

DOI: 10.21055/0370-1069-2019-2-69-73

УДК 616.98:578.833.29(470)

Л.С. Зинич, И.С. Коваленко, Н.Н. Пидченко, С.Н. Тихонов

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ХАНТАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ В КРЫМУ

ФГКУЗ «Противочумная станция Республики Крым», Симферополь, Российская Федерация

Цель данной работы – определение эпидемиологической значимости хантавирусов, циркулирующих на территории Крыма, на основе ретроспективных сведений и с учетом полученных результатов за период мониторинга с 2015 по 2018 год. **Материалы и методы.** Исследование мелких млекопитающих и сывороток крови доноров проводилось методом твердофазного иммуноферментного анализа. **Результаты и обсуждение.** Проводимые в 1985–1989 гг. изучения геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) позволили предположить, что циркулирующие среди полевков рода *Microtus* хантавирусы не имеют этиологической значимости в структуре заболеваемости ГЛПС. Проведенные в 2008 г. исследования выявили циркуляцию хантавирусов серотипа *Tula* среди *Microtus arvalis (obscurus)*. Исследования природной очаговости хантавирусной инфекции в Крыму в течение 2015–2018 гг. показали циркуляцию хантавирусов среди мелких млекопитающих (*Microtus socialis*, *Mus musculus*, *Sylvaemus witherbyi*, *Crocidura suaveolens*), которые не являются основными резервуарами патогенных хантавирусов. Также выявлены серопозитивные к хантавирусам доноры – 0,4 %. Местные случаи заражения ГЛПС за весь период наблюдения не зарегистрированы. Для подтверждения положительных находок и определения эпидемиологической значимости циркулирующих возбудителей, пробы с положительными находками на хантавирусы отправлены в 2017 г. в Референс-центр по ГЛПС. Результаты исследований Референс-центра не подтвердили наличие антител к патогенным для человека хантавирусам в сыворотках крови доноров; в биологическом материале от мышевидных грызунов антиген патогенных для человека серотипов хантавируса не выявлен. Таким образом, в природных очагах Крыма в 2015–2018 гг. зарегистрирована циркуляция хантавирусов, которые не относятся к патогенным для человека серотипам хантавируса *Puumala*, *Hantaan*, *Dobrava*. Обнаружение серопозитивных доноров, свидетельствует о контакте населения республики с непатогенными для человека хантавирусами.

Ключевые слова: хантавирусная инфекция, эпидемиологическая значимость, природные очаги.

Корреспондирующий автор: Зинич Лилия Сергеевна, e-mail: krimpchs@mail.ru.

Для цитирования: Зинич Л.С., Коваленко И.С., Пидченко Н.Н., Тихонов С.Н. Эпидемиологическая значимость хантавирусной инфекции в Крыму. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2019; 2:69–73. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-2-69-73

L.S. Zinich, I.S. Kovalenko, N.N. Pidchenko, S.N. Tikhonov

Epidemiological Significance of Hantavirus Infection in Crimea

Plague Control Station in the Republic of Crimea, Simferopol, Russian Federation

Abstract. Objective of this work was to determine epidemiological significance of Hantaviruses, circulating in Crimea, on the basis of retrospective data and taking into account the results obtained over the monitoring period of 2015–2018. **Materials and methods.** The study of small mammals and blood sera of donors was carried using enzyme-linked immunosorbent assay. **Results and discussion.** Held in 1985–1989 studies of hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS) suggested that Hantaviruses, circulating among the voles of the genus *Microtus* in the territory of Crimea, do not have etiological significance in the structure of HFRS incidence. A 2008 study found the circulation of Hantaviruses of the *Tula* serotype among *Microtus arvalis (obscurus)*. Studies on the natural focality of Hantavirus infection in Crimea during 2015–2018 showed circulation of Hantaviruses among small mammals: *Microtus socialis*, *Mus musculus*, *Sylvaemus witherbyi*, *Crocidura suaveolens*, which are not the main reservoirs of pathogenic Hantaviruses. Also, seropositive to hantavirus donors were detected – 0.4 %. Local cases of HFRS infection for the entire observation period were not registered. To confirm the positive findings and determine the epidemiological significance of circulating pathogens, samples with positive for Hantaviruses findings were sent to the reference center for HFRS in 2017. The results of the investigation did not confirm the presence of antibodies to human pathogenic Hantaviruses in the blood sera of donors; in the biological material from mouse-like rodents, the antigen of pathogenic for humans serotypes of Hantavirus was not detected. Thus, in the natural foci of Crimea in 2015–2018, the circulation of Hantaviruses which do not belong to pathogenic for humans serotypes of Hantavirus *Puumala*, *Hantaan*, *Dobrava* was registered. Detection of seropositive donors testifies to natural immunization of the population through circulation of Hantaviruses that are non-pathogenic for humans or Hantaviruses of other serotypes.

Key words: Hantavirus infection, epidemiological significance, natural foci.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Corresponding author: Liliya S. Zinich, e-mail: krimpchs@mail.ru.

Citation: Zinich L.S., Kovalenko I.S., Pidchenko N.N., Tikhonov S.N. Epidemiological Significance of Hantavirus Infection in Crimea. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2019; 2:69–73. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2019-2-69-73

Received 20.12.18. Revised 18.01.19. Accepted 14.02.19.

Изучение геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) началось в России более 70 лет назад. Возбудители этой болезни – хантавирусы *Puumala*, *Hantaan*, *Seul* и *Dobrava*. К ним относятся, кроме патогенных для человека, также вирусы с неустановленными к настоящему времени эпидемиологическими характеристиками. На территории Российской Федерации (РФ) среди мелких млекопитающих (ММ) циркулируют, по крайней мере, восемь серотипов хантавирусов [1].

В европейской части РФ выявлена циркуляция трех патогенных для человека серотипов хантавирусов: *Puumala*, *Hantaan*, *Dobrava* (*Dobrava/Belgrad-Dobrava/Kurkino* и *Dobrava/Sochi*). Кроме того, широко распространен непатогенный для человека хантавирус *Tula*. Хантавирусы эволюционно ассоциированы с определенными видами мелких млекопитающих, которые являются его основным (резервуарным) хозяином, способным поддерживать природные очаги. Так, в лесной и лесостепной зонах европейской части России циркулирует хантавирус *Puumala*, резервуаром которого в природе является рыжая полевка *Myodes glareolus* – типичный лесной грызун, ареалом обитания которого являются широколиственные и смешанные леса с большой долей липы. Это регион Среднего Поволжья и Приуралья, на которые приходится около 80 % всех случаев заражения ГЛПС в России. Для хантавируса *Dobrava/Kurkino* резервуарным хозяином является западный подвид полевой мыши – *Apodemus agrarius agrarius*. Ареал обитания – лесостепная зона Центрального региона РФ (Центральное Черноземье, Тульская и Рязанская области). Очаги геноварианта *Dobrava/Sochi* выявлены в основном в Южном регионе (Причерноморье) и ассоциированы с кавказской лесной мышью *Apodemus ponticus* [2, 3].

Наряду с патогенными для человека, также известна широкая циркуляция непатогенных хантавирусов. Основным хозяином непатогенного для человека хантавируса *Tula* – обыкновенная полевка *Microtus arvalis (obscurus)*, которая широко распространена в Центральном регионе. Инфицированные особи этих грызунов часто встречаются на очаговой территории хантавирусов, однако они не могут служить источником заражения ГЛПС для людей [4, 5].

В Крыму детальное изучение ГЛПС проводилось Крымской противочумной станцией при поддержке Института полиомиелита и вирусных энцефалитов Российской академии наук в 1985–1989 гг. Именно тогда от обыкновенных полевок *Microtus arvalis (obscurus)* впервые выделены хантавирусные штаммы. Проведенная серологическая идентификация с помощью дифференцирующих поликлональных сывороток и моноклональных антител к серотипам *Puumala*, *Hantaan*, *Seul* не показала сходство ни с одним из патогенных серотипов, т.е. на том этапе изучения эпидемиологическую значимость циркулирующих хантавирусов не определили окончательно, но было сформулировано пред-

положение, что циркулирующие в Крыму среди полевок рода *Microtus* хантавирусные штаммы не имеют этиологической значимости в структуре заболеваемости ГЛПС [6].

Целью данной работы является определение эпидемиологической значимости хантавирусов, циркулирующих на территории Крыма, на основе ретроспективных сведений и с учетом полученных результатов за период мониторинга с 2015 по 2018 год.

Материалы и методы

Сбор мелких млекопитающих (ММ) проводился на территории Крымского полуострова в период с 2015 по 2018 год во всех административных муниципалитетах. Мелких млекопитающих отлавливали с помощью давилок Геро методом накопления ловушко/суток в разных ландшафтных зонах Крыма согласно МУ 3.1.1029-01. За весь период обследования территории накоплено 12523 ловушко/сут, отловлено и исследовано 1547 экземпляров ММ. Для выявления антигена вируса геморрагической лихорадки с почечным синдромом (штаммы *Puumala*, *Dobrava*, *Hantaan*), отобраны легкие ММ. Все образцы (суспензия) исследованы методом твердофазного иммуноферментного анализа (ТИФА).

Все стадии исследования соответствовали законодательству РФ, международным этическим нормам и нормативным документам учреждения.

Также для проведения работы отобрали сыворотки крови здорового населения (доноры) из 15 административных территорий Республики Крым. Всего на протяжении 2015 г. взяты пробы у 1508 человек. В течение 2015–2016 гг. все сыворотки исследовались методом ТИФА для выявления специфических иммуноглобулинов класса G к хантавирусам, исследования материала от больных с подозрением на ГЛПС проводилось методом ТИФА с целью выявления иммуноглобулинов классов M и G к хантавирусам (штаммов *Hantaan* и *Puumala*) в сыворотке (плазме) крови.

Для постановки ТИФА использовали спектрофотометр (ридер) PR 2100, промыватель (вошер) PW 40, термошейкер (сухой инкубатор) АР-4 (Франция), тест-системы «ВектоХанта-IgG», «ВектоХанта-IgM» (Россия), тест-системы «Белар-ГЛПС-АГ» (Республика Беларусь).

Результаты и обсуждение

В 2011 г. природная очаговость инфекции, вызываемой хантавирусами, установлена на 11 муниципальных территориях Крымского полуострова (информационное письмо ЦСЭС от 09.11.2011 г. № 04.4.-03.03/226-2432): Бахчисарайский, Белогорский, Джанкойский, Краснопереконский, Ленинский, Нижнегорский, Первомайский, Симферопольский районы, Алуштинский и Судакский городские округа, Севастополь.

Результаты скрининга здорового населения на наличие IgG к хантавирусам в Крыму в 2015–2016 гг.
Screening of intact population for the presence of IgG to Hantaviruses in the territory of Crimea in 2015–2016

Территория / Area	Кол-во проб (абс.) / Number of samples (Absol.)	Из них положительных (абс. / %) / Positive samples (Absol. / %)
Алуштинский г/о / Alushta urban district	90	0/0
Бахчисарайский р-н / Bakhchisarai district	354	1/0,3
Белогорский р-н / Belogorsky district	56	0/0
Джанкойский р-н / Dzhankoi district	95	0/0
Керченский г/о / Kerch urban district	111	0/0
Кировский р-н / Kirovsky district	64	1/1,5
Красногвардейский р-н / Krasnogvardeisky district	75	1/1,3
Ленинский р-н / Leninsky district	73	0/0
Нижегородский р-н / Nizhnegorsky district	83	1/1,2
Первомайский р-н / Pervomaisky district	74	0/0
Симферопольский р-н / Simferopol district	105	0/0
Советский р-н / Sovetsky district	62	1/1,6
Судакский г/о / Sudak urban district	78	1/1,3
Феодосийский г/о / Feodosiya urban district	77	0/0
Ялтинский г/о / Yalta urban district	111	0/0
<i>Итого / Total:</i>	1508	6/0,4

По ретроспективным данным, природные очаги с циркуляцией хантавирусов расположены как в степной, так и в горно-предгорной части Крымского полуострова. Основными носителями вирусов являются полевки рода *Microtus* [6]. Мелкие млекопитающие, у которых ранее доказана циркуляция патогенных серотипов хантавирусов, на территории Крымского полуострова не встречаются [7, 8].

Вирусологическими исследованиями материала из Крыма на ГЛПС, проведенными в 2008 г. на базе ГНЦ ВБ «Вектор», получено генетическое доказательство циркуляции хантавируса серотипа *Tula* на территории Крыма, который является непатогенным для человека [9].

Системный мониторинг природных очагов ГЛПС в Крыму начался с 2015 г. При проведении мониторинга циркуляции хантавирусов в объектах окружающей среды полуострова в течение 2015–2018 гг. эпизоотологическими обследованиями охватили все ландшафтные зоны и административные районы Крыма. За указанный период положительные на хантавирусы находки (метод ТИФА, 2016 г.) выявлены у 15 экземпляров ММ, относящихся к четырем видам: *Sylvaemus witherbyi*, *Crocidura suaveolens*, *Microtus socialis*, *Mus musculus* (инфицированность ММ – 3,28 %), которые не являются основными резервуарами патогенных хантавирусов для Евразии. Мелкие млекопитающие отловлены на четырех административных территориях: Ленинском (пос. Марьевка – 8, пгт Ленино – 3), Кировском (пос. Кировское – 2), Советском (пос. Лебединка – 1) районах и Алуштинском городском округе (1).

Несмотря на наличие природных очагов и выявленной циркуляции хантавирусов на территории Крымского полуострова, в официальной статисти-

ке за период статистического наблюдения с 1985 по 2018 год местные случаи заболевания людей ГЛПС не зарегистрированы [10].

В 2017 г. в Крыму зарегистрирован один завозной случай заболевания ГЛПС у туриста, прибывшего в Ялту из Рязани. Диагноз лабораторно подтвержден лабораторией Противочумной станции Республики Крым. С использованием метода ИФА в сыворотке крови больного выявлены антитела IgM в титре 1:800 и IgG в титре 1:3200, а также выявлен хантавирусный антиген.

Для определения иммунной прослойки в 2015–2016 гг. проведен скрининг здорового населения на наличие IgG к хантавирусам. Осуществлен отбор материала из 15 административных территорий. Всего из обследованных 1508 человек антитела (IgG) к хантавирусам имели 0,4 %. Иммунные к хантавирусам лица выявлены в шести регионах: Бахчисарайском Кировском, Красногвардейском, Нижегородском, Советском районах, Судакском городском округе (г/о) (таблица). Исследования сывороток крови от жителей Севастополя не проводились.

Заболеемость ГЛПС у местных жителей не регистрировалась, следовательно, обнаружение антител у практически здоровых людей может свидетельствовать о наличии контакта населения республики с хантавирусами [11].

Для подтверждения положительных находок и определения эпидемиологической значимости циркулирующих возбудителей в Крыму, все полученные за три года пробы с положительными находками на хантавирусы – суспензия легких мышевидных грызунов, сыворотки доноров, сыворотки крови больного (завоз из Рязани) – в 2017 г. отправлены в Референс-центр по ГЛПС (Институт полиомиелита

и вирусных энцефалитов им. М.П. Чумакова РАН¹), где с целью поиска антигена хантавируса исследованы методом прямого ИФА. Сыворотки крови людей для определения наличия IgM и IgG к хантавирусу – возбудителю ГЛПС (серотипы *Puumala*, *Hantaan*, *Dobrava*), исследованы с помощью непрямого метода флуоресцирующих антител (АТ МФА), который остается стандартом при сравнении специфичности и чувствительности вновь создаваемых диагностических препаратов для серодиагностики ГЛПС [2]. Результаты исследований Референс-центра по ГЛПС подтвердили наличие антител к патогенному для человека хантавирусу серотипа *Puumala* только в двух сыворотках крови больного, заражение которого произошло в Рязани. Сыворотки крови доноров не получили подтверждения наличия антител к патогенным для человека серотипам хантавируса *Puumala*, *Hantaan*, *Dobrava*. В биологическом материале от мышевидных грызунов антиген патогенных для человека серотипов хантавируса не выявлен.

Таким образом, в природных очагах Крыма в 2015–2018 гг. зарегистрирована циркуляция хантавирусов, не относящихся к патогенным для человека серотипам *Puumala*, *Hantaan*, *Dobrava*. Обнаружение серопозитивных доноров свидетельствует о наличии контактов населения с непатогенными для человека хантавирусами серотипа *Tula* либо другого серотипа.

Выводы

1. Хантавирусы в Крыму обнаружены у четырех видов мелких млекопитающих: *Microtus socialis*, *Mus musculus*, *Sylvaeus witherbyi*, *Crocidura suaveolens*.

2. Результаты исследования полевого материала за период с 2015 по 2018 год свидетельствуют о том, что циркулирующие в Крыму хантавирусы не относятся к патогенным для человека серотипам *Puumala*, *Hantaan*, *Dobrava*.

3. Обнаружение серопозитивных доноров свидетельствует о наличии контактов населения с непатогенными для человека хантавирусами серотипа *Tula*, либо другого серотипа.

4. Эпидемиологическое значение штаммов хантавирусов, циркулирующих на территории Крымского полуострова требует продолжения изучения.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Список литературы

1. Ткаченко Е.А., Ишмухамедов А.А. История изучения этиологии геморрагической лихорадки с почечным синдромом. *Медицинский совет*. 2017; 4:86–92. DOI: 10.21518/2079-701X-2017-4-86-92.
2. Ткаченко Е.А., Дзагурова Т.К., Бернштейн А.Д., Каротина Н.А., Окулова И.М., Мутных Е.С., Иванов А.П., Ишмухамедов А.А., Юничева Ю.В., Пиликова О.М., Морозов

В.Г., Транквиловский Д.В., Городин В.Н., Бахтина В.А., Соцкова С.Е. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (история, проблемы, перспективы изучения). *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2016; 3(88):23–34. DOI: 10.31631/2073-3046-2016-15-3-23-34.

3. Klempa B., Tkachenko E.A., Dzagurova T.K., Yunicheva Y.V., Morozov V.G., Okulova N.M., Slyusareva G.P., Smirnov A., Kruger D.H. Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome Caused by 2 Lineages of Dobrava Hantavirus, Russia. *Emerg. Infect. Dis.* 2008; 14(4):617–25. DOI: 10.3201/eid1404.071310.

4. Дзагурова Т.К. Серологическое обследование больных геморрагической лихорадкой с почечным синдромом в Европейской части СССР. *Вопросы вирусологии*. 1983; 28(6):676–80.

5. Малкин Г.А., Дзагурова Т.К., Морозов И.А., Ткаченко Е.А. Морфологическая характеристика хантавирусов в культуре клеток VERO E6. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 2:536.

6. Маркешин С.Я., Алексеев А.Ф., Ткаченко Е.А., Чирный В.И., Захарова Т.В. Особенности природной очаговости геморрагической лихорадки с почечным синдромом в различных ландшафтах Крыма. *Вопросы вирусологии*. 1989; 34(4):485–7.

7. Дулицкий А.И. Млекопитающие. История, состояние, охрана, перспективы. Симферополь: СОНАТ; 2001. 208 с.

8. Коваленко И.С., Зинич Л.С., Якунин С.Н., Полуэктова О.А., Раменская О.Ю., Афонина А.Н., Тихонов С.Н. Результаты эпизоотологического мониторинга мелких млекопитающих в Крыму за период 2015–2017 гг. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2018; 2:57–61. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-2-57-61.

9. Яшина Л.И., Зайковская А.В., Протопова Е.В., Бабкин И.В., Малышев Б.С., Товпинец Н.Н., Евстафьев И.Л. Хантавирус Тула на территории Крыма. *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология*. 2015; 33(4):38–41.

10. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе в 2017 году». [Электронный ресурс]. URL: <http://82.gospotrebnadzor.ru/s/82/files/documents/Gosdoklad/147145.pdf> (дата обращения 20.07.2018).

11. Тихонов С.Н., Зинич Л.С., Афонина А.Н., Полуэктова О.А., Коваленко И.С., Якунин С.Н., Ситникова А.Л., Оксененко Н.Н. Результаты сероэпидемиологического мониторинга природно-очаговых инфекций в Крыму. *Научное обозрение. Фундаментальные и прикладные исследования*. 2018; 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scientificreview.ru/ru/article/view?id=22> (дата обращения 07.09.2018).

References

1. Tkachenko E.A., Ishmukhamedov A.A. [History of the study of hemorrhagic fever etiology with renal syndrome]. *Meditsynskiy Sovet*. 2017; 4:86–92. DOI: 10.21518/2079-701X-2017-4-86-92.

2. Tkachenko E.A., Dzagurova T.K., Bernshtein A.D., Korotina N.A., Okulova N.M., Mutnikh E.S., Ivanov A.P., Ishmukhamedov A.A., Yunicheva Yu.V., Piliikova O.M., Morozov V.G., Trankvilevskiy D.V., Sotskova S.E. [Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome (History, Problems and research perspectives)]. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika [Epidemiology and vaccinal prevention]*. 2016; 3(88):23–34. DOI: 10.31631/2073-3046-2016-15-3-23-34.

3. Klempa B., Tkachenko E.A., Dzagurova T.K., Yunicheva Y.V., Morozov V.G., Okulova N.M., Slyusareva G.P., Smirnov A., Kruger D.H. Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome Caused by 2 Lineages of Dobrava Hantavirus, Russia. *Emerg. Infect. Dis.* 2008; 14(4):617–25. DOI: 10.3201/eid1404.071310.

4. Dzagurova T.K. [Serological screening of patients with hemorrhagic fever with renal syndrome, living in the European part of USSR]. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 1983; 28(6):676–80.

5. Malkin G.A., Dzagurova T.K., Morozov I.A., Tkachenko E.A. [Morphological characteristic of Hantaviruses in the cell culture VERO E6]. *[Modern Problems of Science and Education]*. 2015; 2:536.

6. Markeshin S.Ya., Alekseev A.F., Tkachenko E.A., Chirny V.I., Zakharova T.V. [Peculiarities of natural focality of hemorrhagic fever with renal syndrome in different landscapes of Crimea]. *Voprosy Virusologii [Problems of Virology]*. 1989;34(4):485–7.

7. Dulitskiy A.I. [Mammals. History, state of the issue, protection, prospects]. Simferopol: “SONAT”; 2001. 208 p.

8. Kovalenko I.S., Zinich L.S., Yakunin S.N., Poluektova O.A., Ramenskaya O.Yu., Afonina A.N., Tikhonov S.N. [Results of epizootiological monitoring of small mammals habitant in Crimea over the period of 2015–2017]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2018; 2:57–61. DOI: 10.21055/0370-1069-2018-2-57-61.

9. Yashina L.N., Zaykovskaya A.V., Protopopova E.V., Malyshev B.S., Babkin I.V., Tovpinets N.N., Evstafiev I.L. [Tula

¹В соответствии с приказом № 1112 от 01.12.2017 г. в качестве Референс-центра по ГЛПС определен ФБУН «Казанский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора.

hantavirus in Crimea]. *Molekulyarnaya Genetika, Mikrobiologiya i Virusologiya* [Molecular Genetics, Microbiology and Virology]. 2015. 33(4):38–41.

10. [State report “On the state of sanitary-epidemiological welfare of the population in the Republic of Crimea and the city of federal significance, Sevastopol in 2017”. [Internet]. (Cited 20 Jul 2018). Available from: <http://82.rospotrebnadzor.ru/s/82/files/documents/Gosdoklad/147145.pdf>.

11. Tikhonov S.N., Zinich L.S., Afonina A.N., Poluektova O.A., Kovalenko I.S., Yakunin S.N., Sitnikova A.L., Oksenenko N.N. [Results of seroepidemiological monitoring of natural-focal infections in Crimea]. *Nauchnoe Obozrenie. Fundamentalnye Prikladnye Issledovaniya. [Scientific Overview. Fundamental and Applied Research]*. [Internet]. (Cited 07 Sept 2018). Available from: <http://www.scientificreview.ru/ru/article/view?id=22>.

Authors:

Zinich L.S., Kovalenko I.S., Pidchenko N.N., Tikhonov S.N.
Plague Control Station in the Republic of Crimea. 42, Promyshlennaya St., Simferopol, 295023, Russian Federation E-mail: krimpchs@mail.ru.

Об авторах:

Зинич Л.С., Коваленко И.С., Пидченко Н.Н., Тихонов С.Н. Противочумная станция Республики Крым. Российская Федерация, 295023, Симферополь, ул. Промышленная, д. 42. E-mail: krimpchs@mail.ru.

Поступила 20.12.18.

Отправлена на доработку 18.01.19.

Принята к публ. 14.02.19.