

**Экспериментальная и профилактическая медицина**

УДК 551.58(479.25)616.9-032.2

**Потепление климата и проблема малярии в Армении**

**А.Ш.Кешишян, Г.А.Мелконян\*, Д.М.Оганнисян\*,  
Д.В.Манукян, Г.Г. Мелик-Андреасян, Ю.Т.Алексанян**

*НИИ эпидемиологии, вирусологии и медицинской  
паразитологии им. А.Б.Алексаняна МЗ РА*

*\*Государственная служба гидрометеорологии и мониторинга Армении  
0060, Ереван, ул.Худякова, 1*

**Ключевые слова:** потепление климата, климатические сценарии, малярия, восприимчивость территории, районирование, элементы малярийного сезона

В последние годы проблема глобального потепления климата находится в центре внимания правительственных, научных и деловых кругов многих стран, выражающих обеспокоенность климатическими изменениями планеты. Осознание серьезности проблемы привело к развитию комплексных научных исследований, направленных на изучение влияния последствий климатических изменений на здоровье [14]. Изменения климата, в частности потепление, оставляет выраженное непосредственное или опосредованное воздействие на человеческую популяцию, способствует распространению многих инфекционных и паразитарных заболеваний. Основные глобальные факторы смертности детей, включая малярию, диарею и недоедание, зависят от климатических условий [4]. Подтверждением главенствующей роли температурного фактора в распространении трансмиссивных болезней являются данные, свидетельствующие о более высокой заболеваемости трансмиссивными болезнями в годы с необычно высокими температурами, к числу которых относится малярия [10]. Установлено, что любое изменение среды обитания, происходящее в результате естественных причин или под воздействием человека, может изменить экологический баланс между возбудителем малярии, переносчиками и населением [13].

Согласно оценке Всемирного Банка, к концу XXI века Армения окажется в числе 5 стран Восточной Европы и Центральной Азии, особенно подверженных опасным гидрометеорологическим явлениям [1].

В настоящее время накоплен обширный литературный материал, указывающий на важную роль климатических изменений, как пускового

фактора в возникновении эпидемий малярии во многих странах мира [8,9,11]. Так, потепление климата в ряде ранее свободных от малярии высокогорных долин Мадагаскара, в Бурунди, Зимбабве, Руанде – в Африке, в Перу и Боливии – в Южной Америке создало благоприятные условия для возникновения и укоренения местной передачи возбудителя [2,6,7]. Известное влияние на распространение малярии оказывают обильные осадки и влажность, которые могут привести к образованию многочисленных анофелогенных водоемов, благоприятных для массового выплода переносчика. Подобная обстановка была зарегистрирована в 1988г. в Судане и Шри-Ланке [4]. В создавшихся условиях особое внимание уделяется прогнозированию воздействия изменения климата на потенциальную возможность расширения ареала распространения малярии. Использование глобальной климатической модели позволило определить, что при повышении средних температур к 2100 г. на несколько градусов эффективность переносчиков малярии в тропиках возрастет в два раза, а в зоне умеренного климата – в сто раз [12].

Эпидемическая вспышка малярии в Армении в 90-х годах прошлого века была обусловлена такими факторами, как факторы окружающей среды, социально-экономическими, факторами, определяющими распространение переносчика, а также связанными с организмом человека. Температурный фактор является одним из важнейших, определяющих маляриогенность той или иной территории [3].

Поскольку распространение малярии ограничивается прежде всего температурой, целью настоящей работы является изучение влияния потепления климата на маляриологическую обстановку Армении, районирование территории страны по уровню риска возобновления трансмиссии, оценка влияния прогнозируемых климатических изменений на уровне маляриогенности.

## **Материал и методы**

Для маляриологической характеристики территорий нами использовались многолетние среднесуточные температуры за 1998-2008гг. по данным Государственной службы гидрометеорологии и мониторинга Армении. Мы исходили из того, что для объективной оценки потепления климата Армении на распространение малярии необходим анализ массивов температурных данных с суточным разрешением на протяжении последних десятилетий. Сбор данных осуществлялся из 13 метеорологических станций. Расчет элементов малярийного сезона производили по Мошковскому Ш.Д. [5]. Как пороговую температуру для *P.vivax* принимали 16°C, за пороговую расчетную – 14,5°C, а за сумму тепла, необходимую для созревания спорозоитов для *P.vivax* – 105°C. Элементы малярийного сезона рассчитывались по данным отдельных

метеорологических станций. Рассчитывались количество циклов спорогонии и число оборотов инфекции, которые характеризуют емкость сезона передачи на отдельных территориях.

Для получения наиболее детальной информации об изменении климата и разработки сценариев в региональном масштабе использовались данные модели PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies), разработанные в Центре Хедли (UK MetOffice), с горизонтальным шагом (25x25 км).

### Результаты и обсуждение

На территории Армении за 1929-2011гг. наблюдался рост годовой температуры на 1,03°C (рис. 1) и сокращение осадков на 6%. Однако изменения температуры и осадков в различных регионах и в разное время года имели разные тенденции.

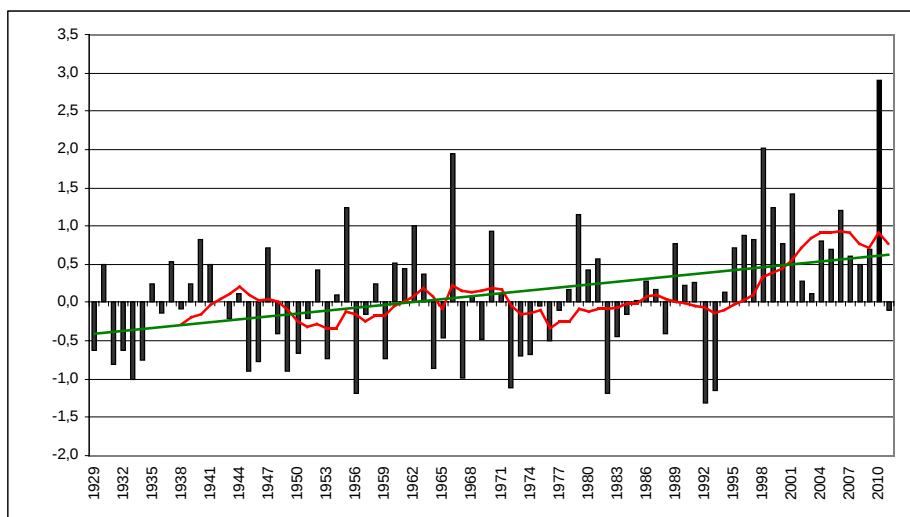


Рис.1. Отклонения годовой температуры в Армении за 1929-2011гг. по сравнению со средними величинами

За последние 16 лет (за исключением 2003г.) наблюдался устойчивый рост летней температуры, а в 2006г. лето в Армении было самым жарким за 1929-2011гг. (рис.2). На рис.3 приведены карты распределения годовой температуры за 1961-1990гг. (а) и 1998- 2001гг. (б). Как видно из сравнения приведенных рисунков, в Араратской долине, Мегри и на северо-востоке страны отмечается увеличение средних величин температуры в интервале 14-16°C. Такие средние температуры в 1961-1990гг. не наблюдались. В Араратской равнине наблюдается расширение пояса 14°C, в Севанском бассейне расширяется пояс, превышающий 5°C, в Мегри

сформировался пояс, превышающий 14°C. Таким образом, повышение температуры охватило большие территории.

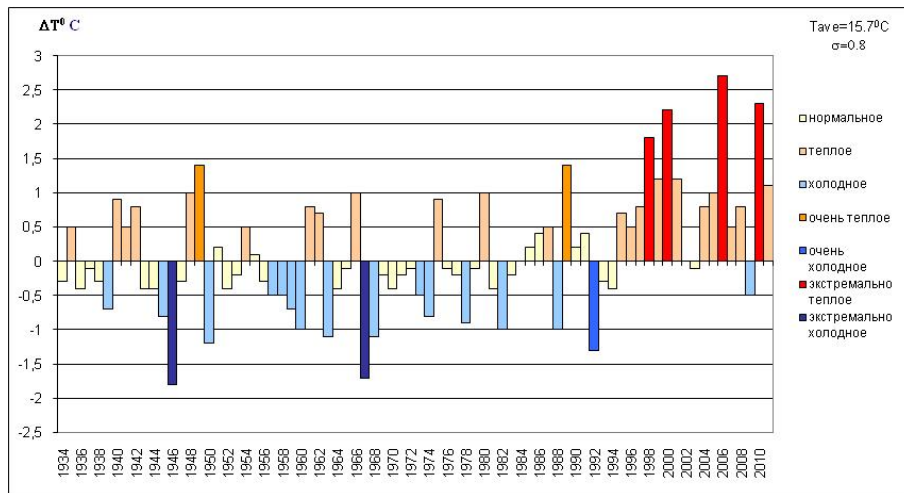


Рис.2. Отклонения летней температуры за 1934-2011 г. по сравнению с нормой 1961-1990гг.

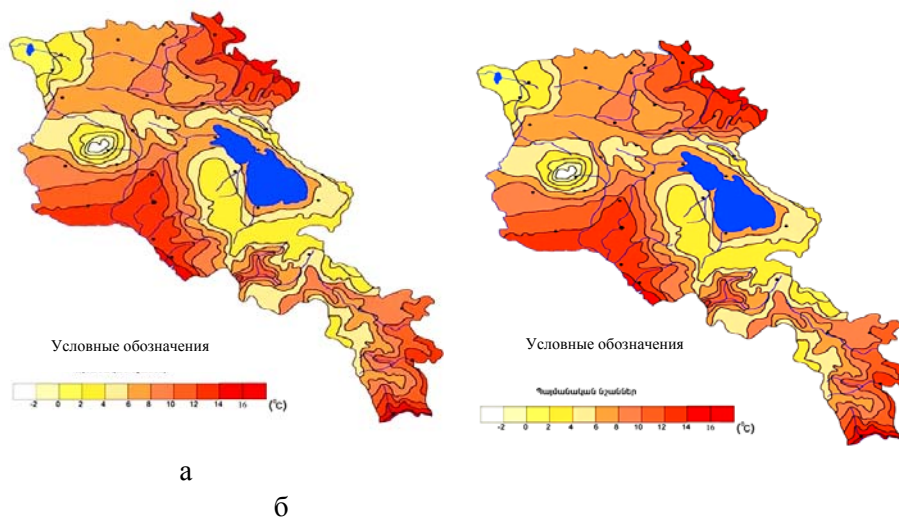


Рис.3. Распределение средней годовой температуры за 1961-1990гг. (а) и 1998-2011гг. (б)

Результаты расчетов по определению числа вероятных оборотов инфекции и циклов спорогонии, в основу которых были положены среднесуточные температуры, полученные из 13 метеорологических станций,

расположенных на территориях, входящих в различные климатические пояса, представлены в табл. 1.

*Таблица 1*  
*Возможное число оборотов инфекции и циклов спорогонии на отдельных территориях*

| Метеостанции | Климатические пояса                     | Обороты | Циклы спорогонии |
|--------------|-----------------------------------------|---------|------------------|
| Арташат      | сухой полупустынный                     | 6,0     | 12,2             |
| Армавир      | сухой полупустынный                     | 5,2     | 11,0             |
| Аштарак      | умеренно континентальный, полупустынный | 5,2     | 10, 6            |
| Гавар        | влажный горно-степной                   | -       | 1,0              |
| Мартуни      | влажный горно-степной                   | 1,2     | 1,6              |
| Раздан       | влажный горно-степной                   | 1,6     | 2,4              |
| Гюмри        | сухой степной                           | 2,5     | 4,4              |
| Джермук      | влажный горно-степной                   | 1,2     | 1,6              |
| Ванадзор     | влажный горно-лесной                    | 1,3     | 2,4              |
| Капан        | умеренно теплый лесной                  | 5,0     | 9,2              |
| Мегри        | сухой субтропический                    | 6,3     | 13,8             |
| Иджеван      | умеренно теплый лесной                  | 4,3     | 7,6              |
| Ереван       | сухой полупустынный                     | 6,0     | 12,0             |

Как видно из представленных данных, на всех территориях имеются температурные условия, допускающие завершение процесса спорогонии в переносчике. Вместе с тем очевидно, что отмеченные территории существенно разнятся по числу оборотов инфекции, которое характеризует емкость малярийного сезона на отдельных территориях. Так, максимальное число оборотов инфекции (5 и более) может завершиться в Арташате, Армавире, Аштараке, Капане, Мегри и Ереване, расположенных в умеренно теплом лесном, сухом полупустынном и сухом субтропическом климатических поясах. Минимальное число оборотов (до 2) может завершиться в Мартуни, Джермуке, Раздане и Ванадзоре, расположенных во влажном горно-степном поясе. От 2 до 5 оборотов может завершиться в Гюмри и Иджеване. В Гаваре температурные условия не допускают завершения даже одного оборота инфекции. Результаты расчетов элементов малярийного сезона, проведенные с использованием массивов температурных данных с суточным разрешением на протяжении 1998-2008гг., позволили осуществить районирование территории Армении по степени риска восстановления передачи малярии с выделением территорий:

- гипермаляриогенных – с высоким уровнем риска возобновления трансмиссии возбудителя (Арташат, Армавир, Аштарак, Капан, Мегри, Ереван);
- мезомаляриогенных – со средним уровнем риска (Гюмри, Иджеван);
- гипомалариогенных – с низким уровнем риска (Мартуни, Джермук, Раздан, Ванадзор).

Отмеченные территории отличаются по уровню восприимчивости, которая помимо наличия и способности местных переносчиков поддерживать передачу малярии определяется климатическими условиями.

Территория Армении, где достигнута элиминация малярии, в долгосрочном плане может не только сохранять свою восприимчивость, но и в результате потепления климата и продолжающемся завозе инфекции характеризоваться ее возрастанием.

На основе моделирования климатических изменений 2071-2100 гг. были разработаны сценарии изменения климатических параметров, которые представлены в табл. 2.

Согласно этому сценарию и поведению фактических климатических изменений на территории Армении, была оценена уязвимость экосистем. Полученные результаты показывают, что в Армении ожидается рост температуры воздуха как в сезонном, так и в годовом разрезе. Этот рост будет иметь максимальное значение летом, на 4-6 °С. В разных районах Армении рост температуры различен: в западных и центральных районах (особенно в Араратской долине) ожидается более высокий рост, чем в других частях страны, в предгорьях температура поднимется умеренно.

Результаты расчетов по указанному сценарию могут иметь существенное значение для профилактики негативного влияния роста восприимчивости территорий в отношении малярии. Согласно указанной модели, по всей территории Армении ожидается существенное повышение температуры. Это изменение будет максимально выражено в летнее

Таблица 2

*Аномалии сезонной и годовой температуры (°C) 2071-2100 гг. по отношению к норме 1961-1990 гг. (по региональной модели PRECIS)*

| Район                | Температура °C |       |      |       |         |
|----------------------|----------------|-------|------|-------|---------|
|                      | Зима           | Весна | Лето | Осень | Годовые |
| Северо-восточный     | 4              | 4     | 4,5  | 2     | 3,6     |
| Бассейн озера Севан, | 5              | 3,5   | 6    | 6     | 5,1     |
| Ширак                | 4              | 4     | 4,5  | 5     | 4,4     |
| Апаран-Раздан        | 5,5            | 7     | 3    | 5     | 5,1     |
| Араратский           | 4              | 5,5   | 2    | 3     | 3,6     |
| Вайк                 | 6              | 6     | 6    | 6     | 6,0     |

|         |     |     |     |     |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Сюник   | 2   | 2,5 | 4   | 3   | 2,9 |
| Армения | 4,4 | 4,7 | 4,2 | 4,3 | 4,4 |

время и в некоторых районах составит 5-9<sup>0</sup>С. Существенное повышение температуры ожидается в западном и центральном регионах Армении, в частности в Араратской долине. В южных областях, в частности в предгорьях Сюника, ожидается умеренное повышение температуры.

В результате отмеченного повышения температуры ожидается существенное возрастание восприимчивости территорий Армении в отношении малярии. В частности, при ожидаемом повышении температуры станет возможным завершение оборота инфекции в Гаваре и существенное возрастание восприимчивости в Мартуни и на всех гипомалариогенных территориях. Вместе с тем с потеплением климата ожидается существенное повышение восприимчивости территорий, расположенных в горных местностях, где распространение малярии сдерживается недостатком тепла. В результате отмеченных климатических изменений высотная граница возможного вертикального распространения малярии может переместиться на большие высоты.

*Поступила 14.11.12*

### **Կլիմայի տաքացումը եւ մալարիայի հիմնախնդիրը Հայաստանում**

**Ա. Շ. Քեշիշյան, Գ. Ա. Մելքոնյան, Դ. Մ. Հովհաննիսյան,  
Դ. Վ. Մանուկյան, Գ. Գ. Մելիք-Անդրեասյան, Յու. Թ. Ալեքսանյան**

Աշխատանքում ներկայացված են տվյալներ, որոնք վկայում են այն մասին, որ Հայաստանում սպասվում է օդի ջերմաստիճանի բարձրացում ինչպես սեզոնային, այնպես էլ տարեկան կտրվածքով: Նշված ջերմաստիճանի բարձրացման հետևանքով Հայաստանի տարածքում սպասվում է մալարիայի առումով ընկալության էական աճ: Համաձայն մալարիայի փոխանցման վերականգնման վտանգի աստիճանի՝ Հայաստանի տարածքը բաժանվել է համապատասխան շրջանների:

### **Global warming and the problem of malaria in Armenia**

**A.Sh.Keshishyan, G.A.Melkonyan, D.M.Hovhannisyan,  
D.V.Manukyan, G.G.Melik-Andreasyan, Yu.T.Aleksanyan**

The presented in the paper data suggest that air temperature in Armenia is expected to increase both in seasonal and annual terms. In result of the marked increase in temperature, susceptibility of the territories of Armenia

towards malaria is expected to increase significantly. Zoning of the territory of Armenia according to the risk of malaria transmission resumption has been performed.

### Литература

1. *Вермишев М.* Особенности экономического развития Армении в контексте проблемы изменения климата. Армения в преддверии 15-й сессии Сторон Конвенции по изменению климата. В сб. статей конференции. Ереван 2010, с.21-22.
2. Доклад Комиссии ВОЗ по здоровью и окружающей среде. Женева, ВОЗ, 1992.
3. *Кешишян А.Ш., Манукян Д.В.* Технологические потребности Армении в деле борьбы с малярией. 1999, с.231-236.
4. Малярия. Основные принципы борьбы и профилактики. Женева, ВОЗ, 1997.
5. *Мошковский Ш.Д.* Основные закономерности эпидемиологии малярии. М., 1950.
6. Реализация глобальной стратегии борьбы с малярией. Серия технических докладов ВОЗ. Женева, 1995, N 839.
7. *Сергеев В.П., Дрынов И.Д., Малышев Н.А.* Проблемы реформ здравоохранения. М., 1998.
8. Climate change 1995. Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change:Scientific-Technical Analysis. Cambrige University Press, 1996, p.571-574.
9. Climate change 2001. Impacts, Adaptation and Vurnerability. p.463-469.
10. *Githeko A.K., Lindsay S.W., Confalonieri U.E.* Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. Bull. of the World Health Organization, 2000; 78(9):1136-1147.
11. *Hunter J.U.L., Chu K., Alekolu – John E.O., and Mott K.E.* Parasitic deseases in water resources development: the need for intersectoral negotiation. Geneva: World Health Organization, 1993, 152 p.
12. *Martens W.J.M., Niessen L.W., Rotmans J., Jetten T.H.,McMichael A.J.* Potential impact of global climate change on malaria risk. Envioronmental health perspective, 1995; 103 (5):456-464.
13. *Patz J.A., Graczuk T.K., Geller N., Vittor A.Y.* Effects of environmental change on emergence parasitic diseases. Int. J. Parasitol., 2000; 30 (12-130):1395-1405.
14. World Health Organization Regional Office for Europe, Floods: Climate change and adaptation strategies for human health, WHO, Copenhagen, 2002, p. 21.