

А.П. Савченко¹, П.А. Савченко¹, И.А. Савченко¹, В.И. Емельянов¹, Н.В. Карпова¹,
А.В. Ляпунов², М.А. Хаснатинов², Г.А. Данчинова²

ВИДЫ ПТИЦ – ОСНОВНЫЕ НОСИТЕЛИ И ПЕРЕНОСЧИКИ ВИРУСОВ ГРИППА А В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

¹ ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия

² ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», Иркутск, Россия

Впервые проведено масштабное лабораторное исследование диких и синантропных птиц на наличие вирусов гриппа А (ВГА) на обширной территории Восточной Сибири (Красноярский край, Иркутская область, республики Тыва, Хакасия, Бурятия). Наряду с орнитологическими исследованиями, проведен сбор свыше 17 тыс. образцов проб для серологических, вирусологических и молекулярно-биологических исследований птиц 165 видов, по результатам которых составлен перечень видов птиц – переносчиков ВГА. Показано распространение и влияние ВГА на виды птиц различных экологических групп.

Ключевые слова: вирусы гриппа А (ВГА), диагностика вирусов гриппа, пролетные пути, миграции птиц, особо опасные патогены, эпизоотия, экологическая безопасность, носители и переносчики ВГА

BIRD SPECIES – MAIN CARRIERS OF INFLUENZA TYPE A VIRUS IN EASTERN SIBERIA

A.P. Savchenko¹, P.A. Savchenko¹, I.A. Savchenko¹, V.I. Emelyanov¹, N.V. Karpova¹,
A.V. Lyapunov², M.A. Khasnatinov², G.A. Danchinova²

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

² Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, Russia

The grand-scale laboratory investigation on finding influenza type A virus in wild and synanthropic birds on vast territories of Eastern Siberia was conducted for the first time. Alongside with the ornithological investigations, we also conducted collection of over 17,000 samples of laboratory investigations of 165 bird species. In the south of Central Siberia in 2006–2011, the antibodies to antihemagglutination were found in 484 samples, 179 out of which were from synanthropic birds. During the investigation of PCR of RNA avian influenza 167 samples were isolated, 17 (10,2 %) out of which were from synanthropic species. In 2014, antibodies were isolated from 30 species, RNA avian influenza were isolated from 26 species of the following bird orders: Podicipediformes – 3/1 (in hemagglutination-inhibition reaction/polymerase chain reaction) of species, Ciconiiformes – 0/1, Anseriformes – 12/10, Gruiformes – 1/1, Charadriiformes – 7/4, Passeriformes – 6/8. In the following years the participation in epizootic process of new species/subspecies were increased.

The maximum virus carriage (40.2 %) and birds infection takes place during the period from July 15 till August 28, which is characterized mainly by the presence of a large number of multipleaged young-of-the-year water fowls on the ponds and riparian vegetation. In the process of work, there was compiled not only the list of species/subspecies of avian influenza virus carriers and vectors, but also revealed their connection with wintering areas and the main location of the recombinant subtypes of highly pathogenic virus H5N1. The cases of virus spreading and its influence on the birds of various ecologic groups were described.

Key words: influenza type A virus, diagnosis of influenza virus, flyways, bird migration, highly dangerous pathogens, epizooty, environmental safety, carriers and transmitters of avian influenza virus

Грипп и острые респираторные вирусные инфекции, несмотря на определенные успехи в вакцино- и химиопрофилактике, остаются одной из самых актуальных медицинских и социально-экономических проблем не только в Российской Федерации, но и во всем мире. Чрезвычайная активность механизма передачи возбудителей при этих инфекциях обуславливает их повсеместное распространение и высокую интенсивность эпидемического процесса. Вирус способен вызвать тяжелые заболевания у людей. Традиционно принято считать, что природным резервуаром вирусов гриппа А (ВГА) являются птицы водно-околоводного комплекса, которым принадлежит основная роль в поддержании циркуляции вируса в диких биоценозах. Они с легкостью переносят его в кишечнике и выделяют в водную среду посредством фекально-оральной трансмиссии. Обширный ареал обитания этих птиц и слабовирулентная природа инфекции у них обеспечивают циркуляцию ВГА птиц

в природных условиях [2, 12]. В то же время известно, что вирусы гриппа не только широко распространены в природе, но и легко могут преодолевать межвидовые барьеры, проникая в популяции новых потенциальных хозяев. Особую опасность как для человека, так и сельскохозяйственных животных представляют высокопатогенные субтипы ВГА H5 и H7. Так, по данным службы ветеринарного надзора Республики Тыва [11], в пробах от птиц, взятых на оз. Убусу-Нур (Южная Тува) в 2015 г. ФГБУ «ВНИИЗЖ» (г. Владимир) выявлен ВГА субтипа H5N1. Правительством Республики Тыва с 15 июня 2015 г. в Овюрском районе введены ограничительные мероприятия с целью профилактики и предупреждения распространения инфекции.

Территориальные связи птиц Восточной Сибири обширны, а их миграционные пути простираются от Европы и Африки до Юго-Восточной Азии и Австралии. Наличие глобального птичьего «перекрестка»

создает реальные условия для заноса и распространения в регионе широкого спектра патогенов, экологически связанных с птицами. Выявление видов животных, которые служат основными носителями и переносчиками вирусов гриппа А – одна из основных задач профилактики распространения этого инфекционного заболевания. Иммунологический мониторинг, включающий серологическую диагностику, полезен не только для слежения за участием в эпизоотическом процессе птиц различных видов и экологических групп, определения роли «промежуточных видов», тесно контактирующих с хозяйствами по разведению домашней птицы, он важен также для разработки эффективного прогноза возникновения и вероятного сценария развития эпизоотии, основанных на знаниях о факторах и механизмах ее инициации. В конечном итоге, профилактика вероятностных осложнений должна быть основана на разработке и широком применении всего комплекса мер, препятствующих реассортации вирусов гриппа, в процессе которой могут появляться его варианты, передающиеся от человека к человеку [7].

Цель исследования заключалась в выявлении видов птиц, участвующих в распространении и интродукции ВГА в Восточной Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На юге Центральной Сибири регулярный отбор проб проводили в течение 2006–2010 гг., в формате биосъемки – в 2011–2014 гг. Всего в рамках программы профилактики распространения ВГА было обследовано 165 видов птиц. Сделан лабораторный анализ 12234 проб сывороток крови на наличие антител к ВГА на тест-системах РТГА. Из них 4288 проб было взято у представителей семейства врановых, что составило 35,1 % от общего числа птиц. Для выявления заражения и идентификации РНК-генома исследованы 3334 пробы биоматериала и клоакальных смывов в ПЦР, из которых врановые составили 355 проб, или 10,6 %. Отбор проб проводили в 5 группах районов Красноярского края (Южной, Ачинской, Центральной, Канской и Енисейской), на территории Республики Хакасия и в небольшом объеме – в Республике Тыва.

Практически в эти же сроки (2007–2012 гг.) были проведены вирусологические, серологические и молекулярно-биологические исследования образцов клоакальных смывов и органов (легкое, трахея, печень) почти от 1,5 тыс. птиц водного, околородного и синантропного комплексов Прибайкалья из зоны затопления ложа Богучанской ГЭС в Усть-Илимском районе и островов Малого моря в Ольхонском районе Иркутской области, а также дельты р. Селенга в Кабанском районе и Койморских болот в Тункинском районе Республики Бурятия для определения их роли в носительстве и распространении ВГА.

Для взятия биологического материала применяли метод отлова и избирательного отстрела диких и синантропных птиц: на первом этапе – в основном массовых видов, на втором – только видов, имеющих высокий индекс эпизоотической опасности. Материал отбирался с соблюдением действующих правил и инструкций Минсельхоз РФ [4].

Лабораторные работы выполнены в вирусологическом отделе специализированного ветеринарного учреждения КГБУ «Краевая ветеринарная лаборатория» и в лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (г. Иркутск). Часть проб передавали для дальнейшего субтипирования по подтипам гемагглютинаина и нейраминидазы в научно-методический Центр по референс-диагностике и изучению высокопатогенных штаммов вируса гриппа на базе ФГУН ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» (г. Новосибирск) и ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (г. Владимир).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На юге Центральной Сибири за период 2006–2011 гг. антитела к гемагглютинином подтипа Н5, Н7 обнаружены в 484 пробах, из которых 179 – от синантропных птиц, что составило 36,9 % от общего числа положительных проб. При обследовании в полимеразной цепной реакции РНК ВГА субтипов Н5 и Н7 на территории Красноярского края выделена в 167 пробах, из которых 17 (10,2 %) – от синантропных видов. До 2007 г. вирусы со всеми известными сочетаниями поверхностных белков выделялись в основном от диких водоплавающих и околородных птиц. В 2014 г. на юге Центральной Сибири антитела, специфичные к ВГА серотипа Н5, выделены у 30, а РНК ВГА субтипов Н5 и Н7 – у 26 видов диких птиц, следующих отрядов: Podicipediformes – 3/1 (в РТГА/ПЦР) вида, Ciconiiformes – 0/1, Anseriformes – 12/10, Gruiformes – 1/1, Charadriiformes – 7/4, Passeriformes – 6/8.

Практика эпизоотических исследований диких птиц показывает, что в местах циркуляции вирусов болезни Ньюкасла и особенно в случаях, сопровождаемых падежом, у части видов отмечается инфицированность ВГА. По нашим данным, фактическая степень параллелизма по этим заболеваниям достаточно высока ($r_s = 0,81$ при $p < 0,001$) и должна учитываться при оценке орнитологической обстановки в местах распространения ВГА.

Поэтому составленный перечень видов птиц включает как переносчиков ВГА, так и болезни Ньюкасла (табл. 1). В перечень вошли виды, которые определены в качестве основных объектов мониторинга в Красноярском крае, Республиках Тыва и Хакасия. Он включает 47 видов, из них у 38 видов выделялась РНК ВГА субтипов Н5 и Н7 либо антитела к данному вирусу, а у 9 – к болезни Ньюкасла (табл. 1).

Усредненная доля иммунных птиц к ВГА субтипов Н5 и Н7 по региону, рассчитанная по индикаторным видам, варьировала от 2,2 % (у *Aythya fuligula*) до 16,1 % (у *Corvus frugilegus*). Инфицированность в 2008 и 2010 гг. изменялась следующим образом: *Anas platyrhynchos* – 10,1–7,4 %, *A. crecca* – 19,6–8,4 %, *A. clypeata* – 15,0–5,5 %, *A. querquedula* – 5,6–7,1 %, *A. acuta* – 10,0–3,6 %, *Aythya ferina* – 46,2–21,4 %, *Aythya fuligula* – 11,1–0 %, *Fulica atra* – 18,0–8,8 %, *Larus canus heinei* – 20,7–12,5 %. Однако на отдельных водоемах Ачинской (оз. Интиколь) и Минусинской (оз. Тагарское) групп районов Красноярского края инфицированность отдельных видов достигала: у *Anas platyrhynchos* – 16,7–42,0 %,

Таблица 1

Перечень видов птиц, переносчиков ВГА и болезни Ньюкасла, которые определены в качестве основных объектов наблюдения в Красноярском крае, республиках Тыва и Хакасия

№ п.п.	Вид	Основание*	Место отбора проб	Год
	область/подобласть зимовки			
1	2	3	4	5
Отряд Поганкообразные – Podicipediformes				
1.	Чомга <i>Podiceps cristatus cristatus</i> L.	(++)	Республика Тыва	2006–2009
		+	Красноярский край	
		++	Красноярский край	2006–2008
	7.3, 9, 11.2	¥		
2.	Поганка красношейная <i>Podiceps auritus</i> (L.)	+	Красноярский край	2006
	6.1 (?), 11.2			
3.	Поганка черношейная <i>Podiceps nigricollis nigricollis</i> C.L. Brehm	+	Красноярский край	2006
	7.2, 7.3 (?), 11.2			
Отряд Веслоногие – Phalacrocoracidae				
4.	Большой баклан <i>Phalacrocorax carbo</i> (L.)	(++)	Республика Тыва	2006–2008
		(Н)	Красноярский край	2010
	7.2, 7.3 (?), 11.2	¥		
Отряд Голенастые – Ciconiiformes				
5.	Серая цапля <i>Ardea cinerea</i> L.	++	Красноярский край	2008
	4, 7.3, 7.4, 8.2(?)			
Отряд Гусеобразные – Anseriformes				
6.	Лебедь-кликун <i>Cygnus cygnus</i> (L.)	(++)	Республика Тыва	2006–2008
	6.1, 6.2, 7.3, 11.1, 11.2	¥		
7.	Белолобый гусь <i>Anser albifrons</i> (Scop.)	(Н)	Красноярский край	2010
	11.1, 11.2			
8.	Гуменник <i>Anser fabalis middendorffii</i> Sev.	+	Красноярский край	2007
	8.1, 10.2, 11.1, 11.2			
	<i>Anser fabalis rossicus</i> But.	(+)	Красноярский край	2008
		(Н)	Красноярский край	2010
1, 2.1, 2.2, 11.1	¥ <			
9.	Огарь <i>Tadorna ferruginea</i> (Pall.)	(+)	Красноярский край	2008
		++	Республика Тыва	2009
	3.2, 7, 8.2, 9	+ (Н)	Красноярский край	2010
10.	Кряква <i>Anas platyrhynchos</i> L.	+	Красноярский край	2006–2010
		(+) (++)	Красноярский край	2008–2010
		(Н)	Красноярский край	2010
	6.1, 7.2, 8.2, 8.3, 8.4, 10	¥		
11.	Чирок-свистун <i>Anas crecca</i> L.	(+)	Красноярский край	2006–2008, 2010
		+	Республика Хакасия	2007
		(++)	Красноярский край	2008, 2010
		++	Красноярский край	2009
		(Н)	Красноярский край	2010
		6.1, 7.2, 8.2	¥	

1	2	3	4	5
12.	Серая утка <i>Anas strepera</i> L.	(+) (++) (Н)	Красноярский край Красноярский край	2008 2010
	7.2, 8.2	¥		
13.	Свиязь <i>Anas penelope</i> L.	ё(+) + ++ (Н)	Красноярский край Красноярский край Красноярский край Красноярский край	2006 2010 2010 2010
	1, 6.1, 7.2, 7.3	¥		
14.	Шилохвость <i>Anas acuta</i> L.	(+) (++) (Н) (Н)	Красноярский край Красноярский край Красноярский край Республика Хакасия	2007-2010 2008, 2010 2010 2010
	5.1, 7.2, 7.3	¥		
15.	Чирок-трескунок <i>Anas querquedula</i> L.	(+) + ++ * (Н)	Красноярский край Красноярский край Красноярский край Красноярский край Республика Хакасия	2006, 2007, 2010 2008 2008, 2010 2010
	1, 2.1, 6.1, 7.2, 10.2	¥		2010
16.	Широконоска <i>Anas clypeata</i> L.	(+) (++) (Н)	Красноярский край Красноярский край Красноярский край	2006–2010 2008–2010 2010
	6.1, 7.2, 7.3, 8.2, 9	¥		
17.	Красноголовая чернеть <i>Aythya ferina</i> (L.)	(++) (+) (++)	Республика Тыва, Красноярский край Красноярский край	2006–2007 2006–2009 2008, 2010
	2.1, 2.2, 6.1, 7.2, 10.2	¥		
18.	Красноносый нырок <i>Netta rufina</i> (Pall.)	++	Республика Тыва	2006–2008
	7.3, 8.2, 9	¥		
19.	Хохлатая чернеть <i>Aythya fuligula</i> (L.)	(+) + ++ (Н)	Красноярский край Красноярский край Красноярский край Красноярский край	2007 2010 2008 2010
	1, 2, 6.1, 7.2, 7.3	¥		
20.	Обыкновенный гоголь <i>Vulpes clangula</i> L.	(Н)	Красноярский край	2010
	6.1, 7.1, 7.2 (?), 8.2, 8.3, 8.4, 10.2 (?), 11.2			
21.	Крохаль большой <i>Mergus merganser</i> L.	+ (+) (Н)	Красноярский край Красноярский край Красноярский край	2006 2008 2010
	6, 8.2, 8.3, 8.4, 10, 11			
Отряд Курообразные – Galliformes				
22.	Тетерев <i>Lyrurus tetrix</i> L.	(Н)	Красноярский край	2010
	Nir			
23.	Глухарь <i>Tetrao urogallus</i> L.	(Н)	Красноярский край	2010
	Nir			

1	2	3	4	5
24.	Рябчик <i>Tetrastes bonasia</i> L.	(+) (++) (Н)	Красноярский край	2010
	As	¥ <		
Отряд Журавлеобразные – Gruiformes				
25.	Лысуха <i>Fulica atra</i> L.	(++) (+) (++) (Н)	Республика Тыва, Красноярский край Красноярский край Красноярский край	2006–2007 2006–2008, 2010 2008, 2010 2010
	3.2, 6.1, 7, 11.2, 12	¥		
Отряд Ржанкообразные – Charadriiformes				
26.	Чибис <i>Vanellus vanellus</i> (L.)	+ (++) (Н)	Красноярский край Красноярский край Красноярский край	2006, 2010 2008 2010
	1, 3.2, 7.1, 7.2	¥		
27.	Травник <i>Tringa totanus ussuriensis</i> But.	(Н)	Красноярский край	2010
	7.1, 7.3, 7.4	¥ <		
28.	Щеголь <i>Tringa erythropus</i> Pall.	(Н)	Красноярский край	2010
	7.2, 7.3			
29.	Турухтан <i>Philomachus pugnax</i> (L.)	+ ++ (Н)	Красноярский край Красноярский край Красноярский край	2010 2008 2010
	2.1, 2.2, 4.2, 4.3, 5, 7.2	¥		
30.	Бекас <i>Gallinago gallinago</i> (L.)	+ ++	Республика Хакасия Красноярский край	2006 2009
	7, 8.2, 11.2	¥		
31.	Чайка озерная <i>Larus ridibundus</i> L.	+ ++	Красноярский край Красноярский край	2006 2008
	3.2, 4.3, 7, 11.2	¥ <		
32.	Чайка сизая <i>Larus canus heinei</i> Hom.	(+) (++) ++	Красноярский край Красноярский край Красноярский край	2006, 2008, 2010 2008 2010
	3.2, 7.1, 11.1	¥		
33.	Серебристая чайка <i>Larus argentatus mongolicus</i> Sush.	+ (++)	Республика Тыва Иркутская область*	2007 2008
	10.1, 11			
	<i>Larus argentatuscachinnans</i> Pall.	+ (+)	Республика Хакасия Красноярский край	2007 2009
34.	Речная крачка <i>Sterna hirundo</i> L.	+ (Н)	Красноярский край Красноярский край	2010 2010
	9, 12	¥ <		
Отряд Голубеобразные – Columbiformes				
35.	Сизый голубь <i>Columba livia</i> Gm.	(Н)	Красноярский край	2010
	Nir	¥		
Отряд Воробьинообразные – Passeriformes				
36.	Бледная ласточка <i>Riparia diluta</i> (Sharpe et Wyatt)	(+) (++)	Красноярский край Красноярский край	2006–2007 2008
	7.3			

1	2	3	4	5
37.	Желтая трясогузка <i>Motacilla flava beema</i> Sykes	++	Красноярский край	2008
	7.3	¥		
38.	Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris poltaratskyi</i> Finsch	++	Красноярский край	2008
	8.2, 7.2, 7.3	++	Республика Хакасия	2008
39.	Сорока <i>Pica pica bactriana</i> Bonap.	(+)	Красноярский край	2008, 2010
	As	(++)	Красноярский край	2010
40.	Грач <i>Corvus frugilegus frugilegus</i> L.	(+)	Красноярский край	2009, 2010
	6.1, 6.2, 7.2, 7.3, 8.2	(#)	Красноярский край	2010
	<i>Corvus frugilegus pastinator</i> Gould.	(+)	Республика	2007
	8.4, 11.1, 11.2	(#)	Хакасия	2010
41.	Серая ворона <i>Corvus cornix sharpii</i> Oates	(+)	Красноярский край	2008
	6.2, 7.2(?), 8.2	(#)	Красноярский край	2010
42.	Обыкновенная галка <i>Corvus monedula</i> (L.)	(+)	Красноярский край	2007, 2008
	6.2, 7.2, 8.2	(#)	Красноярский край	2010
43.	Черная ворона <i>Corvus corone orientalis</i> Evers.	(#)	Республика Хакасия	2010
		(+)	Красноярский край	2007–2010
		(++)	Красноярский край	2008–2010
		(#)	Красноярский край	2009–2010
		++	Иркутская область	
6.2, 8.3, 8.4	¥			
44.	Ворон <i>Corvus corax corax</i> L.	(+)	Красноярский край	2008, 2010
	Nir	(#)	Красноярский край*	2010
45.	Сойка <i>Garrulus glandarius</i> L.	(#)	Красноярский край	2009
	Nir			
46.	Индийская камышевка <i>Acrocephalus agricola brevipennis</i> Sev.	++	Республика Хакасия	2008
	7.3			
47.	Полевой воробей <i>Passer montanus montanus</i> L.	++	Республика Хакасия	2008
	Nir, 8.3, 8.4	(#)	Красноярский край	2010
		¥ <		

Примечания. * – основание для включения в перечень: (++) – выделена РНК ВГА, в т. ч. субтипа H5; (+) – выделены антитела к ВГА субтипов H5, H7; (#) – выделены антитела к вирусу б. Ньюкасла; ¥ – падеж птиц; ¥ < – падеж не установлен, но отмечалось значительное сокращение численности вида; в скобках – две и более проб, без скобок – одна проба; Nir – совершающие нерегулярные кочевки; As – оседлые; *на границе Иркутской области и Красноярского края; миграционные участки области/подобласти зимовок по А.П. Савченко, П.А. Савченко [6].

A. crecca – 37,5–60,0 %, *A. clypeata* – 22,2–50,0 %, *A. querquedula* – 20,0 %, *Aythya ferina* – 46,2 %, *Larus canus heinei* – 44,4–65,3 %, *Fulica atra* – 14,3–28,6 %.

Считается установленным, что проникновение высоковирулентного ВГА субтипа H5N1 (НА-генотипа 2.2, получившего название «Цинхай-Сибирский генотип») в популяции диких и домашних птиц Северной Евразии произошло во время весенних миграций

диких птиц с оз. Кукунор в северо-западной провинции Цинхай КНР [8, 14]. Дальнейшая циркуляция вируса птиц Цинхай-Сибирского генотипа в западном секторе Северной Евразии сопровождалась его дивергенцией на две генетические подгруппы: «Тувинско-Сибирская» и «Ирано-Северо-кавказская».

Поэтому в процессе выполнения работ нами не только уточнен перечень видов/подвидов (носителей

и переносчиков ВГА), но и выявлена их связь с областями зимовок и основными местами возникновения рекомбинантных субтипов высокопатогенного вируса H5N1. Для прогнозных оценок вероятностного сценария заноса и распространения птицами ВГА в Северной Евразии представляется чрезвычайно важным разделение их на две группы: зимующие и мигрирующие в западном секторе Северной Евразии и зимующие и мигрирующие в восточном секторе Северной Евразии.

С Казахстано-центральносибирским и Убсунуротаримским миграционными путями (западный сектор Северной Евразии) связаны: *Ardea cinerea*, *Anas platyrhynchos*, *Anas crecca*, *Anas strepera*, *Anas penelope*, *Anas acuta*, *Anas clypeata*, *Aythya ferina*, *Aythya fuligula*, *Fulica atra*, *Vanellus vanellus*, *Tringa totanus*, *Tringa erythropus*, *Philomachus pugnax*, *Larus ridibundus*, *Larus canus heinei*, *Larus argentatus cachinnans*, *Riparia diluta*, *Motacilla flava bema*, *Sturnus vulgaris poltaratskyi*, *Corvus frugilegus frugilegus*, *Corvus monedula*, *Corvus corone orientalis*, *Acrocephalus agricola brevipennis*; с Убсунуро-гобийско-цинхайским и Восточно-тувинохубсугульско-китайским (восточный сектор Северной Евразии) – *Podiceps cristatus cristatus*, *Podiceps auritus*, *Podiceps nigricollis nigricollis*, *Phalacrocorax carbo*, *Cygnus cygnus*, *Anser fabalis middendorffii*, *Anser fabalis rossicus*, *Tadorna ferruginea*, *Anas platyrhynchos*, *Anas querquedula*, *Anas clypeata*, *Aythya ferina*, *Netta rufina*, *Mergus merganser*, *Gallinago gallinago*, *Larus argentatus mongolicus*, *Sterna hirundo*, *Corvus frugilegus pastinator*.

У части видов (*Anas platyrhynchos*, *Anas clypeata*, *Aythya ferina*) на юге Центральной Сибири проходит зона интерградации субпопуляций, которые имеют зимовки в разных частях Евразийского континента, поэтому они включены в оба списка, и их территориальная дифференциация на данном этапе исследования оказалась проблематичной.

Анализ динамики выделения положительных проб на фоне изменения орнитологической обстановки в регионе наглядно отражает эпизоотический (2006–2008 гг.) и постэпизоотический (2009–2011 гг.) периоды. В 2006–2008 гг. происходил постепенный рост доли иммунных птиц при скачкообразном увеличении инфицированных с 1,1 % в 2007 г. до 11,4 % в 2008 г. Следующий важный вывод, который вытекает из проведенного нами анализа, заключается в том, что в период весенней миграции водоплавающих птиц, которых принято считать основными переносчиками ВГА, доля положительных проб, содержащих РНК ВГА субтипов H5 на юге Центральной Сибири, не превышала 3,2 % от их общего числа.

Максимальное вирусоносительство (40,2 %) и инфицирование птиц приходится на период с 15 июля по 28 августа, который характеризуется, прежде всего, присутствием на водоемах степи и лесостепи большого количества разновозрастных сеголетков водоплавающих и околоводных птиц. В период миграций на водоемах степи и лесостепи в зарослях тростника ночуют трясогузки *M. flava* и *M. citreola*, скворцы *S. vulgaris*, бледные ласточки *R. diluta*, над водой кормятся деревенские ласточки *H. rustica*, в прибрежной зоне держатся коньки *Anthus*, подорожники *Calcarius lapponicus*. Практически на

всех водоемах с вылетом молодняка присутствуют такие синантропные птицы, как вороны, сороки, а в условиях селитебного ландшафта – и сизые голуби.

Фактически эти виды воробьиных птиц сутками, чайками и куликами образуют один биотический комплекс. Синантропные птицы, активно посещающие прибрежные зоны водоемов и выступающие в роли переносчика ВГА, безусловно, представляют серьезную угрозу возможного заноса возбудителя на домашних птиц. У синантропных видов антитела появились позднее, но рост иммунитета характеризовался большей напряженностью.

До недавнего времени вирусы со всеми известными сочетаниями поверхностных белков выделяли только от диких птиц водного и околоводного комплексов. Так, в период эпизоотии на юге Западной Сибири среди птиц синантропных видов в 2005–2006 гг. случаев выделения высокопатогенного вируса гриппа H5N1 не выявлено, что указывает, по мнению некоторых ученых [9, 10], на их незначительную роль в распространении и циркуляции вируса гриппа данного субтипа во время этой эпизоотии.

Однако экологические особенности распространения инфекции в северной части Кубано-Приазовской низменности в декабре 2007 г., напротив, заключались в активном вовлечении в эпизоотический процесс диких птиц наземного комплекса – грачей *Corvus frugilegus*, ворон *Corvus corone*, голубей *Columba livia*, воробьев *Passer montanus* и скворцов *Sturnus vulgaris*, которые в больших количествах скапливаются в окрестностях населенных пунктов и птицефабрик в осенне-зимний период, во время сезонных кочевок [8, 14].

На территории юга Центральной Сибири в 2007 г. иммунная прослойка среди воробьиных возросла, при этом заметно увеличилось участие в эпизоотическом процессе представителей семейства врановых. Несмотря на отсутствие заметного падежа птиц, в 2006–2008 гг. в Красноярском крае, обилие именно этой доминантной группы сократилось за указанный период по отдельным видам в 3, 10 и более раз.

В целом, за некоторыми исключениями, выделение в пробах РНК вируса происходило при снижении напряженности иммунитета. В сравнении с 2006 г. заметно увеличилось участие в эпизоотическом процессе ранее не отмечаемых в регионе видов/подвидов. Так, в 2008 г. РНК ВГА-серотипа H5 была выделена в пробах от *Ph. pugnax*, *Acrocephalus agricola brevipennis*, *M. flava beema*, *S. vulgaris* и *Passer m. montanus*.

Сопряженность между выделением антител и РНК ВГА субтипа H5 в 2008–2010 гг. была достаточно высокой ($r_s = 0,63$ при $p < 0,001$), поэтому выделение РНК вирусов гриппа птиц у таких видов как, например, *Riparia diluta*, *Corvus frugilegus pastinator*, *Corvus frugilegus frugilegus* и *Corvus corone orientalis* было предсказуемым и ожидаемым. В 2008 г. на *Riparia diluta* пришлось более 12 % всех проб, содержащих РНК ВГА-субтипа H5.

В 2006 г. среди видов с высокой долей положительно реагирующих в РТГА выделялись *Fulica atra* (23,5 %) и *Larus ridibundus* (10,0 %), в группу лидеров вошли также *Anas querquedula* – 5,8 %, *Anas clypeata* – 4,7 %, *Anas crecca* – 4,3 % и *Larus canus heinei* – 4,2 % (в

последующие годы у всех перечисленных видов была выделена РНК ВГА субтипов Н5, а у части птиц – и Н7). Этим птиц кроме широкого распространения объединяют: высокая плотность поселений (например, колоннальность чайковых), поздние сроки гнездования и массовое появление птенцов во второй половине июня – начале июля. Несколько особняком в этом ряду стоит *Anas crecca*, прилет которого происходит раньше, но для вида в целом характерен растянутый период размножения из-за пересыхания небольших водоемов, гибели части гнезд и наличия повторных кладок.

На ключевую роль хохлатой чернети, большого крохалея, кряквы, огаря, красноголового нырка, чирка-свистунка и широконоски как основных хозяев ВГА в Центральной Азии указывают также В.Ю. Марченко, К.А. Шаршов, А.М. Шестопалов [3]. От воробьиных выделяли как низкопатогенные варианты, так и высокопатогенные ВГА субтипа Н5Н1, но поскольку дальнейшего распространения вирусов гриппа не описано, указанные авторы, предполагают, что данные виды, скорее всего, являются эволюционным тупиком в распространении вируса гриппа. Тем не менее широкий круг видов птиц, поддерживающих циркуляцию вируса гриппа, позволяет ему существовать и эффективно распространяться среди отрядов и видов восприимчивых хозяев.

Если представители поганкообразных и гусеобразных экологически в значительной степени (речные утки) или абсолютно (нырковые утки, лысуха) связаны с водоемами, то ржанкообразные (чайки, чибисы), особенно в постгнездовой период, часть времени проводят вне их, нередко в антропогенном или селитебном ландшафте, являясь своего рода мостом распространения ВГА между различными средами.

Синантропные птицы, активно посещающие прибрежные зоны таких водоемов и выступающие в роли переносчика ВГА, безусловно, представляют серьезную угрозу возможного заноса возбудителя на домашних животных. Например, в 2007 г. на территории Рыбинского района Красноярского края (Канский миг. суб) в РТГА реагировало 11,7 % грачей, которых обследовали на территории, прилегающей к Налобинской птицефабрике, а в 2008 г. там была выделена РНК ВГА субтипа Н5 в пробах от *Corvus corone* (25.06) и *Corvus frugilegus* (22.06).

Хотя среди птиц, участвующих в эпизоотическом процессе ВГА субтипов Н5 и Н7, абсолютно преобладают виды, экологически связанные с водоемами, прямой контакт утиных с типично лесными видами может также приводить к их инфицированию. Так, взятие проб у рябчиков *Tetrastes bonasia*, обитающих у лесовозных дорог Обь-Енисейского междуречья, прокладка которых сопровождается водоотводными котлованами с активно заселяющимися чирками, выявило в 2010 г. наличие как антител (15 % от общего числа проб), так РНК ВГА субтипа Н5 у 5,7 % птиц.

Серьезную обеспокоенность вызывает выделение в Красноярском крае РНК ВГА субтипа Н5 у полевого воробья. Сообщение о высоком проценте заражения подтипом гриппа Н5Н1 полевых воробьев в других регионах уже было в печати [13]. Оседлые или совершающие незначительные по протяженности кочевки

воробьиные могут рассматриваться как долговременный резервуар вирусов гриппа в природе [5]. Ретроспективные серологические обследования дальних мигрантов воробьинообразных (ласточек, славковых, мухоловковых, вьюрковых) показали, что они заражаются гриппом в гнездовом ареале, а во время осенней миграции разносят вирус в места зимовок – Африку до Гвинеи и Кении, Южную Азию и Индию [1].

Вирусносительство, отмечаемое не только у уток, дает основание предполагать, что данный тип вируса гриппа птиц (Н5Н1) находит нишу для перехода на новые виды, которые становятся скрытыми вирусносителями, без проявления клинических признаков. Нельзя исключать возможные дальнейшие изменения вирулентности и появления новых вариантов вируса. Из поганок на степных водоемах особую эпизоотическую опасность представляет чомга *Podiceps cristatus*. В сравнении с учетами 2006–2009 гг. произошло почти двукратное уменьшение ее численности. Среди субдоминантной группы (по числу положительных проб – 36,8 %) выделяется лысуха *Fulica atra*. Начиная с 2006 г., ее численность практически повсеместно сократилась более чем в 6 раз. На фоне небольшой прослойки иммунных птиц именно в эти годы произошло резкое и значительное сокращение численности и других ранее обычных (гуменник *Anser fabalis rossicus*, огарь *Tadorna ferruginea*, травник *Tringa tetanus ussuriensis*, речная крачка *Sterna hirundo*) и даже многочисленных видов водоплавающих и околоводных птиц: кряквы *A. platyrhynchos*, чирка-свистунка *A. crecca*, широконоски *A. clypeata*, красноголовой чернети *Aythya ferina*, озерной *Larus ridibundus* и сизой *Larus canus heinei* чаек, бекаса *Gallinago gallinago*, дубровника *Emberiza auriole* и др.

В ходе проведения цикла работ в Прибайкалье получены сведения, доказывающие наличие у птиц постоянной активной циркуляции ВГА с различной антигенной формулой (Н0Н1, Нsw1Н1, Н3Н2, Н5Н1, Н1Н1, Н2Н2), в том числе высокопатогенных вирусов Н5Н1. Самый широкий спектр ВГА обнаружен на Малом море, где в период весенней миграции у серебристых чаек, обитающих на плотно заселенном о. Большой Тойник, выявлено присутствие 4 типов ВГА (из 6 обследованных). Не менее трех разновидностей ВГА встречается и в других обследованных точках – в Богучанах, Тунке и на Селенге. Также показана быстрая смена существующих субтипов ВГА и возможность вовлечения их в эпидемический и эпизоотический процессы. Так, если в 2007 г. по результатам РТГА в исследуемых образцах, доминировали пробы, реагирующие с антисыворотками к ВГА: Н5Н1; Нsw1Н1; Н0Н1, то в 2008 г. преобладали пробы, реагирующие с антисыворотками к вирусам гриппа Н3Н2 – 22 %, Н1Н1 – 25 %. Кроме того, встречались вирусы, обнаруженные впервые в 2007 г.: Н0Н1 и Нsw1Н1 – по 5,6 %, а также Н2Н2 – 8,3 %. Ни одна из исследуемых проб не реагировала с антисыворотками к ВГА Н5Н1. Вывод о наличии высокопатогенных вирусов Н5Н1 получил подтверждение в ходе дальнейших исследований в 2008 г. при находках антител к ВГА в сыворотках крови чайковых птиц. Заслуживают большого научного и практического внимания факты обнаружения РНК

ВГА типа H7 у двух серебристых чаек, черноголового чекана и обыкновенного бекаса. Птицы были добыты на территории Красноярского края, у о. Кеуль и в Тункинском национальном парке.

Анализ полученных изолятов и РНК ВГА позволил включить в список птиц – носителей и переносчиков вируса (одного или нескольких субтипов) 39 видов: большой баклан *Phalacrocorax carbo*, серая цапля *Ardea cinerea*, крякva *Anas platyrhynchos*, чирок-свистунок *Anas crecca*, касатка *Anas falcata*, серая утка *Anas strepera*, свиязь *Anas penelope*, шилохвость *Anas acuta*, чирок-трескун *Anas querquedula*, широконоска *Anas clypeata*, красноглазая чернеть *Aythya ferina*, хохлатая чернеть *Aythya fuligula*, гоголь *Bucephala clangula*, крохаль *Mergus merganser*, рябчик *Tetrastes bonasia*, бородатая куропатка *Perdix dauurica*, погоньш-крошка *Porzana pusilla*, лысуха *Fulica atra*, черныш *Tringa ochropus*, фифи *Tringa glareola*, большой улит *Tringa nebularia*, щеголь *Tringa erythropus*, бекас обыкновенный *Gallinago gallinago*, лесной дупель *Gallinago megala*, серебристая чайка *Larus argentatus mongolicus*, сизая чайка *Larus canus*, пятнистый конек *Anthus hodgsoni*, кедровка *Nucifraga caryocatactes*, черная ворона *Corvus corone*, ворон *Corvus corax*, сойка *Garrulus glandarius*, пеночка-теньковка *Phylloscopus collybita*, пеночка-таловка *Phylloscopus borealis*, чекан черноголовый *Saxicola torquata*, дрозд-белобровик *Turdus iliacus*, пухляк *Parus montanus*, обыкновенный поползень *Sitta europaea*, длиннохвостый снегирь *Uragus sibiricus*, белошапочная овсянка *Emberiza leucocephala*.

Можно предположить возможность инфицирования сибирских птиц различными серотипами ВГА, не только на зимовках, путях пролета, но и в местах гнездования на обширной территории Восточной Сибири. В популяциях водно-болотных и других птиц, биоценологически связанных с ними и водоемами, формирование генетических подгрупп ВГА обусловлено асимметрией условий циркуляции вируса во время зимовочного и гнездового периодов [8, 14]. На зимовках формируются предельно высокие концентрации птиц с максимально высоким уровнем коллективного иммунитета, что стимулирует вирус к интенсивному генетическому дрейфу. Однако новые вирусные варианты амплифицируются после появления неиммунных птенцов в летний период.

Встречаемость разновидностей ВГА у разных видов птиц с различным характером пребывания на конкретной территории, их географическое распространение по региону чрезвычайно интересны и будут обсуждаться в следующем обзоре.

Часть исследований выполнена при поддержке грантов РФФИ №15-34-50428/15 и № 15-34-50464/15.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Джавадов Э.Д., Амдий Э.М., Борисенко С.В., Самсueva Г.Н. и др. Воробьиные как резервуар вирусов гриппа А // Птицеводство. – 2007. – № 5. – С. 21.
Javadov ED, Amdiy EM, Borisenko SV, Samsueva GN et al. (2007). Sparrow as a reservoir of influenza A viruses [Vorob'inye kak rezervuar virusov grippa A]. *Ptitsevodstvo*, 5, 21.
2. Львов Д.К., Щелканов М.Ю., Дерябин П.Г. Распространение высоковирулентного вируса гриппа А субтипа H5N1 на территории Северной Евразии: данные 2008 г. // Проблемы совершенствования межгосударственного взаимодействия в подготовке к пандемии гриппа: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: ЦЭРИС. – 2008. – С. 39–41.
Lvov DK, Shchelkanov MY, Deryabin PG (2008). Distribution of highly virulent influenza A virus subtype H5N1 in North Eurasia: situation in 2008 [Rasprostraneniye vysokovirulentnogo virusa grippa A subtipa H5N1 na territorii Severnoi Evrazii: dannyye 2008g]. *Problemy sovershenstvovaniya mezhgosudarstvennogo vzaimodeystviya v podgotovke k pandemii grippa: materialy mezhdunar. nauchno-prakticheskoi konf.*, 39-41.
3. Марченко В.Ю., Шаршов К.А., Шестопалов А.М. Экология вирусов гриппа А в популяциях диких птиц Центральной Азии // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – № 5 (87), Ч. 1. – С. 271–275.
Marchenko VY, Sharshov KA, Shestopalov AM (2012). Ecology of influenza A viruses in wild bird populations of Central Asia [Ekologiya virusov grippa A v populyatsiyakh dikih ptits Tsentralnoi Asii]. *Bull. VSNC SO RAMN*, 5 (87), 271-275.
4. Об утверждении правил по борьбе с гриппом птиц // Приказ Минсельхоза РФ № 90 от 27.03.2006 г. – Режим доступа: <http://www.mcx.ru/documents/document/show/17439.156.htm>.
Approval of the rules for combating avian influenza [Ob utverzhdenii pravil po bor'be s grippom ptits]. *Prikaz Minsekhhoza RF N 90 as of 27.03.2006*, <http://www.mcx.ru/documents/document/show/17439.156.htm>.
5. Пугачев О.Н., Джавадов Э.Д., Большаков К.В., Белова Л.М. и др. Роль воробьиных (Passeriformes) птиц в циркуляции вирусов гриппа А // Ветеринария. – 2007. – № 11. – С. 22–24.
Pugachev ON, Javadov ED, Bolshakov KV, Belova LM et al. (2007). The role of passerine (Passeriformes) birds in the circulation of influenza A viruses [Rol' vorobyinykh (Passeriformes) ptits v tsirkulyatsii virusov grippa A]. *Veterinaryya*, 11, 22-24.
6. Савченко А.П., Савченко П.А. Миграции птиц Центральной Сибири и распространение вирусов гриппа А: монография. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 256 с.
Savchenko AP, Savchenko PA (2014). Bird migration in Central Siberia and spreading of influenza viruses subtype A: monograph [Migratsii pozvonochnyh Tsentral'noi Sibiri i problemy ekologi-cheskoi bezopasnosti: monografiya], 256.
7. Самуйленко А.Я., Соловьева Б.В., Непоклонова Е.А. Инфекционная патология животных. В 2-х тт. – М.: ИКЦ «Академкнига». – 2006. – Т. 1. – С. 655–681.
Samujlenko AY, Solovyov BV, Nepoklonov EA (2006). Infectious animal pathology [Infektsionnaya patologiya zhshivotnyh], 1, 655-681.
8. Щелканов М.Ю., Львов Д.К. Эволюция высоковирулентного вируса гриппа А (H5N1) в экосистемах Северной Евразии: от эпизоотии к возможной пандемии // Инфекционные болезни и антимикробные средства: тезисы докладов IX науч.-практ. конф., 6-7 октября 2011 г., Москва, 2011. – С. 94–96.

Shchelkanov MY, Lvov DK (2011). Evolution of high pathogenic avian influenza virus (H5N1) in ecosystems of Northern Euroasia: from epizootic to possible pandemic [Evolyutsiya vysokovirulentnogo virusa grippa A (H5N1) v ekosistemah Severnoi Evrazii: jn epizootii k vozmozhnoi pandemii]. *Infectious disease and antiinfectives: abstracts of IX scientific conference*, 94-96.

9. Шестопалов А.М., Евсеенко В.А., Терновой В.А., Дурыманов А.Г. и др. Изучение генетического разнообразия вирусов высокопатогенного гриппа А подтипа H5N1, выделенных в ходе эпизоотии 2005–2006 гг. в России // Проблемы инфекционной патологии в регионах Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера: материалы III Рос. науч. конф. с междунар. участ., 27–29 сентября 2006 г., г. Новосибирск. – Новосибирск, 2006. – С. 243–244.

Shestopalov AM, Evseyenko VA, Ternovoy VA, Durymanov AG et al. (2006). The study of genetic diversity of highly pathogenic avian influenza virus subtype H5N1, isolated in the course of the epizooty of 2005-2006 in Russia [Izucheniye geneticheskogo bezobraziya virusov vysokopagenogo grippa A podtipa H5N1 vydelennykh v khode epizootii 2005–2006 gg. v Rossii]. *Problemy infektsionnoi patologii v regionah Sibiri i Dal'nego Vostoka i Krainego Severa: materialy III Ros. nauch. konf. s mezhdunar. uchast.*, 243-244.

10. Шаршов К.А., Золотых С.И., Федоров Е.Г., Иванов И.В. и др. Результаты мониторинга вируса гриппа среди синантропных птиц в эпизоотический

и постэпизоотический периоды на юге Западной Сибири // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2007. – № 4. – С. 53–56

Sharshov KA, Zolotykh SI, Fedorov EG, Ivanov IV et al. (2007). Results of surveillance for avian influenza virus in synanthropic birds during epizootic and postepizootic periods on the south of Western Siberia [Rezultaty monitoringa virusa grippa sredi sinantropnykh ptits v epizooticheskii i postepizooticheskii periody na yuge Zapadnoi sibirii]. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii*, 4, 53–56.

11. Служба по ветеринарному надзору Республики Тыва (официальный веб-сайт). – Режим доступа: <http://www.vetnadzor17.ru>.

Veterinary supervision of the Republic of Tyva [Sluzhba po veterinarnomu nadzoru Respubliki Tyva]. <http://www.vetnadzor17.ru>.

12. Fouchier RA, Olsen B, Bestebroer TM, Herfst S et al. (2003). Influenza A virus surveillance in wild birds in northern Europe in 1999 and 2000. *Avian Dis.* (47), 60-857.

13. Kou Z., Lei FM, Yu J, Fan Z] et al. (2005). New Genotype of Avian Influenza H5N1 Viruses Isolated from Tree Sparrows in China. *J. Virology* (79, No 24), 15460-15466.

14. Shchelkanov MY, Prilipov AG, Lvov DK (2010). Evolution of emerging influenza viruses in Northern Eurasia. *Materials of International Conference «Emerging influenza viruses (H5N1, H1N1)»* (15-16 February, 2010, Marburg, Germany). Marburg: Koch-Mechnikov Forum, 2010, 31.

Сведения об авторах Information about the authors

Савченко Александр Петрович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой охотничьего ресурсосведения и заповедного дела Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 79; тел.: 8 (391) 246-99-46; e-mail: zom2006@list.ru)

Savchenko Aleksandr Petrovich – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Wildlife Resource Studies and Reserve Management of Siberian Federal University (66004179, Krasnoyarsk, pr. Svobodnyi, 79; tel.: +7 (391) 246-99-46; e-mail: zom2006@list.ru)

Савченко Петр Александрович – аспирант кафедры медицинской биологии Института фундаментальной биологии и биотехнологии, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (e-mail: 09petro@mail.ru)

Savchenko Piotr Aleksandrovich – Postgraduate at the Department of Medical Biology, Institute of Fundamental Biology and Biotechnology of Siberian Federal University (e-mail: 09petro@mail.ru)

Савченко Игорь Александрович – кандидат биологических наук, доцент Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», руководитель центра мониторинга биоразнообразия

Savchenko Igor Aleksandrovich – Candidate of Biological Science, Docent, Institute of Economics, Governance and Nature Management of Siberian Federal University

Емельянов Владимир Иванович – кандидат биологических наук, доцент кафедры охотничьего ресурсосведения и заповедного дела Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Emelyanov Vladimir Ivanovich – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor at the Department of Wildlife Resource Studies and Reserve Management, Institute of Economics, Governance and Nature Management of Siberian Federal University

Карпова Наталья Валерьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры охотничьего ресурсосведения и заповедного дела Института экономики, управления и природопользования ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Karpova Natalya Valeryevna – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor at the Department of Wildlife Resource Studies and Reserve Management, Institute of Economics, Governance and Nature Management of Siberian Federal University

Ляпунов Александр Валерьевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16; тел.: (3952) 333-971; e-mail: liapunov.asp@mail.ru)

Liapunov Aleksandr Valeryevich – Candidate of Biological Sciences, Senior Research Scientist of the Laboratory of Arthropod-Borne Infections of Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems (664003, Russian Federation, Irkutsk, ul. Timiryazeva 16; tel.: +7 (3952) 333-971; e-mail: liapunov.asp@mail.ru)

Хаснатинов Максим Анатольевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»

Khasnatinov Maxim Anatolyevich – Candidate of Biological Sciences, Leading Research Scientist of the Laboratory of Arthropod-Borne Infections of Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems

Данчинова Галина Анатольевна – доктор биологических наук, руководитель лаборатории трансмиссивных инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»

Danchinova Galina Anatolyevna – Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Arthropod-Borne Infections, Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems