

## Новые данные о распространении хантавирусов в популяциях грызунов на территории Сибири

С. А. АБРАМОВ<sup>1</sup>, Л. Н. ЯШИНА<sup>2</sup>, Т. А. ДУПАЛ<sup>1</sup>, Н. И. ЗДАНОВСКАЯ<sup>3</sup>, Е. В. ПРОТОПОПОВА<sup>2</sup>,  
А. А. ПОЗДНЯКОВ<sup>1</sup>, А. В. КРИВОПАЛОВ<sup>1</sup>, Д. В. ПЕТРОВСКИЙ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН  
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11  
E-mail: terio@eco.nsc.ru

<sup>2</sup>ФГУН Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии "Вектор"  
630559, пос. Кольцово, Новосибирская обл.

<sup>3</sup>ФГУЗ Хабаровская противочумная станция  
680031, Хабаровск, Санитарный пер., 7

### АННОТАЦИЯ

Новые очаги циркуляции хантавирусов выявлены на территории Алтайского и Красноярского краев, в Новосибирской, Кемеровской, Томской областях и Республике Алтай. Показано, что хантавирусы распространены во всех ландшафтных зонах и подзонах. Носителями хантавирусов на исследованной территории являются рыжая, красно-серая, красная, узкочерепная, темная полевки, полевка-экономка, степная пеструшка, восточно-азиатская и полевая мыши.

**Ключевые слова:** грызуны, хантавирусы, Сибирь.

Хантавирусы являются возбудителями геморрагической лихорадки с почечным синдромом (ГЛПС) – ведущей природно-очаговой инфекции человека на территории России. Природным резервуаром инфекции являются грызуны и насекомоядные млекопитающие, а очаги циркуляции хантавирусов широко распространены по всему миру [1–7]. Основные очаги ГЛПС на территории России находятся в европейской части и на Дальнем

Востоке, где их распространение изучено относительно хорошо [8–10], регионы Сибири исследованы значительно хуже. Хантавирусный антиген в тканях легких млекопитающих выявляли на территории Омской, Тюменской, Иркутской областей, Красноярского края, Республики Алтай и Бурятии [11–15], однако молекулярное исследование циркулирующих хантавирусов проведено лишь в четырех регионах. Показано, что на территории Омской и Тюменской областей встречаются хантавирусы Пуумала, Тула, Топограф и Добрава/Белград [11], а в Иркутской области и Бурятии выявлены вирусы Хоккайдо и Владивосток [13, 14].

В настоящей работе приводятся новые данные о распространении хантавирусов в восьми регионах Сибири.

Абрамов Сергей Александрович  
Яшина Людмила Николаевна  
Дупал Тамара Александровна  
Здановская Нина Ивановна  
Протопопова Елена Викторовна  
Поздняков Александр Александрович  
Кривопалов Антон Викторович  
Петровский Дмитрий Валерианович

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Летом 2007–2009 гг. в Алтайском и Красноярском краях, в Новосибирской, Кемеровской, Томской, Тюменской, Омской областях и Республике Алтай отловлено с помощью живоловок и ловчих канавок 810 грызунов (см. рисунок). Отловы проводились в различных природных ландшафтах: подтаежном, лесостепном, степном, горно-таежном. Линии живоловок находились на одном месте по 2–3 дня.

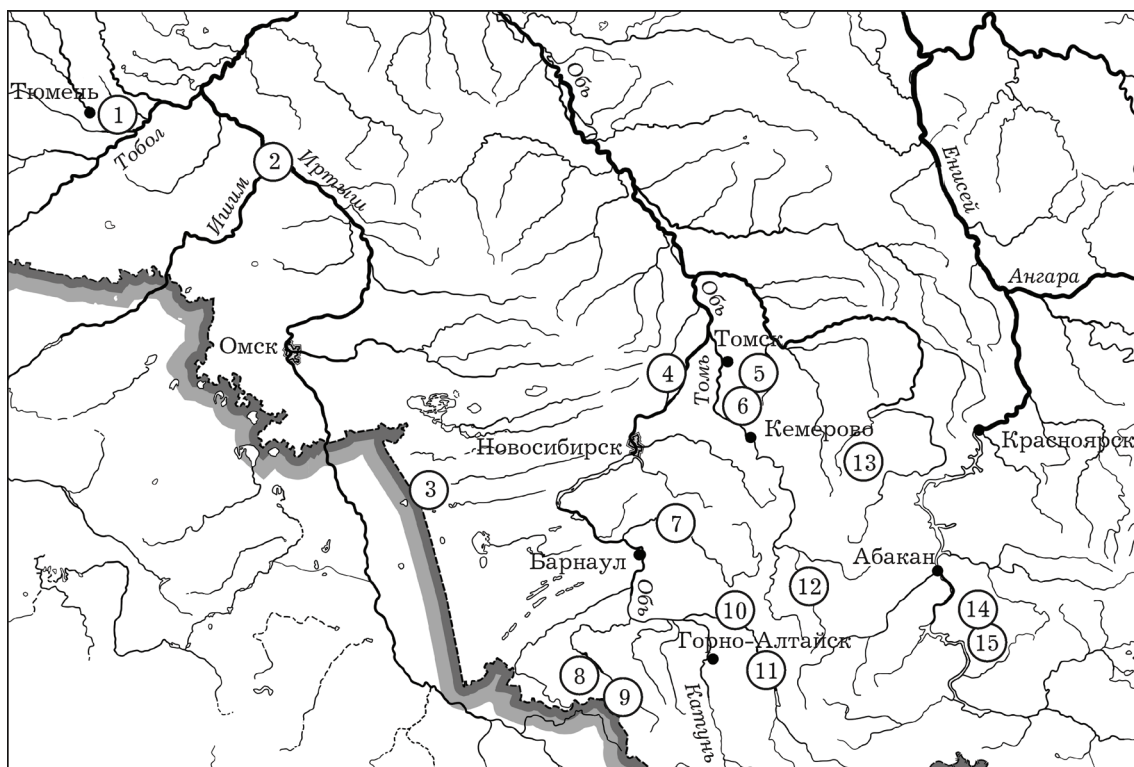
Отловленных животных усыпляли с помощью хлороформа. У всех животных взяли образцы крови и тканей легких. Образцы кардиальной крови объемом 0,5–1,5 мл центрифугировали для отделения плазмы. Образцы плазмы крови и тканей легких сохраняли в жидком азоте для последующего анализа. Для выявления специфических антител к хантавирусам образцы плазмы исследовали непрямой методом флюоресцирующих антител с использованием поливалентного культурального диагностикума ГЛПС производства ФГУЗ

“Хабаровская противочумная станция” Роспотребнадзора. Образцы тканей легких животных из Новосибирской области тестировали только на присутствие хантавирусного антигена с помощью иммуноферментного анализа с использованием тест-системы “Хантагност” (Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов имени М.П. Чумакова РАМН, г. Москва).

Определение видов грызунов проводили на основе анализа рисунка жевательной поверхности зубов, краниальных, экстерьерных признаков и окраски шкурки [16].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обследована территория, охватывающая различные ландшафтно-географические зоны Сибири. Районы работ включают степь и лесостепь (Карасук, Шушенское), подтаежные леса (Тюмень, Усть-Ишим, Бакса, Сухоречье), предгорья (Парная, Балахнино, Солтон, Хмелевка, Колывань) и горную тайгу (Телецкое, Покровка, Средняя Шушь, Кузедеево).



Карта-схема расположения мест отлова грызунов: 1 – Тюмень, 2 – Усть-Ишим, 3 – Карасук, 4 – Бакса, 5 – Сухоречье, 6 – Балахнино, 7 – Хмелевка, 8 – Колывань, 9 – Покровка, 10 – Солтон, 11 – Телецкое, 12 – Кузедеево, 13 – Парная, 14 – Шушенское, 15 – Средняя Шушь

Кратковременность полевых работ позволила получить лишь приблизительную оценку обилия отдельных видов. В большинстве лесных биотопов в горах и предгорьях доминировали красная и красно-серая полевки. В лесных сообществах Тюменской и Омской областей, а также в реликтовой липовой роще в Кузедеево Кемеровской области доминировала рыжая полевка. В остепненных биотопах и на лугах доминировала узкочерепная полевка.

Антитела к хантавирусам или хантавирусный антиген обнаружены в образцах крови и тканей грызунов в 14 из 15 обследованных участков (см. таблицу). Среди всех 810 обследованных животных антитела/антиген обнаружены у 73 особей, относящихся к 9 видам. Наибольшее количество положительных проб выявлено в Красноярском крае (15,6 % положительных проб от числа обследованных грызунов), наименьшее – в Кемеровской области (1,1 %).

Наибольшая доля инфицированных животных выявлена среди степных пеструшек (33,3 %), красно-серых (29,0 %), рыжих (18,2 %), красных (15,4 %) и узкочерепных (15,0 %) полевок в районах, где они занимают доминирующее или субдоминирующее положение в сообществе.

Рыжая полевка, являющаяся носителем вируса Пуумала, как правило, доминирует в лесных биотопах европейской части России. В Сибири в исследованных лесных местообитаниях она встречается вместе с красной и красно-серой полевками, но уступает им по численности, за исключением подтаежной зоны Тюменской (58,3 %), Омской (50 %) и Кемеровской (50 %) областей. Серопозитивные животные обнаружены на четырех ключевых участках, причем на одном из них, Телецком, доля рыжих полевок среди отловленных составляла лишь 6,7 %. В выборках из Тюмени, Усть-Ишима, Хмелевки и Телецкого доля инфицированных среди отловленных рыжих полевок составила 9,5, 18,2, 14,3 и 10,0 % соответственно. В остальных точках инфицированных особей не выявлено.

Красно-серая полевка, обитающая в таежных биотопах, доминировала в предгорьях Тигирецкого хребта (Покровка, Алтайский край – 55,2 %) и по среднему течению р. Большая Шушь (Средняя Шушь, Красно-

ярский край – 34,8 %). Здесь доля инфицированных среди отловленных красно-серых полевок составила 21,6 и 29,0 % соответственно. Инфицированных животных выявили также в Республике Алтай (Телецкое) и в Алтайском крае (Солтон), где красно-серая полевка малочисленна (2,0 и 6,9 % от всех отловленных). Небольшое число отловленных животных затрудняет оценку инфицированности, которая составляет 1 из 3 отловленных на Телецком и 1 из 2 – в Солтоне.

Красная полевка была доминирующим видом в Солтоне, Хмелевке, Колывани, Парной, Телецком и Сухоречье. Серопозитивных животных выявили в 8 из 15 исследованных районов. Инфицированность красных полевок составляла от 9,1 до 15,4 %, за исключением Тюменской области, где лишь 3,4 % животных были серопозитивны. В настоящее время в литературе отсутствуют данные о том, носителем какого генотипа хантавируса являются красные полевки. Основываясь на близком родстве видов рыжей и красной полевок можно предполагать, что красные полевки являются носителем Пуумала-подобного вируса, но этот вопрос остается открытым.

Узкочерепную полевку отлавливали в открытых ландшафтах: в степных районах Новосибирской (Карасук) области и на луговых участках между лесными массивами в Томской (Бакса), Кемеровской (Балахнино) областях и Красноярском крае (Шушенское). Инфицированность вида составляла 6,1, 6,0, 0 и 15 % соответственно. В Алтайском крае (Колывань) одна из двух отловленных полевок оказалась серопозитивной.

Степную пеструшку отлавливали только в Новосибирской области (Карасук), где она обитает в тех же биотопах, что и узкочерепная полевка. Как показано ранее, оба вида являются носителями разных геновариантов хантавируса Тула [11]. Нами выявлен высокий уровень инфицированности степной пеструшки (33,3 %), превышающий инфицированность других видов, что может объясняться групповым образом жизни животных.

Полевка-экономка присутствовала в отловах на 10 из 15 участков. На трех участках выявлены серопозитивные животные: в Хмелевке – 1 из 8, в Покровке – 2 из 7 и Парной – 1 из 2. Несмотря на относительно не-

## Инфицированность грызунов хантавирусами в восьми регионах Сибири

Ключевой участок	Бюджет	Красная	Красно-се-	Рыжая	Полевка-	Узкочереп-	Темная	Восточно-	Полевая	Степная
		полевка <i>Myodes rutilus</i>	рая полевка <i>Myodes rufocanus</i>	полевка <i>Myodes glareolus</i>	экономка <i>Microtus oeconomus</i>	ная полевка <i>Microtus gregalis</i>	полевка <i>Microtus agrestis</i>	азиатская мышь <i>Arvometus peninsulae</i>	мышь <i>Arvometus agrarius</i>	пеструшка <i>Lagurus lagurus</i>
1	2	3 4	5 6	7 8	9 10	11 12	13 14	15 16	17 18	19 20
<i>Алтайский край</i>										
Солтон	Осиновый лес с при- месью пихты	14 2	2 1	10 -	2 -	- -	- -	1 -	- -	- -
Хмелевка	Осиново-пихтово-бе- резовый лес	13 -	1 -	7 1	8 1	- -	- -	1 -	- -	- -
Покровка	Кедрово-лиственничный лес	16 -	37 8	- -	7 2	- -	- -	3 -	- -	- -
Кольвань	Березово-осиновый лес	11 1	1 -	- -	- -	2 1	1 -	2 -	1 -	- -
Тюмень	Липовая роща с при- месью пихты	29 1	- -	42 4	1 -	- -	- -	- -	- -	- -
<i>Красноярский край</i>										
Средняя Шушь	Смешанный пихтово- осиново-еловый лес	26 4	31 9	- -	11 -	- -	9 1	10 1	2 1	- -
Шушенское	Остепненный луг меж- ду березовыми колками	2 -	- -	1 -	2 -	20 3	- -	3 1	16 2	- -
Парная	Лиственнично-березо- вый лес с примесью пихты и осины	11 1	- -	5 -	2 1	- -	1 -	2 -	- -	- -
<i>Кемеровская обл.</i>										
Кузнецово	Смешанный осиново- пихтовый лес с при- месью липы	9 1	6 -	21 -	- -	- -	- -	5 -	- -	- -

Балахтино	Смешанный березово-пихтовый лес с примесью осины	5	-	6	-	1	-	21	-	13	-	6	-	-	-	-
Бакса	Луг на окраине смешанного леса	1	-	-	-	-	-	-	-	67	4	-	-	1	-	-
Сухоречье	Смешанный березово-пихтово-осиновый лес	8	1	3	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
Карасук	Север Кулундинской степи, южная лесостепь	-	-	-	-	-	-	17	-	49	3	-	-	-	-	12 4
Усть-Ишим	Смешанный осиново-березово-пихтовый лес с примесью липы и ели	11	-	-	-	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Телецкое	Кедрово-пихтовый лес с примесью березы и осины	80	6	3	1	10	1	9	-	-	-	48	4	-	-	-

П р и м е ч а н и е. n – количество исследованных особей, + – количество инфицированных особей.

большое количество отловленных животных, можно полагать, что инфицированность вида весьма высока.

Темная полевка отмечена в трех различных участках в незначительном количестве. Только одна особь, отловленная в Красноярском крае (Средняя Шушь), оказалась инфицированной.

Восточно-азиатская мышь – типичный обитатель таежных биотопов. На Дальнем Востоке с этим видом связан патогенный вирус Амур – возбудитель тяжелых и среднетяжелых форм ГЛПС [9]. Ранее в литературе отсутствовали данные о наличии хантавирусной инфекции у восточно-азиатской мыши на территории Сибири, как и данные о регистрации здесь тяжелых форм ГЛПС у человека. Антитела к хантавирусам у данного вида выявлены нами в Красноярском крае (13,3 %) и Республике Алтай (8,3 %). Обнаружение циркуляции хантавирусов у восточно-азиатской мыши на территории Сибири ставит важную задачу генетической характеристики вируса, его особенностей в сравнении с дальневосточным вирусом Амур и изучения его роли в заболеваемости человека.

Полевая мышь встречалась в отловах в четырех точках и была малочисленна, за исключением района Шушенского, где являлась субдоминантом (36,4 %) среди отловленных животных. На территории европейской части и в Омской области с полевой мышью ассоциирован вирус Добrava/Белград [10, 17]. Инфицированные полевые мыши выявлены в Красноярском крае в окрестностях пос. Шушенское (12,5 %) и в районе Средняя Шушь (1 из 2). Указанные находки являются первыми данными о распространении хантавирусов среди полевых мышей на территории Сибири восточнее Омской области.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что хантавирусы распространены в природных популяциях грызунов на всей обследованной территории Сибири, во всех ландшафтных зонах и подзонах. Обнаружено 11 новых очагов циркуляции хантавирусов на территории Новосибирской, Кемеровской, Томской областей,

Красноярского и Алтайского краев и Республики Алтай. Носителями хантавирусов на исследованной территории являются рыжая, красно-серая, красная, узкочерепная, темная полевки, полевка-экономка, степная пеструшка, восточно-азиатская и полевая мыши.

В окрестностях пос. Шушенское Красноярского края, где ранее был выявлен хантавирусный антиген у красно-серых полевок [12], нами установлена инфицированность новых видов – полевой и восточно-азиатской мышей, узкочерепной полевки. Впервые выявлена циркуляция хантавирусов у восточно-азиатской мыши на территории Сибири. Дальнейшим этапом исследования будет генетический анализ выявленных вирусов.

Работа поддержана грантом МНТЦ "Изучение генетического и антигенного многообразия хантавирусов, циркулирующих на территории азиатской части России" (проект #0805.2).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Schmaljohn C., Hjelle B. Hantaviruses: a global disease problem // *Emerg. Infect. Dis.* 1997. N 3. P. 95–104.
- Pattamadilok S., Lee B.-H., Kumperasart S., Yoshimatsu K., Okumura M., Nakamura I., Araki K., Khoprasert Y., Dangsupa P., Panlar P., Jandrig B., Krüger D. H., Klempa B., Jäkel T., Schmidt J., Ulrich R., Kariwa H., Arikawa J. Geographical distribution of hantaviruses in Thailand and potential human health significance of Thailand virus // *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2006. Vol. 75. P. 994–1002.
- Henttonen H., Buchy P., Suputtamongkol Y., Jittapalapong S., Herbreteau V., Laakkonen J., Chaval Y., Galan M., Dobigny G., Charbonnel N., Michaux J., Cosson J. F., Morand S., Hugot J. P. Recent Discoveries of New hantaviruses widen their range and question their origins // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2008. Vol. 1149. P. 84–89.
- Kang H. J., Bennett S. N., Sumibeay L., Arai S., Hope A. G. et al. Evolutionary insights from a genetically divergent hantavirus harbored by the European common mole (*Talpa europaea*) // *PLoS One.* 2009. Vol. 4, N 7. P. e6149.
- Kang H. J., Arai S., Hope A. G., Cook J. A., Yanagihara R. Novel hantavirus in the flat-skulled shrew (*Sorex roboratus*) // *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2010. Vol. 10, N 6. P. 593–597.
- Olsson G. E., Leirs H., Henttonen H. Hantaviruses and their hosts in Europe: reservoirs here and there, but not everywhere? // *Ibid.* P. 549–561.
- Yashina L., Abramov S., Gutorov V., Dupal T., Krivopalov A., Panov V., Danchinova G., Vinogradov V., Luchnikova E., Hay J., Kang H. J., Yanagihara R. Seewis virus: Phylogeography of a shrew-borne hantavirus in Siberia, Russia // *Ibid.* P. 585–591.



8. Деконенко А. Е., Ткаченко Е. А. Хантавирусы и хантавирусные инфекции // Вопросы вирусологии. 2004. Т. 49, № 3. С. 40–44.
9. Yashina L. N., Patrushev N. A., Ivanov L. I., Slonova R. A., Mishin V. et al. Genetic diversity of hantaviruses associated with hemorrhagic fever with renal syndrome in the Far East of Russia // Virus Res. 2000. Vol. 70. P. 31–44.
10. Garanina S. B., Platonov A. E., Zhuravlev V. I., Murashkina A. N., Yakimenko V. V., Korneev A. G., Shipulin G. A. Genetic diversity and geographic distribution of hantaviruses in Russia // Zoonoses and Public Health. 2009. N 56. P. 297–309.
11. Якименко В. В., Гаранина С. Б., Малькова М. Г., Валицкая А. В., Константинова Г. А. и др. Итоги изучения хантавирусов в Западной Сибири // Тихоокеанский мед. журн. 2008. № 2. С. 20–26.
12. Ткаченко Е. А., Рыльцева Е. В., Мясников Ю. А., Иванов А. П., Резапкин Г. В., Татьяначенко Л. А., Пашков А. И. Изучение циркуляции вируса геморрагической лихорадки с почечным синдромом среди мелких млекопитающих на территории СССР // Вопросы вирусологии. 1987. Т. 32, № 6. С. 709–715.
13. Plyusnina A., Laakkonen J., Niemimaa J., Nemirov K., Murueva G., Pohodiev B., Lundkvist A., Vahery A., Henttonen H., Vapalahty O., Plyusnin A. Genetic analysis of hantaviruses carried by *Myodes* and *Microtus* rodents in Buryatia // Virology J. 2008. N 5.
14. Данчинова Г. А., Яшина Л. Н., Чапоргина Е. А., Хаснатинов М. А., Шулунов С. С. и др. Хантавирусы на территории Прибайкалья // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2008. № 13. С. 180–181.
15. Мясников Ю. А., Апекина Н. С., Зуевский А. П., Хитрин А. В., Бернштейн А. Д. Размещение природных очагов геморрагической лихорадки с почечным синдромом в различных ландшафтных зонах Тюменской области // Вопросы вирусологии. 1992. Т. 37, № 3. С. 161–165.
16. Громов И. М., Ербаева М. А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб., 1995.
17. Михайлова Т. В., Бернштейн А. Д., Невзорова Н. В., Апекина Н. С. Современное состояние проблемы хантавирусных геморрагических лихорадок // РЭТ-инфо. 2001. № 3. С. 10–13.

## New Data on the Distribution of Hantaviruses in Rodent Populations Over the Territory of Siberia

S. A. ABRAMOV<sup>1</sup>, L. N. YASHINA<sup>2</sup>, T. A. DUPAL<sup>1</sup>, N. N. ZDANOVSKAYA<sup>3</sup>,  
E. V. PROTOPOPOVA<sup>2</sup>, A. A. POZDNYAKOV<sup>1</sup>, A. V. KRIVOPALOV<sup>1</sup>, D. V. PETROVSKY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS  
630091, Novosibirsk, Frunze str., 11  
E-mail: terio@eco.nsc.ru*

<sup>2</sup>*State Research Center for Virology and Biotechnology “Vektor”  
630559, Kol'tsovo, Novosibirsk Region*

<sup>3</sup>*Khabarovsk Antiplague Station  
680031, Khabarovsk, Sanitarny per., 7*

New foci of hantavirus circulation were revealed at the territories of Altay and Krasnoyarsk Territories, in Novosibirsk, Kemerovo, Tomsk Regions and in the Republic of Altay. It was shown that hantaviruses are distributed over all the landscape zones and subzones. The carriers of hantaviruses at the studied territory are bank vole, large-toothed redback vole, northern red-backed vole, narrow-skulled vole, dark vole, root vole, sagebrush vole, east-asian and field mouse.

**Key words:** rodents, hantaviruses, Siberia.