

А.В.Иванова¹, В.А.Сафронов¹, Е.Г.Степанов², П.А.Мочалкин³, Н.В.Попов¹

ВЫЯВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ВЫСОКОГО РИСКА ЗАРАЖЕНИЯ ГЛПС В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

¹ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация; ²Управление Роспотребнадзора по Республике Башкортостан, Уфа, Российская Федерация; ³ГБУЗ «Республиканский центр дезинфекции» МЗ Республики Башкортостан, Уфа, Российская Федерация

Цель. Дифференциация территории Республики Башкортостан по риску заражения ГЛПС. **Материалы и методы.** В работе использованы материалы по заболеваемости населения ГЛПС в Республике Башкортостан с 1980 по 2014 год Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан и Центра гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан, а также персонализированные данные по заболеваемости ГЛПС в республике за период 2009–2011 гг. Основным методом исследования был эпидемиологический анализ с использованием ГИС-технологий. **Результаты и обсуждение.** Установлено, что эпидемические проявления ГЛПС в 56,7 % случаев приурочены к лесостепной зоне, 24,3 % – к пойменным биотопам и 16,1 % – к лесной зоне. Отмечен высокий уровень заражения в возрасте от 20 до 50 лет. Причем, заболеваемость среди мужчин составляет 79 %, среди женщин – 21 %. Дети до 14 лет и лица старше 60 лет болеют значительно реже. Установлено, что пораженные ГЛПС населенные пункты расположены в среднем в 2,5 раза ближе к лесным массивам и в 1,6 раза к поймам рек, чем населенные пункты, в которых случаев заболевания ГЛПС не зарегистрировано. Обоснована перспективность применения ГИС-технологий, в первую очередь геокодирования, для эпидемиологического районирования энзоотических по ГЛПС территорий, выявления участков высокого риска заражения и проведения адресных профилактических мероприятий.

Ключевые слова: энзоотичная по ГЛПС территория Республики Башкортостан, риск заражения ГЛПС, геокодирование, ландшафтная приуроченность, эпидемиологическое районирование, профилактические (противоэпидемические) мероприятия.

Корреспондирующий автор: Иванова Александра Васильевна, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

A.V.Ivanova¹, V.A.Safronov¹, E.G.Stepanov², P.A.Mochalkin³, N.V.Popov¹

Detection of Territories of High Risk HFRS Exposure in the Republic of Bashkortostan, Applying GIS-Technologies

¹Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”, Saratov, Russian Federation; ²Rospotrebnadzor Administration in the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russian Federation; ³Republican Center for Disinfection at the Ministry of Health of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russian Federation

Objective of the investigation was to differentiate the territory of the Republic of Bashkortostan according to the levels of risk of exposure to HFRS. **Materials and methods.** Utilized were the records on HFRS morbidity among the population of the Republic of Bashkortostan over the period of 1980–2014, collected in the Rospotrebnadzor Administration and the Center of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Bashkortostan, as well as personalized data on HFRS incidence in the Republic over the period of 2009–2011. Key research method was GIS-technology based analysis. **Results and discussion.** It is established that 56.7 % of HFRS epidemic manifestations are in the forest-steppe zone, 24.3 % – in flood-plain biotopes, and 16.1 % – in forest area. Recorded is a high level of infection among the people aged 20–50. What is more, morbidity rates for men come up to 79 %, for women – 21 %. Children under 14 and individuals over 60 suffer much more rarely. Determined is the fact that HFRS-affected residential areas are situated 2.5 times closer to forest zones and 1.6 times – to flood plains, than those in which HFRS cases are not registered. Substantiated is the prospective of GIS application, first and foremost geo-coding, for epidemiological zoning of enzootic as regards HFRS territories, detection of areas where high risk of exposure exists, and performance of targeted preventive measures.

Key words: enzootic as regards HFRS territory of the Republic of Bashkortostan, risk of exposure to HFRS, geo-coding, landscape confinement (association), epidemiological zoning, preventive (anti-epidemic) measures.

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

Corresponding author: Aleksandra V. Ivanova, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Citation: Ivanova A.V., Safronov V.A., Stepanov E.G., Mochalkin P.A., Popov N.V. Detection of Territories of High Risk HFRS Exposure in the Republic of Bashkortostan, Applying GIS-Technologies. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2016; 2:40–44. (In Russ.). DOI: 10.21055/0370-1069-2016-2-40-44

В последнее десятилетие на территории Республики Башкортостан сохраняется напряженная эпидемиологическая обстановка по ГЛПС [6, 8]. Для достижения эффекта снижения уровня заболеваемости ГЛПС ежегодно проводят большой объем санитарно-профилактических мероприятий, в первую очередь, на участках сезонного обострения

эпидемической обстановки и в урбозонах крупных населенных пунктов [2, 13]. Однако в годы крупных подъемов численности рыжей полевки, равно как и других фоновых мышевидных грызунов, уровень заболеваемости ГЛПС неизменно резко возрастает [12]. В этих условиях ГИС-технологии являются значительным резервом повышения эффективности

противоэпидемического контроля на всей эндемичной по ГЛПС территории Республики Башкортостан [10].

В настоящей работе апробированы приемы пространственного соединения в ГИС персонифицированных данных о больных (мест регистрации заражения) на основе электронных административных и ландшафтных карт Республики Башкортостан.

Материалы и методы

В работе использованы материалы Управления Роспотребнадзора по Республике Башкортостан и Центра гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан по заболеваемости населения ГЛПС в Республике Башкортостан с 1980 по 2013 год. Основным методом исследования был эпидемиологический анализ с использованием ГИС-технологий. Для выявления территории риска использовали электронные ландшафтные карты Республики Башкортостан и персонифицированные данные о больном ГЛПС (населенный пункт с указанием его географических координат) за период 2009–2011 гг. Визуализация результатов осуществлялась при помощи создания карт плотности в картографической проекции Меркатора с помощью географической информационной системы ArcGIS 10.X в составе ArcMap, ArcCatalog. Статистическую обработку полученных результатов проводили с применением общепринятых методов вариационной статистики с элементами системного анализа [9], а также аналитической платформы «Deductor Studio» 5.2.

Результаты и обсуждение

Заболеваемость ГЛПС на территории Республики Башкортостан регистрируется с 1955 г. [1]. С начала 80-х годов прошлого столетия здесь произошло значительное обострение эпидемиологической обстановки [3]. При этом масштабность эпидемических проявлений ГЛПС неизменно определялась наличием вспышечной заболеваемости. В 1980–2000 гг. резкие обострения эпидемиологической обстановки

наблюдалось в 1985 и 1997 гг. Хотя здесь в многолетней динамике эпидемических проявлений ГЛПС и реализуется 2–3-летняя цикличность (рис. 1), в последние 10 лет наиболее высокий уровень заболеваемости отмечен в 2009 г. – 80,3 на 100 тыс. населения (3257 случаев).

В период 2010–2013 гг. на эндемичной по ГЛПС территории Республики Башкортостан отмечена тенденция снижения численности фоновых видов грызунов, в первую очередь, рыжей полевки [2]. Уровень заболеваемости ГЛПС также повсеместно снизился до 14,9 на 100 тыс. населения в 2013 г.

В 2014 г. произошел новый подъем заболеваемости ГЛПС – до 48,3 на 100 тыс. населения. Уровень заболеваемости возрос в 3,2 раза; общее число случаев заражения составило 1962 чел.

Среди факторов риска, определяющих условия реализации крупных подъемов заболеваемости, определяющую роль играют показатели численности и степень доминирования основного резервуара ГЛПС – рыжей полевки, колебания климата, солнечная активность [4, 12]. Причем, несмотря на относительно малую частоту (раз в 10–12 лет) и кратковременность (сезон или год) реализации крупных эпидемических вспышек, вплоть до настоящего времени не удается обеспечить эффективный контроль заболеваемости ГЛПС в годы резкого обострения эпизоотической обстановки. Очевидно, что первопричиной наблюдаемого низкого уровня контроля роста заболеваемости в такие экстремальные годы, служит малая изученность факторов риска в периоды низкой и высокой эпидемической активности очагов ГЛПС. Решение этой проблемы предполагает создание надежных долгосрочных эпизоотологических прогнозов, обеспечивающих реальную возможность упреждающего проведения профилактических (противоэпидемических) мероприятий на участках с высоким риском заражения на всех фазах многолетней динамики эпидемической активности очагов ГЛПС [11].

С целью определения основных контингентов риска заражения в 2009–2011 гг. выполнен анализ данных по заболеваемости различных возрастных

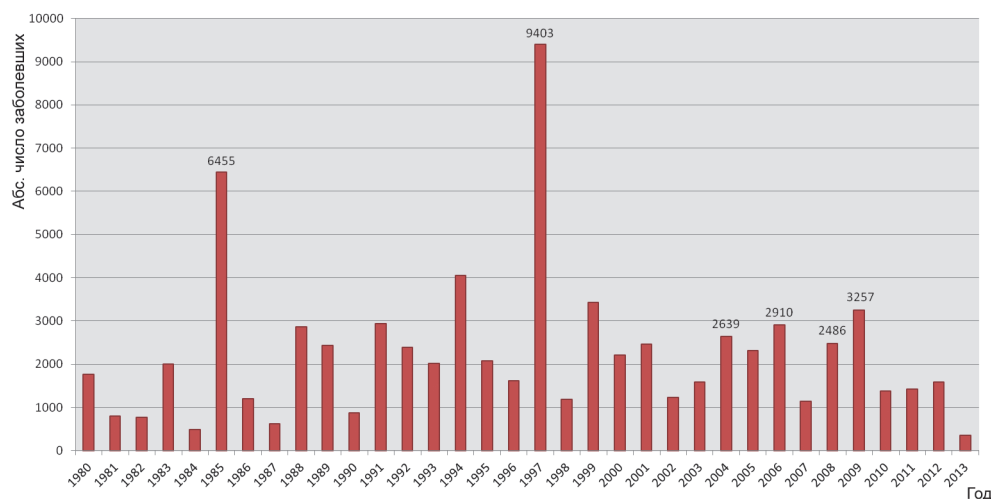


Рис. 1. Многолетняя динамика заболеваемости ГЛПС в Республике Башкортостан

Распределение заболеваемости ГЛПС по полу и возрасту в Республике Башкортостан в период 2009–2011 гг.

Возраст, лет	Пол					
	женский		мужской		Итого	
	Абс. число	Удельный вес, %	Абс. число	Удельный вес, %	Абс. число	Удельный вес, %
До 15	39	3,05	86	1,84	125	2,10
От 15 до 20	74	5,78	346	7,42	420	7,07
От 21 до 30	302	23,59	1535	32,93	1837	30,92
От 31 до 40	271	21,17	1052	22,57	1323	22,27
От 41 до 50	252	19,69	853	18,30	1105	18,60
От 51 до 60	220	17,19	566	12,14	786	13,23
Более 60	122	9,53	224	4,80	346	5,82
<i>Итого</i>	1280	100,00	4662	100,00	5942	100,00

групп населения (таблица).

По результатам проведенного анализа можно заключить, что в 2009–2011 гг. имело место заражение, в основном, активного, трудоспособного населения в возрасте от 20 до 50 лет, при этом мужчины заражались чаще, чем женщины. Заболеваемость среди мужчин составляет 79 %, женщин – 21 %. Заражения детей до 14 лет и лиц старше 60 лет отмечали значительно реже. Мужчины чаще заражались в возрасте от 20 до 30 лет, причем в возрастной категории от 30 до 50 лет сохраняются относительно постоянные высокие показатели заболеваемости. У женщин отмечено более равномерное распределение частоты случаев заболевания ГЛПС в возрастных группах от 20 до 50 лет. Таким образом, группой повышенного риска являются мужчины в возрасте от 20 до 30 лет. Также отмечено, что выявленные возрастные особенности заболеваемости ГЛПС определяются, во многом, интенсивностью контактов с природно-очаговыми комплексами, в том числе связанных с профессиональной деятельностью [7]. При этом заражения наиболее часто происходят на дачных участках, в зонах рекреации и в других антропогенных ландшафтах в ближайших окрестностях населенных пунктов.

Для определения сезонности заболевания ГЛПС в 2009–2011 гг. был использован метод персонифицированного распределения больных по месяцам в соответствии с указанными в учетных документах данными заболеваний.

Из результатов анализа следует, что в 2009–2011 гг. сезонная динамика имела вид одновершинной кривой с пиком заболеваемости в августе. Подъем заболеваемости отмечается с апреля, а наибольшее количество случаев регистрируется в июле и августе. При этом как в Уфе, так и в административных районах республики максимальное количество больных регистрируется в относительно одинаковый промежуток времени – с июля по август.

С целью выявления территорий риска выполнен ГИС-анализ персонифицированных данных больных ГЛПС на территории Республики Башкортостан за период 2009–2011 гг. Так, как границы административных районов не совпадают с границами ландшафтных районов, была построена карта плотности мест

заражения ГЛПС. Было учтено точное число населения, проживающего в каждом населенном пункте; площадь населенного пункта, обозначена их приуроченность к конкретной ландшафтно-географической зоне. При этом были выявлены не только очаги эпидемических проявлений ГЛПС в границах административных районов Республики Башкортостан, но и выполнена их привязка к конкретным населенным пунктам. С этой целью были созданы соответствующие карты плотности распределения случаев заражения в картографической проекции Меркатора. В качестве одного из основных факторов риска использовали показатель удаленности (расстояние в км) пораженных ГЛПС населенных пунктов до лесных массивов и водоемов. Этот показатель позволяет объективно оценить риск заражения ГЛПС в различных ландшафтных районах Республики Башкортостан, и он статистически достоверен ($r = +0,82$). Именно с этим фактором, в первую очередь, связана отмечаемая пространственная неоднородность распределения участков высокого риска заражения в различных ландшафтных районах Республики Башкортостан. В частности, установлено, что наиболее высокая частота заражений отмечена в лесостепной зоне, на долю которой, пришлось 56,7 %, в пойменных биотопах – 24,3 % случаев заражения. В лесной зоне частота случаев заражения не превышает 16,1 %.

В результате на административной карте Республики Башкортостан отмечен каждый случай заболевания ГЛПС с 2009 по 2011 год с обозначением конкретного места заражения (населенный пункт), и определено среднее расстояние от него до ближайшего лесного массива или водоема. Всего в Республике Башкортостан в границах 54 административных районов насчитывается 4731 населенный пункт, каждый из которых был оценен по комплексу показателей. В итоге, получили средний показатель риска заражения ГЛПС на территории административного района. При этом установлено, что населенные пункты, в которых постоянно регистрируют случаи заражения ГЛПС, расположены в среднем в 2,5 раза ближе к лесным массивам и в 1,6 раза к воде, чем населенные пункты, в которых заболеваемость ГЛПС не зарегистрирована. В связи с тем, что в анализе ис-

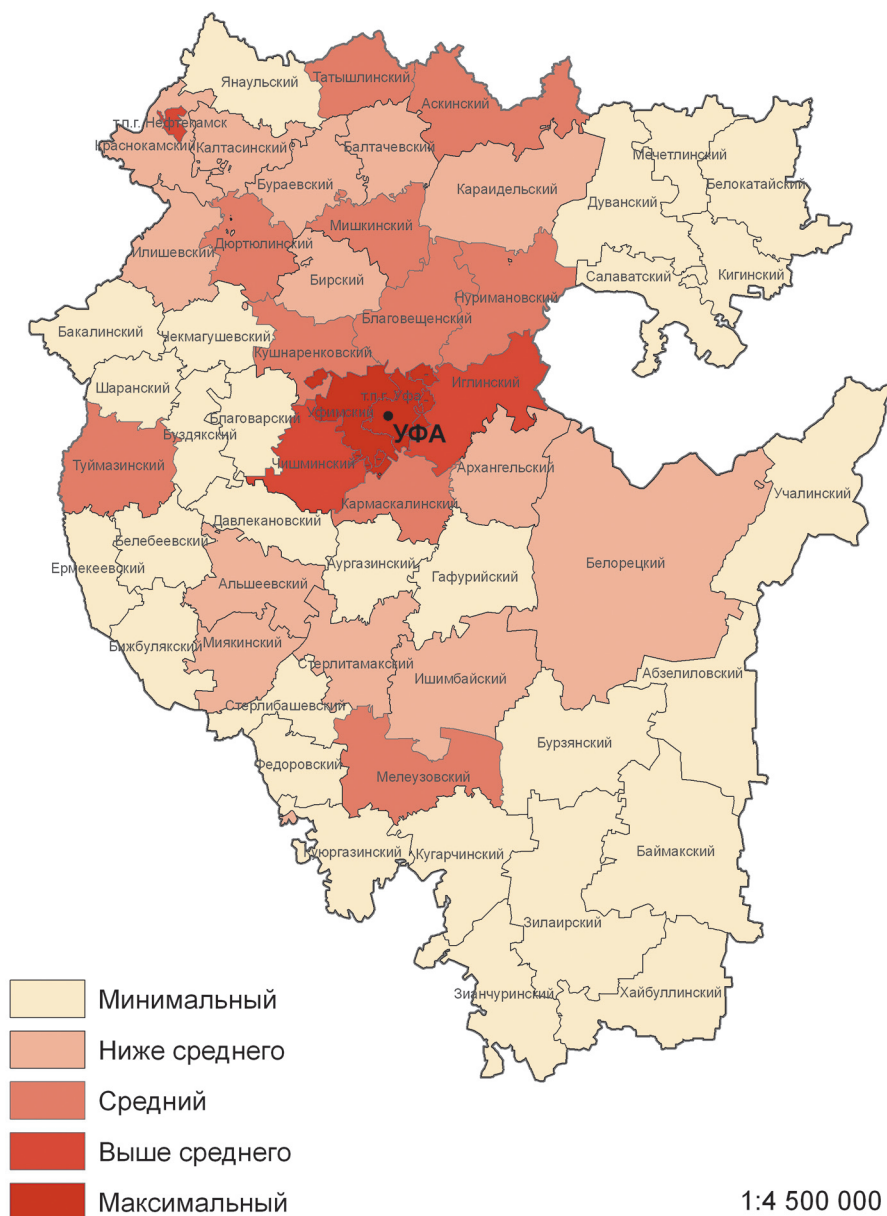


Рис. 2. Эпидемиологическое районирование Республики Башкортостан по величине эпидемиологического риска заражения ГЛПС

пользованы данные о месте регистрации больных, а не месте инфицирования, имело место системное завышение частоты эпидемических проявлений ГЛПС в крупных населенных пунктах. В этом плане весьма показательно, что в Уфе ежегодно регистрируют до 50 % всех случаев заражений ГЛПС на территории Республики Башкортостан. Однако фактическое число заражений непосредственно в Уфе значительно меньше. Полученные результаты позволили провести качественную оценку риска заражения ГЛПС в границах административных территорий Республики Башкортостан (рис. 2).

В заключение отметим, что в результате выполненной дифференциации эндемичных по ГЛПС территорий Республики Башкортостан по степени риска заражения открывается перспектива дальнейшего снижения уровня заболеваемости и повышения эффективности неспецифической профилактики. Полученные результаты служат научным обоснованием приоритетности финансирования профи-

лактических мероприятий в границах административных территорий, характеризующихся высокой степенью потенциальной эпидемической опасности. Полученные результаты ГИС-анализа также объективно свидетельствуют о перспективности внедрения в практику эпидемиологического надзора за ГЛПС геокодирования. При этом для получения более точных характеристик пространственной структуры природных очагов ГЛПС необходимо проводить и ГИС-анализ данных эпизоотологического обследования.

Дальнейшее применение ГИС-технологий для целей эпидемиологического мониторинга эндемичных по ГЛПС территорий Республики Башкортостан позволит создать единую картографическую основу, объединяющую результаты многолетних полевых и лабораторных исследований и материалов эпидемиологических ретроспективных реконструкций. Необходимо также усовершенствовать нормативную базу, регламентирующую методы дифференциации

очаговых территорий по степени потенциальной эпидемической опасности, краткосрочного и долгосрочного прогнозирования эпидемиологической обстановки, выбора сроков и определения объемов профилактических мероприятий в сезонном и многолетнем аспектах.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магазов Р.Ш., редактор. История изучения и современное состояние проблемы ГЛПС в Республике Башкортостан. Уфа: Гилем; 2006. 555 с.
2. Минин Г.Д., Коробов Л.И., Валеев В.Т., Рожкова Е.В. Организация неспецифической профилактики геморрагической лихорадки с почечным синдромом на эндемичной территории Республики Башкортостан. *Эпидемиол. и инф. бол.* 2013; 2:50–3.
3. Минин Г.Д., Коробов Л.И., Степаненко А.Г. Эпидемиология и эпизоотология хантавирусной инфекции ГЛПС в Башкортостане. В кн.: Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом: актуальные проблемы эпидемиологии, патогенеза, диагностики, лечения и профилактики. Уфа: Гилем; 2006. С. 16–36.
4. Мочалкин А.П., Аминов Д.Г., Баязитов У.Ш. Статистическая оценка связей между солнечной активностью, эпидемическим, эпизоотическим процессами при геморрагической лихорадке с почечным синдромом в природном очаге. *Дез. дело.* 2004; 4:63–6.
5. Мочалкин П.А., Рябов С.В., Мочалкин А.П., Шутова М.И., Матросов А.Н., Тарасов М.А. Неспецифическая профилактика геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Республике Башкирия. *Пробл. особо опасных инф.* 2009; 2(100):30–7.
6. Мочалкин П.А., Мочалкин А.П., Степанов Е.Г., Фарвазов Л.А., Попов Н.В. Оценка потенциальной эпидемической опасности сопряженных очагов ГЛПС в г. Уфе. *Пест-менеджмент.* 2014; 1:11–5.
7. Мясников Ю.А., редактор. Эпидемиологические типы заболеваемости ГЛПС в Башкирской АССР. Уфа; 1971. 620 с.
8. Онищенко Г.Г., Ежлова Е.Б. Эпидемиологический надзор и профилактика геморрагической лихорадки с почечным синдромом в РФ. *Эпидемиол. и инф. бол.* 2013; 4:23–32.
9. Плохинский Н.А. Биометрия. М.; 1970. 367 с.
10. Попов Н.В., Куклев Е.В., Кутырев В.В. Актуальные вопросы геоинформационного обеспечения мониторинга и прогнозирования эпизоотической активности природных очагов чумы и других зоонозных инфекций на территории Российской Федерации. *Пробл. особо опасных инф.* 2006; 2(92):28–30.
11. Попов Н.В., Топорков В.П., Сафронов В.А., Кузнецов А.А., Рябов С.В., Санджиев Д.Н. Современные направления снижения уровня заболеваемости природно-очаговыми инфекционными болезнями на территории Российской Федерации. *Эпидемиол. и инф. бол. Актуальные вопр.* 2013; 5:15–7.
12. Рябов С.В., Попов Н.В., Мочалкин П.А., Мочалкин А.П. К вопросу о прогнозировании заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом. *Дез. дело.* 2012; 1:35–41.
13. Такаев Р.М., Кучимова Н.А., Мавлютов О.М. Профилактика инфекционных заболеваний в Республике Башкортостан. *Дез. дело.* 2009; 3:37–9.

References

1. Magazov R.Sh., editor. [History of Investigation and Current State of HFRS Issue in the Republic of Bashkortostan]. Ufa: Gilem; 2006. 555 p.
2. Minin G.D., Korobov L.I., Valeev V.T., Rozhkova E.V. [Management of non-specific prophylaxis of hemorrhagic fever with renal syndrome in the endemic territory of the Republic of Bashkortostan]. *Epidemiol. Infek. Bol.* 2013; 2:50–3.
3. Minin G.D., Korobov L.I., Stepanenko A.G. [Epidemiology and epizootology of hantavirus infection, HFRS, in Bashkortostan]. In: [Hemorrhagic Fever with renal Syndrome: Topical Issues of Epidemiology, Pathogenesis, Diagnostics, Treatment, and Prophylaxis]. Ufa: Gilem; 2006. P. 16–36.
4. Mochalkin A.P., Aminov D.G., Bayazitov U.Sh. [Statistical analysis of a link between solar activity, epidemic and epizootic processes in case of hemorrhagic fever with renal syndrome in the natural focus]. *Dez. Delo.* 2004; 4:63–6.
5. Mochalkin P.A., Ryabov S.V., Mochalkin A.P., Shutova M.I., Matrosov A.N., Tarasov M.A. [Nonspecific prophylaxis of hemorrhagic fever with renal syndrome in the Republic of Bashkortostan]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 2010; 2(104):35–42.
6. Mochalkin P.A., Mochalkin A.P., Stepanov E.G., Farvazov L.A., Popov N.V. [Assessment of the potential epidemic hazard of associated HFRS foci in Ufa]. *Pest-Management.* 2014; 1:11–5.
7. Myasnikov Yu.A., editor. [Epidemiological Types of HFRS Morbidity in Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic]. Ufa; 1971. 620 p.
8. Onishchenko G.G., Ezhlova E.B. [Epidemiological monitoring and prophylaxis of hemorrhagic fever with renal syndrome in RF]. *Epidemiol. Infek. Bol.* 2013; 4:23–32.
9. Plokhinsky N.A. [Biometry]. M.; 1970. 367 p.
10. Popov N.V., Kouklev E.V., Kutuyev V.V. [Actual issues of geo-informational support to provide for monitoring and prognostication of epizootic activity in natural foci of plague and other zoonotic infections in the territory of the Russian Federation]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 2006; 2(92):28–30.
11. Popov N.V., Toporkov V.P., Safronov V.A., Kuznetsov A.A., Ryabov S.V., Sandzhiev D.N. [Current downward trends in the morbidity rates of natural-focal infections in the territory of the Russian Federation]. *Epidemiol. Infek. Bol. Aktual. Vopr.* 2013; 5:15–7.
12. Ryabov S.V., Popov N.V., Mochalkin P.A., Mochalkin A.P. [Forecasting of morbidity rates of hemorrhagic fever with renal syndrome]. *Dez. Delo.* 2012; 1:35–41.
13. Takaev R.M., Kuchimova N.A., Mavlyutov O.M. [Prophylaxis of infectious diseases in the Republic of Bashkortostan]. *Dez. Delo.* 2009; 3:37–9.

Authors:

Ivanova A.V., Safronov V.A., Popov N.V. Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe”. 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrapi@microbe.ru.

Stepanov E.G. Rospotrebnadzor Administration in the Republic of Bashkortostan. 58, R.Zorge St., Ufa, Russian Federation. E-mail: Stepanov_EG@02.rospotrebnadzor.ru.

Mochalkin P.A. Republican Center for Disinfection at the Ministry of Health of the Republic of Bashkortostan. 127/1, Mingazhaeva St., Ufa, Russian Federation. E-mail: dezufa@dez-ufa.ru.

Об авторах:

Иванова А.В., Сафронов В.А., Попов Н.В. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrapi@microbe.ru

Степанов Е.Г. Управление Роспотребнадзора по Республике Башкортостан. Российская Федерация, Уфа, ул. Р.Зорге, 58. E-mail: Stepanov_EG@02.rospotrebnadzor.ru

Мочалкин П.А. Республиканский центр дезинфекции МЗ Республики Башкортостан. Российская Федерация, Уфа, ул. Мингажаева, 127/1. E-mail: dezufa@dez-ufa.ru.

Поступила 04.02.15.