

DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-43-53

УДК 616.98:578.833.28(470)

Е.В. Путинцева, С.К. Удовиченко, Д.Н. Никитин, Н.В. Бородай, И.М. Шпак, В.К. Фомина,
А.В. Несговорова, А.А. Батури, Е.В. Молчанова, Д.Р. Прилепская, Е.В. Пименова, **Д.В. Викторов,**
А.В. Топорков

ЛИХОРАДКА ЗАПАДНОГО НИЛА: РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЗА ВОЗБУДИТЕЛЕМ В 2021 г. В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПРОГНОЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА 2022 г.

ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт», Волгоград, Российская Федерация

Эпидемиологическая ситуация по лихорадке Западного Нила (ЛЗН) в России в 2021 г. характеризовалась подъемом заболеваемости относительно 2020 г. (рост более чем в 6 раз). Определены особенности эпидемического процесса ЛЗН: территориальное распределение случаев (75 % – в субъектах Центрального федерального округа), расширение ареала возбудителя с вовлечением новых территорий (впервые официальная регистрация случаев в Москве и Тульской области), раннее окончание эпидемического сезона. В структуре заболеваемости отмечены увеличение доли нейротропных форм, рост удельного веса лиц мужского пола и возрастной группы 30–39 лет, сокращение доли населения, контактировавшей с возбудителем в природных местах массового отдыха. По результатам исследований Референс-центра по мониторингу за возбудителем ЛЗН, на территории субъектов Центрального, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов установлена интенсивная циркуляция возбудителя ЛЗН. Низкий уровень зарегистрированной заболеваемости был обусловлен недостаточно эффективным выявлением больных ЛЗН. Результаты молекулярно-генетического исследования показали, что на территории европейской части России как в эпизоотическом, так и в эпидемическом циклах циркулировал вирус Западного Нила (ВЗН) второго генотипа, только в эпизоотическом цикле – ВЗН второго генотипа на юге Западной Сибири (Омская область) и четвертого генотипа в Волгоградской области. Посредством филогенетического анализа установлено, что изоляты, выделенные из Астраханской, Волгоградской, Ростовской, Воронежской областей и Республики Дагестан в 2021 г., относятся к ранее не отмечаемому на территории России геноварианту ВЗН второго генотипа. Топология филогенетического древа указывает на возможное африканское происхождение изолятов, вероятно, занесенных в Россию перелетными птицами через побережье Каспийского моря. В Волгоградской области циркулировал ВЗН как укоренившейся клады второго генотипа (с 2007 г.), так и нового геноварианта. Специалистами Референс-центра на основе методики нейросетевого моделирования разработан прогноз развития эпидемиологической ситуации по ЛЗН в 2022 г. в Волгоградской области, согласно которому ожидается рост заболеваемости, сопоставимый с таковым в 2010 и 2012 гг. На основании климатического прогноза возможен подъем заболеваемости во всех федеральных округах европейской части России, южных территориях Урала, Западной Сибири и Дальнего Востока.

Ключевые слова: лихорадка Западного Нила, вирус Западного Нила, эпидемическая ситуация, мониторинг за возбудителем, прогноз.

Корреспондирующий автор: Путинцева Елена Викторовна, e-mail: vari2@sprint-v.com.ru.

Для цитирования: Путинцева Е.В., Удовиченко С.К., Никитин Д.Н., Бородай Н.В., Шпак И.М., Фомина В.К., Несговорова А.В., Батури А.А., Молчанова Е.В., Прилепская Д.Р., Пименова Е.В., Викторов Д.В., Топорков А.В. Лихорадка Западного Нила: результаты мониторинга за возбудителем в 2021 г. в Российской Федерации, прогноз заболеваемости на 2022 г. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2022; 1:43–53. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-43-53

Поступила 01.02.2022. Принята к публ. 08.02.2022.

**E.V. Putintseva, S.K. Udovichenko, D.N. Nikitin, N.V. Borodai, I.M. Shpak, V.K. Fomina,
A.V. Nesgovorova, A.A. Baturin, E.V. Molchanova, D.R. Prilepskaya, E.V. Pimenova, **D.V. Viktorov,**
A.V. Toporkov**

West Nile Fever: Results of Monitoring over the Causative Agent in the Russian Federation in 2021, the Incidence Forecast for 2022

Volgograd Research Anti-Plague Institute, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The epidemiological situation on West Nile fever (WNF) in Russia in 2021 was characterized by an increase in the incidence relative to 2020 (more than 6-fold increase). The peculiarities of the WNF epidemic process have been determined: the territorial distribution of cases (75 % – in the constituent entities of the Central Federal District), the expansion of the causative agent's areal with the involvement of new territories (official registration of cases in Moscow and the Tula Region for the first time ever), the early end of the epidemic season. An increase in the proportion of neuroinvasive forms, an increase in the share of male patients and the age group of 30–39 years, a decrease in the proportion of the population in contact with the pathogen in natural places of mass recreation were observed in the incidence structure. According to the results of the monitoring studies carried out by the Reference Center, intensive circulation of the pathogen was established on the territory of the Central Federal District, Southern Federal District, and the North Caucasian Federal District. The low reported incidence was due to insufficient detection of WNF patients. The results of molecular-genetic study showed that in the European part of Russia, WNV lineage 2 circulated in both epizootic and epidemic cycles, lineage 2 in the south of Western Siberia (Omsk Region) and lineage 4 in the Volgograd Region – in the epizootic cycle only. Phylogenetic analysis revealed that strains isolated from the Astrakhan, Volgograd, Rostov, Voronezh Regions and the Republic of Dagestan in 2021 belong to the genovariant of WNV lineage 2 not registered in Russia previously.

The topology of the phylogenetic tree indicates the possible African origin of the isolates, probably imported into Russia by migratory birds across the coast of the Caspian Sea. In the Volgograd Region, WNV of both the entrenched clade of lineage 2 (since 2007) and new genovariant circulated. The specialists of the Reference Center developed a forecast of WNF epidemiological situation development in the Volgograd Region in 2022 on the basis of the neural network modeling technique, according to which an increase in the incidence is expected, comparable to that in 2010 and 2012. Based on the climate projections, an increase in the incidence is possible in all Federal Districts of the European part of Russia, the southern territories of the Urals, Western Siberia, and the Far East.

Key words: West Nile fever, West Nile virus, epidemic situation, monitoring over the causative agent, forecast.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Corresponding author: Elena V. Putintseva, e-mail: vari2@sprint-v.com.ru.

Citation: Putintseva E.V., Udovichenko S.K., Nikitin D.N., Borodai N.V., Shpak I.M., Fomina V.K., Nesgovorova A.V., Baturin A.A., Molchanova E.V., Prilepskaya D.R., Pimenova E.V., Viktorov D.V., Toporkov A.V. West Nile Fever: Results of Monitoring over the Causative Agent in the Russian Federation in 2021, the Incidence Forecast for 2022. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2022; 1:43–53. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-43-53
Received 01.02.2022. Accepted 08.02.2022.

Putintseva E.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9368-6165>
Udovichenko S.K., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8682-1536>
Nikitin D.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6940-0350>
Borodai N.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2076-5276>
Shpak I.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6446-0274>
Fomina V.K., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6081-4052>
Nesgovorova A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5810-8864>

Baturin A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9510-7246>
Molchanova E.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3722-8159>
Prilepskaya D.R., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9305-4299>
Pimenova E.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8632-203X>
Viktorov D.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2722-7948>
Toporkov A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3449-4657>

Эпидемиологическая обстановка по лихорадке Западного Нила в мире. Циркуляция вируса Западного Нила (ВЗН) в эпидемическом и эпизоотическом циклах в 2021 г. подтверждена на территории Европейского региона, Северной и Южной Америки.

В 2021 г., по данным Европейского центра профилактики и контроля заболеваний, зарегистрировано 139 случаев заболевания лихорадкой Западного Нила (ЛЗН) в семи странах Европейского союза (ЕС) и 18 случаев, включая 3 смерти, на территории граничащих государств (Сербия), что в 2,1 раза ниже показателя 2020 г. и 3,9 раза – среднемноголетнего значения. Во всех странах ЕС заболеваемость была на уровне или ниже среднемноголетних значений, наибольшее число заболевших установлено в Греции (57 случаев). В 2021 г. случаи ЛЗН вновь зарегистрированы в Германии (заболеваемость впервые выявлена в 2019 г.) с вовлечением ранее эндемичных северо-восточных районов. В странах ЕС общее число смертельных исходов составило 9 случаев (средняя летальность – 6,5 %, в предыдущем году – 12 %), из них 77,8 % пришлось на Грецию. Об эпизоотиях среди лошадей сообщили Германия (16 вспышек), Испания (11), Португалия (4), Венгрия (3), Франция (2) и Греция (1), среди птиц – Испания (7) и Словения (1) [1]. Из других стран Европейского региона, не представляющих отчетность в Европейский центр профилактики и контроля заболеваний, заболеваемость ЛЗН отмечена на Украине (6 случаев, включая 1 завозной) [2] и в Израиле (7 случаев, из них 4 классифицированы как подозрительные) [3]. Известно, что на Украине ЛЗН распространена на территориях Северо-Западного Причерноморья (Одесская, Николаевская, Херсонская области), а также на востоке и западе страны [4]. В 2020 г. здесь диагностировано 4 случая заболевания, в 2019 г. – 26 случаев [2].

В США в 2021 г. отмечен эпидемический подъем заболеваемости с регистрацией, по данным цен-

тров по контролю и профилактике заболеваний, 2695 случаев заболевания, что в 3,7 раза превысило показатель 2020 г. (731 случай) и в 1,1 раза – среднемноголетнее значение (2387,8 случая). Эпизоотические проявления болезни подтверждены во всех административных территориях США, случаи заболевания людей – в 47 из 50. Наиболее интенсивное течение эпидемического процесса наблюдалось в штате Аризона, на который пришлось 61 % всех случаев ЛЗН и 58,6 % летальных исходов [5]. Из общего числа заболевших у 69 % установлена нейроинвазивная форма инфекции (в 2020 г. – 76,5 %, в среднем за период 1999–2020 гг. – 49,2 %). Высокая доля клинических форм с поражением центральной нервной системы (ЦНС) связана с приоритетностью их выявления национальной системой эпидемиологического надзора как наиболее точного индикатора интенсивности циркуляции ВЗН. В 2021 г. в США зарегистрирован 191 летальный исход от заболевания. Уровень летальности (7,1 %) был ниже по сравнению с предыдущим годом (9 %), однако превысил среднемноголетнее значение (4,7 %).

На территории Канады (на 23.11.2021), согласно данным Агентства общественного здравоохранения, в сезон 2021 г. зарегистрировано 29 случаев ЛЗН в трех провинциях: Онтарио (18 случаев), Квебек (6) и Манитоба (5). По сравнению с предыдущим годом установлено снижение заболеваемости в 2,9 раза и многократное снижение относительно среднемноголетнего показателя (за 2002–2020 гг. – 342,6 случая). На долю нейроинвазивных форм пришлось 20,7 % (в 2020 г. – 17,4 %). Случаи летальных исходов не выявлены. По результатам эпизоотологического мониторинга маркеры возбудителя в объектах внешней среды обнаружены в тех же провинциях, что и случаи заболевания, а также в Альберте и Саскачеван [6].

Из других стран Американского региона об эпизоотических проявлениях болезни сообщила Бразилия (подтвержденный случай ЛЗН у мула в штате Парана) [7]. Известно, что на территории этой

страны спорадические случаи ЛЗН у людей диагностированы в 2014, 2017, 2019 и 2020 гг.

Особенности эпидемического процесса ЛЗН в России в 2021 г. По данным, предоставленным управлениями Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации в Референс-центр по мониторингу за возбудителем ЛЗН (далее – Референс-центр), в эпидемический сезон 2021 г. зарегистрировано 76 случаев заболевания. Заболеваемость ЛЗН в целом по России (0,05/100 тыс.) была существенно (более чем в 6 раз) выше значений прошлого эпидемического сезона (0,008/100 тыс.) [8], но не превысила среднееголетнее значения (0,08/100 тыс.) (рис. 1, А). Абсолютное число случаев в 2021 г. снизилось в 2,4 раза относительно среднееголетнего показателя (179,9 случая), однако в 7,5 раза превысило количество случаев в 2020 г. (10). У четырех больных ЛЗН лабораторно подтверждена сочетанная инфекция с COVID-19 (в Волгоградской области – 2, от которой 1 больной (85 лет) умер, в Республике Дагестан и Ростовской области – по 1 случаю).

Случаи заболевания ЛЗН отмечены в девяти субъектах трех федеральных округов: Центральном (ЦФО) – 57 случаев (Воронежская область – 28, Липецкая – 1, Тульская – 1, г. Москва – 27); Южном (ЮФО) – 17 (Волгоградская область – 13, Ростовская – 2, Краснодарский край – 1, Республика Крым – 1); Северо-Кавказском (СКФО) – 2 (Республика Дагестан). Особенностью эпидемического сезона 2021 г. является территориальное распределение случаев заболеваний (75 % – в ЦФО), а также вовлечение в эпидемический процесс новых регионов, свидетельствующее о продолжающемся расширении ареала ЛЗН.

Впервые в 2021 г. местные случаи заболевания выявлены в Москве (27 случаев, заболеваемость – 0,21/100 тыс.). Вспышка ЛЗН протекала на фоне чрезвычайно интенсивных эпизоотий среди птиц семейства врановых и хищных птиц, сопровождавшихся их массовой гибелью. Интенсивному течению эпизоотического и эпидемического процессов

способствовали благоприятно сложившиеся климатические условия (жаркое лето), приведшие к росту численности переносчиков ВЗН, быстрому накоплению в них возбудителя и эффективной его передаче. Вероятно, вирус мог циркулировать на территории Москвы и Московской области и ранее. Однако обследование на ЛЗН лихорадящих больных в эпидемический сезон на данных территориях в 2015–2020 гг. не проводилось, как и качественный эпизоотологический мониторинг (только в Московской области при низком объеме исследуемого полевого материала). В пользу нашего предположения могут свидетельствовать результаты серологического обследования выборочных групп здорового населения Московской области, у 2,3–5 % из которых в 2015–2017 гг. и 2019 г. обнаружены антитела к ВЗН.

В 2021 г. один случай заболевания отмечен в Тульской области, где ранее местные случаи ЛЗН официально не регистрировались. Вместе с тем специалистами НИИ вирусологии им. Д.И. Ивановского Министерства здравоохранения Российской Федерации в результате серологического обследования лихорадящих больных, госпитализированных в 2012 г. в лечебные учреждения г. Тулы, диагностированы четыре случая заболевания ЛЗН у местных жителей, заразившихся по месту проживания в августе [9]. Позднее, в 2017 г., антитела к ВЗН выявлены у 1,5 % обследованных доноров крови в Тульской области [10].

В Воронежской области, где ЛЗН ежегодно регистрируется с 2010 г., заболеваемость (1,2/100 тыс.) в 1,8 раза превысила среднееголетнее значение (0,65/100 тыс.). По всей видимости, рост заболеваемости связан с высокой инфицированностью основных переносчиков ВЗН, составившей 25 % (в 3 раза выше по сравнению с Волгоградской областью).

На эндемичные территории ЮФО, вклад которых в общероссийскую заболеваемость за весь период регистрации болезни составляет 84 %, в 2021 г. пришлось только 22 % случаев. В субъектах ЮФО с подтвержденными случаями заболеваемость не пре-

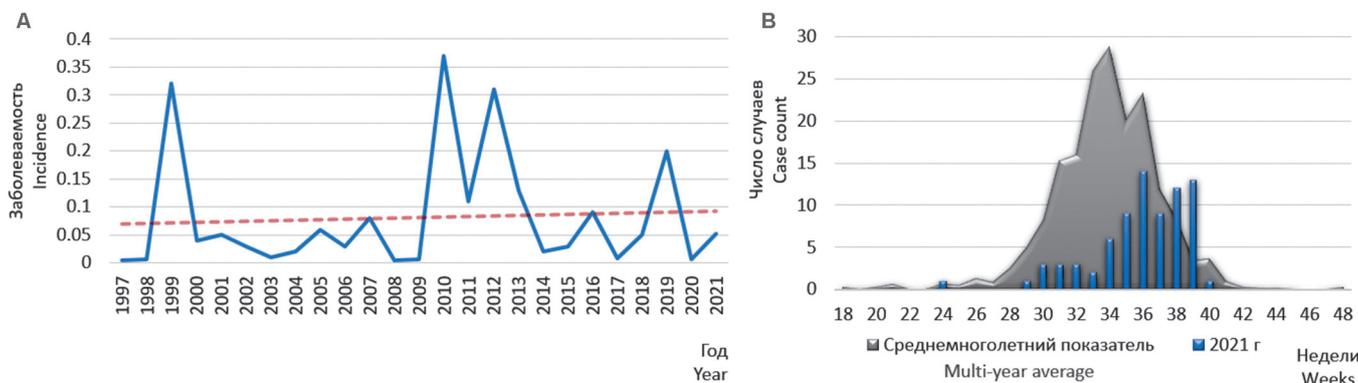


Рис. 1. Заболеваемость ЛЗН в России:

А – динамика заболеваемости ЛЗН в России в 1997–2021 гг.; В – понедельное распределение (по дате постановки окончательного диагноза) случаев ЛЗН в 2021 г. в сравнении со среднееголетним показателем

Fig. 1. West Nile fever (WNF) incidence in Russia:

А – dynamics of WNF incidence in Russia between 1997 and 2021; В – weekly distribution (by the final diagnosis date) of WNF cases in 2021 as compared to the long-term annual average

вышла среднемноголетних значений. Обращает на себя внимание отсутствие регистрации случаев ЛЗН в Астраханской области (впервые за период 1997–2020 гг.), а также сохраняющаяся на спорадическом уровне заболеваемость в Ростовской и Волгоградской областях при наличии благоприятных климатических условий и подтвержденной активной циркуляции возбудителя в энзоотическом цикле.

В Республике Дагестан, где за весь период наблюдения официально зарегистрирован один случай ЛЗН в 2018 г., специалистами Референс-центра при проведении планового мониторинга в 2021 г. подтверждено два случая (заболеваемость – 0,06/100 тыс.). Следует отметить, что об активной, но не диагностированной циркуляции возбудителя в Республике Дагестан свидетельствовал ежегодно выявляемый высокий уровень иммунной прослойки к ВЗН среди местного населения. Так, в 2016–2020 гг. наличие специфических к ВЗН антител установлено у жителей 17 из 18 обследованных районов и городов республиканского значения. Уровень иммунной прослойки в среднем составил 14,6 %, в отдельных районах достигая 40 % и более.

Завозные случаи ЛЗН, связанные с посещением зарубежных стран, не зарегистрированы. На территории России установлены случаи завоза ЛЗН из одних субъектов в другие: в Краснодарском крае выявлен больной с заражением в Ростовской области, в Волгоградской области – с заражением в Республике Дагестан, в Воронежской области – с заражением в Липецкой области, в Москве – с заражением в Московской (4 случая) и Белгородской (1) областях.

Сезонный подъем заболеваемости пришелся на июнь – сентябрь, в целом по России продолжительность эпидемического сезона составила 16 недель (в 2020 г. – 12 недель, за многолетний период наблюдения – 13,6 недели). Регистрация случаев заболевания ЛЗН (по дате постановки окончательного диагноза) отмечена в июне – 1,3 % от общего числа случаев, июле – 9,4 %, августе – 33,3 % и сентябре – 56 %. Таким образом, установлено смещение максимальной регистрации заболеваемости на конец лета – начало осени, что соответствовало среднемноголетнему тренду динамики, сложившемуся в России в последние годы. Пик заболеваемости ЛЗН пришелся на сентябрь с последующим резким окончанием сезона. Последние случаи ЛЗН в текущий эпидемический сезон отмечены на 40-й неделе (в субъектах ЦФО), а за период 2009–2020 гг. – на 42-й неделе, максимально – на 48-й (2018 г.) (рис. 1, В).

Как и в предыдущие сезоны, в 2021 г. преобладали клинические формы ЛЗН без поражения ЦНС. В среднем по России они составили 52 % от общего числа случаев. На нейроинвазивные формы в общей структуре заболеваний пришлось 48 % (в США – 69 %, Греции – 64 %) [5], что является самым высоким показателем за весь период наблюдения за ЛЗН в России. Данный показатель сформирован за счет высокого удельного веса заболеваний с симптомами

поражения ЦНС в Москве и Воронежской области (89 и 64 % соответственно). Ранее значительный рост числа нейроинвазивных форм наблюдался в 2011 г. – 30 % (за счет Краснодарского края и Воронежской области, где показатели составляли 86 и 50 % соответственно), в 2019 г. – 29 % (за счет показателей в Липецкой области – 75 %, Волгоградской области и Ставропольском крае – по 50 %, Краснодарском крае – 37 %) и в 2020 г. – 40 % (за счет Астраханской области, где доля нейроинвазивных форм составила 50 %) [8].

В структуре заболеваемости по тяжести клинического течения установлено преобладание средне-тяжелых форм (68 %), что соответствовало среднемноголетним значениям. Доля случаев легкого течения составила 19 % (в 2020 г. – 10 %, 2019 г. – 25 %, 2018 г. – 14 %), тяжелого – 13 % (в 2020 г. – 0, 2019 г. – 10 %, 2018 г. – 14 %). Обращает на себя внимание, что 77 % от общего числа легких форм заболевания выявлено на территории Воронежской области и свидетельствует о высоком уровне настороженности медицинского персонала в отношении ЛЗН. Тяжелые формы заболевания отмечены в Москве, Волгоградской и Воронежской областях. Летальность от ЛЗН в сезон 2021 г. в России не зарегистрирована (в 2020 г. – 0, 2019 г. – 1,1 %, 2018 г. – 3,9 %), в США и странах ЕС летальность составила 7,1 и 6,5 % соответственно [1, 5].

В 2021 г. на городских жителей пришлось 85,3 % от всех случаев, что значительно превысило аналогичный показатель за последние годы наблюдения (2020 г. – 60 %, 2019 г. – 67 %, 2018 г. – 72 %). В ЦФО жители городов составили 91 % от общего числа случаев (Москва – 100 %, Воронежская область – 85 %), в ЮФО – 65 % (Волгоградская область – 69 %, Республика Крым – 100 %), в СКФО – 100 % (Республика Дагестан). Низкая доля среди заболевших сельских жителей, активно посещающих природные биотопы и имеющих интенсивный контакт с переносчиками инфекции, может быть объяснена недостаточно эффективным выявлением случаев ЛЗН.

На детей и подростков до 14 лет в целом по России пришлось 7 % случаев ЛЗН (Москва, Краснодарский край, Республика Крым и Волгоградская область). Увеличение доли детей ранее наблюдалось в годы эпидемических подъемов заболеваемости: в 2012 г. – 10,5 %, 2014 г. – 19 %, 2018 г. – 10,5 %, в межэпидемические периоды она не превышала 4 %.

В сезон 2021 г. не изменилась тенденция преобладания в структуре заболеваемости ЛЗН лиц старшей возрастной группы. Отмечено абсолютное доминирование возрастной категории «60 и более лет» – 29 % (в т.ч. больных 70 лет и старше – 9 %), но, по сравнению с предыдущими эпидемическими сезонами, этот показатель был более низким (в 2019 г. – 35 %, 2018 г. – 36 %). Обращает на себя внимание высокий удельный вес больных возрастной категории «30–39 лет» (23 %), за счет чего в

совокупности больные в возрасте до 50 лет преобладали над старшими возрастными группами и составляли 53 %.

В социальной структуре заболевших превалировала группа «служащие», которая составила самое большое значение за весь период наблюдения – 30 % (в 2020 г. – 20 %, 2019 г. – 14 %, 2018 г. – 17 %).

Эпидемический процесс ЛЗН в 2021 г. характеризовался значительным преобладанием числа заболевших мужчин над числом женщин (67 и 33 % соответственно). В среднем за весь период регистрации ЛЗН на территории России доля мужчин в структуре заболеваемости составила 58 %. Вероятно, данное наблюдение может быть связано с более тяжелым клиническим течением заболевания у мужчин, что является причиной обращения за медицинской помощью и выявления ЛЗН. По результатам проведенного анализа установлено, что среди заболевших с нейроинвазивными формами доля мужчин составила 61 %. В США среди пациентов с симптомами поражения ЦНС на лиц мужского пола пришлось 62 %, в то время как их удельный вес в общей структуре заболеваемости составил 56 % [11].

По материалам эпидемиологических исследований, представленных субъектами в Референс-центр, половина выявленных больных заразилась по месту постоянного проживания, из них в городах – 38 %, сельской местности – 12 %. Это самый низкий показатель заражения по месту жительства за последние годы: в 2020 г. он составлял 70 %, 2019 г. – 74 %, 2018 г. – 56 % [8]. Инфицирование ВЗН значительной части больных (35 %) связано с пребыванием на дачных участках, что превысило аналогичные показатели за период 2017–2020 гг. Так, заражение на дачных (садово-огородных) участках отмечено в 2020 г. у 20 % заболевших [8], 2019 г. – 12 %, 2018 г. – 23 %, 2017 г. – 1 %. Существенно сократилась доля населения, заразившегося в природных местах массового отдыха (15 %). В 2017 г. этот показатель составил 42 %, а в последующие годы наблюдалось его снижение: 2018 г. – 20 %, 2019 г. – 14 %, 2020 г. – 10 %. Таким образом, в последние годы наметилась тенденция изменения структуры мест заражения ВЗН как результат изменения образа жизни населения и организации отдыха, в основном на дачных участках (введение ограничительных мероприятий в условиях эпидемического распространения COVID-19).

У 80 % больных ЛЗН в 2021 г. клинический диагноз подтвержден обнаружением специфических антител класса IgM методом иммуноферментного анализа (ИФА) и у 20 % – выявлением РНК ВЗН методом полимеразной цепной реакции обратной транскрипции (ОТ-ПЦР). РНК ВЗН обнаружена в пробах клинического материала от больных на территории шести субъектов (Волгоградская, Воронежская, Тульская, Ростовская области, Республика Дагестан и г. Москва). Исследование клинического материала методом ОТ-ПЦР в сезон 2021 г. проводилось

Центром гигиены и эпидемиологии в Ростовской области, Центральным НИИ эпидемиологии и Референс-центром. Таким образом, основным методом диагностики ЛЗН в медицинских организациях по-прежнему является ИФА.

Диагноз «ЛЗН» поставлен в первые три дня от момента госпитализации (или обращения) только 29 % больных (в Ростовской области – в 100 % выявленных на данной территории случаях, Воронежской – 50 %, Волгоградской – 31 %, Республике Дагестан – 50 %, Москве – 7 %). Максимально длительный период от момента обращения за медицинской помощью (госпитализации) до этиологической расшифровки случая установлен в Тульской области (на 18-й день), Москве (на 16-й день) и Волгоградской области (на 15-й день).

Поздняя постановка диагноза отмечена как на территориях с интенсивными проявлениями эпидемического процесса, так и в субъектах, где ЛЗН регистрируется спорадически. Клинический диагноз в целом по России в 2021 г. поставлен на 6,1 день от момента обращения за медицинской помощью (или госпитализации), при этом данный показатель существенно не отличался для нейроинвазивной (5,8) и гриппоподобной (6,6) форм. Аналогичная ситуация отмечена и в предшествующие годы: в 2018 г. клинический диагноз в среднем по России ставился через 6,7 дня; 2019 г. – 6,2; 2020 г. – 11,1. Причинами несвоевременной постановки диагноза являются как полиморфизм клинических проявлений ЛЗН, так и недостаточная профессиональная подготовка медицинских работников, а также, возможно, отсутствие утвержденной тактики обследования лихорадящих больных, разработанной Управлением Роспотребнадзора на каждой территории.

Активное выявление больных ЛЗН среди лихорадящих и больных, имеющих сходные клинические симптомы, проводилось медицинскими организациями в 2021 г. в 30 субъектах (в 2020 г. – 26, 2019 г. – 42, 2018 г. – 46): в 11 субъектах ЦФО, 6 – Приволжского (ПФО), 1 – Уральского (УФО), 4 – Сибирского (СФО) федеральных округов, 2 – СКФО и 6 – ЮФО. На административных территориях, входящих в Дальневосточный (ДФО) и Северо-Западный (СЗФО) федеральные округа, лихорадящие больные на наличие маркеров ВЗН не обследовались. Таким образом, на большей части территории России, где возможна передача ВЗН человеку (64 субъекта), активное выявление больных в сезон 2021 г. не проводилось.

Количество обследованных в 13 из 30 (43,3 %) субъектов составило от 1 до 10 человек за сезон. На территории ЮФО с установленной циркуляцией ВЗН в эпизоотическом и эпидемическом циклах обследование на ЛЗН лихорадящих больных не проводилось в Республике Калмыкия, оставалось на крайне низком уровне – в Республике Крым и г. Севастополе (4). В субъектах с интенсивными проявлениями эпидемического процесса объемы диагностических ис-

следований по выявлению больных ЛЗН среди лихорадящих были недостаточными. В Ростовской области количество обследованных составило 23 человека, Астраханской – 43, Волгоградской – 44. В Краснодарском крае при выявлении у 4 лихорадящих больных антител к ВЗН класса IgM (исследования проведены на базе Причерноморской противочумной станции) медицинскими организациями не был выставлен диагноз «ЛЗН». О результатах проведенных лабораторных исследований своевременно не проинформированы территориальный орган Роспотребнадзора и Референс-центр, что требует повышения эффективности внутриведомственного взаимодействия.

Основные результаты энтомологического мониторинга. Данные 42 субъектов Российской Федерации не подлежали обработке (не представлены отчеты, не проводился учет численности основных переносчиков либо проводился кратковременно в отдельные периоды сезона). На большей части территории России в апреле – сентябре сложились благоприятные климатические условия для размножения переносчиков ВЗН. Так, в природных биотопах Воронежской области среднесезонный показатель численности переносчика значительно превышал среднесезонный показатель (в 7 раз). В субъектах ЮФО, ЦФО, СКФО, СФО в этот временной период температура воздуха превысила среднесезонные значения, в остальных субъектах – находилась на уровне климатической нормы. Лето было жарким на всей территории ЦФО. В июне среднемесячная температура имела отклонение от среднесезонного уровня на +1,6...+3,3 °С. В Москве 23 июня зарегистрирован температурный рекорд (+34,8 °С) за период наблюдений с 1779 г., в Воронеже 24 июня температура поднялась до +35,5 °С. С конца сентября резко наступили заморозки, приведшие к гибели переносчиков и окончанию эпидемиологического сезона.

Мониторинг за возбудителем ЛЗН. Мониторинг циркуляции ВЗН в объектах внешней среды проводился в сезон 2021 г. в 67 субъектах Российской Федерации (в 2020 г. – 61; 2019 г. – 72; 2018 г. – 56). Маркеры ВЗН в носителях и переносчиках, по данным, представленным управлениями Роспотребнадзора, выявлены на территории семи субъектов (2020 г. – 3; 2019 г. – 7; 2018 г. – 3). РНК ВЗН обнаружена в пробе комаров *Aedes vexans* в Астраханской области (Астраханская противочумная станция), в граве *Corvus frugilegus* в Саратовской области (РосНИПЧИ «Микроб»); антигены ВЗН – в клещах *Ixodes persulcatus* в Архангельской области (Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области), в полевке обыкновенной *Microtus arvalis* в Ленинградской области (Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области), в граве *S. frugilegus*, зайце-русаке *Lepus europaeus*, комарах *A. caspius*, *Ae. vexans*, кровососке *Lipoptena forsisetosa* в Ростовской области (Ростовский НИПЧИ), комарах

Culex pipiens в Краснодарском крае (Причерноморская противочумная станция); антитела к ВЗН – у 1,6 % обследуемых лошадей в Курской области (Курская областная ветеринарная лаборатория).

На территории Москвы и Московской области, где наблюдалась напряженная эпизоотическая и эпидемическая ситуация, по предварительным данным Центрального НИИ эпидемиологии, представленным в Референс-центр, в 82 пробах птиц, а также пробах комаров р. *Culex* выявлена РНК ВЗН второго генотипа.

Маркеры ВЗН обнаружены в 6 пробах клещей *I. persulcatus* из Приморского края, 1 пробе клещей *Dermacentor reticulatus* из Ставропольского края, 10 пробах комаров *Ae. vexans*, 7 – *Anopheles hyrcanus*, 3 – *Coquilletidia richardii* из Астраханской области. Исследования проведены специалистами ГНЦ ВБ «Вектор» в рамках пилотного проекта Роспотребнадзора по мониторингу трансмиссивных и зооантропонозных инфекций, выявлению новых и вновь появляющихся на территории Российской Федерации.

Серологическое обследование отдельных здоровых групп населения выполнено в 48 субъектах (в 2020 г. – 36; 2019 г. – 61; 2018 г. – 45). Антитела класса IgG к ВЗН обнаружены у населения 21 субъекта (в 2020 г. – 14; 2019 г. – 34; 2018 г. – 22) [7]. Положительные серологические находки в группах «доноры» и «животноводы» выявлены: у 7 % обследуемых в ЦФО (в Ивановской области); 12 % – СФО (в Красноярском крае без дифференциации с клещевым вирусным энцефалитом, КВЭ); 1,5–2 % – ДФО (в Камчатском крае и Магаданской области без дифференциации с КВЭ); 1,5–23 % – ЮФО (в Астраханской, Ростовской, Волгоградской областях); 1,5 % – ПФО (в Республике Мордовия и Ульяновской области без дифференциации с КВЭ).

Уровень иммунной прослойки к ВЗН у жителей отдельных населенных пунктов ЦФО составил 0,6–5,5 % (в Воронежской и Курской областях); СЗФО – 0,7–14 % (в Архангельской, Новгородской областях без дифференциации с КВЭ); СФО – 5–15 % (в Алтайском крае, Кемеровской области без дифференциации с КВЭ); ЮФО – 0,5–7 % (только в Краснодарском крае, Республике Крым, Волгоградской области); ПФО – 3–10 % (в Республике Башкортостан, Самарской области без дифференциации с КВЭ, Саратовской области); УФО – 1,6–10 % (в Тюменской и Курганской областях без дифференциации с КВЭ); СКФО – 21,4 % (в Республике Дагестан). Данные о серопревалентности населения, проживающего на эндемичной по КВЭ территории, без проведения дифференциальных диагностических исследований не позволяют получить объективные сведения о частоте контакта населения с возбудителем ЛЗН.

Результаты мониторинговых исследований, выполненных специалистами Референс-центра. В 2021 г. специалистами Референс-центра

проведен рекогносцировочный активный мониторинг за возбудителем ЛЗН на территории восьми субъектов Российской Федерации (Краснодарский край, Астраханская, Волгоградская, Ростовская, Воронежская области, республики Калмыкия, Адыгея и Дагестан), относящихся к территориям высокого эпидемиологического риска. Ключевой задачей являлась оценка интенсивности циркуляции возбудителя на территории данных субъектов в условиях снижения эффективности мониторинговых исследований за возбудителем ЛЗН и приоритетности мероприятий по надзору и контролю за COVID-19.

С этой целью специалистами Референс-центра выполнено исследование 1391 пробы биологического материала (птицы, клещи, комары, грызуны) из девяти субъектов Российской Федерации (вышеуказанные субъекты и Омская область). Исследование полевого материала из Омской области проводилось в рамках совместной научно-исследовательской работы с Омским научно-исследовательским институтом природно-очаговых инфекций Роспотребнадзора. РНК ВЗН выявлена в 3,7 % проб, полученных из клещей *Hyalomma marginatum*, комаров *Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *An. maculipennis*, *Uranotaenia unguiculata*, *Coq. richiardii* из Волгоградской области, комаров *Cx. pipiens* из Республики Дагестан, комаров *Cx. pipiens*, *An. maculipennis*, *An. claviger*, *Ae. geniculatus* из Воронежской области, комаров *Cx. pipiens* и *Cx. modestus* из Астраханской области, комаров *Coq. richiardii* и клещей *I. persulcatus* из Омской области. По результатам типирования установлена принадлежность выделенных фрагментов РНК ВЗН ко второму генотипу в пробах от клещей и комаров, отловленных на территории Волгоградской и Омской областей, комаров из Республики Дагестан (впервые), Воронежской и Астраханской областей. Выделенная РНК из комаров *Ur. unguiculata* в Волгоградской области типирована как четвертый генотип. В комарах *Cx. pipiens*, отловленных на территории Волгоградской области, установлено отмечаемое ранее одновременное присутствие ВЗН и вируса Синдбис (в 3 из 161 пула). Полученные данные позволяют предположить возможность коинфицирования людей ВЗН и другими арбовирусами, что требует дальнейшего изучения.

Кроме этого, в Волгоградской области проведено серологическое обследование сельскохозяйственных животных и птиц (лошади и куры) как «маркеров» интенсивности эпизоотического процесса. В результате исследований в 206 из 349 (59 %) образцов крови обнаружены специфические к ВЗН антитела.

В девяти субъектах (перечисленные выше и Республика Крым) выполнены скрининговые обследования лихорадящих больных, находящихся на стационарном и/или амбулаторном лечении (1165 проб клинического материала). В целом специфические к ВЗН иммуноглобулины класса IgM обнаружены в 0,4 % проб от населения пяти субъектов (Волгоградская, Воронежская, Ростовская об-

ласти, республики Дагестан и Крым); класса IgG – 10,9 % проб от населения восьми субъектов (кроме Республики Дагестан); РНК ВЗН – 0,3 % проб (Волгоградская, Воронежская области и Республика Дагестан). По результатам исследований установлена серопревалентность населения, которая может характеризовать степень и частоту его контакта с возбудителем ЛЗН на территории.

В 2021 г. в рамках выполнения регламентированных функций (подтверждение диагноза на территории с впервые выявленной заболеваемостью ЛЗН, проведение углубленных молекулярно-генетических исследований), а также оказания практической помощи медицинским организациям Волгоградской области в диагностике больных ЛЗН специалистами Референс-центра проведено исследование 292 проб клинического материала. Выделенные фрагменты РНК из клинического материала от 5 больных из Волгоградской области и 1 больного из Республики Дагестан типированы как второй генотип ВЗН.

Таким образом, полученные данные позволяют говорить об интенсивной циркуляции ВЗН на юге европейской части России, а также в центральной части страны (Воронежская область) в сезон 2021 г., а количество зарегистрированных больных не отразило реальную эпидемическую ситуацию.

Молекулярно-генетическая характеристика вирусных изолятов 2021 г. По результатам вирусологического исследования выделено 34 изолята ВЗН из объектов внешней среды. Специалистами Референс-центра получены последовательности геномов 16 изолятов, из которых 12 изолятов выделено на территории Волгоградской области (Светлоярский, Среднеахтубинский районы, города Урюпинск и Волгоград) и по 1 – в Ростовской, Астраханской, Воронежской областях и Республике Дагестан. Филогенетический анализ на основании выравненных последовательностей геномов ВЗН из базы данных NCBI и последовательностей, полученных Референс-центром, показал, что все изоляты 2021 г. принадлежат ко второму генотипу возбудителя.

Три изолята относились к так называемой волгоградской кладе, к которой, помимо изолятов, выделенных на территории Волгоградской области в 2007, 2018–2021 гг., относятся изоляты, выделенные на территории Астраханской и Ростовской областей в 2020 г. Тринадцать изолятов формируют обособленную кладу, в которую вошли изоляты ВЗН из Астраханской, Волгоградской, Ростовской, Воронежской областей и Республики Дагестан (рис. 2).

Новый геновариант ВЗН второго генотипа не имеет гомологов в GenBank NCBI. Топология филогенетического древа указывает на его возможное африканское происхождение. Исходя из этого, можно предположить, что на территорию России вирус был занесен перелетными птицами (дальними мигрантами) через побережье Каспийского моря и далее распространился на северо-запад. Известно,

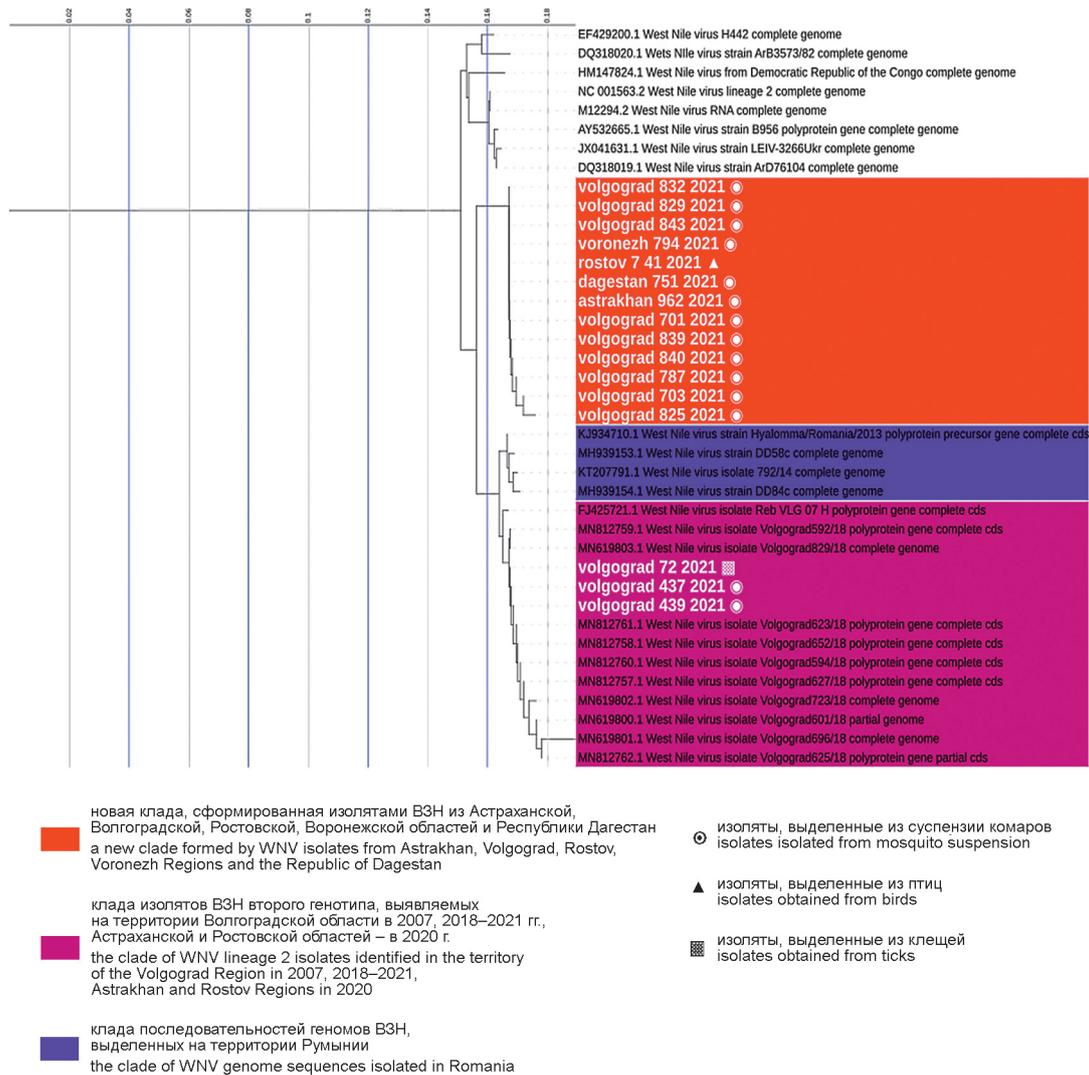


Рис. 2. Дендрограмма, построенная на основе выравненных последовательностей геномов изолятов ВЗН второго генотипа методом присоединения соседей

Fig. 2. Dendrogram constructed on the basis of aligned genome sequences of WNV lineage 2 isolates using the neighbor joining method

что с Африканского континента на территорию России осуществляют сезонную миграцию 145 видов птиц, среди них преобладают насекомоядные птицы семейств ласточковые (Hirundinidae), славковые (Sylviidae), дроздовые (Turdidae), трясогузковые (Motacillidae), сорокопутовые (Laniidae), жаворонковые (Alaudidae), овсянковые (Emberizidae), мухоловковые (Muscicapidae), иволговые (Oriolidae) и скворцовые (Sturnidae).

Возможным первоначальным местом заноса возбудителя из Африки на территорию России является Средний Прикаспий. Здесь расположен комплекс приморских лагун, через который проходит крупнейший в России магистральный путь транспалеарктических мигрантов, входящих в состав западносибирско-восточноафриканского миграционного ареала. Меридиональная ориентация лагун вдоль западного побережья Каспия изначально предопределила наличие в этом районе весьма оживленной миграционно-кочевой динамики, прослеживающейся на протяжении 10–10,5 месяцев в году.

Миграционные процессы имеют ярко выраженную специфику, связанную с тем, что один из районов (Туралинский) расположен в устье сравнительно узкого (4–5 км шириной) миграционного коридора, устроенного по типу «бутылочное горлышко», который ведет к концентрации и смешению птиц из различных орнитокомплексов, в связи с чем через лагуны летят единым потоком не только гидрофильные птицы, но и сухопутные мигранты (рис. 3). Суммарный объем миграционного потока через Туралинскую лагуну ежегодно составляет свыше 12 млн птиц 202 видов [12]. После заноса патогена дальнейшему распространению вируса на территории России могли способствовать ближние мигранты и кочующие птицы. Среди ближних мигрантов значимую роль в этом процессе могут играть большие бакланы, а также грачи и другие врановые, которые совершают кочевые миграции на соседние территории.

Необходимо отметить, что с момента первого обнаружения ВЗН второго генотипа в Европе (Венгрия) в 2004 г. область распространения дан-



Рис. 3. Схема расположения кавказского миграционного коридора – «бутылочного горлышка» и трасс предполагаемого пролета европейских и азиатских мигрантов [12]

Fig. 3. Scheme of the Caucasian migration corridor – the “bottle-neck” and the routes of the alleged flyways of European and Asian migrant birds [12]

ной генетической линии значительно расширилась и включает в себя страны Южной, Центральной, Западной и Восточной Европы [13], Казахстан и Россию. Самой восточной точкой обнаружения ВЗН второго генотипа является Еврейская автономная область. Филогенетический анализ геномов штаммов ВЗН, принадлежащих ко второй генетической линии, демонстрирует ее существенную неоднородность, обусловленную, по всей видимости, микроэволюционными изменениями возбудителя при попадании в новые экологические условия.

Так, в Волгоградской, Астраханской и Ростовской областях выявлены изоляты ВЗН второго генотипа, образующие единую монофилетичную группу. Ее первый представитель обнаружен в 2007 г., и по настоящее время изоляты, относящиеся к этой группе, выделяют из полевого и клинического материала. По всей видимости, данный геновариант сформировался и распространился на территории юга России после единичной интродукции, переживая неблагоприятные температурные условия в зимующих популяциях комаров.

Кроме обозначенных территорий, единичные случаи обнаружения представителей этого геноварианта ВЗН отмечены в Румынии в 2013 г. и Италии в 2014 г. Несмотря на данный факт, доминирующим геновариантом ВЗН второго генотипа на территории стран Европы считается венгерская клада, или Центральный/Южный европейский генотип 2 (Central/Southern European lineage 2), и до недавнего времени ее представителей на территории России не выявляли.

Однако в 2021 г. при расследовании вспышки ЛЗН в Москве специалистами Центрального НИИ

эпидемиологии, обнаружен геновариант ВЗН второго генотипа, относящийся к венгерской кладе в материале от больных (жителей Москвы), птиц и комаров (из Москвы и Московской области), тем самым подтвердив первые случаи местной передачи вируса на этой территории. Установлена высокая степень гомологии указанных изолятов ВЗН второго генотипа с изолятом, полученным в 2019 г. из тканей мозга ястреба-тетеревятника из Липецкой области. Таким образом, исследования 2021 г. показали, что подъем заболеваемости населения на территории ЦФО (Воронежская область и г. Москва) обусловлен различными геновариантами ВЗН второй генетической линии.

В целом климатические факторы сезона 2021 г. на большей части территории России (особенно в субъектах ЦФО, ЮФО и СКФО) были благоприятными для накопления и передачи возбудителя. Низкий уровень зарегистрированной заболеваемости был обусловлен недостаточно эффективным выявлением больных ЛЗН практически во всех субъектах России. В 2021 г. показатель заболеваемости ЛЗН в целом по России был существенно выше показателя прошлого эпидемического сезона, но не превысил среднееголетнего значения. Эпидемический процесс характеризовался подъемом заболеваемости в субъектах ЦФО (за счет Москвы, где местные случаи заболевания зарегистрированы впервые, и Воронежской области). Впервые за период наблюдения в Астраханской области не выявлены больные ЛЗН. Динамика заболеваемости имела сезонность с июня по сентябрь, с максимальным проявлением в сентябре, и характеризовалась ранним окончанием сезона передачи ВЗН.

Как и прогнозировали специалисты Референс-центра, в 2021 г. произошло увеличение числа нейроинвазивных форм ЛЗН, достигших максимального значения за весь период наблюдения (48 %). Среди особенностей структуры заболеваемости следует отметить значительное преобладание числа заболевших мужчин над числом женщин, увеличение удельного веса лиц возрастной группы «30–39 лет» и категории «служащие».

Результаты молекулярно-генетического исследования ВЗН показали, что на территории европейской части России циркулирует возбудитель, относящийся ко второй генетической линии, как в эпизоотическом, так и в эпидемическом циклах, а также в носителях и переносчиках ВЗН на юге Западной Сибири (Омская область). Кроме этого, в эпизоотическом цикле циркулирует генотип 4 ВЗН (Волгоградская область).

Секвенирование выделенных изолятов установило, что на территории Астраханской, Ростовской, Воронежской областей и Республики Дагестан циркулировал новый геновариант ВЗН второго генотипа, Волгоградской области – как старый (волгоградский), так и новый геновариант.

Прогноз развития эпидемической ситуации по ЛЗН в Российской Федерации на 2022 г. Климатический прогноз на предстоящий год носит

вероятностный характер, поскольку максимальный срок, на который может быть составлен наиболее точный прогноз изменения погодных условий, ограничивается одним месяцем. Говоря об общих тенденциях в масштабах года, в целом в 2022 г. следует ожидать умеренно морозную зиму (в пределах среднесезонных значений, но при этом с достаточно большим количеством осадков) и жаркое лето. По прогнозам специалистов, погода в текущем году в России ожидается достаточно изменчивая, постоянные смены циклонов приведут к резким температурным перепадам в зимний и летний периоды.

Лето предполагается аномально жарким, но не продолжительным. В 2022 г. на территориях ЮФО можно ожидать превышение температуры воздуха в летний период относительно среднесезонных показателей, близкое к таковому в 2010 и 2012 гг. и приведшее к эпидемическому подъему заболеваемости. В других регионах также предполагается превышение летних среднесезонных температур воздуха климатической нормы. В результате оптимальные климатические условия могут привести к подъему заболеваемости ЛЗН во всех федеральных округах европейской части России, южных территориях Урала, Западной Сибири и Дальнего Востока.

В конце августа – начале сентября в центральных областях России, а также на севере страны наиболее вероятно станет прохладно: будут идти частые дожди и усилится холодный ветер, что может способствовать раннему окончанию эпидемиологического сезона.

С целью разработки прогноза развития эпидемиологической ситуации по ЛЗН в 2022 г. специалистами Референс-центра использована методика нейросетевого моделирования, заключающаяся в установлении связей между входным фактором (набор эмпирически обработанных данных) и выходным интегральным (результатирующим) показателем, на основе алгоритма Бройдена – Флетчера – Гольдфарба – Шанно (L-BFGS). В качестве модельного региона выбрана Волгоградская область – на ее территорию приходится абсолютное большинство выявленных больных ЛЗН в России (44 %). Исходными параметрами послужили показатели температуры воздуха в сезон передачи ВЗН (апрель – октябрь) и количество подтвержденных случаев заболевания ЛЗН в Волгоградской области. Выбор этих параметров обусловлен влиянием температуры воздуха на комплекс биотических и абиотических факторов (численность популяций переносчиков, их активность, скорость репликации в них возбудителя, прогреваемость постоянных и искусственных водоемов и пр.) и, как следствие, на уровень заболеваемости.

Пространственный анализ случаев заболевания ЛЗН в Волгоградской области показал, что более 71 % заболевших выявлено в пределах г. Волгограда, в связи с чем «обучение» нейросети проводилось по данным о заболеваемости ЛЗН в Волгограде и температуре воздуха, зарегистрированной на метеорологической станции «Волгоград (Гумрак)»

(48°47'34" с.ш., 44°20'13" в.д.) в период 1999–2020 гг. Собственно моделирование и разработка прогноза осуществлялись на базе аналитической платформы Deductor Studio Academic 5.3 (ООО «Аналитические технологии», Россия). При помощи встроенных инструментов платформы сформирована трехслойная нейросеть, входным фактором которой являлась температура воздуха в период с апреля по октябрь в 1999–2020 гг., а выходным интегральным показателем – число больных ЛЗН за аналогичный период. Полученные результаты позволили выделить четыре качественных категории интенсивности течения эпидемического процесса: низкая (менее 10 случаев), умеренная (10–100 случаев), высокая (101–300 случаев), очень высокая (более 300 случаев).

В построенную нейросетевую модель включены значения среднесезонных температур воздуха в сезон передачи ВЗН, рассчитанные согласно климатическому прогнозу на 2022 г. При этом выходные данные нейросети свидетельствуют о возможной высокой интенсивности течения эпидемического процесса, сопоставимой с таковой в 2010 и 2012 гг. (предполагаемое значение температуры воздуха составляет +20,2 °С, в 2010 и 2012 гг. – плюс 19,6 °С).

Связь между температурой воздуха и количеством случаев ЛЗН установлена и в исследованиях для других регионов (Европы, Израиля). Отмечена корреляция между вспышками заболевания среди населения и средними температурами воздуха выше +21 °С в мае – июле [14].

В долгосрочном прогнозе на территории России при сохранении существующих тенденций климатических изменений (потепления) будут формироваться благоприятные климатоэкологические условия для циркуляции вируса в более северных территориях с периодическим осложнением ситуации по ЛЗН в отдельных субъектах, где будут складываться оптимальные условия.

Учитывая вышеизложенное, в 2022 г. на территории России, где установлена циркуляция ВЗН в эпизоотическом цикле, необходимо обеспечить высокий уровень готовности органов и учреждений здравоохранения к выявлению, диагностике и лечению больных ЛЗН, в особенности ее нейроинвазивных форм. Рост заболеваемости может осложняться высокими показателями летальности в связи с вовлечением в эпидемический процесс населения старшего возраста и/или несвоевременным оказанием медицинской помощи, наличием сочетанных форм с другими инфекциями и появлением нового варианта возбудителя. Следует учитывать и особенности организации эпидемиологического надзора в условиях повышенного приоритета мероприятий, направленных на профилактику и ликвидацию COVID-19.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Выражаем благодарность руководителям и сотрудникам управлений Роспотребнадзора, центров

гигиены и эпидемиологии субъектов Российской Федерации, а также противочумных институтов и противочумных станций Роспотребнадзора, представившим данные для проведения эпидемиологического анализа.

Список литературы

1. Weekly updates: 2021 West Nile virus transmission season. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecdc.europa.eu/en/west-nile-fever/surveillance-and-disease-data/disease-data-ecdc> (дата обращения 15.12.2021).
2. Инфекционная заболеваемость населения Украины. [Электронный ресурс]. URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/infekciyna-zakhvoryuvanist-naseleennya-ukraini> (дата обращения 25.12.2021).
3. West Nile Virus Surveillance Report. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.il/he/Departments/publications/reports/wnv-2021> (дата обращения 18.11.2021).
4. Ukraine reports 5 West Nile virus cases this summer. [Электронный ресурс]. URL: <http://outbreaknewstoday.com/ukraine-reports-5-west-nile-virus-cases-this-summer-16936/> (дата обращения 20.11.2021).
5. Preliminary Maps & Data for 2021. West Nile Virus Disease Cases by State 2021. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), USA. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cdc.gov/westnile/statsmaps/preliminarymapsdata2021/disease-cases-state-2021.html> (дата обращения 13.01.2022).
6. West Nile virus surveillance and monitoring. Government of Canada. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/west-nile-virus/surveillance-west-nile-virus/west-nile-virus-weekly-surveillance-monitoring.html> (дата обращения 27.12.2021).
7. Paraná confirma caso de Febre do Nilo Ocidental em animal. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bemparana.com.br/noticia/saude-identifica-caso-de-febre-do-nilo-ocidental-em-animal-no-parana#.Year4v5ByUm> (дата обращения 10.12.2021).
8. Путинцева Е.В., Удовиченко С.К., Бородай Н.В., Никитин Д.Н., Батурич А.А., Молчанова Е.В., Шпак И.М., Фомина В.К., Несговорова А.В., Антонов А.С., Прилепская Д.Р., Виктор Д.В., Топорков А.В. Особенности эпидемиологической ситуации по лихорадке Западного Нила в Российской Федерации в 2020 г. и прогноз ее развития в 2021 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; 1:63–72. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-63-72.
9. Бутенко А.М., Козлова А.А., Ларичев В.Ф., Дзагурова Т.К., Пантюхова Р.А., Важненко Н.С., Карлова В.М., Василькова О.И. Лихорадка Западного Нила в Тульской области. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2014; 19(2):20–5.
10. Козлова А.А., Бутенко А.М., Ларичев В.Ф., Вашкова В.В., Дзагурова Т.К., Елисева С.М., Зорина Д.М., Корабельникова М.И., Кудрявцева Е.Н., Лебедева С.Д., Лесникова М.В., Неделя Н.В., Соколова М.В. Изучение ареала вируса Западного Нила на территории европейской части России; результаты сероэпидемиологических исследований. Сообщение 2: Центральный, Приволжский и Северо-Западный федеральные округа. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2017; 22(2):52–7. DOI: 10.18821/1560-9529-2017-22-2-52-57.
11. McDonald E., Mathis S., Martin S.W., Staples J.E., Fischer M., Lindsey N.P. Surveillance for West Nile virus disease – United States, 2009–2018. *MMWR Surveill. Summ.* 2021; 70(1):1–15. DOI: 10.15585/mmwr.ss7001a1.
12. Вилков Е.В. Видовой состав и особенности территориального распределения птиц в Предгорном Дагестане. *Юг России: экология, развитие*. 2019; 14(2):9–34. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-9-34.
13. Zehender G., Veo C., Ebranati E., Carta V., Rovida F., Percivalle E., Moreno A., Lelli D., Calzolari M., Lavazza A., Chiapponi C., Baioni L., Capelli G., Ravagnan S., Da Rold G., Lavezzo E., Palù G., Baldanti F., Barzon L., Galli M. Reconstructing the recent West Nile virus lineage 2 epidemic in Europe and Italy using discrete and continuous phylogeography. *PLoS One*. 2017; 12(7):0179679. DOI: 10.1371/journal.pone.0179679.
14. Lourenço J., Thompson R.N., Théze J., Obolski U. Characterising West Nile virus epidemiology in Israel using a transmission suitability index. *Euro Surveill.* 2020; 25(46):1900629. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.46.1900629.

References

1. Weekly updates: 2021 West Nile virus transmission season. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (Cited

15 Dec 2021). [Internet]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/west-nile-fever/surveillance-and-disease-data/disease-data-ecdc>.

2. [Infectious morbidity of the population of Ukraine]. (Cited 25 Dec 2021). [Internet]. Available from: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/infekciyna-zakhvoryuvanist-naseleennya-ukraini>.

3. West Nile Virus Surveillance Report. (Cited 18 Nov 2021). [Internet]. Available from: <https://www.gov.il/he/Departments/publications/reports/wnv-2021>.

4. Ukraine reports 5 West Nile virus cases this summer. (Cited 20 Nov 2021). [Internet]. Available from: <http://outbreaknewstoday.com/ukraine-reports-5-west-nile-virus-cases-this-summer-16936/>.

5. Preliminary Maps & Data for 2021. West Nile Virus Disease Cases by State 2021. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), USA. (Cited 13 Jan 2022). [Internet]. Available from: <https://www.cdc.gov/westnile/statsmaps/preliminarymapsdata2021/disease-cases-state-2021.html>.

6. West Nile virus surveillance and monitoring. Government of Canada. (Cited 27 Dec 2021). [Internet]. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/west-nile-virus/surveillance-west-nile-virus/west-nile-virus-weekly-surveillance-monitoring.html>.

7. Paraná confirma caso de Febre do Nilo Ocidental em animal. (Cited 10 Dec 2021). [Internet]. Available from: <https://www.bemparana.com.br/noticia/saude-identifica-caso-de-febre-do-nilo-ocidental-em-animal-no-parana#.Year4v5ByUm>.

8. Putinseva E.V., Udovichenko S.K., Borodai N.V., Nikitin D.N., Baturin A.A., Molchanova E.V., Shpak I.M., Fomina V.K., Nesgovorova A.V., Antonov A.S., Prilepskaya D.R., Viktorov D.V., Toporkov A.V. [Peculiarities of epidemiological situation on the West Nile fever in the Russian Federation in 2020 and forecast for its development in 2021]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2021; (1):63–72. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-63-72.

9. Butenko A.M., Kozlova A.A., Larichev V.F., Dzagurova T.K., Pantyukhova R.A., Vazhnenkova N.S., Karlova V.M., Vasil'kova O.I. [West Nile fever in the Tula Region, Russian Federation]. *Epidemiologia i Infektsionnye Bolezni [Epidemiology and Infectious Diseases]*. 2014; 19(2):20–5.

10. Kozlova A.A., Butenko A.M., Larichev V.F., Vashkova V.V., Dzagurova T.K., Eliseeva S.M., Zorina D.M., Korabel'nikova M.I., Kudryavtseva E.N., Lebedeva S.D., Lesnikova M.V., Nedilya N.V., Sokolova M.V. [The study of the area of distribution of West Nile virus in the territory of the European part of Russia; the results of seroepidemiological research. Communication 2: Central, Privolzhsky and Northwestern Federal Districts]. *Epidemiologia i Infektsionnye Bolezni [Epidemiology and Infectious Diseases]*. 2017; 22(2):52–7. DOI: 10.18821/1560-9529-2017-22-2-52-57.

11. McDonald E., Mathis S., Martin S.W., Staples J.E., Fischer M., Lindsey N.P. Surveillance for West Nile virus disease – United States, 2009–2018. *MMWR Surveill. Summ.* 2021; 70(1):1–15. DOI: 10.15585/mmwr.ss7001a1.

12. Vilkov E.V. [Species composition and territorial distribution of birds in Piedmont Dagestan]. *Yug Rossii: Ekologiya, Razvitiye [South of Russia: Ecology, Development]*. 2019; 14(2):9–34. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-9-34.

13. Zehender G., Veo C., Ebranati E., Carta V., Rovida F., Percivalle E., Moreno A., Lelli D., Calzolari M., Lavazza A., Chiapponi C., Baioni L., Capelli G., Ravagnan S., Da Rold G., Lavezzo E., Palù G., Baldanti F., Barzon L., Galli M. Reconstructing the recent West Nile virus lineage 2 epidemic in Europe and Italy using discrete and continuous phylogeography. *PLoS One*. 2017; 12(7):0179679. DOI: 10.1371/journal.pone.0179679.

14. Lourenço J., Thompson R.N., Théze J., Obolski U. Characterising West Nile virus epidemiology in Israel using a transmission suitability index. *Euro Surveill.* 2020; 25(46):1900629. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.46.1900629.

Authors:

Putintseva E.V., Udovichenko S.K., Nikitin D.N., Borodai N.V., Shpak I.M., Fomina V.K., Nesgovorova A.V., Baturin A.A., Molchanova E.V., Prilepskaya D.R., Pimenova E.V., Viktorov D.V., Toporkov A.V. Volgograd Research Anti-Plague Institute. 7, Golubinskaya St., Volgograd, 400131, Russian Federation. E-mail: vari2@sprint-v.com.ru.

Об авторах:

Путинцева Е.В., Удовиченко С.К., Никитин Д.Н., Бородай Н.В., Шпак И.М., Фомина В.К., Несговорова А.В., Батурич А.А., Молчанова Е.В., Прилепская Д.Р., Пименова Е.В., Виктор Д.В., Топорков А.В. Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт. Российская Федерация, 400131, Волгоград, ул. Голубинская, 7. E-mail: vari2@sprint-v.com.ru.