

УДК 614.8.026.1:578.833.2]-036.22(4)

Т.И. САМОЙЛОВА, д-р биол. наук, профессор,
главный научный сотрудник лаборатории
биобезопасности с коллекцией патогенных
микроорганизмов¹

А.С. ПЕТКЕВИЧ, канд. мед. наук,
ведущий научный сотрудник
организационно-методической группы¹

Т.А. АБЛОВА
ведущий специалист
организационно-методической группы¹

Л.С. ЦВИРКО, д-р биол. наук, профессор,
заведующий кафедрой промышленного рыбоводства и
переработки рыбной продукции
Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

С.А. ДРАКИНА, канд. мед. наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
биобезопасности с коллекцией
патогенных микроорганизмов¹

А.Г. КРАСЬКО, канд. мед. наук, доцент,
заведующий лабораторией биобезопасности с коллекцией
патогенных микроорганизмов¹
¹Республиканский научно-практический центр
эпидемиологии и микробиологии,
г. Минск, Республика Беларусь

Статья поступила 9 сентября 2019г.

ФАКТОРЫ РИСКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИРУСА ЗИКА В ЕВРОПЕ

В обзоре представлена информация о текущей эпидемиологической ситуации в мире, связанной с инфекцией, вызываемой вирусом Зика (ВЗ), и анализируется информация о потенциальном риске заражения этой болезнью в Европе. До пика эпидемии вирусной инфекции Зика (ВИЗ) в Северной и Южной Америке в начале весны 2016 г. исторически было известно о спорадических вспышках ВИЗ в форме легких лихорадочных заболеваний в Африке и Юго-Восточной Азии. Расширение циркуляции ВЗ в новые районы Тихоокеанского региона, Северной и Южной Америки и Карибского бассейна в период 2013-2016 гг. стало серьезной проблемой для общественного здравоохранения, главным образом из-за врожденного синдрома Зика у новорожденных. В течение 2017-2018 гг. циркуляция вируса в этих регионах заметно сократилась, о чем свидетельствует уменьшение числа случаев, зарегистрированных в рамках национального эпиднадзора в затронутых странах и сокращение числа случаев, связанных с поездками.

Ключевые слова: вирус Зика, лихорадка Зика, эпидемиологическая ситуация, факторы риска, Европа.

SAMOILOVA Tamara I., Doctor of Biol. Sc., Professor
Chief Researcher at the Laboratory of Biosafety with Pathogens Collection¹

PETKEVICH Alexander S., Cand. of Med. Sc.,
Leading Researcher Organizational and Methodological Group¹

ABLOVA Tatyana A.,
Leading Specialist of the Organizational and Methodological Group¹

TSVIRKO Lydia S., Doctor of Biol. Sc., Professor
Head of the Department of Industrial Fisheries and Fish Processing
Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

DRAKINA Svetlana A., Cand. of Med. Sc.,
Leading Researcher Biosafety Laboratory with a Collection of Pathogens¹

KRAS'KO Anatoly G., Cand. of Med. Sc., Associate Professor
Head of the Biosafety Laboratory with a Collection of Pathogenic Microorganisms¹
¹Republican Research & Practical Center for Epidemiology & Microbiology, Minsk, Republic of Belarus

RISK FACTORS OF ZIKA VIRUS SPREADING IN EUROPE

The review provides information on the current epidemiological situation on Zika virus (ZIKV) infection in the world, and analyzes information on the potential risk of spreading this disease in Europe. Since the ZIKV epidemic in the Americas peaked in the early spring of 2016, sporadic ZIKV outbreaks with mild febrile illness has been reported historically in Africa and Southeast Asia. Enhanced of ZIKV circulation to new areas of the Pacific, North and South America and the Caribbean during the period for 2013-2016 has become a serious public health problem, mainly due to congenital Zika syndrome in infants. During 2017-2018 virus circulation in these regions has declined substantially in the number of reported ZIKV disease cases under national surveillance in the affected countries and in the number of travel-associated cases.

Keywords: *Zika virus infection, epidemiology, risk factors, spreading, Europe.*

Введение. Вирус Зика (ВЗ; англ. *Zika virus*, ZIKV) впервые был выделен в Уганде в районе леса Зика в 1947 г. от макак-резус и комаров *Aedes africanus* [1]. В 1952 г. вирус был выделен и от человека в Уганде и Танзании [2]. Этот возбудитель отнесён к роду *Flavivirus* семейства *Flaviviridae*. Вирус передаётся человеку через укусы кровососущих комаров в основном вида *Aedes egypti*, хотя и другие виды рода *Aedes* могут быть переносчиками. Вирус Зика является близкородственным с возбудителями лихорадки денге, желтой и Западного Нила.

В большинстве случаев вирусная инфекция Зика (ВИЗ), или лихорадка Зика (ЛЗ), протекает бессимптомно или в форме легкого заболевания. Продолжительность обычно составляет 2-7 дней без серьезных осложнений и не требует госпитализации. Смертель-

ные случаи, связанные с ВЗ, редки, однако, согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ВИЗ во время беременности может привести к рождению детей с микроцефалией и другими врожденными пороками развития, а также является причиной синдрома Гийена-Барре (СГБ), невропатии и миелита, особенно у взрослых и детей старшего возраста [3, 4].

ВЗ также передается от матери к плоду во время беременности, половым путем, при переливании крови и трансплантации органов [3].

Вирус Зика отнесен к эмерджентным вирусам, для которых характерно волнообразное распространение, определяемое изменениями в окружающей среде, трансформацией экосистем, спонтанным появлением вирулентных штаммов возбудителей вследствие

генетической изменчивости. Данные факторы могут активно воздействовать на расширение ареала распространения возбудителя, вызывая так называемые вновь возникающие инфекции [5, 6]. После открытия вируса в некоторых странах Африки и Азии были отмечены лишь спорадические случаи, но начиная с 2007 г. ВЗ вызвал крупные вспышки на островах Тихого океана (на острове Яп в 2007 г. и во Французской Полинезии в 2012-2014 гг.), а в 2015-2016 гг. крупные вспышки были зарегистрированы в Центральной и Южной Америке (особенно в Бразилии) [5-9].

На сегодняшний день не существует профилактической или лечебной терапии, а также вакцины для защиты от ВИЗ. Поэтому рекомендуются профилактические меры по защите от укусов комаров. Хотя вызываемая ВЗ инфекция считается относительно легким заболеванием для населения в целом, но связанные с ним тяжелые нарушения развития плода указывают на необходимость снижения риска инфицирования, особенно для женщин детородного возраста во время беременности.

В обзоре представлены основные сведения о текущей ситуации по распространению ВЗ в мире с особым акцентом на факторы риска его распространения в Европе. С этой целью использовались доступные источники информации с сайтов ВОЗ, Европейского центра контроля и профилактики болезней (ECDC), Панамериканской организации здравоохранения (ПАНО), Центров контроля болезней США (CDC), Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения (Роспотребнадзор), профессиональной базы данных научной информации Национальной медицинской библиотеки и Национального института здравоохранения США (PubMed) и др.

Текущая эпидемиологическая ситуация в мире, связанная с распространением вируса Зика. По состоянию на июль 2019 г. в 87 странах и территориях имелись данные об автохтонной передаче комарами ВЗ, распространенного в четырех из шести регионов ВОЗ (Африканский, Американский, Юго-Восточной Азии и Западной части Тихого океана) [10, 11]. В 2018 г. Эфиопия была единственной новой страной, добавленной в список стран с доказательствами автохтонной передачи вируса комарами, основанными

на проведенных исследованиях 2014 г. и опубликованными в 2018 г. [12].

Заболееваемость ВИЗ в Северной и Южной Америке достигла своего пика в начале весны 2016 г. и существенно снизилась в течение 2017 и 2018 гг. Передача ВЗ была обнаружена во всех странах Американского региона, за исключением материковой части Чили, Уругвая и Канады [13]. Несмотря на то, что эпидемиологические данные по странам Африки, Юго-Восточной Азии и Западной части Тихого океана ограничены, новые научные данные продолжают накапливаться и это улучшает понимание глобальной передачи ВЗ и связанных с ним осложнений.

Недавние исследования предоставили новую информацию о заболеваемости, распространенности и характере передачи ВЗ во всем мире. Например, в Индонезии ретроспективные серологические исследования среди населения выявили, что около 9% детей имели признаки предшествующей ВИЗ в возрасте до 5 лет [14]. В Лаосской Народной Республике исследование образцов крови от бессимптомных взрослых доноров в 2015 г. выявило, что почти 10% из них имели предшествующую ВИЗ [15]. В Таиланде обнаружены сезонные закономерности передачи ВЗ, совпадающие с таковыми вируса денге, которые имеют общие векторы комаров [16]. В Индии в 2018 г. была зарегистрирована вспышка ВЗ в штате Раджастан [17]. Новые доказательства выявили, что штамм ВЗ, обнаруженный в Северной и Южной Америке, распространился на Анголу и был связан с кластером микроцефалии в 2017-2018 гг. [18, 19]. Случаи врожденных пороков развития, микроцефалии и гибели плода, связанные с ВЗ, были выявлены в странах Азии [20, 21].

В глобальном масштабе в 61 стране и территории в шести регионах ВОЗ имеются сведения о внедрении компетентных векторов *Aedes aegypti*, но где еще не зарегистрирована передача ВЗ [11]. Таким образом, существует потенциальный риск распространения ВЗ в другие страны. Также возможно, что в некоторых из этих стран существует или существовала передача, которая еще не была выявлена или зарегистрирована. Все регионы с ранее зарегистрированной передачей ВЗ имеют потенциал повторного появления или внедрения. На рисунке 1 представлена карта со странами и территориями с текущей или предыдущей передачей ВЗ.

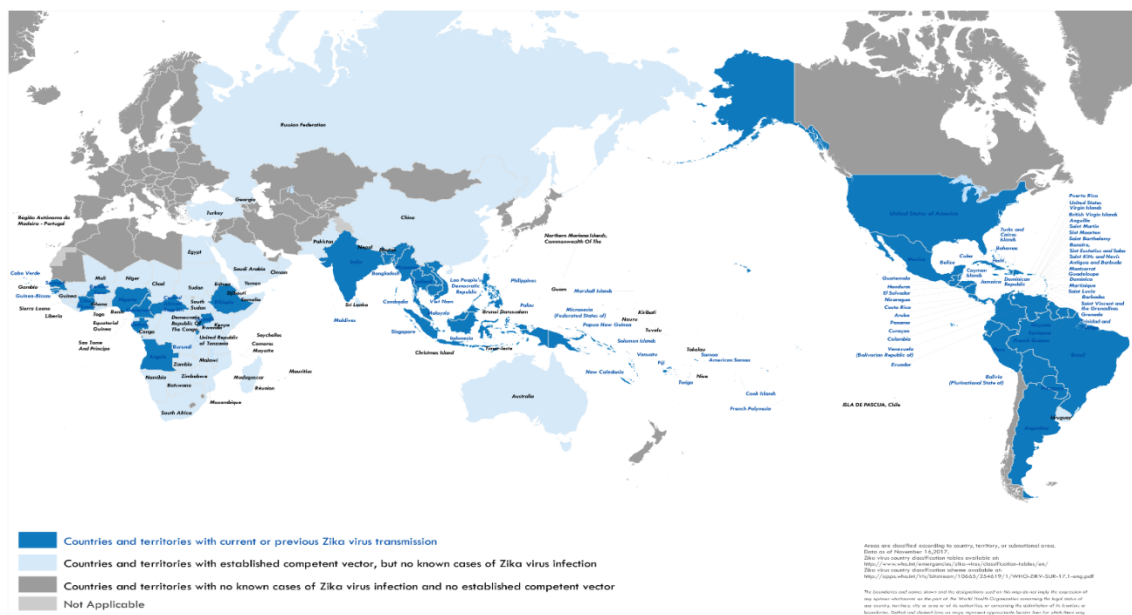


Рисунок 1. – Карта стран и территорий с текущей или предыдущей передачей вируса Зика [22]

Инфекция ВЗ продолжает нести риск СГБ и неблагоприятных исходов беременности, включая повышенный риск преждевременных родов, гибели и мертворождения плода, а также врожденных пороков развития, которые в совокупности характеризуются как врожденный синдром Зика (ВСЗ), включая микроцефалию, аномальное развитие мозга, контрактуры конечности, аномалии глаз, кальцификацию мозга и другие неврологические проявления. Обеспечение долгосрочного ухода за пострадавшими детьми и семьями остаются существенным требованием для систем здравоохранения и общественных программ [10].

Анализ генетических последовательностей ВЗ был важен для выяснения закономерностей глобального его распространения [23, 24]. Были идентифицированы два основных генотипа ВЗ, известные как азиатский и африканский генотипы. Азиатский генотип был выявлен вначале в Азии, впоследствии распространился на острова Тихого океана, а затем в Америку. Эпидемия 2015-2016 гг. в Северной и Южной Америке была вызвана штаммом азиатского генотипа, обычно называемого американским штаммом. Иногда в литературе штамм азиатского генотипа, который циркулировал и продолжает циркулировать в Азии, называют «азиатский генотип / азиатский штамм» или «более старый» азиатский штамм [10].

Различия в эпидемическом потенциале и патогенности этих вирусных генотипов и штаммов до конца не изучены. Вспышка ВЗ в Индии в 2018 г. произошла от азиатского генотипа, что свидетельствует об эпидемическом потенциале этого более старого азиатского штамма [25]. Случаи ВСЗ, микроцефалии и гибели плода были подтверждены у женщин, инфицированных вирусом азиатского генотипа как американского, так и азиатского штаммов, что дает новые доказательства того, что неблагоприятные исходы родов не ограничиваются штаммами, вызвавшими эпидемию в Северной и Южной Америке [20, 21]. Исследования показали, что ВЗ циркулировал в Африке на протяжении десятилетий, но среди людей не было зарегистрировано ни одного случая и не проводилось исследований по влиянию африканского генотипа на исходы беременности и родов. Исследования африканского генотипа *in vitro* на животных моделях позволяют предположить наличие у него потенциала усиленного патогенеза во время беременности по сравнению с азиатской линией, вызывая потерю плода, а не врожденные дефекты [26, 27]. Влияние ВЗ африканского генотипа на исходы родов требует дальнейших исследований.

Точные и текущие эпидемиологические данные о ВЗ во многих регионах мира ограничены. Большинство ВИЗ протекают бессимптомно, а когда заболевание возникает, симптомы, как правило, слабо выражены и

неспецифичны и, следовательно, могут не выявляться и не регистрироваться. Во многих странах отсутствуют или имеются ограниченные системы регулярного эпиднадзора, выявления случаев и отчетности. В отсутствие крупных вспышек доступная информация часто основывается на клинических случаях, связанных с путешествиями и научными исследованиями. Даже при наличии лабораторных возможностей выявление случаев и система надзора являются сложными из-за ограниченности доступных диагностических тестов [10, 28, 29].

Поэтому отсутствие выявления или регистрации о передаче ВЗ не всегда можно отождествлять с тем, что передача не происходит, особенно в районах с ее низким уровнем. Решения, которыми следует руководствоваться при планировании семьи или поездках в страны с историей передачи ВЗ, особенно беременным женщинам, женщинам, которые могут забеременеть, и их партнерам-мужчинам, должны основываться на оценке информации, предоставляемой национальными органами здравоохранения [10].

ВОЗ продолжает работать с региональными и национальными органами здравоохранения для расширения возможностей системы здравоохранения по выявлению, отчетности и реагированию на сохраняющуюся угрозу передачи ВЗ, а также на другие переносимые комарами вирусы и другие возникающие и вновь возникающие угрозы общественному здравоохранению [10].

Вирусная инфекция Зика в Европе. Несмотря на то, что многочисленные импортированные случаи инфицирования ВЗ были зарегистрированы среди европейских путешественников, в настоящее время ни в одной из стран региона не было зарегистрировано автохтонной передачи ВЗ комарами [3, 10, 11, 30, 31]. Комар *Aedes aegypti*, основной компетентный переносчик, внедрился в некоторых районах Грузии, Португалии, Российской Федерации и Турции [3, 8-11, 22]. В 2017 г. Институт тропических болезней и общественного здравоохранения Канарских островов в Испании обнаружил присутствие комаров *Aedes aegypti* в ограниченном районе на Фуэртевентуре. Исследования продолжают с целью установления внедрения этого вектора [10].

Согласно Европейской системе эпиднадзора (TESSy), в период с 2015 г. по 12 календарную неделю (18-24 марта) 2019 г. в 22 государствах-членах Европейского союза и

Европейской экономической зоны (ЕС/ЕЭЗ) зарегистрировано 2 398 случаев ВИЗ, связанных с путешествиями [3, 31]. Из них 48% случаев приходится на Францию, 15% – на Испанию и 9% – на Великобританию. Последней неделей начала заболевания была 4 неделя 2019 г. С 2015 г. 12 стран сообщили о 139 связанных с путешествиями случаях ВИЗ среди беременных женщин. В литературе сообщалось о двух случаях микроцефалии, связанных с этими беременностями, один из Испании и один из Словении [32, 33]. Дополнительный случай врожденной ВИЗ был зарегистрирован при беременности у финской женщины [34].

Количество случаев, связанных с поездками, существенно уменьшилось после 2016 г., когда их было зарегистрировано 2 059. Во время пика вспышки в 2016 г. большинство случаев, связанных с поездками, были зарегистрированы у путешественников, возвращающихся из Гваделупы (n=463; 22%), Мартиники (n=413, 20%) и Доминиканской Республики (n = 153; 7%) [3].

В 2017 г. в TESSy было зарегистрировано 264 случая, связанного с поездками, и только 47 в 2018 г. В 2017 и 2018 гг. большинство случаев было зарегистрировано из Кубы (n=116; 44% (2017) и n=20; 43% (2018)). В 2019 г. в TESSy было зарегистрировано 3 случая по состоянию на 12-ю неделю 2019 г. Данные случаи были зарегистрированы у путешественников, вернувшихся из Таиланда (2 в Дании и 1 в Норвегии) [3].

Кроме того, в TESSy было зарегистрировано 25 случаев передачи половым путем от вернувшихся путешественников их партнерам в 8 странах-членах ЕС/ЕЭЗ в период 2015-2019 гг. Из них большинство было зарегистрировано в 2016 г. (n=21; 84%). Один был зарегистрирован в 2017 г., два в 2018 г. и один в 2019 г. Случай заражения в 2019 г. произошел от партнера, который был инфицирован в Таиланде, предположительно в результате укуса комара [3].

В таблице представлено количество подтвержденных ВИЗ, зарегистрированных в странах ЕС/ЕЭЗ за последнее время, с указанием вероятной страны заражения. Раннее выявление и наблюдение подтвержденных случаев ВИЗ у людей, возвращающихся из пораженных районов, представляет интерес для информирования о распространении ВЗ во всем мире [31].

Таблица. – Импортированные случаи вирусной инфекции Зика в странах ЕС/ЕЭЗ [31]

Вероятное место инфицирования	Число подтвержденных случаев в сроки между:	
	01.10.2018-27.01.2019	28.01.2019-31.05.2019
Коста Рика		1
Куба	2	
Гватемала	1	
Индонезия		1
Филиппины	1	
Сьерра Леоне		1
Таиланд	4	

Примечание: указаны только случаи с известной датой проявления симптомов.

Факторы, влияющие на риск распространения трансмиссивных заболеваний, включая ВИЗ. ВЗ в основном передается в тропических и субтропических регионах через укусы комаров *Aedes aegypti* и *Ae. albopictus*, хотя были также описаны другие пути заражения (трансмиссивный, половой, контактный, вертикальный, гемоконтактный) [7, 9]. Но до настоящего времени эпидемическая и эндемическая передача ВЗ ограничена тропическими и субтропическими регионами [3, 7-11].

Для сдерживания рисков возникновения эндемической ВИЗ в странах, свободных от вируса, некоторые авторы предлагают рассмотреть следующие аспекты [36].

Факторы, связанные с окружающей средой обитания человека. Климатические характеристики, особенно тренды температуры и осадков, а также меняющиеся характеры ветра, имеют важные последствия для передачи трансмиссивных заболеваний. Но это влияние может быть существенно изменено сочетанием эпидемиологических, экологических, социальных, экономических и демографических факторов [35-39].

Климатические факторы. Поскольку насекомые являются пойкилотермами, изменения температуры окружающей среды значительно меняют внутреннюю температуру насекомых. Данные изменения влияют на физиологию вектора и экспонируют патогенные микроорганизмы, которые они переносят при температуре окружающей среды [36, 39, 40]. В лабораторных условиях было показано, что кинетика репликации вируса в культивируемых клетках комаров зависит от температуры, поскольку более высокие температуры приводят к более эффективному проникновению вируса и клеточной инфекции [40].

В других исследованиях показано, что при более высоких температурах укорачивается обычный инкубационный период, увеличивается число самок комаров и ускоряются темпы распространения [36].

Что касается осадков и динамики вирусной передачи, то увеличение и уменьшение количества осадков может способствовать распространению ВЗ и других арбовирусов во всем мире: хотя осадки обеспечивают необходимую среду обитания для личиночной водной стадии жизненного цикла *Aedes*, засуха также может способствовать, поскольку люди увеличивают запас воды в бытовых контейнерах во время периодов без дождей, что благоприятствует развитию личинок [35, 36].

Атмосферное явление, известное как Эль-Ниньо, было связано с теплыми волнами и засухой в южной части Африки и Юго-Восточной Азии, включая Австралию, и одновременно с затоплениями на западном побережье Южной Америки и Центральной Африки. Южное колебание, или осцилляция, Эль-Ниньо (ЭНЮО) оказывает влияние на температурные условия, которые привели к наибольшей частоте укусов и сокращению инкубационного периода в 2015 г., что способствовало вспышке ВИЗ в Латинской Америке. Повышение температуры в северной и восточной части Южной Америки, связанное с серьезной засухой во второй половине 2015 г., может быть еще одним из многочисленных проявлений ЭНЮО и изменения климата, способствующими быстрому распространению ВЗ за пределами природной экологической ниши [35].

Социально-экономические факторы. По прогнозам, население человечества увеличится с 6 миллиардов с конца 20-го века до

примерно 10 миллиардов к 2050 г., половина из которого будет сосредоточена в городских и пригородных районах. Ожидается, что городское население в Африке и Азии, а также в странах Латинской Америки и Карибского бассейна увеличится почти на 50%. Это вызывает особую обеспокоенность, поскольку быстрый рост населения связан с бедностью из-за скопления населения при отсутствии необходимой инфраструктуры для безопасного хранения и распределения воды и дренажа сточных вод. Кроме того, как упоминалось ранее, использование неподходящих бытовых емкостей для воды способствует созданию оптимальной среды обитания для развития личинок [3, 36, 41].

Вырубка леса. Увеличение численности населения предполагает преобразование лесных территорий в пригодные для жизни районы. Ожидается, что дальнейшая вырубка лесов приведет к повышению температуры поверхности земли до 2°C, с более сухими условиями, при которых уменьшается земной покров, что, опять же, способствует распространению трансмиссивных болезней, включая ВИЗ [36, 42].

Индустриализация. Промышленная деятельность вносит около 33% CO₂ и 50% метана в атмосферную концентрацию. Это скопление газов связано с повышением температуры окружающей среды. Кроме того, выбросы CO₂ и метана могут способствовать увеличению листового покрова растений, что, в свою очередь, может повлиять на векторных насекомых, поскольку повышение температуры и плотности биомассы обеспечит более благоприятные микроклиматы для насекомых-переносчиков [36, 42].

Факторы, связанные с путешествиями. Увеличение числа людей, путешествующих по всему миру, является результатом более экономичного общественного транспорта и либерализации международной торговли. Международные путешественники (9,9 млн. в 2015 г.), вылетевшие из бразильских аэропортов (регион, пораженный ВЗ) в Северную Америку, Европу и Азию, составил 65, 27 и 5% соответственно, что иллюстрирует масштабы проблемы [36].

Существует ряд различных ситуаций, связанных с международным перемещением людей и материалов, которые непосредственно влияют на распространение и заболеваемость трансмиссивных инфекций. Путешественники могут стать либо носителями патогенных микроорганизмов или случайно

занести переносчиков через транспортные средства в новые условия.

Риск, связанный с поездками, зависит от риска продолжающейся передачи вируса комарами в районе назначения путешественника [3, 10, 36].

В районах с усиленной постоянной циркуляцией ВЗ основным способом передачи является укус инфицированного комара, хотя в небольшом числе случаев сообщалось о других путях заражения [3, 7-11]. В таких районах, как это показано во время эпидемии в Северной и Южной Америке и Карибском бассейне, уровень заболеваемости ВИЗ у населения неэндемичных районов может быть высоким, и, как следствие, во время такой вспышки можно ожидать связанных с поездками случаев [3, 36].

В районах с более низким уровнем постоянной циркуляции вируса вероятность заражения ниже. Предполагается, что для путешественников вероятность будет даже ниже, чем для постоянного населения, из-за более короткого периода воздействия. Более низкие уровни продолжающейся циркуляции вируса ожидаются в странах или территориях, где циркуляция ВЗ считается эндемической, о чем свидетельствуют серологические исследования, регулярные отчеты о случаях заболевания в национальных системах эпиднадзора за ВИЗ и сообщения о спорадических случаях, связанных с поездкой (например, в Юго-Восточную Азию). Как и в случае с другими арбовирусами (например, лихорадкой денге), ожидается, что сезонные колебания плотности компетентных векторов будут формировать сезонную передачу ВЗ с повышенным риском локального возникновения и локальных вспышек в определенные периоды года с высокой плотностью векторов [3].

В качестве принципа предосторожности районы, в которых о циркуляции ВЗ известно исторически, но где возможности надзора за ВИЗ ограничены (и, следовательно, отсутствуют данные о текущем уровне передачи), могут считаться областями с продолжающейся передачей вируса. Ожидается, что в этих районах уровень вирусной циркуляции среди местного населения будет низким или умеренным. Для путешественников, применяющих меры индивидуальной защиты от укусов комаров, риск низок, но вероятность заражения все же существует. Выявление любых случаев, связанных с поездками в регионах с ограниченными возможностями эпиднадзора, могут предоставить важные

дополнительные доказательства передачи ВЗ. Следует отметить, что ВИЗ является заболеванием, находящимся под эпидемиологическим надзором ECDC [3].

Районы без продолжающейся передачи ВЗ включают места, где векторы ВЗ отсутствуют, и места с прошлой передачей, где ведется надлежащий эпидемиологический и лабораторный эпиднадзор за ВИЗ и другими арбовирусами, что дало возможность считать эти районы с прерванной передачей ВЗ [3, 10, 11]. После распространения эпидемии ВИЗ на несколько тихоокеанских островов (2013-2014 гг.) и Карибский регион (2015-2017 гг.) многочисленные островные территории смогли зафиксировать явное прерывание передачи вируса [11]. В таких условиях вероятность воздействия на жителей и путешественников считается незначительной. Тем не менее, существует определенный уровень неопределенности из-за разного качества эпиднадзора, и эти районы остаются пригодными для циркуляции арбовирусов, включая ВЗ, если вирус был повторно внедрен (например, из близлежащих районов с продолжающейся передачей ВЗ) при наличии компетентных переносчиков комаров *Aedes*. Кроме того, нельзя исключать возможность циркуляции ВЗ у нечеловекообразных приматов [3].

В основном, в любом районе с компетентным переносчиком, но где никогда не регистрировалась автохтонная передача ВЗ через комаров, риск воздействия на путешественника незначителен. В качестве общего принципа предосторожности по-прежнему рекомендуется применять меры индивидуальной защиты от укусов комаров, особенно в периоды их высокой активности [3].

Риск внедрения комаров-переносчиков в эндемичные районы. Внедрение экзотического вектора или патогена в регион, где он ранее не существовал, зависит от наличия определенных факторов, по которым определяют способность патогена или вектора сохраняться или нет в этой новой среде, и от того, насколько восприимчиво местное население к заболеванию [3, 7-11]. При перемещении вектора в другое место и изменении соответствия окружающей среды, может изменяться степень развития, выживаемости и репродуктивности переносчиков и патогенов, влияя на интенсивность передачи заболевания и степень незащищенности к нему населения.

С другой стороны, на чувствительность и восприимчивость населения к трансмиссивным болезням влияет как врожденный, так и приобретенный иммунитет, выработанный в ответ на предыдущее воздействие. В конкретном случае ВИЗ неиммунные люди особенно подвержены эпидемиям острых заболеваний, что является одной из причин, почему это заболевание распространяется так быстро [36].

Возвращение инфицированных ВЗ путешественников в европейские страны может стать источником его локальной передачи при наличии подходящего вектора. Ранее комар *Aedes* участвовал в локальной передаче вирусов чикунгунья и денге в странах Средиземноморья, а также был причиной вспышек желтой лихорадки в Италии в 1804 г. [36]. Существование предшествующей автохтонной передачи арбовируса, передаваемого одним и тем же вектором, делает возможной ВИЗ также в Западной Европе, по крайней мере, сезонно, когда присутствуют компетентные виды-переносчики. Наступление лета в Северном полушарии связано с пиком размножения популяции комаров *Aedes* и наиболее эффективной репликацией вируса, поэтому с июня по сентябрь климатическое влияние также может способствовать возникновению ВИЗ в Европе [3, 7, 9, 36].

Несмотря на то, что *Ae. albopictus* играет центральную роль в передаче других арбовирусов в Европе, предполагается, что этот комар недостаточно подходит для поддержания локальной передачи ВЗ по сравнению с вирусами чикунгунья и денге. Поэтому существует низкий риск распространения ВЗ в большей части Европы, за исключением, возможно, самых теплых регионов, граничащих с береговой линией Средиземного моря, и особенно Мадейра. В этом конкретном автономном регионе Португалии присутствуют два основных фактора: наличие *Ae. aegypti* (считается наиболее компетентным вектором для ВЗ), внедренного в 2005 г., и тесный контакт с Бразилией [36]. Хотя количество путешественников, прибывающих из Америки на Мадейру, невелико по сравнению с другими городами континентальной Европы, присутствие *Ae. aegypti*, продолжительный сезон, связанный с высокой векторной активностью и опасной вспышкой лихорадки денге в 2012 г., свидетельствуют о возможности автохтонной передачи ВЗ в этом португальском регионе [36]. На рисунках 2 и 3 представлены карты распространения в Европе комаров

вида *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus* соответственно [37].

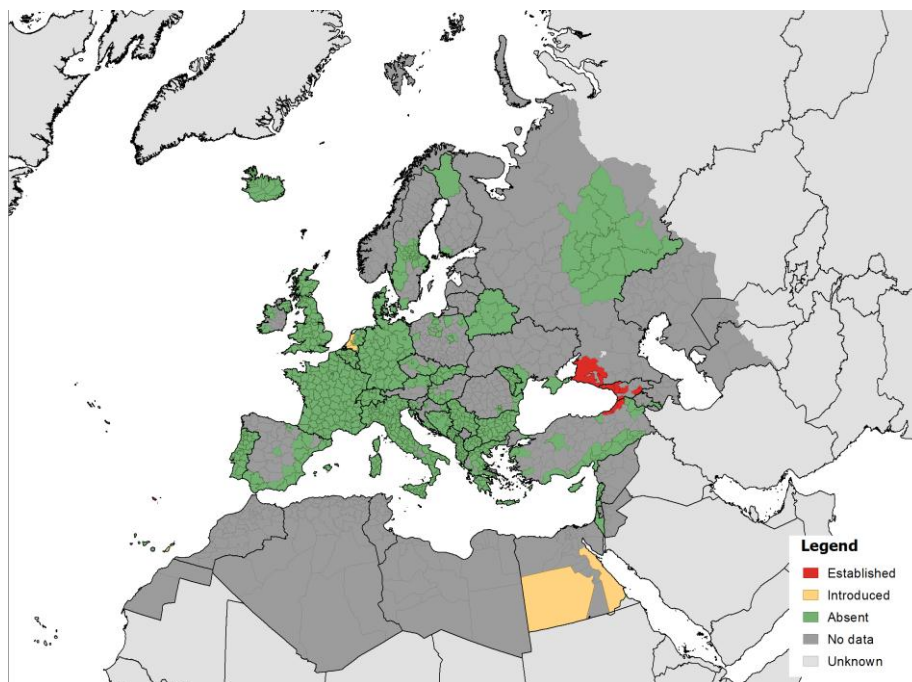


Рисунок 2. – Распространение комаров вида *Aedes aegypti* в Европе по состоянию на январь 2019 г. [37]

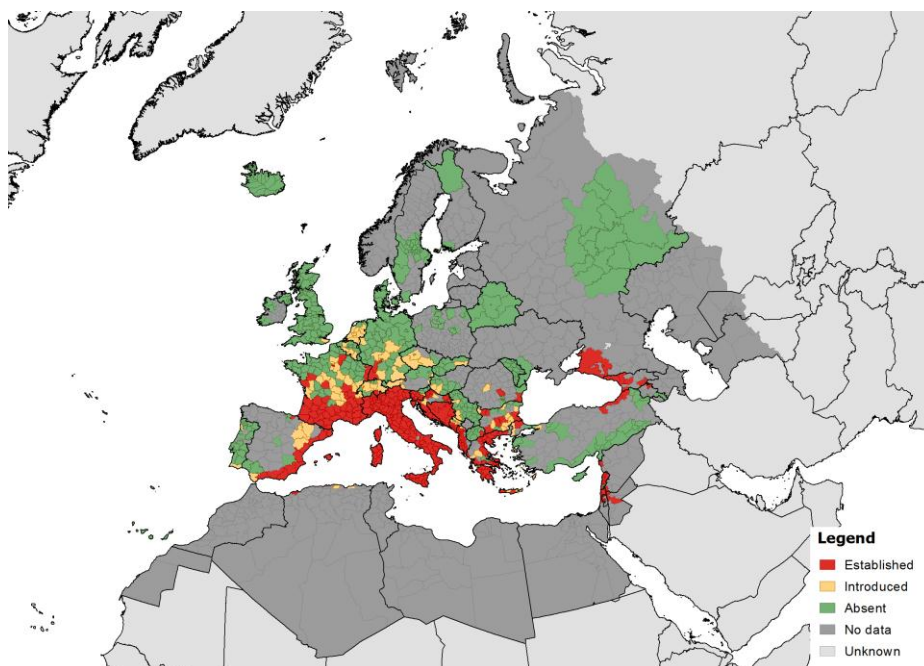


Рисунок 3. – Распространение комаров вида *Aedes albopictus* в Европе по состоянию на январь 2019 г. [37]

Другие виды комаров, такие как *Culex*, присутствующие в центральной Европе, способные передавать другие арбовирусы, оказались некомпетентными в качестве переносчиков ВЗ [3, 36].

В соответствии с временной оценкой риска, опубликованной Европейским региональным бюро ВОЗ в мае 2016 г., в целом страны Европейского региона ВОЗ обладают хоро-

шими возможностями для сдерживания передачи ВЗ [3].

Риск, связанный с проведением массовых мероприятий. Согласно определению ВОЗ, массовое мероприятие – это организованное или незапланированное собрание лиц (число участников, как правило, превышает 25 тыс. человек), проходящее в определенном месте в течение определенного периода времени, и требующее заблаговременного планирования и обеспечения готовности страны-организатора к чрезвычайным ситуациям в целом [36, 38, 39]. Собрания массового мероприятия создают теоретически идеальные условия для передачи инфекций между людьми из отдаленных и широко распространенных географических мест с потенциально различными иммунными реакциями [38].

Паломничество, спортивные мероприятия, шоу на открытом воздухе, музыкальные фестивали, политические или культурные мероприятия и другие праздники, которые собирают толпы людей в ограниченном пространстве, увеличивают риск целого ряда инфекционных заболеваний [36, 38, 39]. Путешественники на этих многолюдных мероприятиях могут не только занести инфекционное заболевание в ранее неэндемичный район, но также могут усилить передачу среди собравшихся людей и еще больше распространить передачу после возвращения домой. Например, многолюдные скопления населения были связаны с распространением пандемии испанского гриппа в 1918 г., пандемии азиатского гриппа в 1957 г., пандемии гриппа H1N1 в 2009 г. после большого праздника Пасхи в Истапалапе (Мексика). Другим примером, который показывает возможность распространения инфекционных заболеваний во время массового мероприятия, было скопление христианских паломников в Тэзе (Германия) в 2006 г., за которым последовали первичные случаи кори, выявленные среди невакцинированных лиц [36].

С другой стороны, существуют примеры, когда концентрация людей не сопровождалась усилением ранее существовавшего заболевания: вспышка коронавируса респираторного синдрома на Ближнем Востоке (MERS-CoV) достигла своего пика в 2013 г., именно тогда, когда началось паломничество в Саудовскую Аравию. Во время паломничества хаджа и умры в течение этого года не было выявлено ни одного случая этого респираторного заболевания, хотя некоторые случаи

были выявлены в последующие годы. Поэтому, вероятно, должны присутствовать и другие различные факторы, обеспечивающие благоприятные условия для распространения инфекционных заболеваний [36].

Из-за вспышки, вызванной ВЗ в Бразилии, и риска его распространения все тревоги были сфокусированы на Олимпийских играх 2016 г., проходивших в Рио. Но к концу Олимпийских игр не было зарегистрировано ни одного случая заражения ВЗ, в котором участвовали бы зрители, спортсмены или кто-либо, связанный с Олимпийскими играми. Отсутствие случаев, связанных с этим массовым мероприятием, возможно, объясняется тем, что уровень воздействия комаров на посетителей был ниже, чем на жителей (т.е. адекватное использование репеллентов, москитных сеток). Кроме того, туристы ограничивали свое пребывание в районах, близких к Олимпийскому стадиону и другим туристическим объектам, которые ранее были обработаны и свободны от комаров и личинок, избегая районов на окраинах города, где плотность комаров была выше [36].

Заключение. Принимая во внимание все вышеизложенное и учитывая средние температуры большинства районов Европы, вероятность крупных вспышек, вызываемых ВЗ в большинстве районов Европы, по крайней мере, в ближайшем будущем, представляется неактуальной.

Регистрация завозных случаев инфицирования ВЗ в Европе, как ожидается, будет продолжаться, поскольку значительная доля путешественников прибывает из наиболее пострадавших регионов в Европу.

В этой связи необходимо выявлять и диагностировать случаи на ранней стадии, проводить систематический и регулярный надзор и адаптировать ресурсы для поддержания усиленного контроля над комарами. Клиницисты должны быть осведомлены о возможности раннего выявления случаев ВИЗ, и должны существовать достаточные и достоверные лабораторные возможности для обнаружения, идентификации и серологического тестирования вирусов. Международные и местные рекомендации могут помочь врачам справляться с подозрительными случаями, подтверждать инфекцию и сообщать о подозрительных и подтвержденных случаях. В случае автохтонного выявления передачи ВЗ, государственные органы должны осуществлять надзор и предоставлять адекватные ресурсы для поддержания усиленного

контроля над комарами. Кроме того, информация должна быть незамедлительно распространена среди всех служб общественного здравоохранения и других секторов. Невыполнение этого требования может привести к возможности более широкого распространения, что приведет к увеличению затрат на борьбу с переносчиками и лечение инфицированных людей [3, 4, 7-11, 36, 38].

Список литературы

1. Dick, G. W. A. Zika virus. Isolations and serological specificity / G. W. A. Dick, S.F. Kitchen, A.J. Haddow // *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* – 1952. – Vol. 46, N 5. – P. 509-520.
2. Hayes, E. Zika virus outside Africa / E. Hayes // *Emerg. Infect. Dis.* – 2009. – Vol. 15, N 9. – P. 1347-1350.
3. European Centre for Disease Prevention and Control. Zika virus transmission worldwide. Risk assessment. 9 Apr. 2019 [Electronic resource] / Stockholm: ECDC, 2019. – Mode of access: <http://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/zika-risk-assessment-9-april-2019.pdf>. – Date of access: 27.06.2019.
4. Клинико-диагностические аспекты и профилактика лихорадки Зика в связи с чрезвычайной эпидемиологической ситуацией в области общественного здравоохранения / Т.И. Самойлова, В.А. Горбунов, В.П. Шиманович, А.Г. Красько, Л.М. Рустамова, С.А. Дракина, А.С. Петкевич, Т.А. Аблова // Санитарно-эпидемиологическая служба Республики Беларусь : история, актуальные проблемы на современном этапе и перспективы развития : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Здоровье и окружающая среда», посвящ. 90-летию санитарно-эпидемиол. службы Республики Беларусь (Минск, 28 октября 2016 г.): в 2 т. / редкол. : Н. П. Жукова [и др.]. – Минск : БГМУ, 2016. – Т. 2. – С. 201-204.
5. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics / S. Ios [et al.] // *Med. Mal. Infect.* – 2014. – Vol. 44, N 7. – P. 302-3077. DOI: 10.1016/j.medmal.2014.04.008
6. Emerging & re-emerging infections in India: an overview / T. Dikid [et al.] // *Indian J. Med. Res.* – 2013. – Vol. 138. – P. 19-31.
7. Хасанова, Г. М. Аналитический обзор распространения заболевания, вызываемого вирусом Зика / Г. М. Хасанова, Э. Р. Исхаков, А. Н. Хасанова // *Международный академический вестник (Уфа)*. – 2016. – № 4. – С. 29-31.
8. Самойлова, Т. И. Состояние проблемы по лихорадке Зика в мире после отмены чрезвычайной ситуации [Электронный ресурс] / Т. И. Самойлова // *Вестник Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук* – 2018. – № 1. – С. 14-28. – Режим доступа : <http://ojs.polesu.by/BPSUS2/article/view/987/890>. – Дата доступа: 30.08.2019.
9. Самойлова, Т. И. Эколого-эпидемиологические особенности распространения вируса Зика в мире / Т. И. Самойлова // *Вестник Гродненского гос. ун-та. Сер. 5. Экономика. Социология. Биология*. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 132-143.
10. World Health Organization. Zika epidemiology update, July 2019 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.who.int/emergencies/diseases/zika/zika-epidemiology-update-july-2019.pdf?ua=1>. – Date of access: 05.08.2019.
11. World Health Organization. Countries and territories with current or previous Zika virus transmission. Updated July 2019 [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.who.int/emergencies/diseases/zika/countries-with-zika-and-vectors-table.pdf>. – Date of access: 05.08.2019.
12. Sero-prevalence of yellow fever and related flaviviruses in Ethiopia: a public health perspective / M. Mengesha Tsegaye [et al.] // *BMC Public Health*. – 2018. – Vol. 18, N 1. – P. 1011. DOI: 10.1186/s12889-018-5726-9
13. WHO Region of the Americas/Pan American Health Organization. PLISA Health Information Platform for the Americas: Cases of Zika virus disease, by country or territory [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.paho.org/data/index.php/en/mnu-topics/zika/524-zika-weekly-en.html>. – Date of access: 05.08.2019.
14. Zika virus seropositivity in 1-4-year-old children, Indonesia, 2014 / R.T. Sasmono [et al.] // *Emerg. Infect. Dis.* – 2018. – Vol. 24, N 9. – P. 1740-1743. DOI: 10.3201/eid2409.180582
15. Low Zika virus seroprevalence in Vientiane, Laos, 2003-2015 / B. Pastorino [et al.] // *Am. J. Trop. Med. Hyg.* – 2019. – Vol. 100, N 3. – P. 639-642. DOI: 10.4269/ajtmh.18-0439
16. Molecular epidemiology and genetic diversity of Zika virus from field-caught mosquitoes in various regions of Thailand /

- A. Phumee [et al.] // *Pathogens*. – 2019. – Vol. 8, N 1. – pii: E30. DOI: 10.3390/pathogens8010030
17. World Health Organization. Zika virus infection: India, 2 November 2018 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.who.int/emergencies/diseases/zika/india-november-2018/en/>. – Date of access: 05.08.2019.
18. World Health Organization Regional Office for Africa. Microcephaly – suspected congenital Zika syndrome, Angola. *Weekly Bulletin on Outbreaks and Other Emergencies*; Week 48: 25 November – 1 December 2017 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259557/OEW48-2504122017.pdf?sequence=1>. – Date of access: 05.08.2019.
19. First case of confirmed congenital Zika syndrome in continental Africa / M. Sasseti [et al.] // *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* – 2018. – Vol. 112. – N 10. – P. 458-462. DOI: 10.1093/trstmh/try074.
20. Case of microcephaly after congenital infection with Asian lineage Zika virus, Thailand / T. Wongsurawat [et al.] // *Emerg. Infect. Dis.* – 2018. – Vol. 24, N 9. – P. 1758-1761. DOI: 10.3201/eid2409.180416
21. Zika virus infection and microcephaly in Vietnam / M.L. Moi [et al.] // *Lancet Infect. Dis.* – 2017. – Vol. 17, N 8. – P. 805-806. DOI: 10.1016/S1473-3099(17)30412-7
22. World Health Organization. Countries and territories with current or previous Zika virus transmission [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.who.int/ith/Zika_map.pdf?ua=1&ua=1. – Date of access: 05.08.2019.
23. Liu, Z.Y. The evolution of Zika virus from Asia to the Americas / Z.Y. Liu, W.F. Shi, C.F. Qin // *Nat. Rev. Microbiol.* – 2019. – Vol. 17, N 3. – P. 131-139. DOI: 10.1038/s41579-018-0134-9.
24. The Asian lineage of Zika virus: transmission and evolution in Asia and the Americas / T. Hu [et al.] // *Virol. Sin.* – 2019. – Vol. 34. – N 1. – P. 1-8. DOI: 10.1007/s12250-018-0078-2
25. Zika virus outbreak in Rajasthan, India in 2018 was caused by a virus endemic to Asia / P.D. Yadav [et al.] // *Infect. Genet. Evol.* – 2019. – Vol. 69. – P. 199-202. DOI: 10.1016/j.meegid.2019.01.026
26. African and Asian strains of Zika virus differ in their ability to infect and lyse primitive human placental trophoblast / M.A. Sheridan [et al.] // *PLoS One*. – 2018. – Vol. 13. – N 7. – e0200086. DOI: 10.1371/journal.pone.0200086
27. The African strain of Zika virus causes more severe in utero infection than Asian strain in a porcine fetal transmission model / D. Udenze [et al.] // *Emerg. Microbes Infect.* – 2019. – Vol. 8, N 1. – P. 1098-1107. DOI: 10.1080/22221751.2019.1644967
28. Performance of the Trioplex real-time RT-PCR assay for detection of Zika, dengue, and chikungunya viruses / G.A. Santiago [et al.] // *Nat. Commun.* – 2018. – Vol. 9, N 1. – P. 1391. DOI: 10.1038/s41467-018-03772-1
29. Specificity, cross-reactivity, and function of antibodies elicited by Zika virus infection / K. Stettler [et al.] // *Science*. – 2016. – Vol. 353. – N 6301. – P. 823-826. DOI: 10.1126/science.aaf8505
30. First case of laboratory-confirmed Zika virus infection imported into Europe, November 2013 [Electronic resource] / D. Tappe [et al.] // *Euro Surveill.* – 2014. – Vol. 19, N 4. – pii=20685. – Режим доступа : <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2014.19.4.20685>. – Дата доступа : 27.08.2019.
31. European Centre for Disease Prevention and Control. Travel-associated Zika virus disease cases in the EU/EEA [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ecdc.europa.eu/en/all-topics-zzika-virus-infectionsurveillance-and-disease-data/travel-associated-zika-virus-disease>. – Date of access: 27.08.2019.
32. Zika virus infection in pregnant women in Barcelona, Spain / C. Bocanegra [et al.] // *Clin. Microbiol. Infect.* – 2016. – Vol. 22, N 7. – P. 648-650. DOI: 10.1016/j.cmi.2016.03.025
33. Zika virus associated with microcephaly / J. Mlakar [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2016. – Vol. 374, N 10. – P. 951-958. DOI: 10.1056/NEJMoal600651
34. Zika virus infection with prolonged maternal viremia and fetal brain abnormalities / R.W. Driggers [et al.] // *N. Engl. J. Med.* – 2016. – Vol. 374, N 22. – P. 2142-2151. DOI: 10.1056/NEJMoal601824
35. Paz, S. El Niño and climate change – contributing factors in the dispersal of Zika virus in the Americas? / S. Paz, J.C. Semenza // *Lancet*. – 2016. – Vol. 387, N 10020. –

- P. 745. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)00256-7
36. Diaz-Menendez, M. Zika virus infection. Risk of spreading in Europe / M. Diaz-Menendez, C. Crespillo-Andujar. – Cham, Switzerland: Springer, 2017. – 93 p. DOI: 10.1007/978-3-319-59406-4
37. European Centre for Disease Prevention and Control and European Food Safety Authority. Mosquito maps [Electronic resource]. – Stockholm: ECDC, 2019. – Mode of access : <https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/mosquito-maps>. – Date of access : 27.08.2019.
38. О двухуровневой структуре потенциальной эпидемической опасности массовых мероприятий с международным участием [Электронный ресурс] / Г.Г. Онищенко [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2015. – № 1. – С. 5-9. – Режим доступа : <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2015-1-5-9>. – Дата доступа : 27.08.2019.
39. Казачинская, Е.И. Стратегии исследования патогенности вируса Зика [Электронный ресурс] / Е.И. Казачинская, Н.В. Волкова, А.В. Иванова // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – № 4. – С. 6-14. – Режим доступа: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2018-4-6-14>. – Дата доступа: 27.08.2019.
40. Alphavirus genome delivery occurs directly at the plasma membrane in a time- and temperature-dependent process / R. Vancini [et al.] // J. Virol. – 2013. – Vol. 87, N 8. – P 4352-4359. DOI: 10.1128/JVI.03412-12
41. World population stabilization unlikely this century / P. Gerland // Science. – 2014. – Vol. 346, N 6206. – P. 234-237. DOI: 10.1126/science.1257469
42. Lawrence, D. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture / D. Lawrence, K. Vandecar // Nature Climate Change. – 2015. – Vol. 5. – P. 27-36.
- References
1. Dick G.W.A., Kitchen S.F., Haddow A.J. Zika virus. Isolations and serological specificity. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 1952, vol. 46, no. 5, pp. 509-520.
2. Hayes E. Zika virus outside Africa. Emerg. Infect. Dis., 2009, vol. 15, no. 9, pp. 1347-1350.
3. European Centre for Disease Prevention and Control. Zika virus transmission worldwide. Risk assessment. 9 Apr. 2019, Stockholm, ECDC, 2019. Available at: <http://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/zika-risk-assessment-9-april-2019.pdf> (accessed 27.06.2019).
4. Samojlova T.I., Gorbunov V.A., Shimanovich V.P., Kras'ko A.G., Rustamova L.M., Drakina S.A., Petkevich A.S., Ablova T.A. Kliniko-diagnosticskie aspekty i profilaktika lihoradki Zika v svyazi s chrezvychajnoj jepidemiologicheskoy situaciej v oblasti obshhestvennogo zdravoohranenija [Clinical and diagnostic aspects and prevention of Zika fever in connection with Public Health Emergency of International Concern]. *Sanitarno-jepidemiologicheskaja sluzhba Respubliki Belarus' : istorija, aktual'nye problemy na sovremennom jetape i perspektivy razvitija : sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Zdorov'e i okruzhajushhaja sreda», posvjashhennoj 90-letiju sanitarno-jepidemiologicheskoy sluzhby Respubliki Belarus*. In 2 vol. Ed. Zhukova N.P., et al. Minsk, BSMU, 2016, vol. 2, pp. 201-204. (In Russian)
5. Ios S., Mallet H.P., Leparc Goffart I., Gauthier V., Cardoso T., Herida M. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. Med. Mal. Infect., 2014, vol. 44, no. 7, pp. 302-307. DOI: 10.1016/j.medmal.2014.04.008
6. Dikid T., Jain S.K., Sharma A., Kumar A., Narain J.P. Emerging & re-emerging infections in India: an overview. Indian J. Med. Res., 2013, vol. 138, pp. 19-31.
7. Khasanova G.M., Iskhakov J.R., Khasanova A.N. Analiticheskij obzor rasprostraneniya zabolevanija, vyzyvajemogo virusom Zika [Dissemination of virus Zika disease (analytic review)]. *Mezhdunarodnyj akademicheskij vestnik (Ufa)*, 2016, no. 4, pp. 29-31. (In Russian)
8. Samoiloва T.I. Sostojanie problemy po lihoradke Zika v mire posle otmeny chrezvychajnoj situacii [Epidemiological situation for Zika virus infection in the world after «Public Health Emergency» cancel]. *Vesnik Paleskaga dzjarzhajnaga jniversitjeta. Seryja pryrodaznajnyh navuk* [Bulletin of Polesky State University. Series in Natural Sciences], 2018, no. 1, pp. 14-28. (In Russian). Available at: <http://ojs.polesu.by/BPSUS2/article/view/987/890> (accessed 30.08.2019).
9. Samoiloва T.I. Jekologo-osobnosti jepidemiologicheskije

- rasprostraneniya virusa Zika v mire [Ecological and epidemiological features of the spread of Zika virus in the world]. *Vesnik Hrodzenskaha Dziarzhavnaha Universiteta Imia Ianki Kupaly. Seriya 5. Ekanomika. Satsyialohiia. Biialohiia* [Vesnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 5. Economics. Sociology. Biology], 2018, vol. 8, no. 1, pp. 132-143. (In Russian)
10. World Health Organization. Zika epidemiology update, July 2019. Available at: <https://www.who.int/emergencies/diseases/zika/zika-epidemiology-update-july-2019.pdf?ua=1> (accessed 05.08.2019).
 11. World Health Organization. Countries and territories with current or previous Zika virus transmission. Updated July 2019. Available at: <https://www.who.int/emergencies/diseases/zika/countries-with-zika-and-vectors-table.pdf> (accessed 05.08.2019).
 12. Mengesha Tsegaye M., Beyene B., Ayele W., Abebe A., Tareke I., Sall A., Yactayo S., Shibeshi M.E., Staples E., Belay D., Lilay A., Alemu A., Alemu E., Kume A., Mariam A., Ronveaux O., Tefera M., Kassa W., Bekele Weyessa A., Jima D., Kebede A., Tayachew A. Sero-prevalence of yellow fever and related flaviviruses in Ethiopia: a public health perspective. *BMC Public Health*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 1011. DOI: 10.1186/s12889-018-5726-9
 13. WHO Region of the Americas/Pan American Health Organization. PLISA Health Information Platform for the Americas: Cases of Zika virus disease, by country or territory. Available at: <http://www.paho.org/data/index.php/en/mnu-topics/zika/524-zika-weekly-en.html> (accessed 05.08.2019).
 14. Sasmono R.T., Dhenni R., Johan B., Pronyk P., Hadinegoro S.R., Soepardi E.J., Ma'roef C.N., Satari H.I., Menzies H., Hawley W.A., Powers A.M., Rosenberg R., Myint K.S.A., Soebandrio A. Zika virus seropositivity in 1-4-year-old children, Indonesia, 2014. *Emerg. Infect. Dis.*, 2018, vol. 24, no. 9, pp. 1740-1743. DOI: 10.3201/eid2409.180582
 15. Pastorino B., Sengvilaipaseuth O., Chanthongthip A., Vongsouvath M., Souksakhone C., Mayxay M., Thirion L., Newton P.N., de Lamballerie X., Dubot-Pères A. Low Zika virus seroprevalence in Vientiane, Laos, 2003-2015. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 2019, vol. 100, no. 3, pp. 639-642. DOI: 10.4269/ajtmh.18-0439
 16. Phumee A., Buathong R., Boonserm R., Intayot P., Aungsananta N., Jittmittraphap A., Joyjinda Y., Wacharapluesadee S., Siriyasatien P. Molecular epidemiology and genetic diversity of Zika virus from field-caught mosquitoes in various regions of Thailand. *Pathogens*, 2019, vol. 8, no. 1, pii: E30. DOI: 10.3390/pathogens8010030
 17. World Health Organization. Zika virus infection: India, 2 November 2018. Available at: <https://www.who.int/emergencies/diseases/zika/india-november-2018/en/> (accessed 05.08.2019).
 18. World Health Organization Regional Office for Africa. Microcephaly – suspected congenital Zika syndrome, Angola. *Weekly Bulletin on Outbreaks and Other Emergencies*; Week 48: 25 November – 1 December 2017. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259557/OEW48-2504122017.pdf?sequence=1> (accessed 05.08.2019).
 19. Sasseti M., Zé-Zé L., Franco J., Cunha J.D., Gomes A., Tomé A., Alves M.J. First case of confirmed congenital Zika syndrome in continental Africa. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 2018, vol. 112, no. 10, pp. 458-462. DOI: 10.1093/trstmh/try074
 20. Wongsurawat T., Athipanyasilp N., Jenjaroenpun P., Jun S.R., Kaewnapan B., Wassenaar T.M., Leelahakorn N., Angkasekwina N., Kantakamalakul W., Ussery D.W., Sutthent R., Nookaew I., Horthongkham N. Case of microcephaly after congenital infection with Asian lineage Zika virus, Thailand. *Emerg. Infect. Dis.*, 2018, vol. 24, no. 9, pp. 1758-1761. DOI: 10.3201/eid2409.180416
 21. Moi M.L., Nguyen T.T.T., Nguyen C.T., Vu T.B.H., Tun M.M.N., Pham T.D., Pham N.T., Tran T., Morita K., Le T.Q.M., Dang D.A., Hasebe F. Zika virus infection and microcephaly in Vietnam. *Lancet Infect. Dis.*, 2017, vol. 17, no. 8, pp. 805-806. DOI: 10.1016/S1473-3099(17)30412-7
 22. World Health Organization. Countries and territories with current or previous Zika virus transmission. Available at: https://www.who.int/ith/Zika_map.pdf?ua=1&ua=1 (accessed 05.08.2019).
 23. Liu Z.Y., Shi W.F., Qin C.F. The evolution of Zika virus from Asia to the Americas. *Nat.*

- Rev. Microbiol., 2019, vol. 17, no. 3, pp. 131-139. DOI: 10. WF 1038/s41579-018-0134-9
24. Hu T., Li J., Carr M.J., Duchêne S., Shi W. The Asian lineage of Zika virus: transmission and evolution in Asia and the Americas. *Virol. Sin.*, 2019, vol. 34, no. 1, pp. 1-8. DOI: 10.1007/s12250-018-0078-2
25. Yadav P.D., Malhotra B., Sapkal G., Nyayanit D.A., Deshpande G., Gupta N., Padinjaremathathil U.T., Sharma H., Sahay R.R., Sharma P., Mourya D.T. Zika virus outbreak in Rajasthan, India in 2018 was caused by a virus endemic to Asia. *Infect. Genet. Evol.*, 2019, vol. 69, pp. 199-202. DOI: 10.1016/j.meegid.2019.01.026
26. Sheridan M.A., Balaraman V., Schust D.J., Ezashi T., Roberts R.M., Franz A.W.E. African and Asian strains of Zika virus differ in their ability to infect and lyse primitive human placental trophoblast. *PLoS One*, 2018, vol. 13, no. 7, e0200086. DOI: 10.1371/journal.pone.0200086
27. Udenze D., Trus I., Berube N., Gerdtts V., Karniychuk U. The African strain of Zika virus causes more severe in utero infection than Asian strain in a porcine fetal transmission model. *Emerg Microbes Infect.*, 2019, vol. 8, no. 1, pp. 1098-1107. DOI: 10.1080/22221751.2019.1644967
28. Santiago G.A., Vázquez J., Courtney S., Matías K.Y., Andersen L.E., Colón C., Butler A.E., Roulo R., Bowzard J., Villanueva J.M., Muñoz-Jordan J.L. Performance of the Trioplex real-time RT-PCR assay for detection of Zika, dengue, and chikungunya viruses. *Nat. Commun.*, 2018, vol. 9, no. 1, pp. 1391. DOI: 10.1038/s41467-018-03772-1
29. Stettler K., Beltramello M., Espinosa D.A., Graham V., Cassotta A., Bianchi S., Vanzetta F., Minola A., Jaconi S., Mele F., Foglierini M., Pedotti M., Simonelli L., Dowall S., Atkinson B., Percivalle E., Simmons C.P., Varani L., Blum J., Baldanti F., Cameroni E., Hewson R., Harris E., Lanzavecchia A., Sallusto F., Corti D. Specificity, cross-reactivity, and function of antibodies elicited by Zika virus infection. *Science*, 2016, vol. 353, No. 6301, pp. 823-826. DOI: 10.1126/science.aaf8505
30. Tappe D., Rissland J., Gabriel M., Emmerich P., Günther S., Held G., Smola S., Schmidt-Chanasit J. First case of laboratory-confirmed Zika virus infection imported into Europe, November 2013. *Euro Surveill.*, 2014, vol. 19, no. 4, pii=20685. Available at: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2014.19.4.20685> (accessed 27/08/2019).
31. European Centre for Disease Prevention and Control. Travel-associated Zika virus disease cases in the EU/EEA Available at: <https://ecdc.europa.eu/en/all-topics-zzika-virus-infectionsurveillance-and-disease-data/travel-associated-zika-virus-disease> (accessed 27.08.2019).
32. Bocanegra C., Sulleiro E., Soriano-Arandes A., Pou D., Suy A., Llurba E., Rodó C., Espasa M., Campins M., Martín A., Rodrigo C., Vázquez A., De Ory F., Sánchez-Seco M.P., Pumarola T., Carreras E., Molina I. Zika virus infection in pregnant women in Barcelona, Spain. *Clin Microbiol Infect.*, 2016, vol. 22, no. 7, pp. 648-650. DOI: 10.1016/j.cmi.2016.03.025
33. Mlakar J., Korva M., Tul N., Popović M., Poljšak-Prijatelj M., Mraz J., Kolenc M., Resman Rus K., Vesnaver Vipotnik T., Fabjan Vodusek V., Vizjak A., Pižem J., Petrovec M., Avšič Županc T. Zika virus associated with microcephaly. *N. Engl. J. Med.*, 2016, vol. 374, no. 10, pp. 951-958. DOI: 10.1056/NEJMoa1600651
34. Driggers R.W., Ho C.Y., Korhonen E.M., Kuivanen S., Jääskeläinen A.J., Smura T., Rosenberg A., Hill D.A., DeBiasi R.L., Vezina G., Timofeev J., Rodriguez F.J., Levanov L., Razak J., Iyengar P., Hennenfent A., Kennedy R., Lanciotti R., du Plessis A., Vapalahti O. Zika virus infection with prolonged maternal viremia and fetal brain abnormalities. *N. Engl. J. Med.*, 2016, vol. 374, no. 22, pp. 2142-2151. DOI: 10.1056/NEJMoa1601824
35. Paz S., Semenza J.C. El Niño and climate change – contributing factors in the dispersal of Zika virus in the Americas? *Lancet*, 2016, vol. 387, no. 10020, pp. 745. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)00256-7
36. Diaz-Menendez M., Crespillo-Andujar C. Zika virus infection. Risk of spreading in Europe. Cham, Switzerland, Springer, 2017, 93 p. DOI: 10.1007/978-3-319-59406-4
37. European Centre for Disease Prevention and Control and European Food Safety Authority. Mosquito maps. Stockholm, ECDC, 2019. Available at: <https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/mosquito-maps> (accessed 27.08.2019).
38. Onishchenko G.G., Patyashina M.A., Udovichenko S.K., Toporkov A.V.,

- Toporkov V.P., Kutyrev V.V. *O dvuhurovnevoj strukture potencial'noj jepidemichej opasnosti massovyh meroprijatij s mezhdunarodnym uchastiem* [Concerning two-level structure of potential epidemic hazard of the mass events with international participation]. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2015, no. 1, pp. 5-9. (In Russian). Available at: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2015-1-5-9> (accessed 27.08.2019).
39. Kazachinskaya E.I., Volkova N.V., Ivanova A.V. Strategii issledovanija patogenosti virusa Zika [Strategies for investigation of Zika virus pathogenicity]. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2018, no. 4, pp. 6-14. (In Russian). Available at: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2018-4-6-14> (accessed 27.08.2019).
40. Vancini R., Wang G., Ferreira D., Hernandez R., Brown D.T. Alphavirus genome delivery occurs directly at the plasma membrane in a time- and temperature-dependent process. *J. Virol.*, 2013, vol. 87, no. 8, pp. 4352-4359. DOI: 10.1128/JVI.03412-12
41. Gerland P., Raftery A.E., Sevčiková H., Li N., Gu D., Spooenberg T., Alkema L., Fosdick B.K., Chunn J., Lalic N., Bay G., Buettner T., Heilig G.K., Wilmoth J. World population stabilization unlikely this century. *Science*, 2014, vol. 346, no. 6206, pp. 234-237. DOI: 10.1126/science.1257469
42. Lawrence D. Vandecar K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. *Nature Climate Change*, 2015, vol. 5, pp. 27-36.

Received 9 September 2019