

УДК 578.833.2:614.4:004(470.62)

**ОСОБО ОПАСНЫЕ АРБОВИРУСНЫЕ ЛИХОРАДКИ НА ЮГЕ РОССИИ:
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Прислегина Д.А.^{1,2}, Дубянский В.М.^{1,2}, Куличенко А.Н.¹

¹ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора, Ставрополь,
Россия

²ФБУН Центральный НИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва, Россия

*В работе представлена характеристика и опыт практического применения интернет-ресурса «ZikaMap» и риск-ориентированной методики прогнозирования эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке с целью совершенствования мониторинга арбовирусов на юге Российской Федерации. Использование интернет-ресурса «ZikaMap» для ежедневного контроля за проведением энтомологического мониторинга *Aedes albopictus* и инсектицидных мероприятий в Причерноморском регионе Краснодарского края позволяет не только оперативно оценивать ситуацию по распространению комаров рода *Aedes*, но и экстренно корректировать план противокомариных обработок. Результаты апробации методики для составления краткосрочного количественного прогноза заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой свидетельствуют о ее эффективности и перспективности использования получаемых результатов для научно обоснованного планирования профилактических мероприятий по каждому административному району.*

Ключевые слова: арбовирусные лихорадки, Крымская геморрагическая лихорадка, интернет-ресурс «ZikaMap», энтомологический мониторинг, эпидемиологическая ситуация, информационные технологии

Для цитирования: Прислегина Д.А., Дубянский В.М., Куличенко А.Н. Особо опасные арбовирусные лихорадки на юге России: совершенствование мониторинга с применением современных информационных технологий. Медицина труда и экология человека. 2019; 4:50-58.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10047>

**PARTICULAR DANGEROUS ARBOVIRUS FEVERS IN THE SOUTH OF RUSSIA:
IMPROVEMENT OF MONITORING WITH MODERN INFORMATION TECHNOLOGY
APPLICATION**

Prislegina D.A.^{1,2}, Dubyanskiy V.M.^{1,2}, Kulichenko A.N.¹

¹Federal Government Health Institution «Stavropol Plague Control Research Institute»
of the Rospotrebnadzor, Stavropol, Russian Federation

²Federal Budget Institution of Science «Central Research Institute of Epidemiology» of
The Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-being Surveillance,
Moscow, Russian Federation

The article presents the characteristic and practical use the web-portal «ZikaMap» and a risk-based methodology for prognosis of Crimean-Congo hemorrhagic fever epidemiological situation in order to improve monitoring of arboviruses in the south of the Russian Federation.

Using the web-portal «ZikaMap» for daily control of Aedes albopictus entomological monitoring and insecticidal measures in the Black Sea region of the Krasnodar Territory allows quickly analyze the spread of Aedes mosquitoes and urgently adjust the anti-mosquito treatments plan.

The testing of methods for short-term quantitative forecasting of Crimean-Congo hemorrhagic fever incidence demonstrate the effectiveness and the promising of using the results for scientifically based planning of preventive measures for each administrative region.

Key words: *arbovirus fevers, Crimean-Congo hemorrhagic fever, web-portal «ZikaMap», entomological monitoring, epidemiological situation, information technology.*

For citation: *Prislegina D.A.^{1,2}, Dubyanskiy V.M.^{1,2}, Kulichenko A.N.¹ Particular dangerous arbovirus fevers in the south of Russia: improvement of monitoring with modern information technology application. Occupational Occupational health and human ecology. 2019: 4:50-58*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10047>

Введение

Арбовирусные трансмиссивные лихорадки, являясь серьезной угрозой для эпидемиологического благополучия Российской Федерации, представляют особую опасность для здоровья населения юга европейской части страны [1]. Множественные случаи лихорадки Западного Нила и Крымской геморрагической лихорадки (КГЛ) в течение последних двадцати лет каждый год регистрируются в эндемичных регионах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов [2, 3, 4]. Ежегодно в стране отмечаются сотни завозных случаев лихорадки денге, выявлены единичные больные лихорадками Зика и Чикунгунья [1]. Активное распространение в Причерноморском регионе Краснодарского края специфических переносчиков возбудителей данных тропических инфекций – комаров *Aedes albopictus*, создает высокий риск появления местных случаев заболевания.

Таким образом, сохраняющаяся напряженная эпидемиологическая ситуация по арбовирусным лихорадкам и расширение ареалов их возбудителей требуют постоянного совершенствования мероприятий проводимого энтомологического мониторинга, а также составления ежегодного прогноза заболеваемости (как основы для планирования профилактических мероприятий), в том числе с применением современных информативных технологий. В данной публикации обобщен опыт контроля распространения членистоногих переносчиков арбовирусов с помощью интернет-ресурса «ZikaMap» и составления риск-ориентированного эпидемиологического прогноза КГЛ на основе методических подходов, разработанных сотрудниками ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора.

Материалы и методы

Интернет-ресурс «ZikaMap», созданный на основе программного обеспечения Arc GIS, расположен на сервере ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора (<http://snipchi.ru/page.php?326>). Для составления эпидемиологического прогноза использовался метод, основанный на теореме Байеса и последовательном статистическом анализе Вальда [5, 6, 7]. Пороговый уровень вероятности позитивного решения был выбран 99,0% (вероятность ошибки составляла 1,0%). Материалами для составления прогноза послужили сведения официальной статистической отчетности (ежегодные итоговые донесения по заболеваемости КГЛ), гидрометеорологические данные, а также результаты эпизоотологического мониторинга и лабораторных исследований полевого материала, собранные за период с 2012 по 2018 гг. Оценка информативности факторов проводилась по методу Кульбака [8]. Для автоматизации математических вычислений была разработана программа на основе Microsoft Excel 2010.

Результаты

Интернет-ресурс «ZikaMap» был разработан в 2017 г. и используется для ежедневного контроля за распространением комаров рода *Aedes* и проведением инсектицидных мероприятий в Причерноморском регионе Краснодарского края. «ZikaMap» представляет собой так называемую ГИС-систему «2-го поколения». Уникальность данной программы состоит в том, что ввод, визуализация и анализ сведений происходят онлайн в режиме реального времени одновременно всеми задействованными специалистами и возможны как на рабочем месте, так и в любой точке (в том числе в полевых условиях) при наличии доступа в сеть Интернет (рис. 1).



Рис.1. Схема использования «ZikaMap» для ежедневного контроля за распространением комаров *Ae. Albopictus*

Доступ к ресурсу ограничен средствами администрирования. Структура включает вкладки «Мониторинг комаров» и «Инсектицидные обработки», в карточки которых

вносятся соответствующие сведения. Пространственная привязка данных возможна как по почтовому адресу (геолокации), так и по географическим координатам, в случае обнаружения комаров в ландшафте, не имеющем адреса, например на кладбище или в лесопарковой зоне. Сразу после ввода информации на карте появляется условное обозначение. При наведении на него курсора мыши в открывающемся диалоговом окне отображаются все данные, введенные в карточку. Программа «ZikaMap», помимо картографической части, имеет табличную часть – базу данных, в которой хранятся все сведения, внесенные пользователем при отметке точки мониторинга или проведении дезинсекционных работ.

Кроме того, приложение обладает инструментами для пространственного анализа данных – распространения *Ae. albopictus* и площади выполненных инсектицидных обработок. При выборе радиуса разлета комаров от стационарных точек их выявления (500 м) можно определить риск их дальнейшего появления на территории эпидемиологически значимых объектов (медицинские учреждения, а также аэро- и морские порты и крупные гостиницы) и своевременно внести изменения в план дезинсекционных мероприятий для предотвращения возможного осложнения эпидемиологической обстановки (рис. 2).

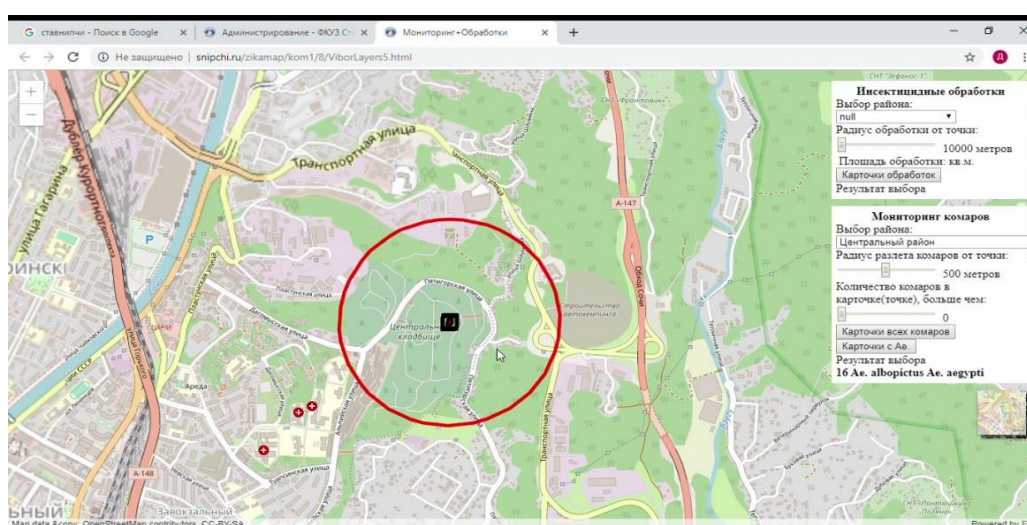


Рис. 2. Определение радиуса разлета *Ae. albopictus* и расстояния до эпидемиологически значимых объектов

Кроме ежедневного анализа ситуации по распространению комаров *Ae. albopictus* и контроля за выполнением инсектицидных обработок в плановом режиме «ZikaMap» также успешно используется в период подготовки и проведения массовых мероприятий с международным участием, характеризующихся высоким риском возникновения завозных случаев особо опасных арбовирусных лихорадок [9].

Также на основе современных информационных технологий нами разработана методика для составления количественного эпидемиологического прогноза по КГЛ, состоящая из 7 последовательных этапов (рис. 3).



Рис. 3. Алгоритм составления прогноза заболеваемости КГЛ по каждому административному району

В качестве данных использовались числовые значения основных факторов, влияющих на интенсивность эпидемических и эпизоотических проявлений данной инфекции – биотических, природно-климатических и социальных, а также косвенных показателей циркуляции возбудителя КГЛ (всего 14) по каждой административной территории Ставропольского края (табл. 1).

Таблица 1

Данные, используемые для составления краткосрочного количественного эпидемиологического прогноза по КГЛ

<p>Биотические факторы (результаты эпизоотологического мониторинга и лабораторного исследования полевого материала на наличие маркеров возбудителя КГЛ):</p>	<p>Абиотические факторы (ежемесячные значения природно-климатических показателей предыдущего эпидемического сезона и текущего года, влияющих на развитие основных членистоногих переносчиков вируса КГЛ):</p>	<p>Социальные факторы и косвенные показатели циркуляции вируса КГЛ (значения предыдущего эпидемического сезона):</p>
--	--	--

<p>1. численность имаго <i>H. marginatum</i> предыдущего эпидемического сезона (значения индексов обилия);</p> <p>2. численность преимагинальных фаз развития <i>H. marginatum</i> предыдущего эпидемического сезона (значения индексов обилия);</p> <p>3. инфицированность <i>H. marginatum</i> вирусом КГЛ предыдущего эпидемического сезона (число положительных пулов);</p> <p>4. численность прокормителей имаго <i>H. marginatum</i> – крупного рогатого скота (на начало текущего года)</p>	<p>1. температура воздуха (°С);</p> <p>2. относительная влажность воздуха (%);</p> <p>3. количество выпавших осадков (мм);</p> <p>4. высота снежного покрова (см);</p> <p>5. скорость ветра (м/с)</p>	<p>1. показатели выполнения акарицидных обработок природных биотопов и пастбищ (га, % от плана);</p> <p>2. показатели выполнения противоклещевых обработок сельскохозяйственных животных (голов, % от плана);</p> <p>3. количество лиц, обратившихся в ЛПО по поводу укусов клещей;</p> <p>4. число выявленных случаев заболевания КГЛ;</p> <p>5. количество населенных пунктов, в которых были зарегистрированы случаи заболевания КГЛ</p>
--	---	---

Данная методика была апробирована на примере Ставропольского края как региона с наиболее высокой заболеваемостью КГЛ в Российской Федерации [4, 10, 11, 12]. Проверка была проведена на ретроспективных данных за 2013–2016 гг. с последующим составлением прогноза на 2017 и 2018 гг. Эффективность разработанной методики подтверждается высокими значениями показателей оценки диагностической ценности (табл. 2).

Таблица 2

Показатели оценки диагностической ценности риск-ориентированной методики прогнозирования заболеваемости КГЛ (%)

Показатели	Годы						Среднее значение
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Точность	90,6	87,4	84,3	90,6	81,2	87,4	86,9
Прогностическая ценность положительного результата	92,9	82,4	100,0	90,5	70,0	83,3	86,5
Прогностическая ценность отрицательного результата	100	100	100	100	100	100	100

Получаемые результаты учитываются при планировании профилактических мероприятий по каждому административному району. При отрицательном прогнозе предполагается выполнение комплекса плановых мероприятий, при положительном – дополнительное обеспечение повышенной готовности лечебно-профилактических организаций и медицинского персонала для раннего выявления больных и своевременного оказания им специализированной помощи.

Заключение

Таким образом, практическое применение современных информационных технологий позволяет не только проводить пространственно-временной анализ данных, но и выполнять прогнозное моделирование эпидемиологической ситуации по арбовирусным лихорадкам для целенаправленного научно обоснованного планирования профилактических мероприятий и обеспечения оперативности управленческих решений в случае ее ухудшения.

Дальнейшие задачи исследования по совершенствованию мониторинга за арбовирусами включают:

- модернизацию интернет-ресурса «ZikaMap» для мониторинга переносчиков природно-очаговых инфекций в режиме реального времени;
- составление прогноза заболеваемости КГЛ с использованием разработанной методики для других эндемичных территорий;
- внедрение в практику эпиднадзора систем прогнозного моделирования на основе ГИС и геномного профилирования патогенных биологических агентов территорий.

Финансирование/Благодарности

Часть исследования, посвященная анализу заболеваемости арбовирусными лихорадками в 2019 г., выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-75-20088). Авторы признательны д.б.н., проф. А.Е. Платонову за внимательное чтение и редакционную правку статьи.

Список литературы:

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году. Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2019.
2. Куличенко А.Н., Малецкая О.В., Прислегина Д.А., Василенко Н.Ф., Таран Т.В., Семенко О.В. и др. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2017 г. (Аналитический обзор). Ставрополь: 2018; 112.
3. Куличенко А.Н., Малецкая О.В., Прислегина Д.А., Василенко Н.Ф., Таран Т.В., Дубянский В.М. и др. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2018 г. (Аналитический обзор). Ставрополь, 2019; 105.

4. Прислегина Д.А. Крымская геморрагическая лихорадка в Российской Федерации: современная эпидемиологическая ситуация, краткосрочное количественное прогнозирование (на примере Ставропольского края). Автореферат диссертации кандидата медицинских наук – Москва, 2019.
5. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. Л.: Медицина; 1978.
6. Гублер Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л.: Медицина; 1973.
7. Дубянский В.М. Опыт системного анализа динамики весенней численности большой песчанки в Центральных Кызылкумах. Автореферат диссертации доктора биологических наук – Алматы, 2007.
8. Дубянский М.А., Кенжебаев А., Степанов В.М., Асенов Г.А., Дубянская Л.Д. Прогнозирование эпизоотической активности чумы в Приаралье и Кызылкумах. Нукус: Каракалпакстан; 1992.
9. Попова А.Ю., Куличенко А.Н., Малецкая О.В., Манин Е.А., Семенко О.В., Дубянский В.М. и др. Использование географической информационной системы «ZikaMap» для контроля ситуации по переносчикам опасных арбовирусов в период подготовки и проведения чемпионата мира по футболу FIFA 2018 в г. Сочи. Здоровье населения и среда обитания. 2019; № 4 (313): 4-7.
10. Дубянский В.М., Прислегина Д.А., Куличенко А.Н. Риск-ориентированная модель прогнозирования эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке (на примере Ставропольского края). Анализ риска здоровью. 2018; № 1: 13-21.
11. Прислегина Д.А., Дубянский В.М., Малецкая О.В., Куличенко А.Н., Василенко Н.Ф., Манин Е.А. и др. Крымская геморрагическая лихорадка в Ставропольском крае: современные клинико-эпидемиологические аспекты и новый подход к прогнозированию заболеваемости. Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2018; № 3: 49-56.
12. Куличенко А.Н., Прислегина Д.А. Крымская геморрагическая лихорадка: климатические предпосылки изменений активности природного очага на юге Российской Федерации. Инфекция и иммунитет. 2019; № 9(1): 162-172.

References:

1. State report «The state of sanitary and epidemiological welfare of the Russian population in 2018». М.: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; 2019.
2. Kulichenko A.N., Maletskaya O.V., Prislegina D.A., Vasilenko N.F., Taran T.V., Semenko O.V., et al. Epidemiological situation of natural focal infectious diseases in the Southern and North Caucasian Federal Districts in 2017 (Analytical review). Stavropol; 2018:112.
3. Kulichenko A.N., Maletskaya O.V., Prislegina D.A., Vasilenko N.F., Taran T.V., Dubyanskiy V.M., et al. Epidemiological situation of natural focal infectious diseases in the Southern and North Caucasian Federal Districts in 2018 (Analytical review). Stavropol; 2019.

4. Prislegina D.A. Crimean–Congo hemorrhagic fever in the Russian Federation: current epidemiological situation, short-term quantitative forecasting (on the example of the Stavropol Territory). Abstract of the Candidate of Medicine thesis –Moscow, 2019.
5. Gubler E.V. Computational methods for analysis and identification of pathological processes. L.: Meditsina; 1978.
6. Gubler E.V., Genkin A.A. Application of statistical non-parametric criteria in medicobiological investigations. L.: Meditsina; 1973.
7. Dubinskiy V.M. Experience of the system analysis of dynamics of spring abundance of Great gerbil in Central Kyzylkum. Abstract of the Doctor of Biological thesis – Almaty, 2007.
8. Dubinskiy M.A., Kenzhebaev A., Stepanov V.M., Asenov G.A., Dubianskaia L.D. Prognostication of plague epizootic activity in Sub-Aral and Kyzylkum Areas. Nukus: Karakalpakstan; 1992.
9. Popova A.Yu., Kulichenko A.N., Maletskaya O.V., Manin E.A., Semenko O.V., Dubyanskiy V.M., et al. The use of geographic information system – «ZikaMap» to control the situation on carriers of dangerous arboviruses during the preparation and holding of the 2018 FIFA World cup in Sochi. Population health and environment. 2019; No. 4 (313): 4-7.
10. Dubyanskiy V.M., Prislegina D.A., Kulichenko A.N. Risk-based model for the forecast of the epidemiological situation of the Crimean-Congo hemorrhagic fever (a study of the Stavropol region). Health Risk Analysis. 2018; No 1: 13-21.
11. Prislegina D.A., Dubyanskiy V.M., Maletskaya O.V., Kulichenko A.N., Vasilenko N.F., Manin E.A., et al. Crimean – Congo hemorrhagic fever in the Stavropol region: contemporary clinical and epidemiological aspects and new approach to forecasting of morbidity. Infectious diseases: news, opinions, education. 2018; No. 3: 49-56.
12. Kulichenko A.N., Prislegina D.A. Climatic prerequisites for changing activity in the natural Crimean-Congo hemorrhagic fever focus in the South of the Russian Federation. Russian Journal of Infection and Immunity. 2019; No. 9 (1): 162-172.

Поступила/Received: 24.10.2019

Принята в печать/Accepted: 25.10.2019