

Географические исследования мышевидных грызунов в Тихоокеанском институте географии

СИМОНОВ П.С., СИМОНОВ С.Б., СИМОНОВА Т.Л.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток
Адрес для переписки: palzpss@yandex.ru

Аннотация. В работе приведены результаты многолетних исследований мышевидных грызунов в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН. Зоологической группой под руководством С.Б. Симонова проведен ряд уникальных пионерных работ по исследованию динамики структуры населения мышевидных грызунов на юге Дальнего Востока России. Разработаны подходы картографирования и прогнозирования численности мелких млекопитающих. Выявлены особенности высотно-поясного распределения грызунов, которые показали максимальное соответствие их выделяемых высотных группировок ландшафтно-растительным поясам конкретных горных систем только в летний период популяционных максимумов. Высотная поясность населения грызунов, трактуемая как соответствие каждому ландшафтно-растительному поясу только ему свойственного сообщества млекопитающих, является частным случаем перестройки структуры популяций видов, формирующих это население. Впервые дана комплексная оценка развития эпизоотического процесса хантавирусной инфекции в популяциях основных вирусоносителей в горно-лесных и лесостепных ландшафтах. Установлено, что циклы популяционной динамики грызунов и динамики возбудителя хантавирусной инфекции в лесном очаге синхронны, а самцы восточноазиатской мыши играют ведущую роль в поддержании эпизоотического процесса. В лугово-полевых очагах подобная закономерность не выявлена. Сравнение видовой структуры населения мышевидных грызунов со структурой их инфицированной части показало высокую степень соответствия между ними. Это позволило использовать карты ареалов видов для построения прикладных медико-географических карт, отражающих генотипическую структуру хантавируса и ее динамику на очаговой территории. Впервые для России создан медико-географический атлас одной нозоформы – «Хантавирусная инфекция в Приморском крае». Разработана оригинальная легенда и построена зоогеографическая карта населения мышевидных грызунов Приморского края (масштаб 1 : 500000).

Ключевые слова: мышевидные грызуны, пространственное распределение, картографирование, хантавирусы, Приморье, Сихотэ-Алинь.

Geographic research of small rodents at the Pacific Geographical Institute

SIMONOV P.S., SIMONOV S.B., SIMONOVA T.L.

Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok
Correspondence palzpss@yandex.ru

Abstract. The results of long-term research of small rodents at the Pacific Geographical Institute FEB RAS are given in the paper. A number of unique pioneering works were carried out to study the dynamics of the structure of the population of small rodents in the south of the Russian Far East by the zoological group under the leadership of S.B. Simonov. Approaches for mapping and forecasting the number of small mammals have been developed. The features of the height-zonal distribution of rodents have been revealed. The maximum correspondence of the identified high-

altitude groups of rodents to the landscape-vegetation belts of specific mountain systems was found only in the summer period of the population maximums. The altitudinal zonation of the rodent population interpreted as the correspondence of the characteristic mammalian community to each landscape-vegetation belt is a particular case of the restructuring the structure of the populations of the species that form this population. For the first time, a comprehensive assessment of developing the epizootic process of hantavirus infection in populations of the main virus carriers in mountain-forest and forest-steppe landscapes is given. It has been established that the cycles of the population dynamics of rodents and the dynamics of the pathogenic agent of hantavirus infection in the forest focus are synchronous. The males of East Asian mice play a leading role in maintaining the epizootic process. In the meadow-field foci, such a pattern was not revealed. Comparison of the species structure of the population of small rodents with the structure of their infected part showed a high degree of consistence between them. This made it possible to use the maps of species ranges to construct the applied medico-geographical maps reflecting the genotypic structure of the hantavirus and its dynamics in the focal area. For the first time for Russia, a medical-geographical atlas of one nosoform, «Hantavirus infection in the Primorsky Krai», has been created. An original legend was developed and a zoogeographic map of the population of small rodents in the Primorsky Krai was built (scale 1: 500000).

Keywords: small rodents, spatial distribution, mapping, hantaviruses, Primorie, Sikhote-Alin.

Введение

В 60-х годах XX века основные исследования по изучению мышевидных грызунов Приморского края осуществлялись прежде всего в заповедниках и в системе Уссурийской противочумной службы. Они проводились в определенных стационарных точках. Результаты учетов позволили показать видовой состав, характер распределения и динамику численности фоновых видов грызунов. Исходя из сугубо практических задач большинство исследований проводили в сельскохозяйственных, хорошо освоенных районах Южного и Западного Приморья [1].

К концу 1970-х – началу 1980-х гг. изученность географических закономерностей пространственного распределения территориальных группировок грызунов носила в значительной степени обзорный характер. Был опубликован ряд обобщающих сводок по Амурской области [2] и Хабаровскому краю [3], их большим недостатком являлось абсолютное отсутствие количественных показателей сообществ. Начиная с конца 1960-х гг. исследования мышевидных грызунов проводились и в Биолого-почвенном институте ДВО РАН, они нашли свое отражение прежде всего на видовом уровне при составлении обзорных картосхем [4, 5].

Изучение мелких млекопитающих в ТИГ началось практически с момента основания института в созданной Юрием Георгиевичем Пузаченко лаборатории «Географии биогеоценозов», позже переименованной в лабораторию «Биогеографии и экологии». Первым сотрудником, занимавшимся учетами мышевидных грызунов, был Э.Е. Кичигаев – выпускник биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

С 1972 по 2013 г. Сергей Будимирович Симонов и Татьяна Леонидовна Симонова (рис. 1) работали по данному направлению в рамках ряда научных тем: «Пространственно-временная организация биогеосистем и их компонентов на Дальнем Востоке», «Экологическое разнообразие российского Дальнего Востока и сопредельных территорий», «Пространственное и временное изменение биоразнообразия и его компонентов в условиях муссонного климата», «Соотношение естественных и антропогенных факторов в динамике геосистем разных масштабов и типов и их компонентов в переходной зоне суша–океан» и др. С 2001 г. к С.Б. Симонову и Т.Л. Симоновой присоединился Павел Сергеевич Симонов – выпускник географического факультета ДВГУ. В 2009–2012 гг. в работах участвовала аспирантка ТИГ ДВО РАН Дарья Сергеевна Борисова.

За эти годы общепринятым методом ловушко-линий [6], когда в различных растительных сообществах выставлялись учетные линии по 50 плашек Геро в каждой со стандартной приманкой (хлеб, смоченный растительным маслом) сроком на одну ночь, был собран обширный фактологический материал. В 1986 г. Сергей Будимирович Симонов после успешной защиты диссертации «Закономерности пространственной дифференциации населения птиц Среднего Сихотэ-Алиня» на соискание ученой степени кандидата



Рис. 1. С.Б. Симонов и Т.Л. Симонова преодолевают водную преграду на полевом выходе

Fig. 1. S.B. Simonov and T.L. Simonova cross the river during the field work

географических наук приступил к серьезной обработке материалов лаборатории по мелким млекопитающим.

Результаты исследований

Для территории Среднего Сихотэ-Алиня на основе значительного объема полевых материалов выявлена главная причина пространственной дифференциации населения мышевидных грызунов – неоднородность растительного покрова среды обитания животных. Экспозиционные различия и мезорельеф, дифференцируя в горных районах приход тепла и влаги, оказывают основополагающее воздействие на формирование фитоценозов, структура и состав которых определяют возможность существования различных видов грызунов. Методика компонентного прогнозирования позволила оценить трансформацию грызунов на Среднем Сихотэ-Алине не только при катастрофическом, но и при последовательном, непрерывном хозяйственном воздействии человека на природные сообщества. Разработаны прогностические тесты: «Прогнозирование с построением логических функций взаимосвязи», «Прогнозирование по сумме равнозначных классификационных критериев», «Прогнозирование по сумме «взвешенных» классификационных критериев» [7].

Впервые для юга Дальнего Востока С.Б. Симоновым было показано, что продолжительность полного популяционного цикла в одном и том же биотопе может колебаться от 2 до 8 лет [7, 8]. До этого исследователями отмечались колебания уровня численности грызунов с периодичностью 3–4 года [9, 10]. Циклические процессы, протекающие в популяциях грызунов, независимо от района исследований могут характеризоваться видоспецифическими проявлениями по длительности и повторяемости. При этом региональная синхронизация динамики сообществ происходит, как правило, на фазе популяционного максимума численности. Прежде всего это относится к южным и западным районам Приморского края. В динамике внутригодовой структуры грызунов лесных биотопов прослеживаются сезонные аспекты населения – весенний (март–май), летне–раннеосенний (июнь–сентябрь) и позднеосенний (октябрь–ноябрь). Выявленные для различных фаз

популяционного цикла основные черты дифференциации сообществ грызунов в морфо-структурных частях ландшафта (природно-территориальных комплексах низкого ранга, типах сложного урочища) показывают закономерные смены типов пространственного распределения населения в сопряженных рядах местообитаний в зависимости от уровня численности [8].

Население грызунов любого местообитания – результат адаптации слагающих его видов к определенным физико-географическим условиям среды. Анализ пространственной динамики грызунов на примере полевой мыши показал целесообразность использования для этой цели схемы физико-географического районирования региона, при этом ландшафтная провинция принималась за основу при экстраполяции полученных результатов [11].

С.Б. Симоновым была разработана оригинальная легенда и построена зоогеографическая карта населения мышевидных грызунов Приморского края (масштаб 1 : 500000) (рис. 2), это был первый опыт среднемасштабного картографирования животного населения в Дальневосточном регионе. Содержание карты отражает структуру териокомплексов и максимальную численность формирующих их видов, многолетние аспекты структуры населения грызунов природных и антропогенных сукцессий растительности.

С 1999 по 2005 г. зоологическая группа под руководством С.Б. Симонова проводила полевые работы в горах Южного Сихотэ-Алиня с целью выявления основных черт высотного-поясного распределения мышевидных грызунов.

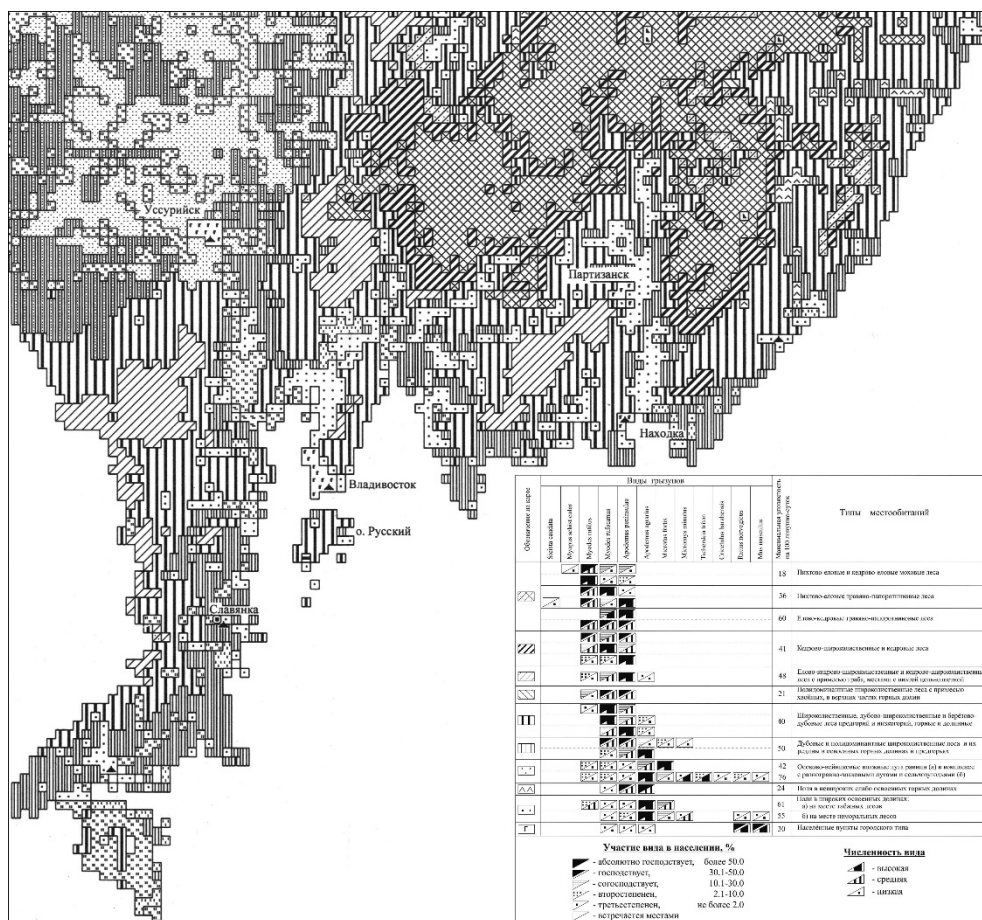


Рис. 2. Карта населения мышевидных грызунов Приморского края (фрагмент)

Fig. 2. Map of the population of small rodents of Primorsky Krai (fragment)

Многолетние регулярные пионерные наблюдения на высотном профиле позволили выявить характер высотно-поясного распределения этих животных, который обусловлен как сезонной (внутригодовой), так и многолетней динамикой численности видов, формирующих население. Высотные группировки грызунов неустойчивы и характеризуются уникальностью (неповторяемостью), прежде всего в весенний и осенний сезоны, а также значительным несоответствием их границ границам растительных поясов. Собранный материал показал максимальное соответствие выделяемых высотных группировок грызунов ландшафтно-растительным поясам тех или иных горных систем только в летний период популяционных максимумов. Высотная поясность населения грызунов, трактуемая как соответствие каждому ландшафтно-растительному поясу только ему свойственного сообщества млекопитающих, является частным случаем перестройки структуры популяций видов, формирующих это население. Максимальное количество инфицированных мелких млекопитающих наблюдается в нижних поясах на высотах 500 м над уровнем моря [8, 12, 13].

В 2006–2008 гг. впервые были проведены исследовательские работы по выявлению населения мышевидных грызунов на о. Русский и получены новые данные о его структуре в

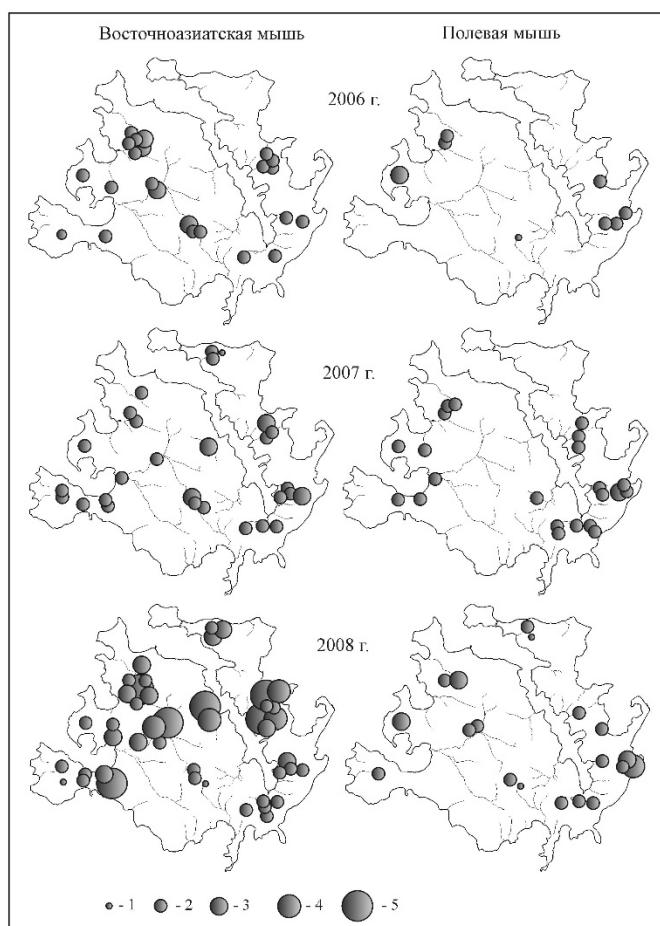


Рис. 3. Динамика пространственного распределения восточноазиатской и полевой мышей на о. Русский. Численность (экз. на 100 ловушко-ночей): 1 – 0,1–4,0; 2 – 4,1–8,0; 3 – 8,1–16,0; 4 – 16,1–24,0; 5 – более 24,0

Fig. 3. Dynamics of the spatial distribution of Korean wood mouse and field mice on Russkiy Island. Abundance (individuals/100 trap-nights): 1 – 0.1–4.0; 2 – 4.1–8.0; 3 – 8.1–16.0; 4 – 16.1–24.0; 5 – more than 24.0

основных типах местообитаний, а также показана пространственно-временная динамика фоновых видов (рис. 3) [14]. Необходимо отметить, что данные были получены до преобразования острова к саммиту АТЭС в 2012 г.

Особую значимость имеют многолетние наблюдения за динамикой численности отдельных видов мышевидных грызунов, которые позволили выявить роль последних в передаче хантавирусной инфекции человеку. Хантавирусы вызывают заболевание людей геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС). Основные носители этого природно-очагового заболевания – мышевидные грызуны, которые встречаются в широком спектре местообитаний с различными условиями существования. Зоологическая группа под руководством С.Б. Симонова с конца 1990-х гг. по 2012 г. проводила совместные исследования с Научно-исследовательским институтом эпидемиологии и микробиологии, Центром гигиены и эпидемиологии в Приморском крае и Приморской противочумной станцией по изучению роли мышевидных грызунов в поддержании очагов хантавирусной инфекции в Приморском крае.

По результатам этих исследований группой ученых под руководством С.Б. Симонова в 2007 г. впервые в нашей стране был создан медико-географический атлас одной нозофор-



Рис. 4. Карта очагов потенциальной опасности инфицирования хантавирусами из атласа «Хантавирусная инфекция в Приморском крае»

Fig. 4. Map of the potential danger of infection with hantaviruses from the atlas “Hantavirus infection in the Primorsky Territory”

мы – хантавирусной инфекции («Хантавирусная инфекция в Приморском крае») (рис. 4) [15]. Впервые для Дальневосточного региона дана комплексная оценка развития эпизоотического процесса хантавирусной инфекции в популяциях основных вирусоносителей в горно-лесных и лесостепных ландшафтах. Собраны новые, оригинальные материалы, наглядно отражающие функционирование природных очагов инфекции во взаимосвязи с динамикой пространственной, половой и возрастной структуры мышевидных грызунов [13]. Возраст определялся Т.Л. Симоновой по степени стертости зубов [16]. Для удобства анализа материала грызуны были объединены в 4 возрастные группы: перезимовавшие, подснежного размножения, младшие сеголетки и старшие сеголетки.

Среди основных результатов данной комплексной оценки можно отметить следующие.

1. Структура сообществ грызунов как лесных, так и лугово-полевых экосистем определяет эпидемическую опасность территории. В лесном очаге потенциальная опасность заражения людей ГЛПС определяется уровнем численности и степенью доминирования в населении грызунов восточноазиатской мыши, носителя патогенного генотипа *Amur*, в лугово-полевом – полевой мыши, резервуара и носителя патогенного генотипа *Hantaan*.

2. Циклы популяционной динамики грызунов и динамики возбудителя хантавирусной инфекции в лесном очаге синхронны.

3. В лесных очагах инфекции самцы восточноазиатской мыши играют ведущую роль в поддержании эпизоотического процесса. В лугово-полевых очагах подобная закономерность не выявлена.

4. Сравнение видовой структуры населения мышевидных грызунов со структурой их инфицированной части показало высокую степень соответствия между ними. Это позволило использовать карты ареалов видов для построения прикладных медико-географических карт, отражающих генотипическую структуру хантавируса и ее динамику на очаговой территории.

5. Проведено эколого-эпидемиологическое районирование Приморья и выделены восемь основных очаговых провинций (рис. 5), в каждой из которых периодичность динамики численности грызунов и заболеваемости ГЛПС имеет характерные особенности.

I. Уссури-Ханкайская очаговая провинция.

Динамика численности грызунов за период наблюдений характеризовалась цикличностью, приближенной к 2–3-летней. Основными генотипами, циркулирующими в данной провинции, являются патогенный для человека геновариант *Far East* вируса *Hantaan* и апатогенный вирус *Vladivostok*, носителями которых являются полевая мышь и большая полевка. Число очаговых проявлений – от 2 до 8 на 100 тыс. населения за год.

II. Гродековская очаговая провинция.

В отличие от Уссури-Ханкайской очаговой провинции 2–3-летние популяционные циклы грызунов не выражены. Циркулирующий в лесных биотопах генотип *Amur* в освоенных долинах уступает свое доминирование геноварианту *Far East* вируса *Hantaan*.

III. Хасанская очаговая провинция.

Многолетняя динамика грызунов характеризуется неустойчивостью циклических процессов: растянутыми на несколько лет популяционными фазами, высокими амплитудами колебания численности. Поэтому случаи заболевания среди людей наблюдаются не ежегодно. Максимум очаговых проявлений за год – 3.

IV. Южно-Приморская очаговая провинция.

Динамика численности грызунов сложная, с четко выраженными пиками и депрессиями. Отдельные популяционные фазы могут растягиваться на несколько лет. Число очаговых проявлений – от 4 до 14 за год.

V. Западно-Сихотэ-Алинская очаговая провинция.

В популяциях грызунов, как лесных, так и лугово-полевых, отмечается сложная цикличность динамики без явно выраженной периодичности. Число очаговых проявлений – от 4 до 18 в год.

VI. Бикинская очаговая провинция.

Для динамики грызунов характерны глубокие депрессии. За год число заболеваний колеблется от 0 до 7.

VII. Центрально-Сихотэ-Алинская очаговая провинция.

Динамика мелких млекопитающих носит сложный циклический характер, обусловленный комплексом факторов. Участие генотипа *Amur* в циркуляции хантавирусов относительно слабое. Частота очаговых проявлений низкая – от 0 до 5 случаев за год.

VIII. Восточно-Сихотэ-Алинская очаговая провинция.

Характеризуется отсутствием четкой периодичности. Основные генотипы, циркулирующие в лесных местообитаниях данной провинции, – *Amur* и *Puumala* (носители – восточноазиатская мышь и красно-серая полевка). На сельскохозяйственных землях освоенных горных долин значительно возрастает роль *Hantaan*. Амплитуда заболеваемости велика: минимальная – 2, максимальная – 27 случаев на 100 тыс. населения.



Рис. 5. Районирование Приморского края по хантавирусной инфекции.

I–VIII – очаговые провинции

Fig. 5. Zoning of Primorsky Krai in connection with hantavirus infection. I–VIII – provinces of the infection focus

Заключение

За период 1976–2013 гг. зоологической группой под руководством С.Б. Симонова проведены уникальные пионерные работы по исследованию динамики структуры населения мышевидных грызунов на юге Дальнего Востока России. Разработаны подходы к картографированию и прогнозированию численности мелких млекопитающих, выявлены особенности высотно-пооясного распределения грызунов. Впервые дана комплексная оценка развития эпизоотического процесса хантавирусной инфекции в популяциях основных вирусоносителей в горно-лесных и лесостепных ландшафтах. Разработана оригинальная легенда и построена зоогеографическая карта населения мышевидных грызунов Приморского края (масштаб 1 : 500000).

По результатам обработки обширного массива многолетних данных был опубликован ряд монографий, которые были высоко оценены известными в России специалистами-биогеографами (д.г.н., проф. Ю.Г. Пузаченко и д.б.н., проф. Ю.С. Равкин), и успешно защищено 4 диссертации, в т.ч. на соискание степени доктора географических наук. Хочется отметить, что Д.С. Борисова защитила диссертацию за 3 месяца до срока окончания учебы в аспирантуре ТИГ ДВО РАН, что случается достаточно редко.

В 2013 г., через 40 лет после начала работы с мышевидными грызунами, С.Б. Симонов и Т.Л. Симонова ушли на заслуженный отдых. С этого времени в ТИГе активных исследовательских работ по мелким млекопитающим не проводится. Небольшие работы, которые заключаются в проведении регулярных учетов численности мышевидных грызунов в различных районах Приморского края, в настоящее время осуществляются П.С. Симоновым в сотрудничестве с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае».

Литература

1. Изотов П.В., Солдатов Г.М. К вопросу об эпидемиологическом значении различных видов полевых грызунов в очагах дальневосточного инфекционного геморрагического нефрозо-нефрита // Тр. Владивостокского науч.-исслед. института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Владивосток. Сб. 2. 1962. С. 38–43.
2. Дымин В.А. Численность и особенности распределения грызунов Зейско-Бурейской равнины // Мелкие млекопитающие Приамурья и Приморья. Владивосток: ДВФ АН СССР, 1970. С. 140–155.
3. Штильмарк Ф.Р. Наземные позвоночные Комсомольского-на-Амуре заповедника и прилегающих территорий // Вопросы географии Дальнего Востока. Сб. 11. Хабаровск, 1973. С. 30–124.
4. Костенко В.А. Закономерности биотопического размещения и распределения грызунов на Дальнем Востоке СССР // Наземные млекопитающие Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 3–62.
5. Костенко В.А. Грызуны (Rodentia) Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2000. 210 с.
6. Кучерук В.В., Туликова Н.В., Евсеева В.С., Заклинская В.А. Опыт критического анализа методики количественного учета грызунов и насекомых при помощи ловушко-линий // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: изд-во АН СССР, 1963. С. 218–227.
7. Симонов С.Б. Население мышевидных грызунов Среднего Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1990. 111 с.
8. Симонов С.Б. Структура территориальных группировок мышевидных грызунов юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2003. 196 с.
9. Бромлей Г.Ф., Костенко В.А. Биоценологические связи птиц, млекопитающих и кедра корейского // Фауна и экология наземных позвоночных юга Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974. С. 5–41.
10. Смирнов Е.Н. Циклические колебания численности грызунов в лесах среднего Сихотэ-Алиня // Бюл. МОИП. Отд. биол. М., 1985. Т. 90, вып. 3. С. 18–24.
11. Симонов С.Б. Динамика популяций и прогноз численности мышевидных грызунов. Владивосток: ВГУЭС, 1998. 96 с.
12. Симонов П.С., Симонов С.Б., Симонова Т.Л. Высотно-пооясная дифференциация сообществ грызунов в горных экосистемах Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2008. 120 с.
13. Симонов С.Б., Симонова Т.Л., Симонов П.С., Борисова Д.С. Роль мышевидных грызунов в циркуляции хантавирусов в природных экосистемах Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2014. 180 с.
14. Симонов С.Б., Симонов П.С., Симонова Т.Л., Борисова Д.С. Мышевидные грызуны острова Русский (Южное Приморье) // Зоологический журн. 2010. Т. 89, № 11. С. 1366–1373.

15. Слонова Р.А., Симонов С.Б., Компанец Г.Г. и др. Хантавирусная инфекция в Приморском крае: Медико-географический атлас. Владивосток, 2007. 48 с.

16. Тупикова Н.В., Сидорова Г.А., Коновалова Э.А. Определение возраста лесных полевков // Фауна и экология грызунов. М.: Изд-во МГУ, 1970. Вып. 9. С. 160–167.

References

1. Isotov, P.V. To the question of the epidemiological significance of various species of field rodents in the foci of the Far East infectious hemorrhagic nephroso-nephritis. *Proceedings of the Vladivostok Research Institute of Epidemiology, Microbiology and Hygiene*. Vladivostok, Russia, 1962, 2, 38–43. (In Russian)

2. Dymin, V.A. The number and characteristics of the distribution of rodents in the Zeya-Bureya plain. In *Small mammals of the Amur region and Primorye*. Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, Russia, 1970, 140–155. (In Russian)

3. Shtilmark, F.R. Terrestrial vertebrates of the Komsomolskogo-on-Amur reserve and adjacent territories. *Questions of the geography of the Far East*. Khabarovsk, Russia, 1973, 11, 30–124. (In Russian)

4. Kostenko, V.A. Regularities of biotopic distribution and distribution of rodents in the Far East of the USSR. In *Terrestrial mammals of the Far East of the USSR*. Far East Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1976, 3–62. (In Russian)

5. Kostenko, V.A. Rodents (Rodentia) of the Russian Far East. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2000, 210 p. (In Russian)

6. Kucheruk, V. V.; Tulikova, N. V.; Evseeva, V. S.; Zaklinskaya, V. A. Experience of critical analysis of the method of quantitative registration of rodents and insectivores using trap lines. In *Organization and methods of accounting for birds and harmful rodents*. Ed. Academy of Sciences of the USSR, 1963, 218–227. (In Russian)

7. Simonov, S.B. Population of small rodents in the Middle Sikhote-Alin. Publishing House of the Far East Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1990, 111 p. (In Russian)

8. Simonov, S.B. The structure of territorial groups of small rodents in the south of the Russian Far East. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2003, 196 p. (In Russian)

9. Bromley, G.F.; Kostenko, V.A. Biocenotic connections of birds, mammals and Korean pine. *Fauna and ecology of terrestrial vertebrates in the south of the Far East of the USSR*. Far East Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR: Vladivostok, Russia, 1974, 5–41. (In Russian)

10. Smirnov, E.N. Cyclic fluctuations in the number of rodents in the forests of the middle Sikhote-Alin. *Bulletin MOIP, dep. biol.* Moscow, 1985, 90 (3), 18–24. (In Russian)

11. Simonov, S.B. Population dynamics and prognosis of the number of small rodents. Vladivostok State University of economy and service: Vladivostok, Russia, 1998, 96 p. (In Russian)

12. Simonov, P.S.; Simonov, S.B.; Simonova, T.L. Altitudinal-zonal differentiation of rodent communities in mountain ecosystems of Primorye. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2008, 120 p. (In Russian)

13. Simonov, S.B.; Simonova, T.L.; Simonov, P.S.; Borisova, D.S. The role of small rodents in the circulation of hantaviruses in natural ecosystems of Primorye. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2014, 180 p. (In Russian)

14. Simonov, S.B.; Simonov, P.S.; Simonova, T.L.; Borisova, D.S. Small rodents of the Russkiy Island (South Primorye). *Zoological journal*. 2010, 89(11), 1366–1373. (In Russian)

15. Slonova, R.A.; Simonov, S.B.; Kompanets, G.G. et al. Hantavirus infection in the Primorsky Krai. Medico-geographical atlas. Vladivostok, Russia, 2007, 48 p. (In Russian)

16. Tupikova, N.V.; Sidorova, G.A.; Konvalova, E.A. Determination of the age of forest voles. In *Fauna and ecology of rodents*. Publishing house of Moscow State University: Moscow, Russia, Issue 9, 1970, 160–167. (In Russian)