роль ветеринарного обслуживания в тех аспектах, которые имеют непосредственное отношение к практике здравоохранения:

(1) в исследовании болезней животных и борьбе с такого рода болезнями, которые угрожают либо поставкам продуктов питания, либо транспортировке животных и рабочей силы;

(2) в контроле за передачей зоонозных заболеваний при непосредственном контакте или алиментарно, т. е. через прием пищевых продуктов;

(3) в разработке и внедрении новых методов содействия здравоохранению, которые являются экологически обоснованными, социально осуществимыми и экономически реалистичными.

Таким образом, стратегические принципы управления трансграничными инфекционными болезнями животных определяют ситуацию в сфере здравоохранения в общенациональном масштабе.

На уровне общественного здравоохранения стратегия управления трансграничными инфекциями складывается из нескольких составляющих. Это, во-первых, блокировка передачи возбудителя болезни как от сторонних источников человеку, так и между людьми. Этот подход реализуется, например, в борьбе с распространением COVID-19, когда гражданам рекомендовано соблюдать дистанцию, носить защитные маски и соблюдать меры личной гигиены. Во-вторых, это изоляция как тех лиц, которые находились в очаге инфекции или на неблагополучной в инфекционном плане территории, так и тех, кто находится на относительно благополучной территории. В первом случае, например, при новой коронавирусной инфекции, граждан обязали по прибытии из неблагополучных стран соблюдать 14-дневный карантин. Во втором случае был реализован комплекс мер, направленных на снижение числа личных контактов, например, организация удаленной работы. Третьей составляющей является защита медицинского персонала, а четвертой – комплекс лечебных и профилактических мероприятий.

Для повышения глобальной готовности к возможным в будущем вспышкам трансграничных инфекций и пандемии и эффективности реагирования на них должны быть обеспечены быстрое развертывание, проведение и масштабирование клинических и эпидемиологических исследований. Необходимо укреплять международное сотрудничество в этой сфере, механизмы его финансирования, глобальный и национальный исследовательский потенциал и

возможности, нацеленные на регионы, наиболее подверженные возникновению болезней. Решения должны быть гибкими, чтобы обеспечить своевременную адаптацию к контексту и к исследованиям, проводимым правительствами пострадавших стран и территорий. Реализация политических решений в области ветеринарии и здоровья человека должна осуществляться с применением современных научных подходов и технологий.

VI. Заключение

Глобальное распространение инфекционных болезней имело место во все времена. Современная ситуация имеет важное отличие от древности: трансграничные инфекции становятся неотъемлемой частью нашей жизни и возникают все чаще. Пожалуй, ни одно поколение населения Земли не избежит участи пережить вспышку очередной трансграничной болезни или пандемии. В общей массе инфекционных болезней человека и животных новые нозологические формы⁴⁰ инфекций преобладают над давно изученными. В некоторых случаях новые инфекции с выраженным трансграничным потенциалом могут перерасти в пандемии такого масштаба, как COVID-19; в других случаях они возникнут как небольшие эпидемии. И те, и другие не должны оставаться без должного внимания. Ранее выявленные заболевания также могут возникать повторно, например, в результате географического расширения или эпидемиологической изменчивости, по причине которой они преодолеют очередной видовой барьер и станут источником новой эпидемии.

Возникновение инфекционных болезней отражает динамические равновесия и дисбалансы в сложных экосистемах нашей планеты, включающих людей, животных, патогены и окружающую среду. Главную роль в трансграничном распространении инфекционных болезней играет деятельность человека, нарушающая экологический и климатический баланс. Дисбаланс ведет к появлению новых патогенов, к географическому расширению ареала уже известных болезней и их природных хозяев, к расширению спектра хозяев, среди которых вид *Homo sapiens* фигурирует все чаще. Понимание этих аспектов – необходимый шаг в борьбе с существующими и будущими вспышками трансграничных болезней.

Регулирование разработки и использования биологического оружия началось еще после Первой мировой войны, в 1925 г. Государства разработали специальный международный запрет на использование химического и биологического оружия. Позднее они ужесточили этот запрет, подписав Конвенцию о биологическом оружии в 1972 г. Тем не менее, биологическая угроза от использования патогенных микроорганизмов против вооруженных сил и/или гражданских лиц сохраняется до сих пор. Это означает, что сами патогены, а также связанные с ними военные угрозы могут быть серьезной проблемой безопасности.

Путь к обеспечению биологической безопасности лежит преимущественно через сотрудничество государственных и негосударственных субъектов с целью ослабления биологической угрозы. Политики и другие заинтересованные стороны должны осознавать, что наиболее опасные новые патогены не известны науке и не могут быть легко обнаружены с помощью карантина или пограничного контроля. Следовательно, в современных условиях необходима переоценка торговых правил с учетом существующей неполноты знаний о бесчисленных патогенных вирусах, бактериях и грибах, способных оказывать неблагоприятное воздействие на дикую природу, домашних животных и людей. Одновременно с этим необходимо

расширять фронт поисковых исследований с целью своевременного выявления новых патогенов и принятия эффективных решений в области здравоохранения и биобезопасности.

Каждый человек должен помнить, что глобализация социальных аспектов нашей жизни, повышение плотности населения и сети социальных контактов ведет к возрастанию потенциальной угрозы распространения пандемических инфекций, повышению вирулентности возбудителей болезней, и, как закономерное эволюционное следствие, к успеху микроорганизмов в борьбе за существование.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Зоонозы – группа инфекционных и паразитарных заболеваний, вызванных патогеном – инфекционным агентом (бактерией, вирусом, паразитом и т. п.), который перешел от определенного вида животного к человеку.

² Walters M. *Seven Modern Plagues And How We Are Causing Them.* – Washington D.C.: Island Press, 2013.

³ Faust C., McCallum H., Bloomfield L., Gottdenker N., Gillespie T. et al. Pathogen spillover during land conversion // *Ecology Letters*. V. 21. № 4. 2018. P. 472–473; Schmeller D., Courchamp F., Killeen G. Biodiversity loss, emerging pathogens and human health risks // *Biodiversity and Conservation*. V. 29. 2020. P. 3097–3099.

⁴ Clark N., Lynch J. Influenza: epidemiology, clinical features, therapy, and prevention // *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. V. 32. № 4. 2011. P. 374–384.

⁵ Morens D. and Fauci A. Emerging pandemic diseases: how we got to COVID-19 // *Cell*. V. 182. № 5. 2020. P. 1077–1092; Morens D., Folkers G., Fauci A. Op. cit.; Valleron A., Cori A., Valtat S., Meurisse S., Carrat F., Boëlle P. Transmissibility and geographic spread of the 1889 influenza pandemic // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. V. 107. № 19. 2010. P. 8778–8781.

⁶ Dobson A., Carper E. Infectious diseases and human population history: throughout history the establishment of disease has been a side effect of the growth of civilization // *BioScience*. V. 46. № 2. 1996. P. 115–126; Morens D., Daszak P., Taubenberger J. Escaping Pandora's box: another novel coronavirus // *New England Journal of Medicine*. V. 382. 2020. P. 1293–1295; Morens D., Folkers G., Fauci A. Emerging infections: a perpetual challenge // *Lancet Infectious Diseases*. V. 8. № 11. 2008. P. 710–719.

⁷ Morens D., Taubenberger J. The 1918 influenza pandemic: a still-mysterious litmus test for pandemic prevention and control // *Preparing for Pandemics in the Modern World*. Ed. C.Blackburn. – College Station: Texas A & M University Press, 2020; Valleron A., Cori A., Valtat S., Meurisse S., Carrat F., Boëlle P. Op. cit.

⁸ Таксономия – теория классификации и систематизации сложноорганизованных областей действительности, обычно имеющих иерархическое строение (например, органического мира, географических или геологических объектов и т. п.).

⁹ Риккетсии – вид бактерий – внутриклеточных паразитов.

¹⁰ Прионы – белковые соединения с определенной конфигурацией, способные трансформироваться в патогенные и вызывать нейродегенеративные процессы в организме.

¹¹ Jones K., Patel N., Levy M., Storeygard A., Balk D., Gittleman J., Daszak P. Global trends in emerging infectious diseases // *Nature*. V. 451. № 7181. 2008. P. 990–993; Woolhouse M., Gowtage-Sequeria S. Host range and emerging and reemerging pathogens // *Emerging Infectious Diseases*. V. 11. № 12. 2005. P. 1842–1847. Гельминты – общее название паразитических червей, обитающих в организме человека, других животных и растений.

-
- ¹² Jones K., Patel N., Levy M. et al. Op. cit.; Taylor L., Latham S., Woolhouse M. Risk factors for human disease emergence // *Philosophical Transactions of the Royal Society*. V. 356. № 1411. 2001. P. 983–989.
- ¹³ Woolhouse M., Gowtage-Sequeria S. Op. cit.
- ¹⁴ Johnson C., Hitchens P., Pandit P., Rushmore J., Evans T., Young C., and Doyle M. Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk // *Proceedings of the Royal Society*. V. 287. № 1924. 2020. P. 1–9.
- ¹⁵ White R., Razgour O. Emerging zoonotic diseases originating in mammals: a systematic review of effects of anthropogenic land-use change // *Mammal Review*. V. 50. № 4. 2020. P. 337–344.
- ¹⁶ De Vries R., Peng W., Grant O., Thompson A., Zhu X. et al. Three mutations switch H7N9 influenza to human-type receptor specificity // *PLoS Pathogens*. V. 13. No 6. 2017; Peng J., Yang H., Jiang H., Lin Y., Lu C. et al. The origin of novel avian influenza A (H7N9) and mutation dynamics for its human-to-human transmissible capacity // *PLoS ONE*. V. 9. № 3. 2014.
- ¹⁷ Jones K., Patel N., Levy M.A. et al. Op. cit.; Patz J., Campbell-Lendrum D., Holloway T., Foley J. Impact of regional climate change on human health // *Nature*. V. 438. № 7066. 2005. P. 311–314.
- ¹⁸ Gubler D. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems // *Archives of Medical Research*. V. 33. № 4. 2002. P. 330–342; Weaver S., Barrett A. Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease // *Nature Reviews Microbiology*. V. 2. 2004. P. 789–801.
- ¹⁹ Grenyer R., Orme C., Jackson S., Thomas G., Davies R., Davies T., Owens I. Global distribution and conservation of rare and threatened vertebrates // *Nature*. V. 444. № 7115. 2006. P. 93–96; Guernier V., Hochberg M., Guégan J. Ecology drives the worldwide distribution of human diseases // *PLoS Biology*. V. 2. № 6. 2004. P. 0701–0711.
- ²⁰ Jones K., Patel N., Levy M.A. et al. Op. cit.
- ²¹ Daszak P., Cunningham A., Hyatt A. Emerging infectious diseases of wildlife: threats to biodiversity and human health // *Science*. V. 287. № 5452. 2000. P. 443–449; Lederberg J., Shope R., Oakes S. *Emerging Infections: Microbial Threats to Health in the United States*. – Washington D.C.: National Academies Press, 1992; Smolinski M., Hamburg M.; Lederberg J. *Microbial Threats to Health: Emergence, Detection and Response*. – Washington D.C.: National Academies Press, 2003; Weiss R., McMichael A. Social and environmental risk factors in the emergence of infectious diseases // *Nature Med*. V. 10. 2004. P. 70–76.
- ²² Sherman D. The spread of pathogens through trade in small ruminants and their products // *Revue Scientifique et Technique*. V. 30. № 1. 2011. P. 207–217; Travis D., Watson R., Tauer A. The spread of pathogens through trade in wildlife // *Revue Scientifique et Technique*. V. 30. № 1. 2011. P. 219–239.
- ²³ Riehm J., Löscher T. Human plague and pneumonic plague: pathogenicity, epidemiology, clinical presentations and therapy // *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. V. 58. № 7. 2015. P. 721–729.
- ²⁴ Рибонуклеиновая кислота — одна из трех основных макромолекул (две другие — ДНК и белки), которые содержатся в клетках всех живых организмов и играют важную роль в кодировании, прочтении, регуляции и выражении генов.
- ²⁵ Carrasco-Hernandez R., Jácome R., Vidal Y.L., Ponce de León S. Are RNA viruses candidate agents for the next global pandemic? A review // *ILAR Journal*. V. 58. № 3. 2017. P. 343–358; Weaver S., Barrett A. Op. cit.
- ²⁶ Feldmann H. Ebola — a growing threat? // *New England Journal of Medicine*. V. 371. № 15. 2014. P. 1375–1378; Jones K., Patel N., Levy M.A. et al. Op. Cit; Joseph U., Su Y., Vijaykrishna D., Smith G. The ecology and adaptive evolution of influenza A interspecies transmission // *Influenza and Other Respiratory Viruses*. V. 11.

№ 1. 2017. P. 74–84; Kannan S., Shaik Syed Ali P., Sheeza A., Hemalatha K. COVID-19 (Novel Coronavirus 2019): recent trends // *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. V. 24. № 4. 2020. P. 2006–2011; Tsetsarkin K., Chen R., Weaver S. Interspecies transmission and chikungunya virus emergence // *Current Opinion in Virology*. V. 16. 2016. P. 143–150.

²⁷ Binder S., Levitt A., Sacks J., Hughes J. Emerging infectious diseases: public health issues for the 21st century // *Science*. V. 284. № 5418. 1999. P. 1311–1313; Jones K., Patel N., Levy M.A. et al. Op. cit; Morens D., Folkers G., Fauci A. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases // *Nature*. V. 430. № 6996. 2004. P. 242–249; Woolhouse M., Gowtage-Sequeria S. Op. cit.

²⁸ Holmes E.C. The evolutionary genetics of emerging viruses // *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. V. 40. 2004. P. 353–372.

²⁹ Rosenberg R. Detecting the emergence of novel, zoonotic viruses pathogenic to humans // *Cellular and Molecular Life Sciences*. V. 72. № 6. 2015. P. 1115–1125.

³⁰ Rosebury T., Kabat E. Bacterial warfare, a critical analysis of the available agents, their possible military applications, and the means for protection against them // *Journal of Immunology*. V. 56. № 1. 1947. P. 7–96.

³¹ Faludi G. Challenges of BW control and defense during arms reduction // *Conversion of Former BTW Facilities*. Eds. E.Geissler, L.Gazso, and E.Buder. – Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic, 1998. P. 67–72.

³² Dando M. Bioterror and Biowarfare. – Oxford: Oneworld Publications, 2006.

³³ Leitenberg M. Biological Weapons in the 20th Century: A Review and Analysis. Working Paper. – Maryland: Center for International and Security Studies at Maryland, 2001.

³⁴ Thompson C. The Bioterrorism Threat by Non-State Actors: Hype or Horror? – Monterey, CA: Naval Postgraduate School, 2006.

³⁵ Parker R. Pandemics and dual-use research // *Global Insecurity: Futures of Global Chaos and Governance*. Eds. A.Burke and R.Parker. – L.: Palgrave Macmillan, 2017. P. 235–252.

³⁶ Otte M., Nugent R., McLeod A. Transboundary animal diseases: assessment of socio-economic impacts and institutional responses // *Livestock Policy Discussion Paper*. № 9. 2004. P. 9–14; She J., Jiang J., Ye L., Hu L., Bai C., Song Y. 2019 novel coronavirus of pneumonia in Wuhan, China: emerging attack and management strategies // *Clinical and Translational Medicine*. V. 9. № 1. 2020. URL: <https://clintransmed.springeropen.com/articles/10.1186/s40169-020-00271-z>.

³⁷ The Global Framework for the Progressive Control of Trans-boundary Animal Diseases (GF-TADs). – Paris: Food and Agricultural Organization of the United Nations; Office International de Epizooties, 2004. URL: <http://www.fao.org/3/a-ak136e.pdf>.

³⁸ Brown A., Penrith M., Fasina F., Beltran-Alcrudo D. The African swine fever epidemic in West Africa, 1996–2002 // *Transboundary and Emerging Diseases*. V. 65. № 1. 2018. P. 64–66; Domenech J., Lubroth J., Eddi C., Martin V., Roger F. Regional and international approaches on prevention and control of animal transboundary and emerging diseases // *Annals of the New York Academy of Sciences*. V. 1081. 2006. P. 90–107; Islam M.A. Transboundary diseases of animals: concerns and management strategies // *Research in Agriculture Livestock and Fisheries*. V. 3. № 1. 2016. P. 121–126.

³⁹ Health for All Policy for the Twenty-First Century. World Health Assembly Resolution WHA 51.7. – Geneva: World Health Organization, 1998.

⁴⁰ Нозологическая форма – определенная болезнь, выделенная на основе установленных этиологии и патогенеза и (или) характерной клинко-морфологической картины; единица номенклатуры и классификации болезней.

БИБЛИОГРАФИЯ / BIBLIOGRAPHY

1. Binder S., Levitt A., Sacks J., Hughes J. Emerging infectious diseases: public health issues for the 21st century // *Science*. V. 284. № 5418. 1999. P. 1311–1313. DOI: 10.1126/science.284.5418.1311.
2. Brown A., Penrith M., Fasina F., and Beltran-Alcrudo D. The African swine fever epidemic in West Africa, 1996–2002 // *Transboundary and Emerging Diseases*. V. 65. № 1. 2018. P. 64–66. DOI: 10.1111/tbed.12673.
3. Carrasco-Hernandez R., Jácome R., Vidal Y.L., Ponce de León S. Are RNA viruses candidate agents for the next global pandemic? A review // *ILAR Journal*. V. 58. № 3. 2017. P. 343–358. DOI: 10.1093/ilar/ilx026.
4. Clark N., Lynch J. Influenza: epidemiology, clinical features, therapy, and prevention // *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. V. 32. № 4. 2011. P. 374–384. DOI: 10.1055/s-0031-1283278.
5. Dando M. *Bioterror and Biowarfare*. – Oxford: Oneworld Publications, 2006.
6. Daszak P., Cunningham A., Hyatt A. Emerging infectious diseases of wildlife – threats to biodiversity and human health // *Science*. V. 287. № 5452. 2000. P. 443–449. DOI: 10.1126/science.287.5452.443.
7. De Vries R., Peng W., Grant O., Thompson A., Zhu X. et al. Three mutations switch H7N9 influenza to human-type receptor specificity // *PLoS Pathogens*. V. 13. № 6. 2017. DOI: 10.1371/journal.ppat.1006390.
8. Dobson A., Carper E. Infectious diseases and human population history: throughout history the establishment of disease has been a side effect of the growth of civilization // *BioScience*. V. 46. № 2. 1996. P. 115–126.
9. Domenech J., Lubroth J., Eddi C., Martin V., and Roger F. Regional and international approaches on prevention and control of animal transboundary and emerging diseases // *Annals of the New York Academy of Sciences*. V. 1081. № 1. 2006. P. 90–107. DOI: 10.1196/annals.1373.010.
10. Faludi G. Challenges of BW control and defense during arms reduction // *Conversion of Former BTW Facilities*. Eds. E.Geissler, L.Gazso, and E.Buder. – Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic, 1998. P. 67–72.
11. Faust C., McCallum H., Bloomfield L., Gottdenker N., Gillespie T. et al. Pathogen spillover during land conversion // *Ecology Letters*. V. 21. № 4. 2018. P. 471–483. DOI: 10.1111/ele.12904.
12. Feldmann H. Ebola – a growing threat? // *New England Journal of Medicine*. V. 371. № 15. 2014. P. 1375–1378. DOI: 10.1056/NEJMp1405314.
13. Grenyer R., Orme C., Jackson S., Thomas G., Davies R, Davies T., Owens I. Global distribution and conservation of rare and threatened vertebrates // *Nature*. V. 444. № 7115. 2006. P. 93–96. DOI: 10.1038/nature05237.
14. Gubler D. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems // *Archives of Medical Research*. V. 33. № 4. 2002. P. 330–342. DOI: 10.1016/S0188-4409(02)00378-8.
15. Guernier V., Hochberg M., Guégan J. Ecology drives the worldwide distribution of human diseases // *PLoS Biology*. V. 2. № 6. 2004. P. 0701–0711. DOI: 10.1371/journal.pbio.0020141.
16. Health for All Policy for the Twenty-First Century. World Health Assembly Resolution WHA 51.7. – Geneva: World Health Organization, 1998.
17. Holmes E.C. The evolutionary genetics of emerging viruses // *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. V. 40. 2004. P. 353–372. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.110308.120248.
18. Islam M.A. Transboundary diseases of animals: concerns and management strategies // *Research in Agriculture Livestock and Fisheries*. V. 3. № 1. 2016. P. 121–126. DOI: 10.3329/ralf.v3i1.27866.
19. Jones K., Patel N., Levy M., Storeygard A., Balk D., Gittleman J., Daszak P. Global trends in emerging infectious diseases // *Nature*. V. 451. № 7181. 2008. P. 990–993. DOI: 10.1038/nature06536.
20. Johnson C., Hitchens P., Pandit P., Rushmore J., Evans T., Young C., Doyle M. Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk // *Proceedings of the Royal Society*. V. 287. № 1924. 2020. P. 1–9. DOI: 10.1098/rspb.2019.2736.

21. Joseph U., Su Y., Vijaykrishna D., Smith G. The ecology and adaptive evolution of influenza A interspecies transmission // *Influenza and other respiratory viruses*. V. 11. № 1. 2017. P. 74–84. DOI: 10.1111/irv.12412.
22. Kannan S., Shaik Syed Ali P., Sheeza A., Hemalatha K. COVID-19 (Novel Coronavirus 2019): recent trends // *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. V. 24. № 4. 2020. P. 2006–2011. DOI: 10.26355/eurrev_202002_20378.25.
23. Lederberg J., Shope R., Oakes S. *Emerging Infections: Microbial Threats to Health in the United States*. – Washington D.C.: National Academies Press, 1992.
24. Leitenberg M. *Biological Weapons in the 20th Century: A Review and Analysis*. Working paper. – Maryland: Center for International and Security Studies at Maryland, 2001.
25. Morens D., Daszak P., Taubenberger J. Escaping Pandora's box: another novel coronavirus // *New England Journal of Medicine*. V. 382. 2020. P. 1293–1295. DOI: 10.1056/NEJMp2002106.
26. Morens D., Fauci A. Emerging pandemic diseases: how we got to COVID-19 // *Cell*. V. 182. № 5. 2020. P. 1077–1092. DOI: 10.1016/j.cell.2020.08.021.
27. Morens D., Folkers G., Fauci A. Emerging infections: a perpetual challenge // *Lancet Infectious Diseases*. V. 8. № 11. 2008. P. 710–719. DOI: 10.1016/S1473-3099(08)70256-1.
28. Morens D., Folkers G., Fauci A. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases // *Nature*. V. 430. № 6996. 2004. P. 242–249. DOI: 10.1056/NEJMp2002106.
29. Morens D., Taubenberger J. The 1918 influenza pandemic: a still-mysterious litmus test for pandemic prevention and control // *Preparing for Pandemics in the Modern World*. Ed. C.Blackburn. – College Station: Texas A & M University Press, 2020.
30. Otte M., Nugent R., McLeod A. Transboundary animal diseases: assessment of socio-economic impacts and institutional responses // *Livestock Policy Discussion Paper*. № 9. 2004. P. 9–14.
31. Parker R. Pandemics and dual-use research // *Global Insecurity: Futures of Global Chaos and Governance*. Eds. A.Burke and R.Parker. – L.: Palgrave Macmillan, 2017. P. 235–252.
32. Patz J., Campbell-Lendrum D., Holloway T., Foley J. Impact of regional climate change on human health // *Nature*. V. 438. № 7066. 2005. P. 311–314. DOI: 10.1038/nature04188.
33. Peng J., Yang H., Jiang H., Lin Y., Lu C. et al. The origin of novel avian influenza A (H7N9) and mutation dynamics for its human-to-human transmissible capacity // *PLoS ONE*. V. 9. № 3. 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0093094.
34. Riehm J., Löscher T. Human plague and pneumonic plague: pathogenicity, epidemiology, clinical presentations and therapy // *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. V. 58. № 7. 2015. P. 721–729. DOI: 10.1007/s00103-015-2167-9.
35. Rosebury T., Kabat E. Bacterial warfare, a critical analysis of the available agents, their possible military applications, and the means for protection against them // *Journal of Immunology*. V. 56. № 1. 1947. P. 7–96.
36. Rosenberg R. Detecting the emergence of novel, zoonotic viruses pathogenic to humans // *Cellular and Molecular Life Sciences*. V. 72. № 6. 2015. P. 1115–1125. DOI: 10.1007/s00018-014-1785-y.
37. Schmeller D., Courchamp F., Killeen G. Biodiversity loss, emerging pathogens and human health risks // *Biodiversity and Conservation*. V. 29. 2020. P. 3095–3102. DOI: 10.1007/s10531-020-02021-6. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10531-020-02021-6.pdf>.
38. She J., Jiang J., Ye L., Hu L., Bai C., and Song Y. 2019 novel coronavirus of pneumonia in Wuhan, China: emerging attack and management strategies // *Clinical and Translational Medicine*. V. 9. № 1. 2020. DOI: 10.1186/s40169-020-00271-z. URL: <https://clintransmed.springeropen.com/articles/10.1186/s40169-020-00271-z>
39. Sherman D. The spread of pathogens through trade in small ruminants and their products // *Revue Scientifique et Technique*. V. 30. № 1. 2011. P. 207–217. DOI: 10.20506/rst.30.1.2036.
40. Smolinski M., Hamburg M., Lederberg J. *Microbial Threats to Health: Emergence, Detection and Response*. – Washington D.C.: National Academies Press, 2003.
41. Taylor L., Latham S., Woolhouse M. Risk factors for human disease emergence // *Philosophical Transactions of the Royal Society*. V. 356. № 1411. 2001. P. 983–989. DOI: 10.1098/rstb.2001.0888.
42. The Global Framework for the Progressive Control of Trans-boundary Animal Diseases (GF-TADs). – Paris: Food and Agricultural Organization of the United Nations; Office International de Epizooties, 2004. URL: <http://www.fao.org/3/a-ak136e.pdf>.
43. Thompson C. *The Bioterrorism Threat by Non-State Actors: Hype or Horror?* – Monterey, CA: Naval Postgraduate School, 2006.

-
44. Tsetsarkin K., Chen R., Weaver S. Interspecies transmission and chikungunya virus emergence // *Current Opinion in Virology*. V. 16. 2016. P. 143–150. DOI: 10.1016/j.coviro.2016.02.007.
 45. Travis D., Watson R., Tauer A. The spread of pathogens through trade in wildlife // *Revue Scientifique et Technique*. V. 30. № 1. 2011. P. 219–239. DOI: 10.20506/rst.30.1.2035.
 46. Valleron A., Cori A., Valtat S., Meurisse S., Carrat F., Boëlle P. Transmissibility and geographic spread of the 1889 influenza pandemic // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. V. 107. № 19. 2010. P. 8778–8781. DOI: 10.1073/pnas.1000886107.
 47. Walters M. *Seven Modern Plagues And How We Are Causing Them*. – Washington D.C.: Island Press, 2013.
 48. Weaver S., Barrett A. Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease // *Nature Reviews Microbiology*. V. 2. 2004. P. 789–801. DOI:10.1038/nrmicro1006. URL: <https://www.nature.com/articles/nrmicro1006>.
 49. Weiss R., McMichael A. Social and environmental risk factors in the emergence of infectious diseases // *Nature Med*. V. 10. 2004. P. 70–76. DOI: 10.1038/nm1150.
 50. White R., Razgour O. Emerging zoonotic diseases originating in mammals: a systematic review of effects of anthropogenic land-use change // *Mammal Review*. V. 50. № 4. 2020. P. 337–344. DOI:10.1111/mam.12201.
 51. Woolhouse M., Gowtage-Sequeria S. Host range and emerging and reemerging pathogens // *Emerging Infectious Diseases*. V. 11. № 12. 2005. P. 1845–1847. DOI: 10.3201/eid1112.050997.