

Результаты обнаружения РНК-маркеров вируса Западного Нила в зоолого-энтомологическом материале из различных регионов Европейской части России в 2021–2023 гг.

Н. В. Бородай*, С. К. Удовиченко, А. В. Несговорова, Е. В. Путинцева,
А. Ю. Колоскова, А. А. Батурин, А. В. Топорков

ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и
благополучия человека, г. Волгоград

Резюме

Актуальность. При эпидемиологическом надзоре за лихорадкой Западного Нила (ЛЗН) инфицированность вирусом Западного Нила (ВЗН) зоолого-энтомологического материала является важным показателем активности природного очага, который может быть использован для прогнозирования развития эпидемиологической ситуации, корректировке объемов в сроков проведения профилактических в противозидемических мероприятий. Обращает на себя внимание факт отсутствия положительных находок или единичные выявления маркеров ВЗН в зоолого-энтомологическом материале в большинстве субъектов Европейской части России. **Цель.** Получить оценочные данные об интенсивности эпизоотического процесса ЛЗН на территории Европейской части России. **Материалы и методы.** Сбор зоолого-энтомологического материала в 2021–2023 гг. проведен на территориях 32 субъектов Российской Федерации в соответствии с действующими нормативными в методическими документами. Исследования полевого материала проводили методом ОТ-ПЦР с использованием тест-системы «АмплиСенс WNV-FL» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора), генотипирование положительных на наличие РНК ВЗН проб – тест-системы «Амплиген-WNV-генотип-1/2/4» (ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора). **Результаты в обсуждение.** За период 2021–2023 гг. в рамках данного исследования добыто позвоночных: 774 особи птиц, 1126 мелких млекопитающих и 22 лягушки; собрано членистоногих: 142600 кровососущих комаров, 33 кровососки, 3070 мошек, 14049 иксодовых клещей и 71 аргасовый клещ. РНК ВЗН выявлена в 9 из 1922 исследованных особей позвоночных животных и в 112 из 8047 проб кровососущих членистоногих. Уровень зараженности кровососущих комаров составил 0,07%, иксодовых клещей – 0,09%, птиц – 0,9%, лягушек – 9,1%, что свидетельствует о широком вовлечении этих групп животных в эпизоотический процесс. Маркеры ВЗН в полевом материале выявлены в 14 субъектах. В 6 из них положительные находки получены впервые. РНК ВЗН 1 генотипа выявлена в пробах из ЦФО, 2 генотипа – во всех обследованных округах, 4 генотипа – из ЮФО. **Заключение.** Проведение активных рекогносцировочных исследований привело к расширению наших представлений о существовании очагов ЛЗН на Европейской части России. В популяциях птиц и кровососущих членистоногих на этой территории устойчиво циркулирует ВЗН. Инфицированные ВЗН птицы обнаружены в ЮФО в ЦФО, комары – во всех обследованных округах, земноводные и клещи – только в ЮФО.

Ключевые слова: вирус Западного Нила, уровень зараженности, зоолого-энтомологический материал, эпизоотический процесс

Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Бородай Н. В., Удовиченко С. К., Несговорова А. В. в др. Результаты обнаружения РНК-маркеров вируса Западного Нила в зоолого-энтомологическом материале из различных регионов Европейской части России в 2021–2023 гг. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2024;23(4):104–115. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2024-23-4-104-115>

Благодарность.

Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам учреждений Роспотребнадзора в субъектах, принявших участие в организации в проведении отбора проб зоолого-энтомологического материала.

* Для переписки: Бородай Наталья Владимировна, старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологического анализа и эпизоотологического мониторинга, Федеральное казенное учреждение здравоохранения «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 400066, г. Волгоград, ул. Голубинская, 7. +7 (8442) 39-33-22, Факс: +7 (8442) 39-33-36, +7 (961) 657-57-78, borodai.nat@yandex.ru. ©Бородай Н. В. и др.

Detection of RNA Markers of West Nile Virus in Zoological and Entomological Material from Various Regions of the European Part of Russia in 2021–2023

NV Borodai*, SK Udovichenko, AV Nesgovorova, EV Putinseva, AY Koloskova, AA Baturin, AV Toporkov

Federal Government Health Institution "Volgograd Plague Control Research Institute" of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare, Volgograd, Russia**Abstract**

Relevance. In epidemiological surveillance of West Nile fever (WNF), infection of West Nile virus (WNV) in zoological and entomological material is an important indicator of the activity of the natural focus, which can be used to predict the development of the epidemiological situation, adjust the scope and timing of prophylactic and anti-epidemic measures. It is noteworthy that there were no positive findings or single detections of WNV markers in zoological and entomological material in most subjects of the European part of the Russia. **Aims.** To obtain estimated data on the intensity of the epizootic process of WNF in the territory of the European part of Russia. **Materials and methods.** Collection of zoological and entomological material of WNV in 2021–2023 was conducted in the territories of 32 entities of the Russian Federation in accordance with the current regulatory and methodological documents. Field material was analyzed by RT-PCR using the AmpliSense WNV-FL test system, and genotyping of samples positive for WNV RNA was performed using the Ampligen-WNV-genotype-1/2/4 test system. **Results and Discussion.** During the period 2021–2023, in the course of this study vertebrates were captured: 774 birds, 1126 small mammals, and 22 frogs; and arthropods were collected: 142600 bloodsucking mosquitoes, 33 bloodsuckers, 3070 midges, 14049 ixodid ticks, and 71 argas ticks. WNV RNA was detected in 9 out of 1922 studied vertebrate animals and in 112 out of 8047 pools of blood-sucking arthropods. The infection rate of blood-sucking mosquitoes was 0.07%, ixodid ticks – 0.09%, birds – 0.9%, frogs – 9.1%, which indicates that these animal groups are widely involved in the epizootic process. Markers of WNV in field material were detected in 14 entities. In 6 of them positive findings were obtained for the first time. WNV RNA of 1 genotype was detected in pools from the Central Federal District, 2 genotypes – in all surveyed districts, 4 genotypes – from the Southern Federal District. **Conclusions.** Active reconnaissance studies led to the expansion of our ideas about the existence of WNF foci in the European part of Russia. In populations of birds and blood-sucking arthropods in this area, WNV is steadily circulating. WNV-infected birds were found in the Southern Federal District and the Central Federal District, mosquitoes – in all surveyed federal districts, amphibians and ticks – only in the Southern Federal District.

Keywords: West Nile virus, infection rate, zoological and entomological material, epizootic process

No conflict of interest to declare.

For citation: Borodai NV, Udovichenko SK, Nesgovorova AV, et al. Results of detection of RNA markers of West Nile virus in zoological and entomological material from various regions of the European part of Russia in 2021–2023. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2024;23(4):104–115 (In Russ.). <https://doi:10.31631/2073-3046-2024-23-4-104-115>

Acknowledgment

The authors express their deep gratitude to the staff of Rospotrebnadzor institutions who participated in the organization and sampling of zoological and entomological material.

Введение

Лихорадка Западного Нила (далее – ЛЗН) – зоонозная трансмиссивная инфекция, вызываемая вирусом Западного Нила (далее – ВЗН). Циркуляция ВЗН в природе происходит главным образом между кровососущими комарами и птицами. В эпизоотический процесс также вовлекаются другие позвоночные животные (крупные и мелкие млекопитающие, земноводные) и членистоногие (иксодовые, аргасовые и гамазовые клещи) [1–3].

При эпидемиологическом надзоре за ЛЗН инфицированность ВЗН зоолого-эпидемиологического материала является важным показателем активности природного очага, который может быть использован при прогнозировании развития эпидемиологической ситуации, корректировке объемов и сроков проведения профилактических и противоэпидемиологических мероприятий.

Впервые циркуляция ВЗН в энзоотическом цикле в Российской Федерации подтверждена в 1963 г., когда возбудитель был выделен из преимаго клещей *Hyalomma plumbeum* (совр. – *H. marginatum*), снятых с грачей из Астраханской области [4]. В 1988 г. ВЗН выявлен в комарах *Culex modestus*, клещах *Dermacentor marginatus* и органах обыкновенной полевки из Краснодарского края. Интенсификация мониторинговых исследований за возбудителем ЛЗН после эпидемической вспышки в 1999 г. на юге России позволила подтвердить активный эпизоотический процесс в Волгоградской, Астраханской, Ростовской, Саратовской, Воронежской областях, Краснодарском и Ставропольском краях, Республике Калмыкия [1,5–7]. В отдельные годы установлена инфицированность ВЗН зоолого-эпидемиологического материала в Республике Ингушетия (2013 г., 2015 г.), Липецкой области (2015 г.) [8].

* For correspondence: Borodai Natalia Vladimirovna, senior researcher of laboratories of epidemiological analysis and epizootological monitoring of the Federal Government Health Institution "Volgograd Plague Control Research Institute" of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare, 7, st. Golubinskaya, Volgograd, 400066, Russia. +7 (8442) 39-33-22, fax: +7 (8442) 39-33-36, +7 (961) 657-57-78, borodai.nat@yandex.ru. ©Borodai NV, et al.

Республике Крым (2018 г.) [9], Москве и Московской области (2021 г.) [10,11]. Антитела к ВЗН ветеринарная служба почти ежегодно выявляет у обследуемых лошадей в Курской области [12].

Представленные данные свидетельствуют о распространении ЛЗН в различных ландшафтно-климатических зонах России. Вместе с тем обращает на себя внимание факт отсутствия положительных находок или единичные выявления маркеров ВЗН в зоолого-энтомологическом материале на большей части территории европейской части России. За длительный период изучения ЛЗН в России не получено убедительных доказательств циркуляции ВЗН практически во всех субъектах, территориально относящихся к региону Северного Кавказа. Следует также отметить, что из 31 субъекта с официально зарегистрированными местными случаями заболевания ЛЗН (по состоянию на начало 2023 г.) в 11 отсутствуют сведения об эпизоотической активности очагов этой инфекции [13].

В этой связи, активные мониторинговые исследования, направленные на выяснение реальной эпизоотологической ситуации по ЛЗН в России, представляются актуальными.

Цель – получить оценочные данные об интенсивности эпизоотического процесса ЛЗН на территории Европейской части России.

Материалы и методы

Сбор зоолого-энтомологического материала (птицы, мелкие млекопитающие, земноводные, кровососущие комары, мошки, кровососки, иксодовые и аргасовые клещи) проведен на территориях 32 субъектов Российской Федерации в 2021–2023 гг. (рис. 1). В организации и проведении сбора материала участвовали сотрудники Референс-центра по мониторингу за возбудителем ЛЗН (на базе ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора), противочумных учреждений, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии»

Рисунок 1. Субъекты, в которых проведен отбор проб зоолого-энтомологического материала в 2021–2023 гг. (цифрами обозначены: 1 – Республика Адыгея, 2 – Кабардино-Балкарская Республика, 3 – Республика Северная Осетия-Алания, 4 – Республика Ингушетия)

Figure 1. Subjects where zoological and entomological material was sampled in 2021–2023. (numbers indicate: 1 – Republic of Adygea, 2 – Kabardino-Balkarian Republic, 3 – Republic of North Ossetia-Alania, 4 – Republic of Ingushetia)



в субъектах Российской Федерации, Управлений Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации.

Отбор проб от кровососущих комаров и мошек в открытых биотопах на приусадебных участках, берегах водоемов, кладбищах, в пойменных лесах осуществляли с помощью автоматических ловушек «ЛовКом» (ООО ПроТехноСистемс, Россия), «Mosquito Magnet Executive» (Woodstream, США), «Black Kill M3000» (Россия) и энтомологического сачка, в закрытых помещениях – с помощью аккумуляторных пылесосов (BLV 18-200, Германия) и эксгаустеров. Сбор иксодовых клещей в природе проводили энтомологическим флагом по растительности, в населенных пунктах – с животных (крупный и мелкий рогатый скот, собаки). Лягушек отлавливали сачком. Отлов мелких млекопитающих и птиц осуществляли в соответствии с СанПин 3.3686-21 и МР 3.1.0211-20.

Исследование одобрено комитетом по биоэтике ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора (протокол № 3 от 19.03.2019 г., протокол № 3 от 25.04.2022 г.).

Все лабораторные исследования проводились на базе ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора. Зоолого-энтомологический материал, отобранный специалистами Референс-центра в ходе экспедиционных выездов, транспортировали в лабораторию в термоконтейнерах («Термо-Конт МК», Россия) с холодоэлементами, при длительной транспортировке доставляли в автомобильном морозильнике. Материал, добытый специалистами практических учреждений Роспотребнадзора по заданию Референс-центра, доставлялся в замороженном виде на сухом льду или в жидком азоте. Членистоногих определяли до вида с помощью стереомикроскопа (МСП-1, ЛОМО, Россия) по стандартным ключам [14–17] и фасовали на холоде (комаров – до 30 особей, мошек – до 100, клещей – до 10) в микроцентрифужные пробирки (Eppendorf, Германия), которые хранили в морозильной камере. С целью выявления РНК ВЗН исследовали: суспензии головного мозга и внутренних органов (почки, селезенка) птиц, мелких млекопитающих, лягушек и суспензии кровососущих членистоногих. Исследования полевого материала проводили методом ОТ-ПЦР с использованием тест-системы «АмплиСенс WNV-FL» (ФБУН Центральный НИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия) в соответствии с инструкцией производителя, генотипирование положительных на наличие РНК ВЗН проб – тест-системы «Амплиген-WNV-генотип-1/2/4» (ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора, Россия).

Зараженность позвоночных вычисляли путем выделения доли положительных особей от общего числа исследованных особей (в%), индивидуальную зараженность членистоногих – по формуле Беклемишева В.Н.:

$$X = \frac{(\lg N - \lg n_0) \cdot 100}{0,434 \cdot m},$$

где X – процент зараженных эктопаразитов в исследуемой партии; $\lg N$ – десятичный логарифм общего числа исследований; $\lg n_0$ – десятичный логарифм числа исследований, давших отрицательный результат; m – число эктопаразитов в пробах [18].

Результаты и обсуждение

В рамках этого исследования добыто позвоночных: 774 особи (715 диких и 59 домашних) птиц 68 видов из 14 отрядов, 1126 мелких млекопитающих 23 видов из 4 отрядов и 22 лягушки 2 видов; собрано членистоногих: 142 600 кровососущих комаров 33 видов, относящихся к 5 родам, 33 кровососки 2 видов, 3070 мошек 3 видов из 3 родов, 14049 иксодовых клещей 16 видов из 5 родов, 71 аргасовый клещ 1 вида.

РНК ВЗН выявлена в 9 из 1922 исследованных особей позвоночных животных и в 112 из 8047 проб кровососущих членистоногих. В структуре положительных находок 82,6% составили пробы от кровососущих комаров, 9,9% – иксодовых клещей, 5,8% – птиц, 1,7% – лягушек. Уровень зараженности кровососущих комаров составил 0,07%, иксодовых клещей – 0,09%, птиц – 0,9%, лягушек – 9,1%, что свидетельствует о широком вовлечении этих групп животных в эпизоотический процесс (табл. 1, табл. 2). При исследовании проб от мелких млекопитающих, мошек и кровососок получены отрицательные результаты.

Объемы собранного материала, количество исследованных проб и полученные результаты проанализированы в разрезе округов и субъектов Российской Федерации.

Центральный федеральный округ (далее – ЦФО). В 2021–2023 гг. в ЦФО отбор проб полевого материала проведен в 12 субъектах (см. рис. 1). За этот период исследовано: 92 особи птиц, 856 особей мелких млекопитающих, 27464 кровососущих комара, 3 кровососки и 3383 иксодовых клеща.

Основную часть сборов комаров на территории ЦФО составляли представители рода *Aedes* (57,8%), удельный вес комаров рода *Anopheles* – 28,3%, *Culex* – 9,2%, *Coquillettidia* – 2,6%, *Culiseta* – 2%, *Uranotaenia* – 0,1%. Сравнение распределения вирусных маркеров среди комаров выявило определенные отличия. Уровень зараженности ВЗН комаров р. *Aedes* составил 0,005% (1 положительная проба от комаров вида *Aedes geniculatus* из Воронежской области), р. *Anopheles* – 0,07% (1 проба комаров *An. claviger* из Воронежской области и 4 пробы к. *Anopheles maculipennis*: Воронежская область – 2 пробы, Владимирская и Ивановская области – по 1), р. *Culex* – 0,15% (3 пробы комаров *Culex pipiens* из Воронежской области), р. *Coquillettidia* – 0,15% (1 проба комаров *Coquillettidia richiardii* из Тульской области). В пробах

Таблица 1. Таксономические группы позвоночных животных, исследованных на инфицированность ВЗН в 2021–2023 гг.**Table 1. Taxonomic groups of vertebrates tested for WNV infection in 2021–2023**

Таксон Taxon	Количество видов Number of species	Количество особей Number of individuals	Количество положительных особей Number of positive individuals
Класс Птицы (Aves)	68	774	7
Отряд Курообразные (Galliformes)	4	109	0
Отряд Голубеобразные (Columbiformes)	3	61	0
Отряд Гусеобразные (Anseriformes)	15	283	1
Отряд Ржанкообразные (Charadriiformes)	7	38	0
Отряд Поганкообразные (Podicipediformes)	1	6	0
Отряд Журавлеобразные (Gruiformes)	1	7	0
Отряд Пеликанообразные (Pelecaniformes)	4	24	1
Отряд Олушеобразные (Suliformes)	2	97	5
Отряд Воробьинообразные (Passeriformes)	26	138	0
Отряд Дятлообразные (Piciformes)	1	2	0
Отряд Птицы-носороги (Bucerotiformes)	1	2	0
Отряд Кукушкообразные (Cuculiformes)	1	1	0
Отряд Ракшеобразные (Coraciiformes)	1	5	0
Отряд Соколообразные (Falconiformes)	1	1	0
Класс Млекопитающие (Mammalia)	23	1126	0
Отряд Грызуны (Rodentia)	15	1063	0
Отряд Насекомоядные (Eulipotyphla)	6	60	0
Отряд Зайцеобразные (Lagomorpha)	1	2	0
Отряд Рукокрылые (Chiroptera)	1	1	0
Класс Земноводные (Amphibia)	2	22	2
Отряд Бесхвостые (Anura)	2	22	2

из Воронежской и Ивановской областей установлено на принадлежность РНК ВЗН ко 2 генотипу.

Подавляющее большинство добытых клещей относились к роду *Dermacentor* (74,4%), представители рода *Ixodes* составили в сборах 25,6%. По итогам исследования клещей, собранных на территории 10 субъектов (Белгородской, Владимирской, Ивановской, Костромской, Курской, Липецкой, Тамбовской, Тверской, Тульской, Ярославской областей) округа, положительных на наличие РНК ВЗН проб не выявлено.

На территории 6 субъектов ЦФО (Курская, Владимирская, Ивановская, Липецкая, Ярославская, Костромская области) исследовали пробы органов от птиц, принадлежащих 4 отрядам: Гусеобразные (35,9%), Голубеобразные (33,7%), Воробьинообразные (23,9%) и Ржанкообразные (6,5%). Уровень зараженности птиц отряда Гусеобразные составил 3% (в 1 пробе от кряквы из Ивановской области выявлена РНК ВЗН 1 генотипа).

Из обследованных мелких млекопитающих в округе большую часть (93,2%) составили представители отряда Грызуны, 6,7% – отряда Насекомоядные, 0,1% – отряда Рукокрылые. РНК ВЗН не была обнаружена ни в одной пробе мелких млекопитающих.

Таким образом, исследования на наличие маркеров ВЗН в полевом материале из ЦФО подтвердили циркуляцию вируса в 4 субъектах: Воронежской, Тульской, Владимирской и Ивановской областях.

Северо-Кавказский федеральный округ (далее – СКФО). В 2021–2023 гг. исследования на наличие маркеров ВЗН членистоногих и позвоночных проведены во всех субъектах СКФО. В общей сложности собрано 90 особей птиц (от каждой брали от 1 до 3 проб), 82 особи мелких млекопитающих, 15 309 кровососущих комаров и 3887 иксодовых клещей.

На обследованных территориях отобраны кровососущие комары, относящиеся к 5 родам:

Таблица 2. Таксономические группы кровососущих членистоногих, исследованных на инфицированность ВЗН в 2021–2023 гг.

Table 2. Taxonomic groups of blood-sucking arthropods tested for WNV infection in 2021–2023

Таксон Taxon	Количество видов Number of species	Количество особей Number of individuals	Количество проб Number of pools	Количество положительных проб Number of positive pools
Класс Насекомые (<i>Insecta</i>), Отряд <i>Diptera</i>	38	145703	5664	100
Семейство Кровососущие комары (<i>Culicidae</i>)	33	142600	5631	100
Род <i>Aedes</i>	21	59947	2245	30
Род <i>Anopheles</i>	5	28993	1352	13
Род <i>Coquillettidia</i>	1	3635	162	4
Род <i>Culex</i>	2	49173	1789	51
Род <i>Culiseta</i>	3	628	71	0
Род <i>Uranotaenia</i>	1	224	12	2
Семейство Кровососки (<i>Hippoboscidae</i>)	2	33	2	0
Семейство Мошки (<i>Simuliidae</i>)	3	3070	31	0
Класс Паукообразные (<i>Arachnida</i>), Отряд <i>Ixodida</i>	16	14120	2383	12
Семейство Аргасовые клещи (<i>Argasidae</i>)	1	71	10	0
Род <i>Argas</i>	1	71	10	0
Семейство Иксодовые клещи (<i>Ixodidae</i>)	15	14049	2373	12
Род <i>Hyalomma</i>	3	2210	615	9
Род <i>Rhipicephalus</i>	6	4247	808	0
Род <i>Dermacentor</i>	3	6290	779	2
Род <i>Ixodes</i>	2	1251	164	1
Род <i>Haemaphysalis</i>	1	51	7	0

Culex (43,5%), *Aedes* (31,5%), *Anopheles* (22,4%), *Coquillettidia* (2,3%) и *Uranotaenia* (0,3%). По итогам исследований уровень зараженности комаров рода *Culex* составил 0,19% (в 9 пробах от комаров *Culex pipiens* из Ставропольского края, в 1 пробе от комаров *Cx. pipiens* из Республики Дагестан, в 1 пробе – *Cx. pipiens* и 2 пробах – *Cx. modestus* из Карачаево-Черкесской Республики), комаров рода *Anopheles* – 0,04% (в 1 пробе к. *Anopheles maculipennis* из Республики Северная Осетия-Алания). В пробах обнаружено присутствие ВЗН 2 генотипа.

Из 6 субъектов (Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Республика Северная Осетия-Алания, Ставропольский край, Карачаево-Черкесская Республика, Кабардино-Балкарская Республика) округа исследован материал от клещей, принадлежащих к 5 родам: *Rhipicephalus* (81,1%), *Dermacentor* (11,8%), *Hyalomma* (4%), *Ixodes* (2,1%) и *Haemaphysalis* (1%). Положительных находок не обнаружено.

В ходе эпизоотологического обследования в 4 субъектах (Чеченская Республика, Ставропольский край, Кабардино-Балкарская Республика, Республика

Северная Осетия-Алания) добыты птицы, относящиеся к 8 отрядам. В сборах преобладали представители отрядов Воробьинообразные (51,9%) и Курообразные (27,8%). Доля остальных отрядов (Голубеобразные, Гусеобразные, Пеликанообразные, Птицы-носороги, Ракшеобразные и Соколообразные) в сумме составила 20,3%. По итогам исследования птиц на территории округа маркеры возбудителя ЛЗН не выявлены.

Мелкие млекопитающие, отобранные на территории 5 субъектов (Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Ставропольский край, Республика Северная Осетия-Алания) округа, были представлены отрядами Грызуны (98,8%) и Насекомоядные (1,2%). РНК ВЗН в анализируемых пробах не обнаружена.

По результатам исследований циркуляция ВЗН подтверждена в 4 субъектах СКФО: Карачаево-Черкесской Республики, Республики Дагестан, Ставропольского края и Республики Северная Осетия-Алания.

Приволжский федеральный округ (далее – ПФО). На территории ПФО исследования инфицированности

ВЗН зоолого-энтомологического материала проводились в 7 субъектах (см. рис. 1). Всего собрано 113 особей птиц, 87 особей мелких млекопитающих, 14 особей земноводных, 24095 кровососущих комаров, 2635 иксодовых клещей и 70 мошек.

В наших сборах, добытых на территории 7 субъектов (Саратовская область, Республика Марий Эл, Чувашская Республика, Республика Мордовия, Самарская, Ульяновская, Нижегородская области), присутствовали кровососущие комары 5 родов: *Aedes* (44,3%), *Anopheles* (33,5%), *Culex* (16,8%), *Coquillettidia* (3,5%) и *Culiseta* (1,9%). Положительные на наличие РНК ВЗН пробы выявлены от комаров рода *Aedes* (уровень зараженности – 0,02%): по 1 пробе от комаров *Aedes caspius*, *Ae. vexans*, *Ae. communis* из Саратовской области и *Anopheles* (уровень зараженности – 0,01%): в 1 пробе от комаров к. *Anopheles maculipennis* из Нижегородской области. В исследуемых пробах обнаружена РНК ВЗН 2 генотипа.

При исследовании иксодовых клещей из 3 родов (*Dermacentor* – 89,6% от общего числа собранных клещей, *Ixodes* – 9,4%, *Rhipicephalus* – 1%), птиц из 6 отрядов (Гусеобразные – 38,3%, Воробьинообразные – 34,6%, Ржанкообразные – 13,1%, Курообразные – 8,4%, Голубеобразные – 4,7% и Дятлообразные – 0,9%), мелких млекопитающих (только представители отряда Грызуны), земноводных и мошек маркеры ВЗН не были выявлены.

Из вышесказанного следует, что циркуляция ВЗН подтверждена на территории 2 субъектов: Саратовской и Нижегородской областей.

Южный федеральный округ (далее – ЮФО). Отбор проб полевого материала проведен в 6 субъектах (см. рис.1). На наличие маркеров ВЗН были протестированы материалы от 479 особей птиц, 101 особи мелких млекопитающих, 75732 комаров, 3000 мошек, 30 кровососок, 4144 иксодовых и 71 аргасовых клещей. Доля зоолого-энтомологического материала, добытого в ЮФО, составила 43,7% от совокупного объема исследований Референс-центра, проведенных в 2021–2023 гг., поскольку помимо разовых экспедиционных выездов, в трех субъектах (Астраханская, Волгоградская области и Республика Калмыкия) были организованы точки долговременного наблюдения за активностью очагов ЛЗН.

Наиболее многочисленными в сборах комаров, отловленных на территории ЮФО, являлись представители рода *Culex* (46,8%). Удельный вес комаров рода *Aedes* составил 30,1% *Anopheles* – 19,1%, *Coquillettidia* – 3%, *Culiseta* – 0,7%, *Uranotaenia* – 0,3%. Маркеры ВЗН были выявлены у представителей всех родов, за исключением р. *Culiseta*. Зараженность комаров р. *Culex* составила 0,1% (35 проб, включая 4 – от *Culex pipiens* из Республики Калмыкия, 3 – от *Cx. pipiens* и 1 – от *Cx. modestus* из Астраханской области, 5 – от *Cx. modestus* и 22 – от *Cx. pipiens* из Волгоградской

области), р. *Aedes* – 0,09% (13 – от *Aedes vexans*, 11 – от *Ae. caspius*, 1 – от *Ae. flavescens* из Волгоградской области, 1 – от *Ae. caspius* из Ростовской области), р. *Anopheles* – 0,05% (2 – от *Anopheles hyrcanus* и 4 – от к. *An. maculipennis* из Волгоградской области), р. *Uranotaenia* – 1,6% (2 – от *Uranotaenia unguiculata* из Волгоградской области), р. *Coquillettidia* – 0,15% (3 – от *Coquillettidia richiardii* из Волгоградской области).

Исследования инфицированности клещей проводились на территории 5 субъектов округа (Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, Республика Калмыкия, Республика Адыгея). В структуре исследованных проб клещи р. *Hyalomma* составили 61,9%, *Rhipicephalus* – 22,2% и *Dermacentor* – 13,6%, *Ixodes* – 1,3% и *Argas* – 1,1%. РНК ВЗН выявлена в пробах от представителей 3 родов: р. *Hyalomma* – 4 пробы от клещей *Hyalomma marginatum* из Астраханской области, 3 пробы от клещей *H. marginatum* и 1 проба от *H. scupense* из Волгоградской области; р. *Dermacentor* – 2 пробы от *Dermacentor marginatus* из Волгоградской области; р. *Ixodes* – 1 проба от *Ixodes ricinus* из Ростовской области. Уровень зараженности ВЗН клещей вышеуказанных родов составил 0,47%, 0,37% и 1,07% соответственно.

На наличие маркеров ВЗН в округе исследовали птиц из отрядов: Гусеобразные (43,8%), Олушеобразные (20,3%), Курообразные (17,4%), Воробьинообразные (5%), Пеликанообразные (4,4%), Ржанкообразные (3,6%), Голубеобразные (4%), Журавлеобразные (1,3%), Кукушкообразные (0,2%). В ходе исследования зараженность ВЗН птиц отряда Пеликанообразные составила 4,8% (1 серая цапля из Волгоградской области), отряда Олушеобразные – 5,2% (5 больших бакланов из Волгоградской области).

При исследовании материалов от мелких млекопитающих из 2 субъектов (Волгоградская область и Республика Адыгея), относящихся к 3 отрядам: Грызуны (96%), Насекомоядные (2%), и Зайцеобразные (2%) положительные находки не выявлены.

Исследование земноводных на инфицированность ВЗН проводили только в Волгоградской области. РНК ВЗН выявлена у 2 из 8 (25%) особей вида Лягушка озерная.

По итогам исследований циркуляция возбудителя ЛЗН подтверждена в 4 субъектах: Волгоградской, Ростовской, Астраханской областях и Республике Калмыкия. РНК ВЗН 2 генотипа – обнаружена в 6 пробах птиц (Волгоградская область), 72 пробах комаров (Астраханская, Ростовская, Волгоградская, Республика Калмыкия), 6 пробах клещей (Астраханская и Волгоградская области), 4 генотипа – в 2 пробах земноводных и 2 пробах комаров (Волгоградская область).

В целом в 2021–2023 гг. маркеры ВЗН в полевом материале выявлены в 14 субъектах (рис. 2). В Тульской, Владимирской, Ивановской,

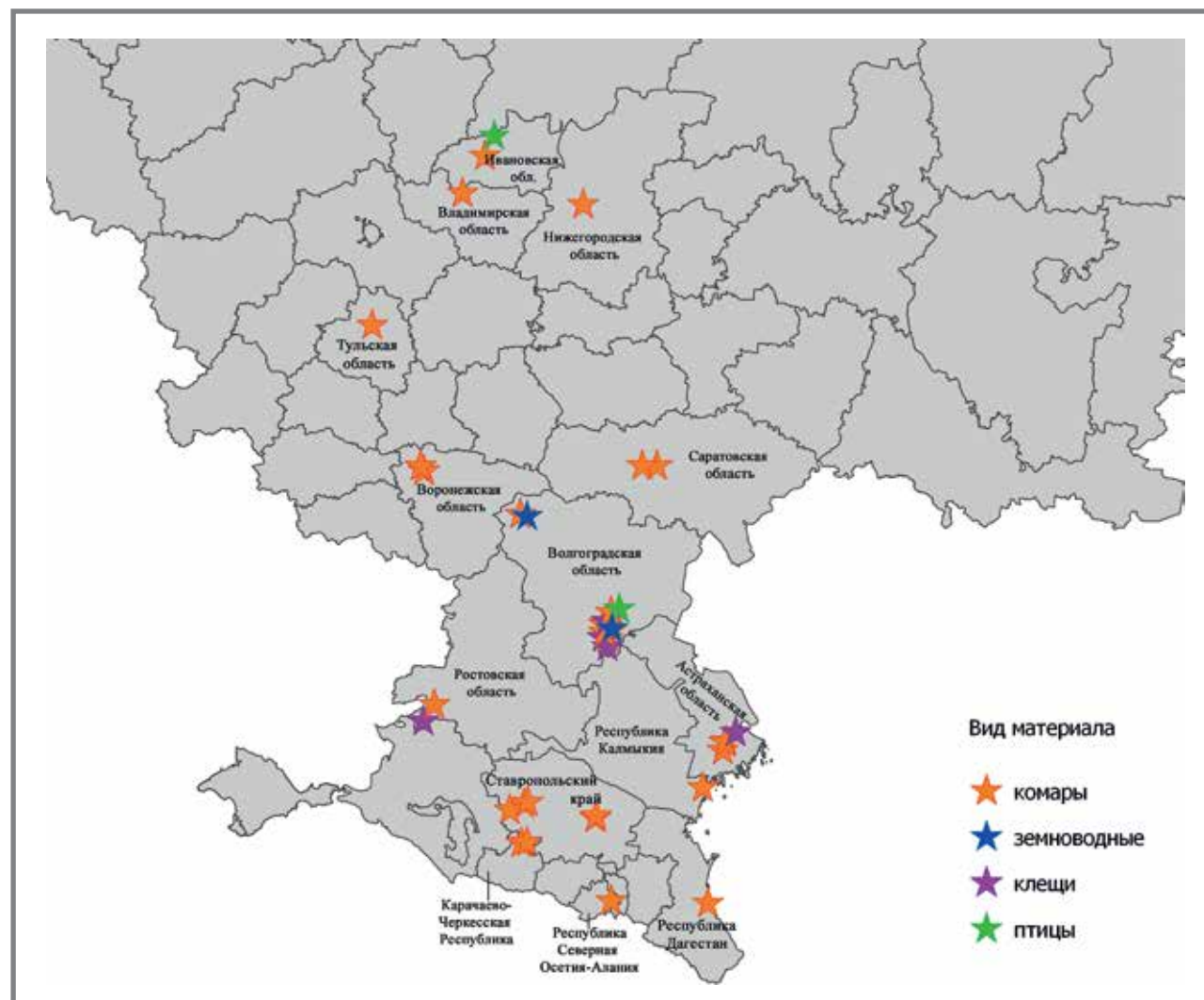
Нижегородской областях, Карачаево-Черкесской Республике и Республике Северная Осетия-Алания положительные находки получены впервые. Ежегодно РНК ВЗН выделяли в пробах полевого материала из ЮФО (Волгоградская, Астраханская, Ростовская области). Таким образом, наши результаты подтверждают стабильное существование очагов этой арбовирусной лихорадки на юге России и циркуляцию ВЗН на более северных территориях Европейской части России.

Расширение территорий Российской Федерации, на которых были обнаружены проявления эпизоотического процесса ЛЗН, в первую очередь, можно объяснить проведением активного мониторинга. Подтверждением этого являются результаты прицельных мониторинговых исследований циркуляции новых и известных вирусов в России, проводимых в ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Так, специалистами этого учреждения в 2022–2023 гг. показана циркуляция ВЗН в природных очагах на территории Республик Карелия, Башкортостан,

Тыва, где ранее находки этого возбудителя в зоолого-энтомологическом материале отсутствовали [19].

На интенсивность передачи ВЗН, которая, как известно, определяется высокой численностью и инфицированностью компетентных комаров, могло повлиять и потепление климата. Температура воздуха выше нормы может приводить: к сокращению периода развития вируса в переносчиках, увеличению темпов роста популяций переносчиков, ускорению эволюции вируса и повышению эффективности передачи возбудителя птицам. Увеличение количества осадков положительно коррелирует со вспышками заболеваний из-за подъема численности комаров, в то время как засухи приводят к концентрации вокруг оставшихся источников воды и более частому контактированию птиц и комаров. Погодные условия также могут влиять на характер размножения птиц – природных резервуаров. Например, откладка первых яиц в более ранние, чем обычно, сроки может влиять на количество птенцов в начале сезона передачи

Рисунок 2. Точки выявления положительных находок ВЗН в зоолого-энтомологическом материале, исследованном на базе Референс-центра в 2021–2023 гг.
Figure 2. Points for identifying positive findings of WNV in zoological and entomological material studied at the Reference Center in 2021–2023



ВЗН и количество выводов в течение сезона [20]. По оценке Росгидромета, в среднем по России скорость потепления значительно превосходит среднюю по земному шару: 0,51°C за десятилетие, причем каждое десятилетие с 1981–1990 гг. теплее предыдущего, а из десяти самых теплых лет девять наблюдались в XXI веке. Наиболее значительные изменения произошли в статистике крупномасштабных летних волн тепла на европейской территории России (эпизодов длительностью от 5 дней со средней температурой в регионе выше 90-го перцентиля): если в 1961–1980 гг. их наблюдалось всего три, то в 2001–2020 гг. таких волн не наблюдалось только летом 2004 г. [21].

Все эти изменения напрямую или опосредованно приводят к повышению скорости репликации возбудителя, увеличению численности и сроков активности природных резервуаров и переносчиков. Поэтому в XXI веке активность эпизоотического процесса регистрируется не только на южных территориях.

Анализируя структуру положительных находок, отметим, что у птиц маркеры ВЗН выявлены только от серой цапли (1 особь) и водоплавающих: кряквы (1) и больших бакланов (5). Зараженность птиц составила 0,9%. Большинство положительных на наличие РНК ВЗН особей выявлено в Волгоградской области, на которую пришлось 60,6% совокупного объема материала от резервуарных хозяев. Отсутствие положительных находок от птиц, отобранных из других территорий России, связано с недостаточными (единичными) объемами их исследований. Вместе с тем, обнаружение маркеров ВЗН среди птиц при плановом мониторинге является важным предиктором возможного осложнения эпидемиологической ситуации. Так, высокая зараженность ВЗН среди резервуарных хозяев наблюдалась в период интенсивных эпизоотий с массовой заболеваемостью и гибелью птиц, предшествовавших по времени вспышкам ЛЗН среди людей в Нью-Йорке в 1999 г., Москве и Московской области в 2021 г. [11,22,23].

Отрицательные результаты исследований довольно большого объема проб мелких млекопитающих, вероятно, можно объяснить нарушениями холодовой цепи при сборе и хранении материала, поскольку исследуемые нами грызуны отбирались в течение эпидемического сезона только практическими специалистами Роспотребнадзора и хранились в лабораториях ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» до передачи их для исследования в Референс-центре в течение 2 и более месяцев. О достаточно высокой зараженности ВЗН мелких млекопитающих, в частности, свидетельствуют результаты исследований активности очагов ЛЗН на юге Западной Сибири (до 7,5% – в Томской области, 12,7–47,4% – в Новосибирской области) [24].

Высокий уровень инфицированности лягушек ВЗН 4 генотипа (9,1% от всех протестированных) свидетельствует об активном участии этих

земноводных в сохранении возбудителя в очагах. Вместе с тем, патогенность ВЗН, относящегося к данному генотипу, для позвоночных, в том числе человека, требует углубленного изучения.

В наших исследованиях показано, что широкий спектр видов комаров включается в циркуляцию ВЗН. В структуре положительных находок от комаров (см. рис. 3) преобладают пробы вида *Culex pipiens* L., что согласуется с проведенными ранее оценками роли этого переносчика в США, странах ЕС и на юге России [25–28]. Полученные данные также могут быть связаны с достаточно большим объемом исследований *Culex pipiens* L., а также временем проведения мониторинга, совпавшим с пиком численности комаров этого вида (конец июля–август). Вместе с тем, в сборах из центральной части России, комары *Culex pipiens* L. были менее широко представлены, а в структуре положительных находок пробы от этого вида составили только 6,8%. Очевидно, требуются дальнейшие исследования по уточнению роли комара *Culex pipiens* L. в течении эпизоотического и эпидемического процесса ЛЗН в центральных регионах страны, изучению видового состава переносчиков и определении доминирующих видов в период высокого риска заражения ВЗН человека.

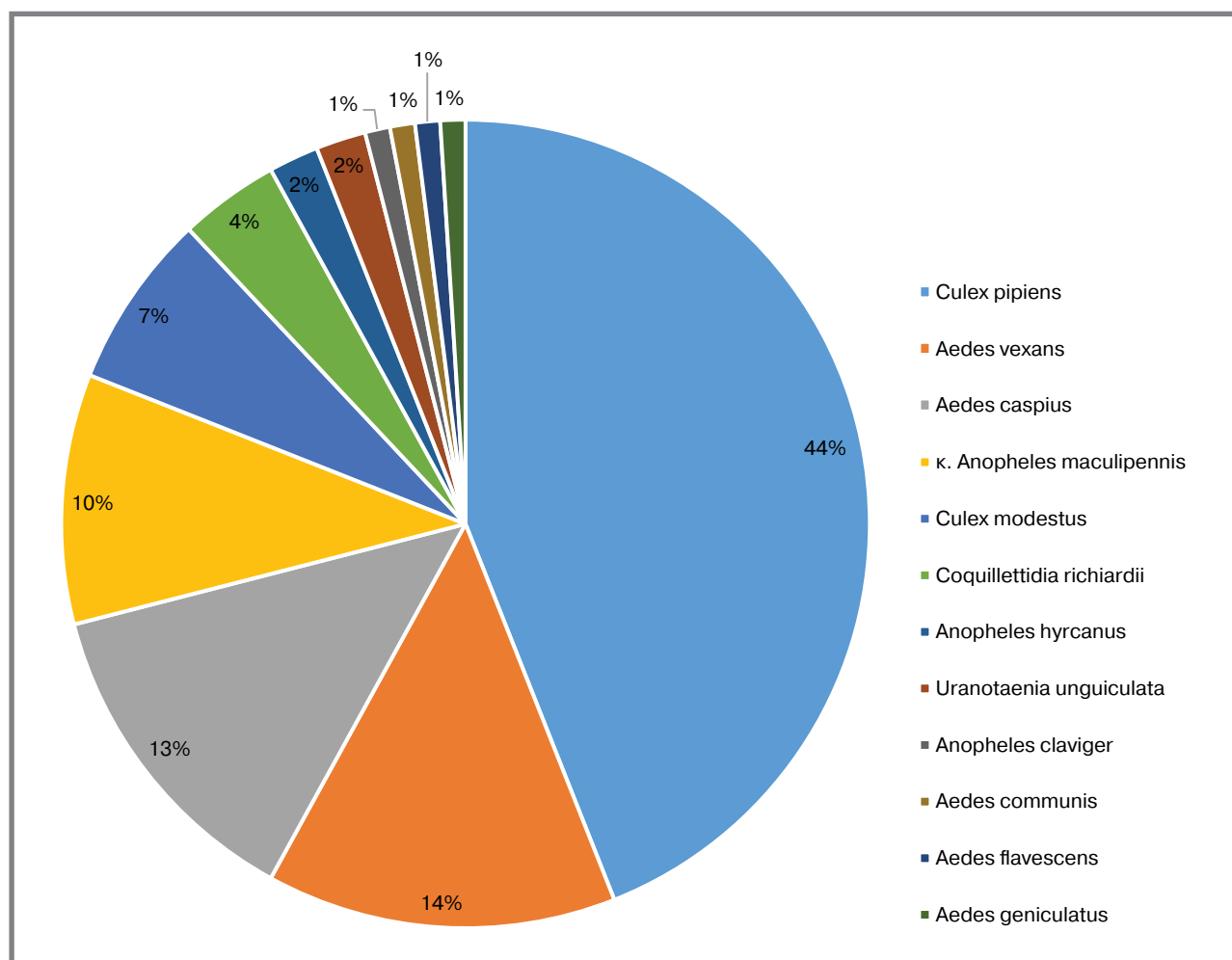
Существенную долю в структуре положительных проб (см рис. 3) от кровососущих комаров занимают массовые по численности на территории европейской части России комары комплекса *Anopheles maculipennis*, *Aedes vexans* и *Aedes caspius*. Высокая выявляемость ВЗН среди комаров рода *Aedes* при исследовании зоолого-энтомологического материала в 2022–2023 гг. показана специалистами ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Геном ВЗН обнаружен в различных представителях рода *Aedes* в Хабаровском, Забайкальском, Краснодарском краях, Астраханской и Сахалинской областях, Республиках Башкортостан, Тыва, Хакасия [19]. Эти данные позволяют предполагать их активное участие в поддержании циркуляции ВЗН в природных очагах и, возможно, передаче инфекции человеку.

На долю вида *Culex modestus*, который признан в более ранних исследованиях одним из основных переносчиков на юге России [28], в наших результатах приходится всего лишь 7%, что, возможно, объясняется отсутствием или малым количеством в сборах комаров этого вида в центральной части России и во всех регионах Северного Кавказа.

Общий уровень зараженности кровососущих комаров, собранных в 2021–2023 гг., составил 0,07%.

Следует отметить, что наибольшее количество положительных проб от комаров (47,1% от суммы положительных) собрано на территории дачных участков и в сельских населенных пунктах, где в летний период концентрируется основная часть населения. На городские и природные биотопы пришлось 33,1% и 19,8% соответственно.

Рисунок 3. Структура положительных на наличие РНК ВЗН проб от кровососущих комаров, собранных в европейской части Российской Федерации и исследованных на базе Референс-центра в 2021–2023 гг.
Figure 3. Structure of pools positive for the presence of WNV RNA from blood-sucking mosquitoes collected in the European part of the Russian Federation and studied at the Reference Center in 2021–2023



По результатам наших исследований дополнен список видового состава кровососущих комаров в Нижегородской (видами *Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes flavescens*, *Aedes sticticus*, *Culiseta annulata*, *Culiseta longiareolata* и *Anopheles claviger*), Астраханской областях (*Culiseta longiareolata* и *Aedes dorsalis*), Республик Калмыкия (*Anopheles algeriensis* и *Coquilleltidia richardii*) и Адыгея (*Aedes koreicus* впервые обнаружен здесь в 2022 г.).

Положительные находки от иксодовых клещей были зарегистрированы как от пастбищных видов (*Hyalomma marginatum* – 58,3%, *Dermacentor marginatus* – 16,7%, *Ixodes ricinus* – 8,3%), так и на стойловых (*H. scupense* – 16,7%), что свидетельствует о способности этой группы членистоногих заражаться не только в природных условиях, но и от сельскохозяйственных животных. Инфицированность исследованных иксодовых клещей составила 0,09%. Сходный уровень зараженности клещей вида *H. marginatum* установлен для наиболее активного очага ЛЗН в России – Астраханской области [29].

Интерес представляет факт, что РНК ВЗН выявлена в 2023 г. в первой декаде апреля в период отсутствия основных переносчиков у кряквы из Ивановской области и иксодовых клещей из Волгоградской области, что говорит о возможности сохранения возбудителя в зимний период.

Заключение

На основании результатов исследования можно констатировать, что проведение активных рекогносцировочных исследований привело к расширению наших представлений о существовании очагов ЛЗН на Европейской части России. В популяциях птиц и кровососущих членистоногих на этой территории устойчиво циркулирует ВЗН. Инфицированные ВЗН птицы обнаружены в ЮФО и ЦФО, комары – во всех обследованных округах, земноводные и клещи – только в ЮФО. Необходимы дальнейшие мониторинговые исследования полевого материала в достаточных для выявления ВЗН объемах как на эндемичных, так и на сопредельных с ними территориях.

Литература

1. Сборник материалов по вспышке лихорадки Западного Нила в Российской Федерации в 2010 году. Онищенко Г. Г., ред. – Волгоград: ООО Волга-Публишер, 2011. – 244 с.
2. Karim SU, Bai F. Introduction to West Nile Virus. *Methods Mol Biol.* 2023;2585:1–7. DOI: 10.1007/978-1-0716-2760-0_1. PMID: 36331759; PMCID: PMC10719965.
3. Mingione M, Branda F, Maruotti A, Ciccozzi M, Mazzoli S. Monitoring the West Nile virus outbreaks in Italy using open access data. *Sci Data.* 2023 Nov 7;10(1):777. DOI: 10.1038/s41597-023-02676-0. PMID: 37935727; PMCID: PMC10630380.
4. Чумаков М. П., Беляева А. П., Бутенко А. М. и др. Выделение и изучение своеобразного вируса из клещей *Hyalomma plumbeum* и лихорадящего больного в Астраханской области. В сб. материалов 11-й научной сессии ИПВЭ. М., 1964: 5.
5. Углева С. В., Тагирова З. Г., Тутельян А. В. и др. Лихорадка Западного Нила на территории Астраханской области. *Инфекционные болезни.* 2018; 16(4): 91–96. DOI: 10.20953/1729-9225-2018-4-91-96
6. Матросов А. Н., Чекашов В. Н., Поршаков А. М. и др. Условия циркуляции вируса и предпосылки формирования природных очагов лихорадки Западного Нила в Саратовской области. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2013;3:17–22. DOI: 10.21055/0370-1069-2013-3-17-22
7. Лиджи-Гаряева Г. В., Кулик В. В., Усунцынов Б. Г. и др. Лихорадка Западного Нила в Республике Калмыкия. Проблемы особо опасных инфекций на Северном Кавказе: материалы региональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию со дня основания ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора (г. Ставрополь, 17 мая 2022 года). Куличенко А. Н., ред. – Ставрополь: 2022: 34.
8. Путинцева Е. В., Смелянский В. П., Бородай Н. В. и др. Лихорадка Западного Нила в 2015 г. в мире и на территории Российской Федерации. Прогноз развития эпидемической ситуации в 2016 г. Проблемы особо опасных инфекций. 2016;1:33–39. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-1-33-39
9. Тихонов С. Н., Зинич Л. С., Якунин С. Н. и др. О случае лихорадки Западного Нила в Крыму в 2018 г. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в государствах-участниках СНГ: Материалы XIV Межгосударственной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФКУЗ РосНИПЧИ «Микроб». Попова А. Ю., Кутырев В. В., ред., Саратов: 2018: 369–371.
10. Климова Е. А., Кареткина Г. Н., Шакарян А. К. и др. Лихорадка Западного Нила на территории Московской агломерации. *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение.* 2021. – Т. 10, № 4(39). – С. 13–21. – DOI 10.33029/2305-3496-2021-10-4-13-21 – EDN ILXGAX.
11. Сычева К. А., Федорова М. В., Макенов М. Т. и др. Переносчики и резервуарные хозяева возбудителя лихорадки Западного Нила во время вспышки заболевания в Москве. Материалы XIV Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням имени академика В. И. Покровского. *Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы.* Москва; 2022: 159. EDN: LGUIRC
12. Путинцева Е. В., Удовиченко С. К., Никитин Д. Н. и др. 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
13. Путинцева Е. В., Удовиченко С. К., Никитин Д. Н. и др. Лихорадка Западного Нила в Российской Федерации в 2022 г., прогноз заболеваемости на 2023 г. Проблемы особо опасных инфекций. 2023;1:75–84. DOI: 10.21055/0370-1069-2023-1-75-84
14. Гутевич А. В., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Комары (Семейство Culicidae). Л.: Наука; 1970. Т. III, вып. 4. 384 с.
15. Рубцов И. А. Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Т. 6, Вып. 6. Мошки (сем. Simuliidae) Л.: Наука; 1956. – 860 с.
16. Филиппова Н. А. Фауна СССР. Паукообразные. Иксодовые клещи подсем. Ixodinae. – Л.: Наука, 1977. Т. 4. Вып. 4. – 396 с.
17. Филиппова Н. А. Фауна СССР. Паукообразные. Аргасовые клещи (Argasidae) – М., 1966. Т. 4. Вып. 3. – 255 с.
18. Об обзоре и прогнозе активности природных очагов инфекционных болезней в Российской Федерации на весну 2024 г: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека №02/119-2024-32 от 10.01.2024 г. М.; 2024. – 84 р.
19. Young JJ, Haussig JM, Aberle SW, et al. Epidemiology of human West Nile virus infections in the European Union and European Union enlargement countries, 2010 to 2018. *Euro Surveill.* 2021;26(19): pii=2001095. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2021.26.19.2001095
20. Третий оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – СПб.: Научное издание технологий, 2022: 124 с.
21. Nash, D., Mostashari, F., Fine, A., Miller, J., O'Leary, D., Murray, K., et al. (2001). The outbreak of West Nile virus infection in the New York City area in 1999. *New England Journal of Medicine*, 344(24), 1807–1814. <https://doi.org/10.1056/Nejm200106143442401>
22. Centers for Disease Control and Prevention. West Nile Virus Activity. New York and New Jersey, 2000. 21.07.2000. Доступно на: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4928a3.htm>
23. Донченко А. С., Юшков Ю. Г., Кононова Ю. В., Шестопалов А. М. Анализ эпизоотической ситуации по лихорадке Западного Нила среди диких и сельскохозяйственных животных в Новосибирской области. *Ветеринарная медицина.* 2012; 96: 23–24.
24. Andreadis TG. The contribution of *Culex pipiens* complex mosquitoes to transmission and persistence of West Nile virus in North America. *J Am Mosq Control Assoc.* 2012 Dec;28(4 Suppl):137–51. DOI: 10.2987/8756-971X-28.4s.137. PMID: 23401954.
25. European Centre for Disease Prevention and Control. Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe. Stockholm: ECDC; 2014. DOI: 10.2900/37227
26. Engler O., Savini G., Papa A. et al. European surveillance for West Nile virus in mosquito populations. *Int J Environ Res Public Health.* 2013;10(10):4869–4895. Published 2013 Oct 11. DOI: 10.3390/ijerph10104869
27. Федорова М. В., Бородай Н. В. О необходимости и путях совершенствования энтомологического мониторинга при эпидемиологическом надзоре за лихорадкой Западного Нила. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни.* 2017; 2: 37–42.
28. Львов Д. Н., Щелканов М. Ю., Джаркенов А. Ф. и др. Популяционные взаимодействия вируса Западного Нила (Flaviviridae, Flavivirus) с членистоногими переносчиками, позвоночными животными, людьми в среднем и нижнем поясах дельты Волги, 2001–2006 гг. *Вопросы вирусологии.* 2009; 2:36–43

References

1. Collection of materials on the outbreak of West Nile fever in the Russian Federation in 2010. Onishchenko G.G., ed. – Volgograd: Volga-Publisher, 2011. – 244 p. (In Russ.).
2. Karim SU, Bai F. Introduction to West Nile Virus. *Methods Mol Biol.* 2023;2585:1–7. DOI: 10.1007/978-1-0716-2760-0_1. PMID: 36331759; PMCID: PMC10719965.
3. Mingione M, Branda F, Maruotti A, Ciccozzi M, Mazzoli S. Monitoring the West Nile virus outbreaks in Italy using open access data. *Sci Data.* 2023 Nov 7;10(1):777. DOI: 10.1038/s41597-023-02676-0. PMID: 37935727; PMCID: PMC10630380.
4. Chumakov M. P., Belyaeva A. P., Butenko A. M., et al. The isolation and study of a peculiar virus from *Hyalomma plumbeum* ticks and a feverish patient in the Astrakhan region. In *Proceedings of the 11th Scientific Session of IPVE. M.*, 1964: 5. (In Russ.).
5. Ugleva S.V., Tagirova Z.G., Tutel'yan A.V., et al. West Nile fever on the territory of the Astrakhan region. *Infectious Diseases.* 2018; 16(4):91–96. (In Russ). DOI: 10.20953/1729-9225-2018-4-91-96.
6. Matrosov A.N., Chekashov V.N., Porshakov A.M., et al. Conditions for Virus Circulation and Premises for Natural West Nile Fever Foci Formation in the Territory of the Saratov Region. *Problems of Particularly Dangerous Infections.* 2013; 3:17–22. (In Russ.); DOI: 10.21055/0370-1069-2013-3-17-22.
7. Lidzhi-Garjaeva G.V., Kulik V.V., Usuncynov B.G., et al. West Nile fever in the Republic of Kalmykia. Problems of especially dangerous infections in the North Caucasus: materials of the regional scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 70th anniversary of the founding of the Stavropol Anti-Plague Institute of Rospotrebnadzor (Stavropol, 17 May 2022) Kulichenko A.N., ed. Stavropol; 2022: 34. (In Russ.).
8. Putintseva E.V., Smelyanskiy V.P., Boroday N.V., et al. West Nile Fever across the World and in the Russian Federation in 2015. Forecast of the Epidemic Situation Development in 2016. *Problems of Particularly Dangerous Infections.* 2016; 1:33–39. (In Russ.). DOI: 10.21055/0370-1069-2016-1-33-39
9. Tihonov S.N., Zinich L.S., Jakunin S.N. About the case of West Nile fever in Crimea in 2018. Ensuring sanitary and epidemiological well-being in the CIS member states: Materials of the XIV Interstate Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the RusRAPI "Microbe". Popova A.Y., Kuttyrev V.V., ed., Saratov; 2018: 369–371.
10. Klimova E.A., Karetkina G.N., Shakaryan A.K., et al. West Nile fever on the territory of the Moscow agglomeration. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training.* 2021; 10(4): 13–21 (In Russ.). DOI: 10.33029/2305-3496-2021-10-4-13-21.
11. Sycheva K.A., Fedorova M.V., Makenov M.T., et al. Vectors and reservoir hosts of the West Nile fever pathogen during the disease outbreak in Moscow. *Proceedings of the XIV Annual All-Russian Congress on Infectious Diseases named after Academician V.I. Pokrovsky. Infectious diseases in the modern world: evolution, current and future threats.* Moscow; 2022: 159. (In Russ.).
12. Putintseva E.V., Uдовиченко S.K., Nikitin D.N., et al. West Nile Fever: Results of Monitoring over the Causative Agent in the Russian Federation in 2021, the Incidence Forecast for 2022. *Problems of Particularly Dangerous Infections.* 2022; 1:43–53. (In Russ.) DOI: 10.21055/0370-1069-2022-1-43-53
13. Putintseva E.V., Uдовиченко S.K., Nikitin D.N., et al. West Nile Fever in the Russian Federation in 2022, the Incidence Forecast for 2023. *Problems of Particularly Dangerous Infections.* 2023; 1:75–84. (In Russ.) DOI: 10.21055/0370-1069-2023-1-75-84
14. Gutsevich AV, Monchadskii AS, Stackelberg AA. Fauna of the USSR. Insects Diptera. Mosquitoes (Family Culicidae). Leningrad: Science; 1970. Vol. III, issue 4. –384 p. (In Russ.).
15. Rubcov I. A. Fauna of the USSR. Insects Diptera. Vol. 6, issue 6. Gnats (family Simuliidae) L.: Science; 1956. –860 p. (In Russ.).
16. Filippova N. A. Fauna of the USSR: Spiders. Ixodes ticks of the subfamily Ixodinae. – L.: Science; 1977. Vol. 4. issue 4 – 396 p. (In Russ.).
17. Filippova N. A. Fauna of the USSR: Spiders. Argas ticks (Argasidae) – M., 1966. Vol. 4. issue 3. – 255 p. (In Russ.).
18. Ob obzore i prognoze aktivnosti prirodnih ochagov infekcionnyh boleznej v Rossijskoj Federacii na vesnu 2024 g: Pis'mo Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitel'ej i blagopoluchija cheloveka №02/119-2024-32 ot 10.01.2024 g. M.; 2024. – 84 p. (In Russ.).

19. Young JJ, Haussig JM, Aberle SW, et al. *Epidemiology of human West Nile virus infections in the European Union and European Union enlargement countries, 2010 to 2018.* *Euro Surveill.* 2021;26(19): pii-2001095. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2021.26.19.2001095
20. *Third Assessment Report on Climate Change and its Impacts on the Territory of the Russian Federation. General summary.* SPb.: Science-intensive technologies, 2022: 124 p. (In Russ.).
21. Nash, D., Mostashari, F., Fine, A., Miller, J., O'Leary, D., Murray, K., et al. *The outbreak of West Nile virus infection in the New York City area in 1999.* *New England Journal of Medicine.* 2001; 344(24): 1807–1814. DOI:10.1056/Nejm200106143442401
22. *Centers for Disease Control and Prevention. West Nile Virus Activity. New York and New Jersey, 2000.* 21.07.2000. Available at: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4928a3.htm>
23. Donchenko A.S., Yuskov Yu.G., Kononova Yu.V., Shestopalov A.M. *Analysis of epizootic situation on West Nile fever among wild and farm animals in Novosibirsk region.* *Veterinarna meditsina.* 2012; 96: 23–24. (In Russ.).
24. Andreadis TG. *The contribution of Culex pipiens complex mosquitoes to transmission and persistence of West Nile virus in North America.* *J Am Mosq Control Assoc.* 2012 Dec;28(4 Suppl):137–51. DOI: 10.2987/8756-971X-28.4s.137. PMID: 23401954.
25. *European Centre for Disease Prevention and Control. Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe.* Stockholm: ECDC; 2014. DOI: 10.2900/37227
26. Engler O., Savini G., Papa A., et al. *European surveillance for West Nile virus in mosquito populations.* *Int J Environ Res Public Health.* 2013;10(10):4869–4895. Published 2013 Oct 11. DOI: 10.3390/ijerph10104869
27. Fedorova MV, Borodai NV. *On the necessity and ways to improve the entomological monitoring in the epidemiological surveillance for West Nile fever.* *Medical parasitology and parasitic diseases.* 2017; 2:37–42. (In Russ.).
28. L'vov D.N., Shchelkanov M.Yu., Dzharkeov A.F., et al. *Population interactions of the West Nile fever virus (Flaviviridae, Flavivirus) with arthropod vectors, vertebrate animals, and humans in the territory of the central and lower Volga river estuary, 2001–2006.* *Problems of Virology.* 2009; 2:36–43.

Об авторах

- **Наталья Владимировна Бородай** – старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологического анализа и эпизоотологического мониторинга ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. +7 (8442) 39-33-22, borodai.nat@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-2076-5276.
- **Светлана Константиновна Удовиченко** – к. м. н., ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологического анализа и эпизоотологического мониторинга ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. +7 (8442) 39-33-48, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0001-8682-1536.
- **Анна Владимировна Несговорова** – научный сотрудник лаборатории эпидемиологического анализа и эпизоотологического мониторинга, ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. +7 (8442) 39-33-22, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0001-5810-8864.
- **Елена Викторовна Путинцева** – к. м. н., ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологического анализа и противоэпидемического обеспечения ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. +7 (8442) 39-33-48, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0002-9368-6165.
- **Анна Юрьевна Колоскова** – младший научный сотрудник лаборатории эпидемиологического анализа и эпизоотологического мониторинга ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. +7 (8442) 39-33-22, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0009-0008-4086-0327.
- **Артем Александрович Батурин** – научный сотрудник лаборатории генодиагностики ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. +7 (8442) 39-33-48, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0001-9510-7246.
- **Андрей Владимирович Топорков** – д. м. н., профессор, директор ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. +7 (8442) 39-33-48, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0002-3449-4657.

Поступила: 01.02.2024. Принята к печати: 19.03.2024.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- **Natalia V. Borodai** – Senior Researcher of Laboratories of epidemiological analysis and epizootological monitoring in Federal Government Health Institution «Volgograd Plague Control Research Institute» of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. +7 (8442) 39-33-22, borodai.nat@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-2076-5276.
- **Svetlana K. Udovichenko** – Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher of Laboratories of epidemiological analysis and epizootological monitoring in Federal Government Health Institution «Volgograd Plague Control Research Institute» of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. +7 (8442) 39-33-48, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0001-8682-1536.
- **Anna V. Nesgovorova** – Researcher of Laboratories of epidemiological analysis and epizootological monitoring in Federal Government Health Institution «Volgograd Plague Control Research Institute» of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. +7 (8442) 39-33-22, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0001-5810-8864.
- **Elena V. Putinseva** – Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher of Laboratories of epidemiological analysis and epizootological monitoring in Federal Government Health Institution «Volgograd Plague Control Research Institute» of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. +7 (8442) 39-33-48, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0002-9368-6165.
- **Anna Yu. Koloskova** – Junior Researcher of Laboratories of epidemiological analysis and epizootological monitoring in Federal Government Health Institution «Volgograd Plague Control Research Institute» of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. +7 (8442) 39-33-22, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0009-0008-4086-0327.
- **Artem A. Baturin** – Researcher of Laboratory of genodiagnostics in Federal Government Health Institution «Volgograd Plague Control Research Institute» of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. +7 (8442) 39-33-48, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0001-9510-7246.
- **Andrey V. Toporkov** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Director of Federal Government Health Institution «Volgograd Plague Control Research Institute» of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare. +7 (8442) 39-33-48, vari2@sprint-v.com.ru. ORCID: 0000-0002-3449-4657.

Received: 01.02.2024. Accepted: 19.03.2024.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.