

## Резервуарный потенциал природных хозяев хантавирусов в динамике эпизоотического процесса в экосистемах Приморского края

Т. В. КУШНАРЕВА, Р. А. СЛОНОВА

Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии СО РАМН  
690087, Владивосток, ул. Сельская, 1  
E-mail: tatyana.kushnareva@inbox.ru

Статья поступила 15.05.2012

### АННОТАЦИЯ

Изучена динамика (2001–2010 гг.) резервуарного потенциала (РП) и индекса резервуарного потенциала (IRP) грызунов-носителей хантавирусов в экосистемах Приморского края. Среднеголетний IRP для мышей рода *Apodemus* в общем резервуарном потенциале составил 0,83, при этом IRP для *A. peninsulae* был в 2 раза выше, чем для *A. agrarius* ( $t = 2,636$ ;  $n = 18$ ;  $p = 0,017$ ). Обозначены прогностические маркерные показатели возможного развития эпидемического неблагополучия по хантавирусным инфекциям на территории края.

**Ключевые слова:** грызуны, хантавирусы, Приморский край.

Географическое распространение, ландшафтная приуроченность природных очагов и эпидемиология хантавирусных инфекций, вызываемых представителями рода *Hantavirus* (сем. Bunyaviridae), обусловлены экологией их природных хозяев – мышевидных грызунов родов *Apodemus*, *Myodes*, *Rattus* и *Sigmodontine*. На территории Приморского края в природных очагах хантавирусной инфекции в эпизоотический процесс вовлечены грызуны родов *Apodemus*, *Myodes* и *Microtus*. Патогенные хантавирусы *Amur* и *Hantaan* (геновариант FE) циркулируют в популяциях восточно-азиатской мыши *Apodemus peninsulae* (Thomas, 1907) и восточного подвида полевой мыши *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771) соответственно, хантавирусы с неустановленной патогенностью для человека HOKV и VLAV – в популяциях красно-серой полевки *Myodes rufocanus* (Sundervall, 1846–1847) и дальне-

восточной полевки *Microtus fortis* (Buchner, 1889) соответственно [Lokugamage et al., 2002; Слонова и др., 2008; Яшина и др., 2008]. До настоящего времени не идентифицирован хантавирус, носителем которого является красная полевка *Myodes rutilus* (Pallas, 1779). Доминирующими видами грызунов-носителей в лесных ландшафтах установлены *A. peninsulae* и *M. rufocanus*, в лесостепных и остепенных (антропогенных) ландшафтах – *A. agrarius* и *M. fortis* [Kosoy et al., 1997; Слонова и др., 2006].

На эндемичных по двум нозоформам хантавирусной инфекции (геморрагической лихорадке с почечным синдромом (ГЛПС) и хантавирусному легочному синдрому (ХПС)) территориях Евразии, Северной и Южной Америки проводятся комплексные исследования различных аспектов экосистем “грызун-хантавирус” [Bernshtein et al., 1999; Safronetz

et al., 2005; Ulrich et al., 2008]. Современные исследования эпизоотического состояния эндемичных территорий предполагают изучение не только биоценотической структуры экосистем, но и получение количественных характеристик резервуарного потенциала природных очагов инфекций. Напряженная эпидемиологическая обстановка на территории Российской Федерации, связанная с интенсивным вторжением людей в природную среду и контактом с циркулирующими в биоценозах хантавирусами [Онищенко, 2000], обуславливает актуальность проблемы ГЛПС и в медицинской экологии. При этом наиболее значимыми являются вопросы по выявлению закономерностей эпизоотической напряженности природных очагов инфекции и разработке оперативных прогнозов развития эпидемического неблагополучия. К настоящему времени получена характеристика эпизоотологических и эпидемиологических проявлений, а также предложены эколого-эпидемиологические подходы комплексной оценки очагов ГЛПС на территории Европейской России [Тарасов и др., 2004; Бернштейн и др., 2009; Нафеев, Шемятихина, 2011]. В то же время индикаторные маркеры активизации природных очагов инфекции на эндемичных территориях циркуляции двух и более патогенных хантавирусов не предлагались.

В данной работе с помощью предложенных эколого-эпизоотологических показателей определены резервуарные потенциалы и проведена оценка долевого участия грызунов-носителей хантавирусов в многолетней динамике суммарного резервуарного потенциала с целью обозначения индикаторных маркеров возможного развития эпидемического неблагополучия по ГЛПС в Приморском крае.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использовались материалы, полученные во время экспедиционных и стационарных исследований (2001–2010 гг.) энзоотических территорий в поясе хвойно-широколиственных лесов в центральной части Приморья, в поясе широколиственных лесов в Южном Приморье, на равнинной территории края в пределах Приханкайской низменности. Выбор мест обследований природных

очагов хантавирусной инфекции исходил из эпидемиологических предпосылок (сведений по заболеваемости ГЛПС) и учета природной зональности Приморья. Исследования проводились ежегодно весной (IV–V), летом (VII) и осенью (IX–X). При учетах применялась стандартная методика отлова [Новиков, 1953]. Отловы мелких млекопитающих проводились обычными живоловками на учетных линиях (по 25 ловушек в каждой). Ловчие линии расставлялись на местности таким образом, чтобы охватывались основные ландшафтные выделы их площади. За период наблюдений отработано 59 214 ловушко-суток (л. с.), отловлен 8171 грызун, их них 3188 – представители *A. agrarius*, 2655 – *A. peninsulae*, 1595 – *M. rufocanus*, 403 – *M. rutilus* и 330 – *M. fortis*. Определение видов грызунов проводилось на основе анализа окраски шкурки, рисунка жевательной поверхности зубов, краниальных и экстерьерных признаков [Громов, Ербаева, 1995]. У зверьков определяли пол, участие в размножении в момент исследования и возраст. Принадлежность возрастной группе устанавливали согласно методическим указаниям [Варшавский, Крылова, 1949] для мышей рода *Apodemus*, группы выделили следующие: перезимовавшие (особи, родившиеся в году, предшествующем исследованию), сеголетки (взрослые зверьки  $\geq 3$  месяцев, родившиеся в год исследования не позже ноября) и юные (молодые зверьки  $< 3$  месяцев).

Инфицированность мышевидных грызунов устанавливали по наличию антигена/РНК хантавируса в органах и специфических антител в крови зверьков. РНК хантавируса в исследуемых образцах органов грызунов выявляли с помощью метода ОТ–ПЦР. Экстракцию тотальной РНК, постановку ОТ–ПЦР и электрофоретическую детекцию продуктов амплификации проводили с помощью наборов реагентов “Вектор–Бест” и “АмплиСенс<sup>R</sup> Hantavirus” по инструкции производителей. Антиген хантавируса в 10–20 % суспензии органов грызунов выявляли с помощью ИФА с использованием коммерческой тест-системы “Хантагност” производства ФГУП ПИПВЭ Института полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М. П. Чумакова РАМН. Специфические антитела в крови грызунов опре-

деляли с помощью НМФА по общепринятой методике, с использованием в качестве вторичных антител антивидовых иммуноглобулинов, меченных ФИТЦ, производства ИЭМ им. Н. Ф. Гамалея, Москва.

Для оценки резервуарного потенциала грызунов-носителей хантавирусов использовали количественный показатель резервуарного потенциала вида (RP) в относительных единицах (модификация Иэп [Кушнарева, 2008]). В комплексном показателе RP интегрированы три показателя:  $RP = N \times I \times D$ , где  $N$  – относительная численность вида (число отловленных особей в пересчете на 100 ловушко-суток за определенный период),  $I$  – инфицированность вида (процент инфицированных особей от числа отловленных за тот же период),  $D$  – доминирование вида (процентная доля вида в отлове за тот же период). Показатель  $I$  косвенно отражает чувствительность вида к заражению хантавирусом и потенциальные возможности инфицирования чувствительных особей в популяции данного вида. Показатели  $N$  и  $D$  дают представление об относительном потенциале вида по его численности и доминированию в конкретных пространственных и временных рамках.

Долевое участие вида в суммарном резервуарном потенциале грызунов-носителей хантавирусов оценивали с помощью эколого-эпизоотологического индекса резервуарного потенциала вида (IRP), который рассчитывали по формуле: индекс  $IRP = RP : Z(RP)$ , где  $RP$  – резервуарный потенциал данного вида,  $Z(RP)$  – сумма резервуарных потенциалов всех видов грызунов-носителей хантавирусов, отловленных в тот же период.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена и коэффициента линейной регрессии и корреляции, используя пакет программ “BIOSTAT”. Значимость различий показателей оценивали с помощью критерия Стьюдента; данные представлены как средняя величина  $\pm 2m$  [Лакин, 1990].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эпизоотологические наблюдения проводились на участках лесопокрытой территории

и открытых безлесных ландшафтов, занимающих около 70 и 30 % площади Приморского края соответственно. *A. peninsulae* широко распространена по территории края: наиболее многочисленна в кедрово-широколиственных лесах (попадаемость 23,8 %), довольно часто отлавливалась в перелесках, кустарниках, экотонных сообществах по границе леса и луга, редко – в елово-пихтовых лесах и на безлесных пространствах. *A. agrarius* обитает на территории края с элементами ландшафта антропогенного происхождения, наиболее многочисленна на Приханкайской низменности и по широким долинам нижних течений рек (попадаемость 22,7 %), протекающих по западному склону Сихотэ-Алиня. *M. rufocanus* занимает лесные территории, достигая наибольшей плотности в долинных широколиственных и хвойно-широколиственных лесах с богатым травянистым покровом (попадаемость 24,2 %). На большей части обследуемой территории *M. fortis* имела низкие показатели численности, являясь фоновым видом только на безлесных пространствах западной и южной части края. Своеобразно распространение *M. rutilus* по территории Приморья, особи этого вида отлавливались помимо зоны типичных пихтово-еловых лесов на освоенных землях равнинной территории края.

В лесных ландшафтных зонах отловлено 4184 грызуна, самыми массовыми и многочисленными видами были *A. peninsulae* ( $59,1 \pm 1,6$  %) и *M. rufocanus* ( $32,7 \pm 1,4$  %). В лесостепных и степных ландшафтах отловлено 3987 грызунов, при этом доля *A. agrarius* и *M. fortis* составила  $74,8 \pm 1,4$  и  $7,7 \pm 0,8$  % соответственно.

По данным многолетних исследований рассчитаны годовые и сезонные показатели резервуарного потенциала основных носителей хантавирусов на территории Приморского края. Самые высокие значения показателя RP получены для мышей рода *Apodemus*, при этом среднесезонный краевой показатель (рис. 1, а) для *A. peninsulae* оказался в 2 раза выше, чем для *A. agrarius* ( $t = 2,532$ ;  $n = 18$ ;  $p = 0,021$ ). В лесных экосистемах (см. рис. 1, б) превышение резервуарного потенциала *A. peninsulae* более значительно, в то время как в лесостепных экосистемах (см. рис. 1, в) са-

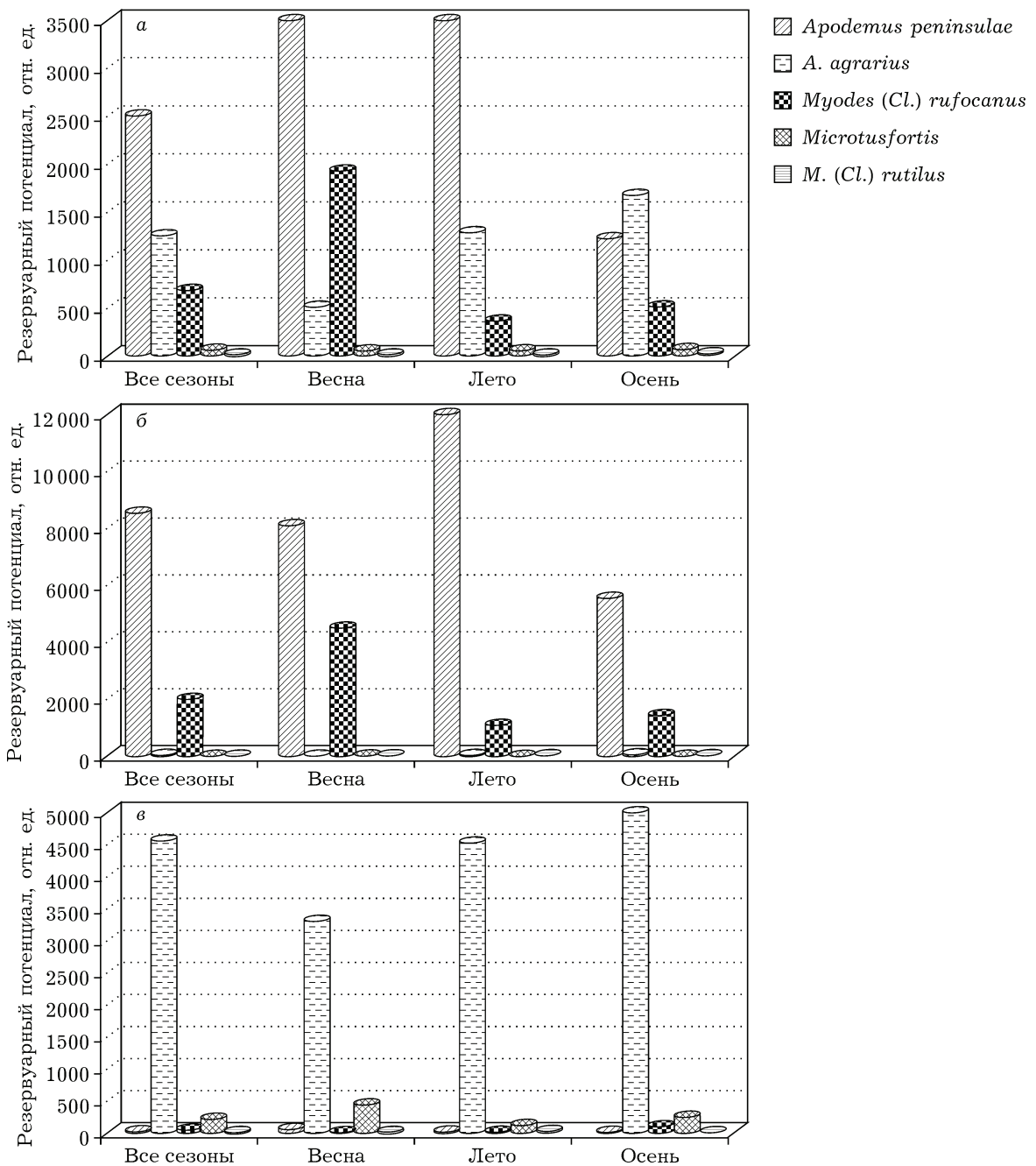


Рис. 1. Сезонная динамика среднего показателя резервуарного потенциала (2001–2010 гг.) грызунов-носителей хантавирусов в Приморском крае: а – в целом по краю; б – в лесных экосистемах, в – в лесостепных экосистемах

мым высоким резервуарным потенциалом обладала *A. agrarius*. Содоминанты *A. peninsulae* и *A. agrarius* в лесных и лесостепных ландшафтных зонах – *M. rufocanus* и *M. fortis* соответственно – имели низкие значения показателя RP (см. рис. 1, б, в).

Сравнительный анализ многолетней сезонной динамики резервуарного потенциала ви-

дов-носителей выявил значительные различия между природными хозяевами хантавирусов. Среднеголетний резервуарный потенциал *A. peninsulae* (см. рис. 1, а, б) значительно выше в раннелетний период, чем осенью ( $t = 3,841$ ;  $n = 18$ ;  $p = 0,001$ ). У *A. agrarius* среднеголетний показатель RP выше осенью, чем летом (см. рис. 1, а, в) ( $t = 2,504$ ;

$n = 18$ ;  $p = 0,022$ ). У *M. rufocanus* резервуарный потенциал в летний и осенний сезоны в среднем ниже, чем весной (см. рис. 1, а, б). У *M. fortis* и *M. rutilus* не отмечено значимых различий между среднесезонными величинами показателя RP в виду их очень низкого резервуарного потенциала (см. рис. 1).

С помощью корреляционного анализа изучены связи и их силы между резервуарными потенциалами вида и отдельных возрастных групп в структуре популяции вида.

Так, для *A. peninsulae* коэффициент корреляции между среднесезонными показателями RP всей популяции и RP юных, сеголеток, перезимовавших составил 0,624 ( $p = 0,054$ ), 0,685 ( $p = 0,031$ ), 0,806 ( $p = 0,001$ ) соответственно. Сильная связь с показателем RP всей популяции установлена весной для RP перезимовавших зверьков ( $r = 0,882$ ;  $p = 0,001$ ), летом для RP сеголеток ( $r = 0,912$ ;  $p = 0,001$ ) и перезимовавших ( $r = 0,879$ ;  $p = 0,001$ ). Средняя связь с показателем RP всей популяции установлена весной для RP сеголеток ( $r = 0,642$ ;  $p = 0,049$ ), летом для RP юных ( $r = 0,673$ ;  $p = 0,035$ ), осенью для RP сеголеток ( $r = 0,779$ ;  $p = 0,010$ ) и перезимовавших ( $r = 0,709$ ;  $p = 0,024$ ).

Для *A. agrarius* коэффициент корреляции между среднесезонными показателями RP всей популяции и RP юных, сеголеток, перезимовавших составил 0,576 ( $p = 0,080$ ), 0,403 ( $p = 0,232$ ), 0,679 ( $p = 0,028$ ) соответственно. Сильная связь с показателем RP всей популяции установлена весной для RP перезимовавших ( $r = 0,989$ ;  $p = 0,000$ ), летом для RP сеголеток ( $r = 0,852$ ;  $p = 0,002$ ). Выше средней связь с показателем RP всей популяции установлена осенью для RP юных особей ( $r = 0,787$ ;  $p = 0,008$ ). Средняя связь с показателем RP всей популяции установлена весной для RP сеголеток ( $r = 0,682$ ;  $p = 0,031$ ).

Долевое участие исследуемых видов в десятилетней динамике суммарного резервуарного потенциала грызунов-носителей хантавирусов оценивали с помощью предложенного индекса IRP. Анализ результатов исследований показал, что в целом на очаговых территориях края среднесезонный индекс IRP для обоих видов мышей рода *Apodemus*

составил 0,83, при этом составляющие доли *A. peninsulae* и *A. agrarius* (0,55 и 0,28 соответственно) достоверно различались ( $t = 2,636$ ;  $n = 18$ ;  $p = 0,017$ ). Среднегодовой индекс IRP у экологически разных видов мышей рода *Apodemus* варьировал в широких пределах: у *A. peninsulae* от 0,08 (2006 г.) до 0,84 (2002 г.), у *A. agrarius* от 0,04 (2009 г.) до 0,96 (2007 г.). Для *A. peninsulae* в лесных очагах среднегодовой индекс IRP колебался от 0,2 (2006 г.) до 1 (2007 г.). Для *A. agrarius* в лесостепных очагах таких значительных колебаний среднегодового индекса IRP не установлено – от 0,7 (2008 г.) до 1 (2002 г.). Для *M. rufocanus*, *M. fortis* и *M. rutilus* среднесезонный индекс IRP был заметно ниже и составил 0,15, 0,01 и 0,002 соответственно.

При оценке долевого участия отдельных видов грызунов в динамике эпизоотического процесса обозначены годы, когда в целом на очаговых территориях края доминировал один из эпидемически значимых видов – *A. agrarius* или *A. peninsulae* (рис. 2). Однако в отдельные годы (2006 и 2009 г.) отмечена значимая резервуарная роль грызуна-носителя непатогенного хантавируса *M. rufocanus* (IRP – 0,61 и 0,55 соответственно).

Проведенный анализ позволил также выделить и сезоны абсолютного доминирования одного из природных хозяев возбудителей ГЛПС на территории края. Для *A. peninsulae* такими сезонами были весна и лето 2002 г. (индекс IRP составил 0,7 и 0,82), весна и лето 2005 г. (IRP – 0,75 и 0,93 соответственно), весна 2008 г. (IRP – 0,99); для *A. agrarius* – лето 2001 г. (IRP – 0,83), лето и осень 2007 г. (IRP – 0,85 и 0,99 соответственно), осень 2010 г. (IRP – 0,82).

В лесных очагах в многолетней динамике общего резервуарного потенциала грызунов-носителей хантавирусов доминирующую роль играла *A. peninsulae*. Исключением были весна 2001, 2006 и 2009 гг. (IRP – 0,2, 0,1 и 0,26 соответственно), весна и лето 2010 г. (IRP – 0,23 и 0,21 соответственно). В эти сезоны высоким резервуарным потенциалом обладала *M. rufocanus* (IRP > 0,5).

В лесостепных и степных очагах в многолетней динамике общего резервуарного потенциала абсолютно доминировала *A. agrarius*. Исключение составила весна 2001 и 2010 гг.

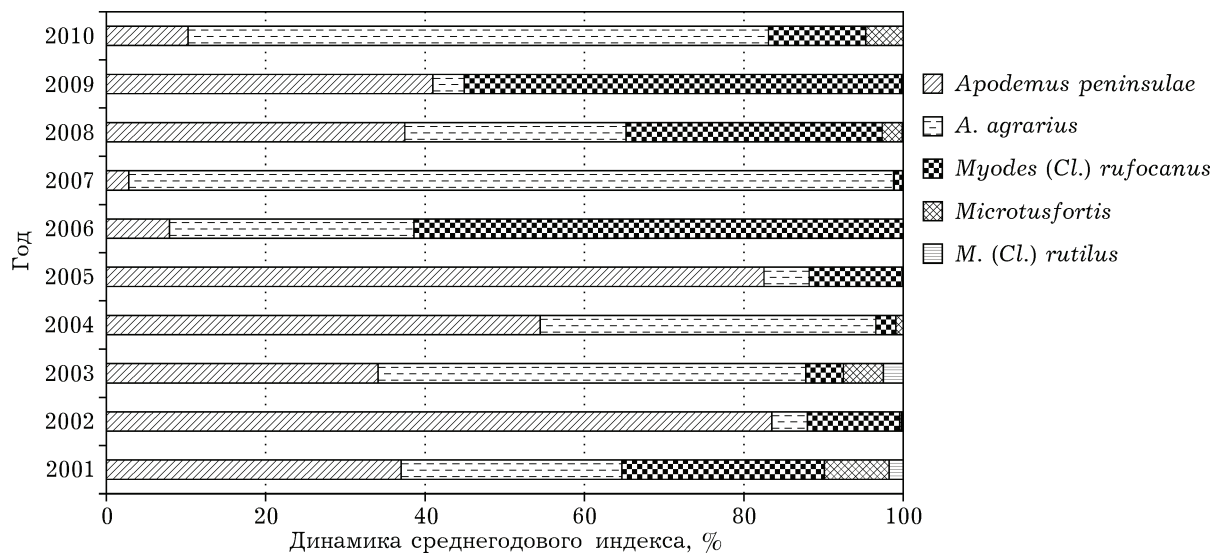


Рис. 2. Многолетняя динамика среднегодового индекса резервуарного потенциала (IRP) у природных хозяев хантавирусов в экосистемах Приморского края (2001–2010 гг.).

(IRP – 0,42 и 0,54 соответственно). В это время заметно возрастала резервуарная роль *M. fortis* (IRP – 0,57 и 0,38 соответственно).

Сопряженный анализ многолетней сезонной динамики индекса IRP у эпидемически значимых видов мышей рода *Apodemus* с заболеваемостью людей ГЛПС позволил обозначить эколого-эпизоотологический маркерный показатель возможного развития эпидемического неблагополучия на энзоотичных территориях края: значение индекса  $IRP \geq 0,7$  для *A. peninsulae* в весенний сезон и  $IRP \geq 0,8$  для *A. agrarius* в летний сезон.

В условиях распространения на очаговой территории нескольких видов природных хозяев хантавирусов важно располагать данными о резервуарном потенциале конкретного носителя патогенного вируса, который отражает не только инфицированность популяций грызуна-носителя, но и характеризует эпизоотическую напряженность во временных и пространственных рамках. В настоящей работе, учитывая распространение на территории Приморского края в очагах сельского эпидемиологического типа двух эпидемически значимых видов (мыши рода *Apodemus*), проведена количественная оценка резервуарного потенциала и его динамики у отдельных видов-носителей хантавирусов с использованием многолетних эколого-эпизоотологических данных (2001–2010 гг.) и предложенных показателей RP и IRP.

При изучении резервуарного потенциала и его динамики у пяти видов мышевидных грызунов – *A. peninsulae*, *A. agrarius*, *M. fortis*, *M. rufocanus* и *M. rutilus* – выявлена высокая вариабельность показателя RP не только среди отдельных видов, но и у определенного вида в разные годы и сезоны наблюдений в лесных и лесостепных экосистемах.

Установленный высокий резервуарный потенциал у *A. peninsulae* можно связать с биологией и экологией, а также широким распространением этого вида на территории края. Отмечено, что во все фазы цикла численности в популяциях *A. peninsulae* зверьки с острой хантавирусной инфекцией встречаются чаще, чем в популяциях *A. agrarius*. Установлено, что грызуны с острым течением инфекции активно выделяют вирус с секретами и экскретами тела во внешнюю среду [Safronetz et al., 2005; Кушнарева и др., 2008; Слонова и др., 2010a], инфицируя ее компоненты (пыль, почву, растительную подстилку и т. п.) [Kallio et al., 2006; Кушнарева и др., 2010]. В этот период они представляют собой реальную опасность как для чувствительных животных, так и для человека. Вероятно, оптимальные для *A. peninsulae* лесные биотопы с хорошо развитым нижним ярусом и растительной подстилкой благоприятствуют выживанию хантавируса вне организма природного хозяина в течение определенного периода времени, создавая усло-

вия для непрямой передачи вируса, в отличие от открытых мест обитания *A. agrarius* в беслесных ландшафтах.

Корреляционный анализ полученных данных показал, что сезонная динамика показателя RP для обоих видов мышей *Apodemus* в высокой степени связана с относительной численностью грызунов-носителей хантавирусов. Так, весной, летом, осенью коэффициент ранговой корреляции Спирмена для *A. peninsulae* имел значения 0,948 ( $p = 0,000$ ), 0,770 ( $p = 0,012$ ) и 0,818 ( $p = 0,006$ ) соответственно и для *A. agrarius* 0,893 ( $p = 0,000$ ), 0,689 ( $p = 0,021$ ), 0,755 ( $p = 0,009$ ) соответственно. Корреляционная связь сезонной динамики показателя RP с процентом инфицированности оказалась наиболее тесной для *A. agrarius*, чем для *A. peninsulae*: для популяций *A. agrarius* выраженная связь установлена во все сезоны ( $r > 0,700$ ;  $p < 0,016$ ), для *A. peninsulae* – только летом ( $r = 0,661$ ;  $p = 0,039$ ).

Полученные нами результаты по многолетней сезонной динамике резервуарного потенциала грызунов-носителей хантавирусов в природных очагах лесного и лесостепного типов согласуются с эпидемиологическими данными по динамике проявления заболеваемости ГЛПС в лесных и лесостепных ландшафтных зонах Приморского края [Слонова и др., 2010б; Слонова и др., 2011]. Результаты проведенного сравнительного анализа составляющей доли видов-резервуаров хантавирусов в ходе многолетней динамики эпизоотического процесса в природных очагах ГЛПС служат количественным эколого-эпизоотологическим подтверждением эпидемиологической значимости мышей рода *Apodemus*, установленной на территории Приморского края [Kosoy M. et al., 1997; Слонова и др., 2006].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, наши исследования продемонстрировали эффективность применения эколого-эпизоотологических показателей для оценки резервуарной роли грызунов-носителей в динамике эпизоотической напряженности природных очагов хантавирусной инфекции в конкретных пространственных и временных рамках и возможность их использо-

вания при оперативном прогнозировании риска заражения населения в очагах разных ландшафтных зон с циркуляцией нескольких патогенных хантавирусов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бернштейн А. Д., Алекина Н. С., Ткаченко Е. А. Особенности взаимоотношений хантавирусов с резервуарными хозяевами и характер проявления европейских хантавирусных очагов // Медицинская вирусология. 2009. Т. XXVI. С. 153–155.
- Варшавский С. Н., Крылова К. Т. Основные принципы определения возраста мышевидных грызунов. Ч. 1: Мыши. Фауна и экология грызунов. М., МГУ. 1949. С. 179–190.
- Громов И. М., Ембаева М. А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб., 1995.
- Кушнарева Т. В. Эпизоотологический потенциал мышевидных грызунов в природных очагах хантавирусной инфекции и его эпидемиологическое значение // Тихоокеан. мед. журн. 2008. № 2. С. 50–52.
- Кушнарева Т. В., Компанец Г. Г., Максема И. Г., Иунихина О. В., Слонова Р. А. Обнаружение хантавирусов – возбудителей ГЛПС в выделениях естественно инфицированных мышей рода *Apodemus* // Дальневост. журн. инфекцион. патологии. 2008. № 13. С. 130–133.
- Кушнарева Т. В., Слонова Р. А., Иунихина О. В., Кушнарев Е. Л. Хантавирусы во внешней среде в природных очагах хантавирусной инфекции // Тихоокеан. мед. журн. 2010. № 3. С. 37–40.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 353 с.
- Нафеев А. А., Шемятихина Г. Б. Эколого-эпидемиологические подходы к надзору за геморрагической лихорадкой с почечным синдромом // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2011. № 1. С. 49–50.
- Новиков Г. А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М.: Сов. наука, 1953.
- Онищенко Г. Г. Распространение вирусных природно-очаговых инфекций в Российской Федерации и меры по их профилактике // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2000. № 4. С. 4–8.
- Слонова Р. А., Кушнарева Т. В., Компанец Г. Г., Максема И. Г., Симонова Т. Л., Симонов С. Б. Хантавирусная инфекция в Приморском крае – эпидемиологическая ситуация в очагах циркуляции разных серотипов вируса // Журн. эпидемиол. и микробиол. 2006. № 3. С. 74–77.
- Слонова Р. А., Кушнарева Т. В., Компанец Г. Г. Современные аспекты природной очаговости хантавирусной инфекции в Приморском крае // Тихоокеан. мед. журн. 2008. № 2. С. 5–9.
- Слонова Р. А., Кушнарева Т. В., Иунихина О. В., Компанец Г. Г., Максема И. Г., Кушнарев Е. Л. Динамика выявления хантавируса в органах выделения мышей рода *Apodemus* и ее связь с эпидемиологическим проявлением хантавирусной инфекции // Вопросы вирусологии. 2010а. Т. 55, № 2. С. 38–42.
- Слонова Р. А., Кушнарева Т. В., Компанец Г. Г., Максема И. Г., Иунихина О. В., Кушнарев Е. Л. // Связь

- эпидемического процесса хантавирусной инфекции с эпизоотическим процессом в популяциях мышей рода *Apodemus* // Тихоокеан. мед. журн. 2010б. № 3. С. 34–37.
- Слонова Р. А., Кушнарева Т. В., Компанец Г. Г. Современный взгляд на природную очаговость хантавирусной инфекции // Бюл. СО РАМН. 2011. Т. 31, № 4. С. 13–19.
- Тарасов М. А., Вайнер Г. Б., Караваева Т. Б. Комплексная оценка эпидемичности территории по геморрагической лихорадке с почечным синдромом // ЖМЭИ. 2004. № 6. С. 22–26.
- Яшина Л. Н., Иванов Л. И., Слонова Р. А., Компанец Г. Г., Гуторов В. В., Кушнарева Т. В., Высочина Н. П., Абрамов С. А., Дупал Т. А., Пуховская Н. М., Здановская Н. И. Хантавирусы, циркулирующие в полевках *Microtus fortis* и *Microtus maximowiczii* // Тихоокеан. мед. журн. 2008. № 2. С. 47–49.
- Bernshtein A. D., Apekina N. S., Mikhailova T. V., Myasnikov Y. A., Khlyap L. A., Korotkov Y. S., Gavrilovskaya I. N. Dynamics of Puumala hantavirus infection in naturally infected bank voles (*Clethrionomus glareolus*) // Arch. Virol. 1999. Vol. 144. P. 2415–2428.
- Kallio E. R., Klingstrum J., Gustafsson E., Manni T., Vaheri A., Henttonen H., Vapalahti O., Lundkvist A. Prolonged survival of Puumala hantavirus outside the host: evidence for indirect transmission via the environment // J. Gen. Virol. 2006. Vol. 87. P. 2127–2134.
- Kosoy M., Slonova R., Mills J. N. Community structure and prevalence of hantavirus infection in rodents: a geographic division of the enzootic area in Far Eastern Russia // J. of Vector Ecol. 1997. Vol. 22, N 1. P. 52–63.
- Lokugamage K., Kariwa H., Hayasaka D., Cui B. Z., Iwasaki T., Lokugamage N., Ivanov L., Volkov V., De Kurata T., Maeda K., Araki K., Mizutani T., Yoshimatsu K., Arikawa J. and Takashima I. Genetic characterization of hantaviruses transmitted by the Korean field mouse (*Apodemus peninsulae*), Far East Russia // Emerg. Infect. Dis. 2002. Vol. 8, N 8. P. 768–776.
- Safronetz S., Lindsay R., Dibernardo A. et al. A preliminary study of the patterns of Sin Nombre viral infection and shedding in naturally infected deer mice (*Peromyscus maniculatus*) // Vector borne zoonotic dis. 2005. Vol. 5, N 2. P. 127–137.
- Ulrich R. G., Schmidt-Chanasit J., Schlegel M., Jacob J., Pelz H. J., Mertens M., Wenk M., Buchner T., Masur D., Sevke K., Groschup M. H., Gerstengarbe F. W., Pfeiffer M., Oehme R., Wegener W., Bemmman M., Ohlmeyer R., Wolf R., Zoller H., Koch J., Brockmann S., Heckel G., Essbauer S. S. Network “rodent-borne pathogens” in Germany: longitudinal studies on the geographical distribution and prevalence of hantavirus infections // Parazitol. Res. 2008. Vol. 103 (Sup. 1). P. 121–129.

## Reservoir Potential of Natural Hosts of Hantaviruses within a Framework of Epizootic Process in the Ecosystems of Primorskiy Krai

T. V. KUSHNAREVA, R. A. SLONOVA

*Research Institute of Epidemiology and Microbiology, SB RAMS,  
690087, Vladivostok, Sel'skaya str., 1  
E-mail: tatyana.kushnareva@inbox.ru*

Dynamics of reservoir potential (RP) and index of reservoir potential (IRP) of natural hosts of hantaviruses in the ecosystems of Primorskiy Krai was studied (from 2001 to 2010). Long-term average annual IRP for mice of genus *Apodemus* in the common reservoir potential amounted to 0,83, and IRP for *A. peninsulae* was 2 times higher than for *A. agrarius* ( $t = 2,636$ ;  $n = 18$ ;  $p = 0,017$ ). Predictive indices of a possible spreading of hantavirus infections on the territory of Primorskiy Krai were also denoted.

**Keywords:** rodents, hantaviruses, Primorskiy Krai.