

БИОГЕОГРАФИЯ И ПРОБЛЕМЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

УДК 574.23, 595.771

DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-67-76

ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИВНОГО ВИДА КОМАРОВ *Aedes albopictus* (SKUSE, 1895) НА ТЕРРИТОРИИ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Бега А. Г., Москаев А. В., Гордеев М. И.

Московский государственный областной университет

144014, г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24, Российская Федерация

Аннотация: На территории юга Европейской части России *Aedes albopictus*, один из основных переносчиков ряда вирусных лихорадок, был впервые зафиксирован в 2011 г. До 2016 г. его ареал ограничивался Черноморским побережьем Кавказа. На данный момент *Ae. albopictus* перебрался через Большой Кавказский хребет. В 2018 г. нами было определено, что современная граница его распространения проходит через окрестности городов Новороссийск, Краснодар, Белореченск, Майкоп. Но мы предполагаем возможность дальнейшего расширения ареала *Ae. albopictus* в глубь Русской равнины. Мы сосредоточились на прогнозировании распространения вида исходя из пригодности среды обитания в текущих и будущих климатических условиях. В качестве основных лимитирующих факторов нами были выбраны: средние годовые температуры, средние зимние температуры, среднегодовое количество осадков. Полученные результаты могут помочь понять механизмы проникновения *Ae. albopictus* в предлагаемую зону и улучшить программы мониторинга.

Ключевые слова: *Aedes albopictus*, инвазия, Черноморское побережье Кавказа, ареал, модель распространения

APPROACHES FOR PREDICTING THE DISTRIBUTION OF THE INVASIVE MOSQUITOE SPECIES *Aedes albopictus* (SKUSE, 1895) ON THE TERRITORY OF THE SOUTH EUROPEAN PART OF RUSSIA

A. Bega, A. Moskaev, M. Gordeev

Moscow Region State University

ul. Very Voloshinoy 24, 144014 Mytishchi, Moscow region, Russian Federation

Abstract: In the south of the European part of Russia, *Aedes albopictus*, one of the main vector of a number of viral fevers in the world, was first recorded in 2011. Until 2016, its habitat

was limited to the Black Sea coast of the Caucasus. At the moment, *Ae. albopictus* got over through the large Caucasian ridge. In 2018 we found that the modern border of its distribution passes through the neighborhood of such cities as Novorossiysk, Krasnodar, Belorechensk, and Maykop. However, we assume a possibility of further expansion of the area of *Ae. albopictus* deep into the East European Plain. We focused on prediction of distribution of the species proceeding from fitness of the habitat in the current and future climatic conditions. As the major limiting factors we have chosen the average annual temperatures, average winter temperatures, and average annual amount of precipitation. Thus, our results can help understand mechanisms of penetration *Ae. albopictus* in the offered zone and improve programs of monitoring.

Keywords: *Aedes albopictus*, invasion, the Black Sea coast of the Caucasus, area, dissemination model.

Введение

Азиатский тигровый комар *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) обладает большим адаптивным потенциалом и активно заселяет различные местообитания [11]. Комар обладает высокой способностью к миграции, чему в значительной степени способствуют урбанизация и развитие транспортных, торговых и туристических потоков. *Ae. albopictus* является переносчиком возбудителей ряда заболеваний, в том числе вирусных лихорадок Чжунгу-нья, Зика и Денге. Благодаря быстрому расширению ареала и способности переносить трансмиссивные заболевания человека и животных, *Ae. albopictus* входит в число наиболее опасных инвазивных видов во всем мире [3; 8].

Aedes albopictus родом из тропических и субтропических регионов Юго-Восточной Азии, но на сегодняшний день присутствует на всех континентах, кроме Антарктиды [20]. Расселение *Ae. albopictus* из Юго-Восточной Азии в другие регионы мира имеет 35-летнюю историю. Так, на территории США первые популяции этого комара были обнаружены в Хьюстоне, штат Техас, в 1984 г., а через 4 года *Ae. albopictus* уже расширил свой ареал до Иллинойса на севере и Флори-

ды на юге. Записи первого появления *Ae. albopictus* на территории Европы датируются 1979 г. в Албании, второе проникновение произошло в 1990 г. в Северной Италии, где он смог обосноваться в последующие годы [16]. Сегодня этот вид зарегистрирован в большинстве стран Европы: Албании, Бельгии, Боснии и Герцеговине, Германии, Испании, Италии, Нидерландах, Словении, Сербии, Франции, Швейцарии, Черногории. Он имеет устойчивые популяции в Северной и Центральной Италии, а также в других частях Средиземноморского региона [6; 12]. Предполагается, что *Aedes albopictus* находит все более и более подходящие места обитания в Центральной Европе и, благодаря изменению климата, способен расширить свой ареал дальше на север Европы [10; 17; 18].

На территории юга Европейской части России *Aedes albopictus* был впервые зафиксирован в 2011 г. в г. Хоста [4]. В дальнейшем он распространился вдоль Черноморского побережья Кавказа, заняв свою экологическую нишу в пределах Большого Сочи, в зоне влажного субтропического климата [15]. В 2015 г. комары данного вида были отмечены в зоне типичного полусухого средиземноморского климата, в Гелен-

джике, а в 2016 г. – в зоне резко континентального климата в Новороссийске [5]. В 2017 г. вид впервые был найден к северу от Большого Кавказского хребта – в г. Майкопе, в зоне мягкого умеренного климата [6]. Таким образом, перед нами разворачивается картина захвата видом новых территорий, который сопровождается изменением экологических предпочтений (мест выплода, зимовки, территорий для обитания и размножения, периодов активности), а также вытеснением местных «аборигенных» видов комаров. Изучение такой «молодой» и стремительной инвазии может рассматриваться как модель важного этапа процесса видообразования, когда недавно возникшие виды осваивают «потенциальные» экологические ниши. Процесс расширения экологических ниш и освоения новых адаптивных зон является фундаментальной проблемой популяционной экологии и биогеографии.

Целью работы было изучение современных границ ареала и прогноз распространения *Ae. albopictus*, исходя из пригодности среды обитания, с учетом будущих климатических изменений на юге Европейской части России.

Материалы и методы

Сбор и фиксацию материала проводили 2–16 августа 2018 г. Нами были получены 43 выборки комаров на территории юга Европейской части России в точках обнаружения *Aedes albopictus* (рис. 1). Отлов имаго проводили на себе, преимущественно в пики активности. Сбор личинок осуществляли в характерных для *Aedes albopictus* микроводоемах с твердыми стенками. Полученный материал фиксировали в 96% спирте. Для установления ви-

довой принадлежности использовали стандартные ключи [2].

Нами была проведена попытка спрогнозировать дальнейшее распространение *Ae. albopictus* на юге Европейской части России. Моделирование основывалось на подходе максимума энтропии [9; 13]. В качестве основных лимитирующих факторов для *Ae. albopictus* были взяты значения средней температуры января, средней суммарной температуры и среднего количества ежегодных осадков.

Климатические данные для анализа современных климатических условий были получены из электронного издания научно-прикладного справочника «Климат России»¹ и базы данных *WorldClim*² и нанесены на карту в геоинформационной системе *Quantum GIS*, версия 1.7.4 с пространственным разрешением 2,5 минут (приблизительно 5 на 5 км). Данные по ожидаемым климатическим условиям были взяты на портале *CCAFS-Climate data*³. Для визуализации полученных данных использовался векторный графический редактор *Adobe Illustrator CC 2015.3*.

Результаты и обсуждение

По данным 2017 г., самой северной точкой, где был зафиксирован *Ae. albopictus*, являлась столица Республики Адыгея г. Майкоп [7]. В 2018 г. нами было выявлено, что граница ареала сместилась к северу от Майкопа. *Ae. albopictus* был зафиксирован в станице Ханской и г. Белореченске. К северо-востоку от данных точек, в г. Армавире, комары данного вида не были найдены. Самой северной точкой об-

¹ URL: <http://aisori.meteo.ru/ClspR>

² URL: www.worldclim.org

³ URL: <http://www.ccafs-climate.org/data>

наружения вида стал город Краснодар, где ранее данный вид не встречался. Комары были собраны как в черте города Краснодара, так и в его окрестностях. При этом во время сбора наблюдалась высокая активность нападения имаго. В большинстве изученных типичных местообитаниях были найдены личинки этого вида, что косвенно

указывает на высокую численность, конкурентоспособность и жизнеспособность данной популяции.

На востоке граница ареала *Ae. albopictus* проходит в окрестностях города Новороссийска. Возможно, продвижение вида вдоль побережья в данном направлении ограничивает повышенная ветровая нагрузка.



Прим.: чёрными пунсонами отмечены населённые пункты, где вид был обнаружен, белыми – где вид отсутствовал.

Рис. 1. Распространение *Ae. albopictus* на территории юга Европейской части России по данным 2018 г.

Естественный ареал *Ae. albopictus* – главным образом тропические и субтропические леса, – характеризуется довольно постоянными климатическими условиями, которые позволяют популяциям *Ae. albopictus* существовать без диапаузы [7]. Ранее экспериментально было показано [3; 5], что основными лимитирующими параметрами зимовки являются средняя

зимняя температура (не ниже 0°C) и годовое количество осадков (не менее 450 мм). Пороговые значения этих лимитирующих факторов определены в экспериментах в климатических камерах, а также получены на основе данных географического распределения комаров [14; 19].

Средняя зимняя температура выше 0°C, как предполагается, необходима

для успешной зимовки *Ae. albopictus* на стадии яйца [18]. Однако имеются данные об адаптации комаров к более низким средним зимним температурам. Комары *Ae. albopictus* зимуют на территории России на стадии яйца и переносят легкое промораживание. В природных популяциях, в сходных экологических условиях, наблюдается некоторый разброс минимальных среднезимних температур. Так, в Японии популяции этого вида стабильно существуют при -2°C , в Южной Корее при -3°C , в северо-восточной части вторичного ареала в США возможно существование *Ae. albopictus* и при -5°C . В данной работе учитывались средняя температура января -5°C , а также средняя годовая температура более 11°C . Этот лимит отражает видовую адаптацию к высоким температурам [1; 18] и, при введённом выше ограничении средних зимних температур, предусматривает оптимальную летнюю температуру $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$.

Другим ограничивающим климатическим фактором является среднегодовая сумма осадков – не менее 450 мм [19]. Поскольку вид нуждается в небольших водных местообитаниях для размножения, годовое количество осадков не менее 450 мм даёт возможность гарантированно поддерживать места выплода комаров. Важным адаптивным свойством вида является то, что самки откладывают яйца непосредственно в воду, как у большинства других комаров семейства Culicidae, а рядом с водой, в прибрежную зону с влажным однородным грунтом. В результате при выпадении атмосферных осадков, в резервуаре, служащем местом выплода, прибывает вода и из намочивших яиц выводятся личинки. В свя-

зи с такой особенностью жизненного цикла, яйца *Aedes albopictus* способны переживать длительное высыхание. Личинки же могут существовать в условиях повышенной плотности даже в пересыхающих микробиотопах. В силу вышеописанного, температура оказывает более сильное влияние на распространение *Aedes albopictus*, чем осадки.

В современных климатических условиях устойчивая граница распространения (средняя январская температура не ниже -1°C , средняя годовая температура более 11°C , среднегодовая сумма осадков не менее 450 мм) проходит по городам Тимошевск, Кропоткин, селам Камышеваха, Псебай Краснодарского края, селу Пхия Республики Карачаево-Черкессии. Второй район, подходящий по заданным климатическим условиям, захватывает часть Республики Дагестан от Дагестанского государственного природного заповедника, через сёла Ленинаул, Хасавюр, Акуша, Курах до Каспийского моря (рис. 2).

Глобальное потепление может способствовать расширению ареала *Ae. albopictus* дальше на север. Потенциальная граница вида может включить в себя большую часть Ростовской области, пройдя через посёлок Тарасовский, хутор Ковылкин, Железнодорожный, станицу Калининскую, далее пройдёт через посёлки Ергенинский, Эрдниевский в Калмыкии, посёлки Нариманов и Красный Яр в Астраханской области (рис. 2).

Стоит особо отметить, что *Ae. albopictus* является полусинантропным видом и может нападать как на человека, так и на многие виды позвоночных. Эпидемиологическое значение этого вида как потенциального



Рис. 2. Модель распространения *Ae. albopictus* на территории юга Европейской части России.

переносчика заболеваний обусловлено тем, что, несмотря на утренние и вечерние пики активности, он сохраняет достаточную дневную активность. *Ae. albopictus* также является полуэндофильным видом, поэтому обработки помещений стойкими контактными инсектицидами против него имеют низкую эффективность. Места вышлода этого вида нетипичны для большинства комаров. *Ae. albopictus* откладывает яйца в различные по типу местообитания, но выделяются

среди них микроводоемы с твердыми стенками. Таковыми зачастую могут служить водосборные емкости, автомобильные покрышки, мелкий бытовой мусор (полиэтиленовые пакеты, консервные банки, разбитые бутылки и обломки пластика). Так же как и у других представителей рода *Aedes*, самки зачастую откладывают яйца во временные микроводоемы естественного происхождения: дупла деревьев, лунки в скоплениях мелких камней, в углубления скальных глыб и даже в листьях

деревьев. В связи этим у *Ae. albopictus* крайне широкий диапазон выбора мест выплода, что позволяет ему не только быстро и равномерно расселяться даже в засушливой местности, но и сохранять высокую численность преиминальных фаз в условиях активной борьбы с ним эпидемиологических служб.

Заключение

Активно размножающиеся, стабильные популяции инвазивного вида *Ae. albopictus* на 2018 г. распространились на юге Русской равнины до города Краснодара и города Белореченска (Республика Адыгея). Продвижение вида на запад ограничивается окрест-

ностями г. Новороссийска. На основе проведенного анализа мы предполагаем расширение ареала *Ae. albopictus* вдоль побережья Черного моря в направлении г. Керчи, в глубь Русской равнины в сторону г. Ростова-на-Дону и на восток, в окрестности г. Ставрополя. В связи с быстрым расширением ареала *Ae. albopictus* и его высокой эпидемиологической значимостью как переносчика трансмиссивных заболеваний необходимо организовать постоянный мониторинг популяций инвазивных видов комаров на юге Европейской части России.

Статья поступила в редакцию 20.06.2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Адвентивные виды *Aedes* на территории России – оценка риска новой биологической угрозы здоровью населения России / В. В. Ясюкевич, И. О. Попов, С. Н. Титкина, Н. В. Ясюкевич // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2017. Т. 28. № 3. С. 51–71.
2. Гуцевич В. А., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Комары (семейство *Culicidae*) // Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Т. 3. Вып. 4. Л.: Наука, 1970. 384 с.
3. Инвазивные виды *Aedes albopictus* и *Aedes aegypti* на Черноморском побережье Краснодарского края: генетика (COI, ITS2), зараженность *Wolbachia* и *Dirofilaria* / Е. В. Шайкевич, И. В. Патраман, А. С. Богачева, В. М. Ракова, О. П. Зеля, Л. А. Ганушкина // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 5. С. 124–132.
4. Об обнаружении комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skus. на территории Российской Федерации / Л. А. Ганушкина, Е. Ю. Таныгина, О. В. Безжонова, В. П. Сергиев // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2012. № 1. С. 3–4.
5. О возможности распространения *Aedes albopictus* на территории полуострова Крым / А. В. Москаев, В. Н. Разумейко, И. Ю. Трошкова, М. И. Гордеев // Актуальные проблемы биологической и химической экологии: сборник материалов V Международной научно-практической конференции (г. Москва, 21–23 ноября 2016 г.). М.: ИИУ МГОУ, 2016. С. 124–129.
6. Распространение инвазивных видов комаров *Aedes (stegomyia) aegypti* (L., 1762) и *Aedes (stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) (*Diptera*, *Culicidae*) на юге Краснодарского края / М. В. Федорова, О. Г. Швец, Ю. В. Юничева, Т. Е. Рябова, И. М. Медяник // Материалы II международного паразитологического симпозиума «Современные проблемы общей и частной паразитологии». СПб: ГИИВ, 2017. С. 268–271.
7. Современные границы распространения инвазивных комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L., 1762) и *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) на юге Краснодарского края России / М. В. Федорова, О. Г. Швец, Ю. В. Юничева, И. М. Медяник, Т. Е. Рябова, А. Д. Отставнова // Проблемы особо опасных инфекций. 2018. № 2. С. 101–105.

8. Ясюкевич В. В., Ясюкевич Н. В., Рудкова А. А. Лихорадка Зика // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2016. Т. 27. № 1. С. 124–132.
9. Baldwin R. A. Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research // Entropy. 2009. Vol. 11 (4). P. 854–866.
10. Bonizzoni M., Gasperi G., Chen X., James A. The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives // Trends in parasitology. 2013. Vol. 29 (9). P. 460–468.
11. Caminade C., Medlock J., Ducheyne E., McIntyre K., Leach S., Matthew B. et al. Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios // Journal of the Royal Society Interface. 2012. Vol. 9 (75). P. 2708–2717.
12. Gossner C., Ducheyne E., Schaffne F. Increased risk for autochthonous vector-borne infections transmitted by *Aedes albopictus* in continental Europe // Eurosurveillance. 2018. Vol. 23 (24). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2018.23.24.1800268>
13. Cunze S., Tackenberg O. Decomposition of the maximum entropy niche function—A step beyond modelling species distribution // Environmental Modelling & Software. 2015. Vol. 72. P. 250–260.
14. Ding F., Fu J., Jiang D., Hao M., Lin G. Mapping the spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* // Acta trop. 2018. Vol. 178. P. 155–162.
15. Ganushkina L. A., Patraman I. V., Rezza G., Migliorini L., Litvinov S. K., Sergiev V. P. Detection of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Aedes koreicus* in the Area of Sochi, Russia // VectorBorne and Zoonotic Diseases. 2016. Vol. 16 (1). P. 58–60.
16. Kraemer M., Sinka M., Duda K., Mylne A., Shearer F., Brady O. et al. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence // Scientific Data. 2015. Vol. 2. P. 1–8.
17. Kraemer M., Reiner R., Brady O., Messina J., Gilbert M. et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* // Nature Microbiology. 2019. Vol. 4 (5). P. 854–863.
18. Medlock J., Hansford K., Versteirt V., Cull B., Kampen H., Fontenille D. et al. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe // Bulletin of entomological research. 2015. Vol. 105 (6). P. 637–663.
19. Pachauri R., Mayer L., eds. Climate change 2014: Synthesis report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. 151 p.
20. Roiz D., Neteler M., Castellani C., Arnoldi D., Rizzoli A. Climatic factors driving invasion of the tiger mosquito (*Aedes albopictus*) into new areas of Trentino, northern Italy // PLoS One. 2011. Vol. 6 (4). P. 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014800>.

REFERENCES

1. Yasyukevich V., Popov I., Titkina S., Yasyukevich N. [Adventive species *Aedes* in Russia – the risk assessment of a new biological threat to the health of the population of Russia]. In: *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem* [Problems of environmental monitoring and modeling of ecosystems], 2017, vol. 28, no. 3, pp. 51–71.
2. Gutsevich V., Monchadskii A., Shtakel'berg A. [Mosquitoes (family *Culicidae*)]. In: *Fauna SSSR. Nasekomye dvukrylye* [Fauna of the USSR. Insects Diptera], vol. 3, iss. 4. Leningrad, Nauka Publ., 1970. 384 p.
3. Shaikevich E., Patraman I., Bogacheva A., Rakova V., Zelya O., Ganushkina L. [Invasive species *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* on the Black Sea coast of Krasnodar Krai: genetics (COI, ITS2), infection by *Wolbachia* and *Dirofilaria*]. In: *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], 2018, vol. 22, no. 5, pp. 124–132.
4. Ganushkina L., Tanygina E., Bezzhonova O., Sergiev V. [About the discovery of the mosquito

- Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* Skus. on teritorii Russian Federation]. In: *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni* [Medical parasitology and parasitic diseases], 2012, no. 1, pp. 3–4.
5. Moskaev A., Razumeiko V., Troshkova I., Gordeev M. [On the possibility of spread of *Aedes albopictus* in the territory of the Crimea Peninsula]. In: *Aktual'nye problemy biologicheskoi i khimicheskoi ekologii: sbornik materialov V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* (g. Moskva, 21–23 noyabrya 2016 g.) [Actual problems of biological and chemical ecology: proceedings of the V International scientific-practical conference (Moscow, November 21–23, 2016)]. Moscow, IJU MGOU Publ., 2016, pp. 124–129.
 6. Fedorova M., Shvets O., Yunicheva Yu., Medyanik I., Ryabova T. [The Spread of invasive mosquito species *Aedes (stegomyia) aegypti* (L.,1762) and *Aedes (stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) (*Diptera, Culicidae*) in the South of Krasnodar Krai]. In: *Materialy II mezhdunarodnogo parazitologicheskogo simpoziuma «Sovremennye problemy obshchei i chastnoi parazitologii»* [Proceedings of the II international Parasitology Symposium "Modern problems of General and special Parasitology"]. St. Petersburg, SPbGFVM Publ., 2017, pp. 268–271.
 7. Fedorova M., Shvets O., Yunicheva Yu., Medyanik I., Ryabova T., Otstavnova A. [The modern borders of the invasive mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.,1762) and *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) in the South of Krasnodar region of Russia]. In: *Problemy osobo opasnykh infektsii* [Problems of particularly dangerous infections], 2018, no. 2, pp. 101–105.
 8. Yasyukevich V., Yasyukevich N., Rudkova A. [Fever Zika]. In: *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem* [Problems of environmental monitoring and modeling of ecosystems], 2016, vol. 27, no. 1, pp. 124–132.
 9. Baldwin R. A. Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research. In: *Entropy*, 2009, vol. 11 (4), pp. 854–866.
 10. Bonizzoni M., Gasperi G., Chen X., James A. The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives. In: *Trends in parasitology*, 2013, vol. 29 (9), pp. 460–468.
 11. Caminade C., Medlock J., Ducheyne E., McIntyre K., Leach S., Matthew B. et al. Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios. In: *Journal of the Royal Society Interface*, 2012, vol. 9 (75), pp. 2708–2717.
 12. Gossner C., Ducheyne E., Schaffne F. Increased risk for autochthonous vector-borne infections transmitted by *Aedes albopictus* in continental Europe. In: *Eurosurveillance*, 2018, vol. 23 (24), <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2018.23.24.1800268>
 13. Cunze S., Tackenberg O. Decomposition of the maximum entropy niche function—A step beyond modelling species distribution. In: *Environmental Modelling & Software*, 2015, vol. 72, pp. 250–260.
 14. Ding F., Fu J., Jiang D., Hao M., Lin G. Mapping the spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Acta trop.*, 2018, vol. 178, pp. 155–162.
 15. Ganushkina L. A., Patraman I. V., Rezza G., Migliorini L., Litvinov S. K., Sergiev V. P. Detection of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Aedes koreicus* in the Area of Sochi, Russia. In: *VectorBorne and Zoonotic Diseases*, 2016, vol. 16 (1), pp. 58–60.
 16. Kraemer M., Sinka M., Duda K., Mylne A., Shearer F., Brady O. et al. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence. In: *Scientific Data*, 2015, vol. 2, pp. 1–8.
 17. Kraemer M., Reiner R., Brady O., Messina J., Gilbert M. et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. In: *Nature Microbiology*, 2019, vol. 4 (5), pp. 854–863.
 18. Medlock J., Hansford K., Versteirt V., Cull B., Kampen H., Fontenille D. et al. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. In: *Bulletin of entomological research*, 2015, vol. 105 (6), pp. 637–663.

19. Pachauri R., Mayer L., eds. Climate change 2014: Synthesis report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. 151 p.
20. Roiz D., Neteler M., Castellani C., Arnoldi D., Rizzoli A. Climatic factors driving invasion of the tiger mosquito (*Aedes albopictus*) into new areas of Trentino, northern Italy. In: *PLoS One*, 2011, vol. 6 (4), pp. 1–8, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014800>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бега Анна Геннадьевна – аспирант кафедры общей биологии и биоэкологии Московского государственного областного университета;
e-mail: ag.bega@mgou.ru

Москаев Антон Вячеславович – кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и биоэкологии биолого-химического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: av.moskaev@mgou.ru

Гордеев Михаил Иванович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей биологии и биоэкологии биолого-химического факультета Московского государственного областного университета;
e-mail: mi.gordeev@mgou.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna G. Bega – postgraduate student at the Department of General Biology and Bioecology, Moscow Region State University;
e-mail: ag.bega@mgou.ru

Anton V. Moskaev – PhD in Biological Sciences, Associate Professor at the Department of General Biology and Bioecology, Faculty of Biology and Chemistry, Moscow Region State University;
e-mail: av.moskaev@mgou.ru

Michael I. Gordeev – Doctor of Biological Sciences, Professor and Head at the Department of General Biology and Bioecology, Moscow Region State University;
e-mail: mi.gordeev@mgou.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Бега А. Г., Москаев А. В., Гордеев М. И. Подходы к прогнозированию распространения инвазивного вида комаров *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) на территории юга Европейской части России // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. № 3. С. 67–76.
DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-67-76

FOR CITATION

Bega A., Moskaev A., Gordeev M. Approaches for predicting the distribution of the invasive mosquito species *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) on the territory of the South European part of Russia. In: *Bulletin of the Moscow Region State University, Series: Natural Sciences*, 2019, no. 3, pp. 67–76.
DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-67-76