

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ / EPIDEMIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.10>

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ МАЛЯРИИ

Научная статья

Мазурина Е.О.¹, Аракельян Р.С.^{2,*}, Маслянинова А.Е.³, Аракелянц О.А.⁴, Асадова С.Э.⁵, Идиатулина Е.Д.⁶,
Кидакочева А.М.⁷, Шамилова Н.М.⁸, Васильева А.С.⁹

¹ ORCID : 0000-0001-5990-706X;

² ORCID : 0000-0001-7549-2925;

³ ORCID : 0000-0003-0908-950X;

⁴ ORCID : 0000-0002-1182-0333;

⁵ ORCID : 0000-0002-1731-5899;

⁶ ORCID : 0000-0003-1252-0188;

⁷ ORCID : 0000-0003-0863-4801;

⁸ ORCID : 0009-0006-3295-4572;

⁹ ORCID : 0009-0002-7678-1475;

^{1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9} Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

² Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области, Астрахань, Российская Федерация

³ Детская городская поликлиника №4, Астрахань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (parasitology.arakelyan[at]yandex.ru)

Аннотация

Цель исследования: Проведен ретроспективный анализ распространенности эпизодов малярии на территории Астраханской области за период с 2015 по 2022 годы. В ходе исследования было выявлено влияние климатических и социальных факторов на распространение заболевания.

Материалы и методы. На протяжении 2015-2022 годов в Астраханской области проводилось наблюдательное исследование, которое устанавливало связь между распространением малярии и климатическими и социальными факторами. В ходе исследования анализировались данные о климате и общественных условиях, полученные из отчетных форм ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области» и предоставленные Управлением Роспотребнадзора по Астраханской области. В течение всего года проводились анализы. За период исследования было зарегистрировано 8 случаев малярии на территории Астраханской области.

Результаты исследования и обсуждение. В Астраханской области, согласно исследованию ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии», средний период передачи малярии составляет 121 день. Глобальное потепление, вызванное человеческой деятельностью, увеличило время активного распространения трансмиссивных заболеваний, таких как малярия.

По данным Роспотребнадзора, в самую жаркую часть лета (июль-август) наблюдается низкая популяция комаров-переносчиков малярии. Это связано с невозможностью развития паразита в комаре из-за высоких температур. Такое явление оказывает положительное влияние на ситуацию с малярией в регионе.

В Астраханской области регистрировались эпизоды завозной малярии как из стран СНГ, так и с Африканского континента. При завозной малярии паразиты передаются комарами через укусы от инфицированных людей, перенесших их в новую область. За исследуемый период доля завозных эпизодов малярии составила 100% (n=8) от общего числа.

Выводы. На территории Астраханской области отмечается улучшение эпидемиологической ситуации по малярии. Все случаи малярии, которые наблюдались, были завозными. Наиболее часто малярия была привезена из Азербайджана и Таджикистана. Благоприятные условия для ежегодной циркуляции комаров – переносчиков малярии создаются в домах, которые являются частью программы «ветхого жилья». Риск передачи малярии возрастает из-за глобального потепления, вызванного человеческой деятельностью.

Ключевые слова: малярия, завозные случаи, климат, потепление, Азербайджан, Таджикистан, Африканские страны.

INFLUENCE OF CLIMATIC FEATURES ON MALARIA INCIDENCE

Research article

Mazurina Y.O.¹, Arakelyan R.S.^{2,*}, Maslyaninova A.Y.³, Arakelyants O.A.⁴, Asadova S.E.⁵, Idiatulina Y.D.⁶, Kidakocheva A.M.⁷, Shamilova N.M.⁸, Vasileva A.S.⁹

¹ ORCID : 0000-0001-5990-706X;

² ORCID : 0000-0001-7549-2925;

³ ORCID : 0000-0003-0908-950X;

⁴ ORCID : 0000-0002-1182-0333;

⁵ ORCID : 0000-0002-1731-5899;

⁶ ORCID : 0000-0003-1252-0188;

⁷ ORCID : 0000-0003-0863-4801;

⁸ ORCID : 0009-0006-3295-4572;

⁹ ORCID : 0009-0002-7678-1475;

1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

²Center of Hygiene and Epidemiology in the Astrakhan region, Astrakhan, Russian Federation³Children's City Clinic No. 4, Astrakhan, Russian Federation

* Corresponding author (parasitology.arakelyan[at]yandex.ru)

Abstract

Objective of the study: A retrospective analysis of the prevalence of malaria episodes in Astrakhan Oblast for the period from 2015 to 2022 was carried out. The research identified the influence of climatic and social factors on the spread of the disease.

Materials and Methods. During 2015-2022, an observational study was conducted in Astrakhan Oblast to establish the relationship between malaria incidence and climatic and social factors. The research analysed data on climate and social conditions obtained from the reporting forms of FBHI "Centre of Hygiene and Epidemiology in Astrakhan Oblast" and provided by the Department of Rospotrebnadzor in Astrakhan Oblast. Analyses were carried out throughout the year. During the study period, 8 cases of malaria were registered on the territory of Astrakhan Oblast.

Study results and Discussion. In Astrakhan Oblast, according to the study of the FBHI "Centre of Hygiene and Epidemiology", the average period of malaria transmission is 121 days. Global warming caused by human activity has increased the time of active spread of vector-borne diseases such as malaria.

According to Rospotrebnadzor, during the hottest part of summer (July-August) there is a low population of malaria vector mosquitoes. This is due to the inability of the parasite to develop in the mosquito due to high temperatures. This phenomenon has a positive impact on the malaria situation in the region.

Episodes of imported malaria from both CIS countries and the African continent have been recorded in Astrakhan Oblast. In imported malaria, parasites are transmitted by mosquitoes through bites from infected people who have travelled to a new area. During the study period, the proportion of imported malaria episodes was 100% (n=8) of the total.

Conclusions. The epidemiological situation of malaria has improved in the territory of Astrakhan Oblast. All malaria cases observed were imported. Most often, malaria was brought from Azerbaijan and Tajikistan. Favourable conditions for the annual circulation of malaria vector mosquitoes are created in houses that are part of the "dilapidated housing" programme. The risk of malaria transmission is increasing due to global warming caused by human activity.

Keywords: malaria, imported cases, climate, warming, Azerbaijan, Tajikistan, African countries.

Введение

В мире ежегодно около 200 миллионов людей становятся жертвами малярии, и ее последствиями являются около 400 000 смертей. Благодаря глобальным усилиям в борьбе с этим заболеванием удалось устранить его в нескольких регионах по всему миру [2].

Взаимодействие между комарами, которые являются переносчиками малярии, простейшими и человеком-хозяином, зависит от климатических условий, которые не являются главным фактором, влияющим на географическое распространение или эпидемиологию малярии, но все же оказывают на нее определенное воздействие [14].

Температура оказывает влияние на развитие и смертность комаров рода *Anopheles*, а также на скорость их укуса. Размножение комаров начинается с яиц, которые затем превращаются в личинки и куколки в водной среде. В этой водной среде они развиваются до стадии взрослых особей. Несмотря на то, что подвзрослые комары приспособлены к жизни в воде, они очень чувствительны к изменениям температуры и уровня воды в своем окружении. Жизненный цикл малярийных комаров, которые являются паразитами человека, включает экзогенную половую фазу, во время которой размножение происходит у нескольких видов комаров *Anopheles*, и эндогенную бесполовую фазу у позвоночных, которые являются хозяевами этих комаров. Развитие зрелой ооцисты в слюнных железах требует переменного промежутка времени (7–30 дней), который зависит от вида и температуры окружающей среды. Если вода имеет оптимальную температуру 24–28°C, личинки могут полностью сформироваться за 9-14 дней, но при более низких температурах это может занять на 7–14 дней больше [3], [6].

Высокие температуры, особенно в диапазоне 18–32°C, имеют влияние на передачу малярии. Они ускоряют жизненный цикл *Anopheles* – векторов, увеличивая частоту откладки яиц и скорость их развития, а также сокращают продолжительность спорогонного цикла у самок комаров *Anopheles* [10], [11].

Например, для тропического паразита *Plasmodium falciparum*, минимальный температурный порог для развития составляет 18°C. Влажность также влияет на передачу малярии, но в меньшей степени. Повышение влажности выше 60% способствует выживаемости комаров [4], [11].

Частота и интенсивность осадков играют важную роль в создании мест размножения комаров-переносчиков и регулировании пиковой численности.

Распространение малярии в тропических регионах зависит от сезонных осадков, связанных с муссонами. Муссонные наводнения могут создать проблемы в борьбе с переносчиками инфекции и повредить местную инфраструктуру здравоохранения. Однако в то же время обильные осадки могут смыть места обитания личинок комаров и снизить риск заболевания малярией [2], [8], [11].

Однако реакция комаров на изменения водной среды может быть различной. Одни виды комаров предпочитают чистую воду и тень, в то время как другие предпочитают солоноватую или соленую воду. Это означает, что в разных регионах мира эффект от сезонных осадков на распространение малярии может быть разным [8], [9].

В 1970-х и 1980-х годах, в результате сильной засухи над Сахелем, наблюдалось сокращение распределения и обилия переносчиков анофелов, что служит подтверждением влияния климатических факторов на распространенность малярии [8].

Важно учитывать сезонные осадки и изменения климата при разработке стратегий борьбы с малярией, так как растущая устойчивость комаров к инсектицидам, используемым в противомоскитных сетках и при обработке помещений, увеличивает нагрузку на борьбу с этим заболеванием. Несмотря на предпринятые профилактические меры, уязвимые группы населения, включая маленьких детей и беременных женщин, которые либо не имеют иммунитета к инфекции, либо имеют измененный иммунитет, по-прежнему стоят перед важной проблемой в борьбе с малярией [11], [12], [15].

Для эффективной борьбы с малярией необходимо реализовать различные меры. Например, контроль комаров, улучшение инфраструктуры здравоохранения и проведение образовательной работы с населением о методах профилактики малярии. Кроме того, требуются дополнительные исследования, чтобы лучше понять влияние климата и сезонных осадков на распространение малярии. Это позволит разработать более эффективные стратегии борьбы с этим заболеванием.

Цель исследования: Проведен ретроспективный анализ распространенности эпизодов малярии на территории Астраханской области за период с 2015 по 2022 годы. В ходе исследования было выявлено влияние климатических и социальных факторов на распространение заболевания.

Методы и принципы исследования

На протяжении 2015–2022 годов в Астраханской области проводилось наблюдательное исследование, которое устанавливало связь между распространением малярии и климатическими и социальными факторами. В ходе исследования анализировались данные о климате и общественных условиях, полученные из отчетных форм ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области» и предоставленные Управлением Роспотребнадзора по Астраханской области. В течение всего года проводились анализы. За период исследования было зарегистрировано 8 случаев малярии на территории Астраханской области.

Основные результаты

В Астраханской области, согласно исследованию ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области», средний период передачи малярии составляет 121 день. Глобальное потепление, вызванное человеческой деятельностью, увеличило время активного распространения трансмиссивных заболеваний, таких как малярия.

По данным Роспотребнадзора, в самую жаркую часть лета (июль–август) наблюдается низкая популяция комаров-переносчиков малярии. Это связано с невозможностью развития паразита в комаре из-за высоких температур. Такое явление оказывает положительное влияние на ситуацию с малярией в регионе.

В регионе в течение многих лет был проведен анализ показателей температуры, и выяснилось, что наибольшее количество случаев заболевания малярией было зарегистрировано весной и летом, когда среднесуточная температура превышала +17°C.

Профилактические и контрольные меры, включая контроль над комарами и повышение осведомленности населения, привели к снижению числа случаев малярии в Астраханской области с 2015 по 2022 годы.

Полученные результаты свидетельствуют о положительном тренде. Однако важно продолжать наблюдать за ситуацией и принимать соответствующие меры для предотвращения новых случаев и распространения малярии в будущем, особенно учитывая возможные случаи импорта заболевания из других стран.

В Астраханской области регистрировались эпизоды завозной малярии как из стран СНГ, так и с Африканского континента. При завозной малярии паразиты передаются комарами через укусы от инфицированных людей, перенесших их в новую область. За исследуемый период доля завозных эпизодов малярии составила 100% (n=8) от общего числа.

Так, из Азербайджана зарегистрировано 3 случая завозной малярии (37,5%), из Мавритании – 1 случай (12,5%), из Кот-д'Ивуар – 1 случай (12,5%), а из Таджикистана – 3 случая (37,5%).

В Астрахани, как в городе, так и в сельской местности, были зарегистрированы случаи заболевания малярией – 62,5% (5 случаев) и 37,5% (3 случая) соответственно.

Обсуждение

Установлено, что есть несколько факторов, которые способствуют активному размножению комаров-переносчиков и, следовательно, увеличивают риски возникновения малярии. Один из таких факторов – близость водоемов, где комары *Anopheles* могут размножаться. Заросшие берега водоемов предоставляют идеальные условия для размножения комаров-переносчиков, что увеличивает вероятность вспышки малярии в регионе.

Благоприятные условия для ежегодной циркуляции комаров-переносчиков малярии создаются в домах, которые являются частью программы «ветхого жилья». Анализ места проживания показал, что большинство людей, у которых подтверждена малярия, проживают в таких домах. Это является вторым важным фактором, способствующим повышению уровня передачи малярии.

Риск передачи малярии возрастает из-за глобального потепления, вызванного человеческой деятельностью. Чтобы эффективно бороться с этим заболеванием, необходимо укрепить взаимодействие между людьми, инфицированными переносчиками и экосистемой. Во многих республиках бывшего СССР и зарубежной Европы, после искоренения малярии, наблюдались локальные эпидемии, вызванные завозными инфекциями из неблагополучных районов. В начале 1990-х годов ситуация с малярией значительно ухудшилась.

В истории человечества произошли невиданные изменения в экосистеме и климате в последние десятилетия. Роль температуры в эпидемиологии малярии уступает место предрасполагающим условиям, таким как изменения экосистем, политическая нестабильность и политика в области здравоохранения. Эти факторы сократили средства на борьбу с переносчиками, особенно в свете миграционных потоков из эндемичных стран. Влияние климатических особенностей региона также отражено в работе Стуловой Т. В. [16].

Связь между отсутствием обычной осени и весны и сокращением числа случаев малярии, как завозной, так и местной, природно-очаговой, была определена В. Автором. Также была замечена связь между самоуничтожением водоемов из-за засушливого климата и самоуничтожением природных очагов комаров-переносчиков [14].

Температура в Астраханской области в самые жаркие летние месяцы (июль-август) играет важную роль в борьбе с малярией, как показывают данные Роспотребнадзора. В этот период практически нет комаров, которые являются переносчиками малярийного плазмодия. Это происходит из-за того, что окружающая среда становится слишком нагретой для развития паразита в комаре, что ведет к его гибели. Исследования также подтверждают важную роль температуры в преодолении малярии, как отмечает Миронова В. Таким образом, высокая температура оказывает положительное влияние на ситуацию с малярией в данном регионе.

Отмечается резкое увеличение эпизодов малярии в Московской области с середины 1990-х годов, что связано с достоверным изменением температурного режима. Исследование показывает, что повышение средней температуры до 18°C является одним из пусковых механизмов для развития вспышек малярии. Это было обнаружено Шартовой Н. В., Варенцовым М. И. и другими авторами [10].

Благоприятные условия для развития многих паразитарных заболеваний, включая малярию, будут создаваться в результате увеличения общей эффективной температуры к концу века. Это произойдет на фоне повышения среднесуточных температур. Для предотвращения вспышек заболеваний необходимо прогнозирование изменений климатических условий и принятие соответствующих мер предосторожности [9].

Однако следует заметить, что изменение климата может иметь и негативные последствия. Например, ранний приход весны и лета может привести к увеличению численности паразитов, которые могут служить переносчиками других заболеваний. Поэтому важно проводить систематические мониторинговые работы и принимать соответствующие меры по предотвращению распространения инфекций.

Влияние изменения климата на переносчиков малярии в Астраханской области является заметным. На данный момент, благодаря высоким температурам, комары, которые переносят малярию, не могут размножаться и умирают. Однако для обеспечения безопасности и процветания региона необходимо продолжать изучение этих изменений и их возможных последствий.

Заключение

1. На территории Астраханской области отмечается улучшение эпидемиологической ситуации по малярии.
2. Все случаи малярии, которые наблюдались, были завозными. Наиболее часто малярия была привезена из Азербайджана и Таджикистана.
3. Благоприятные условия для ежегодной циркуляции комаров-переносчиков малярии создаются в домах, которые являются частью программы «ветхого жилья».
4. Риск передачи малярии возрастает из-за глобального потепления, вызванного человеческой деятельностью.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Ефременко Е.С., Омский государственный медицинский университет, Омск, Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.10.1>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Efremenko E.S., Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.10.1>

Список литературы / References

1. Алексина Д. Д. Описание клинических случаев малярии, зарегистрированных на территории Российской Федерации Архангельской области / Д. Д. Алексина, Л. В. Иванова // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. — 2022. — № 2(48). — С. 116–118.
2. Аминов З. З. Современные аспекты ситуации по малярии в Узбекистане / З. З. Аминов, С. Б. Исраилова, А. А. Курбанов и др. // Academy. — 2020. — № 6(57). — С. 99–101.
3. Аракельян Р. С. Малярия у детей / Р. С. Аракельян, Х. М. Галимзянов, А. С. Аракельян // Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья населения. — Нижний Новгород. — 2014. — С. 80–82.
4. Аракельян Р. С. Малярия у детей в Астраханской области: состояние проблемы / Р. С. Аракельян, М. В. Богданьянц, Г. Л. Шендо и др. // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2021. — № 1(77). — С.121–126.
5. Аракельян Р. С. Ретроспективный анализ эпидемиологических очагов при малярии в Астраханской области / Р. С. Аракельян, Х. М. Галимзянов, А. С. Аракельян и др. // Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья населения. — Нижний Новгород. — 2014. — С. 100–103.
6. Баранова А. М. Эпидемиологические особенности малярии на территориях эндемичных стран СНГ / А. М. Баранова, В. П. Сергиев // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. — 2016. — № 4. — С. 24–26.
7. Горелова Л. Е. Из истории борьбы с малярией / Л. Е. Горелова // РМЖ. — 2009. — Т. 17. — № 7. — С. 503–504.
8. Кравченко Д. А. Борьба с малярией в Астраханской области: от истоков до наших дней / Д. А. Кравченко, В. И. Макеева, И. А. Ноздрин и др. // Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — № 5(131).
9. Малхазова С. М. Малярия на Европейской территории России в 21 веке: опыт прогнозирования / С. М. Малхазова, Н. В. Шартова // Теоретическая и прикладная экология. — 2012. — № 3. — С. 19–23.

10. Миронова В. А. Пространственно-временные тренды изменений климатических условий для развития возбудителя трехдневной малярии в Московском регионе / В. А. Миронова, Н. В. Шартова, М. И. Варенцов и др. // *Паразитология*. — 2019. — Т. 53. — № 2. — С. 105–119.
11. Моренец Т. М. Клинико-эпидемиологические аспекты малярии в Краснодарском крае / Т. М. Моренец, Т. В. Гречанская, В. Н. Городин и др. // *Сборник тезисов научно-практических работ к 100-летию со дня образования государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации*. — 2022. — С. 169–187.
12. Полторацкая Н. В. Завозные случаи малярией в Томской области в 2021–2022 гг. / Н. В. Полторацкая, Т. Н. Полторацкая, Т. М. Панкина и др. // *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. — 2023. — № 3. — С. 17–18.
13. Сагида С. И. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) ландшафтных провинций Ставропольского края – переносчики малярии / С. И. Сагида // *Наука. Инновации. Технологии*. — 2021. — № 1. — С. 53–64.
14. Стулова Т. В. Климат – как причина распространения малярии в Астраханской области / Т. В. Стулова, А. А. Бородкова, Р. Р. Узбякова // *Новая наука: От идеи к результату*. — 2016. — Т. 6. — № 2(90). — С. 26–30.
15. Yamana T. K. Incorporating the Effects of Humidity in a Mechanistic Model of Anopheles Gambiae Mosquito Population Dynamics in the Sahel Region of Africa / T. K. Yamana, E. A. Eltahir // *Parasit Vectors*. — 2013. — № 6. — P. 235.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Aleksina D. D. Opisanie klinicheskikh sluchaev malyarii, zaregistrirovannykh na territorii Rossiyskoy Federatsii Arkhangel'skoy oblasti [Description of Clinical Cases of Malaria Registered in the Territory of the Russian Federation of the Arkhangelsk Region] / D. D. Aleksina, L. V. Ivanova // *Byulleten' Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Bulletin of the Northern State Medical University]. — 2022. — № 2(48). — P. 116–118. [in Russian]
2. Aminov Z. Z. Sovremennye aspekty situatsii po malyarii v Uzbekistane [Modern Aspects of the Malaria Situation in Uzbekistan] / Z. Z. Aminov, S. B. Israilova, A. A. Kurbanov et al. // *Academy*. — 2020. — № 6(57). — P. 99–101. [in Russian]
3. Arakel'yan R. S. Malyariya u detey [Malaria in Children] / R. S. Arakel'yan, Kh. M. Galimzyanov, A. S. Arakel'yan // *Profilakticheskaya meditsina kak nauchno-prakticheskaya osnova sokhraneniya i ukrepleniya zdorov'ya naseleniya* [Preventive Medicine as a Scientific and Practical Basis for Preserving and Strengthening Public Health]. — Nizhniy Novgorod. — 2014. — P. 80–82. [in Russian]
4. Arakel'yan R. S. Malyariya u detey v Astrakhanskoy oblasti: sostoyanie problemy [Malaria in Children in the Astrakhan Region: the State of the Problem] / R. S. Arakel'yan, M. V. Bogdan'yants, G. L. Shendo et al. // *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Bulletin of the Volgograd State Medical University]. — 2021. — № 1(77). — P. 121–126. [in Russian]
5. Arakel'yan R. S. Retrospektivnyy analiz epidemiologicheskikh ochagov pri malyarii v Astrakhanskoy oblasti [Retrospective Analysis of Epidemiological Foci of Malaria in the Astrakhan Region] / R. S. Arakel'yan, Kh. M. Galimzyanov, A. S. Arakel'yan et al. // *Profilakticheskaya meditsina kak nauchno-prakticheskaya osnova sokhraneniya i ukrepleniya zdorov'ya naseleniya* [Preventive Medicine as a Scientific and Practical Basis for Preserving and Strengthening Public Health]. — Nizhniy Novgorod. — 2014. — P. 100–103. [in Russian]
6. Baranova A. M. Epidemiologicheskie osobennosti malyarii na territoriyakh endemichnykh stran SNG [Epidemiological Features of Malaria in the Territories of Endemic CIS Countries] / A. M. Baranova, V. P. Sergiev // *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni* [Medical Parasitology and Parasitic Diseases]. — 2016. — № 4. — P. 24–26. [in Russian]
7. Gorelova L. E. Iz istorii bor'by s malyariyey [From the History of the Fight against Malaria] / L. E. Gorelova // *RMZh* [RMJ]. — 2009. — Vol. 17. — № 7. — P. 503–504. [in Russian]
8. Kravchenko D. A. Bor'ba s malyariyey v Astrakhanskoy oblasti: ot istokov do nashikh dney [The Fight against Malaria in the Astrakhan Region: from the Origins to the Present Day] / D. A. Kravchenko, V. I. Makeeva, I. A. Nozdrina et al. // *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Scientific Research Journal]. — 2023. — № 5(131). [in Russian]
9. Malkhazova S. M. Malyariya na Evropeyskoy territorii Rossii v 21 veke: opyty prognozirovaniya [Malaria on the European Territory of Russia in the 21st Century: forecasting experiments] / S. M. Malkhazova, N. V. Shartova // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* [Theoretical and Applied Ecology]. — 2012. — № 3. — P. 19–23. [in Russian]
10. Mironova V. A. Prostranstvenno-vremennyye trendy izmeneniy klimaticheskikh usloviy dlya razvitiya vozбудителя trekhдnevnoy malyarii v Moskovskom regione [Spatial and Temporal Trends of Changes in Climatic Conditions for the Development of the Causative Agent of Three-day Malaria in the Moscow Region] / V. A. Mironova, N. V. Shartova, M. I. Varentsov et al. // *Parazitologiya* [Parasitology]. — 2019. — Vol. 53. — № 2. — P. 105–119. [in Russian]
11. Morenets T. M. Kliniko-epidemiologicheskie aspekty malyarii v Krasnodarskom krae [Clinical and Epidemiological Aspects of Malaria in the Krasnodar Territory] / T. M. Morenets, T. V. Grechanskaya, V. N. Gorodin et al. // *Sbornik тезисов научно-практических работ к 100-летию со дня образования государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации* [A collection of abstracts of scientific and practical works on the 100th anniversary of the formation of the state sanitary and epidemiological service of the Russian Federation]. — 2022. — P. 169–187. [in Russian]
12. Poltoratskaya N. V. Zavoznye sluchai malyariyey v Tomskoy oblasti v 2021–2022 gg. [Imported Cases of Malaria in the Tomsk Region in 2021–2022] / N. V. Poltoratskaya, T. N. Poltoratskaya, T. M. Pankina et al. // *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni* [Medical Parasitology and Parasitic Diseases]. — 2023. — № 3. — P. 17–18. [in Russian]
13. Sagida S. I. Krovososushchie komary (Diptera, Culicidae) landshaftnykh provintsiy Stavropol'skogo kraya – perenoschiki malyarii [Blood-sucking Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of the Landscape Provinces of the Stavropol Territory – Malaria Vectors] / S. I. Sagida // *Nauka. Innovatsii. Tekhnologii* [Science. Innovation. Technologies]. — 2021. — № 1. — P. 53–64. [in Russian]

14. Stulova T. V. Klimat – kak prichina rasprostraneniya malyarii v Astrakhanskoj oblasti [Climate as the Cause of the Spread of Malaria in the Astrakhan Region] / T. V. Stulova, A. A. Borodkova, R. R. Uzbyakova // Novaya nauka: Ot idei k rezul'tatu [New Science: From Idea to Result]. — 2016. — Vol. 6. — № 2(90). — P. 26–30. [in Russian]
15. Yamana T. K. Incorporating the Effects of Humidity in a Mechanistic Model of Anopheles Gambiae Mosquito Population Dynamics in the Sahel Region of Africa / T. K. Yamana, E. A. Eltahir // Parasit Vectors. — 2013. — № 6. — P. 235.