

УДК 599.742.4+591.471.4

## ДИАГНОСТИКА ВИДОВ ПОДРОДА *MARTES* STR. (CARNIVORA, MUSTELIDAE) ПО МЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

© 2013 г. В. В. Гасилин, П. А. Косинцев

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург 620144, Россия

e-mail: GasilinV@yandex.ru, kpa@ipae.uran.ru

Поступила в редакцию 14.06.2011 г.

Проведен сравнительный анализ размеров нижних челюстей *Martes zibellina* ( $n = 114$ ), *M. martes* ( $n = 117$ ), *M. foina* ( $n = 110$ ) и *M. melampus* ( $n = 6$ ) по 21 признаку. Используются графический метод (скаттер-диаграммы) и пошаговый дискриминантный анализ. Выделены признаки, которые лучше всего позволяют разделить нижние челюсти этих видов, и по ним построены скаттер-диаграммы. Дискриминантный анализ проведен по трем комплексам признаков: для целой челюсти, для восходящей ветви и тела нижней челюсти. В результате построены и апробированы оптимальные статистические модели, основанные на диагностических признаках. Рассчитаны соответствующие классификационные функции для установления видовой принадлежности целых челюстей и их фрагментов. Результаты могут быть использованы для видовой идентификации нижних челюстей *M. zibellina*, *M. martes*, *M. foina* и *M. melampus*.

**Ключевые слова:** *Martes zibellina*, *Martes martes*, *Martes foina*, *Martes melampus*, нижняя челюсть, морфометрические признаки, дискриминантный анализ, видовая идентификация.

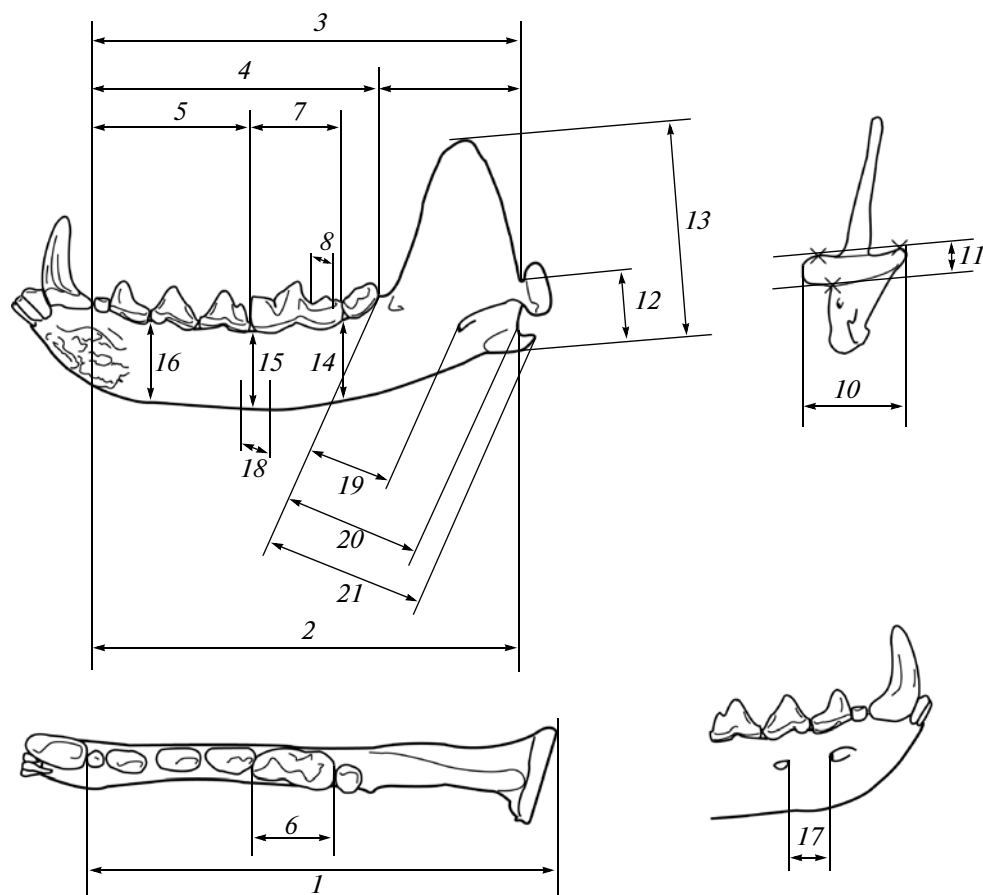
DOI: 10.7868/S0044513413020086

В Северной Евразии обитают несколько представителей рода *Martes*, ареалы которых в настоящее время частично перекрываются. Так, ареалы соболя (*M. zibellina* L. 1758) и лесной куницы (*M. martes* L. 1758) перекрываются на Урале и в Западной Сибири, ареалы *M. zibellina* и японского соболя (*M. melampus* Wagner 1841) — на п-ове Корея и о-ве Хоккайдо, ареалы *M. martes* и каменной куницы (*M. foina* Erxleben 1777) имеют широкую зону симпатрии в Европе и на Кавказе (Гептнер и др., 1967), а ареалы *M. zibellina* и *M. foina* перекрываются в Северном Китае (Smith, Xie, 2008). В голоцене и в историческое время ареалы у части этих видов имели большую степень перекрывания (Кириков, 1966; Косинцев, Гасилин, 2011; Косинцев и др., в печати, 2013). В связи с этим проблема видовой диагностики ископаемых остатков представителей рода *Martes* из зон возможной симпатрии представляется весьма актуальной.

Видовая диагностика современных представителей рода *Martes* проводится главным образом по черепам (Огнев, 1931; Gaffrey, 1953; Altuna, 1973; Gerasimov, 1985; Reig, Ruprecht, 1989; Loy et al., 2004). Предложены видоспецифические признаки на изолированных зубах *M. zibellina*, *M. martes*, *M. foina* (Гимранов, 2011). На нижних челюстях для определения *M. martes* и *M. foina* используют-

ся относительный (положение подбородочных отверстий относительно корней  $p3$  (Gaffrey, 1953; Новиков, 1956)) и абсолютный (соотношение расстояния между подбородочными отверстиями и диаметром нижнего клыка (Новиков, 1956)) признак, а для челюсти *M. zibellina* выделен видоспецифический признак — приостренная форма вершины венечного отростка (Паавер, 1965). Вместе с тем находки черепов в ископаемом состоянии крайне редки, а находки нижних челюстей достаточно часты. Это делает их удобным объектом для видового определения ископаемых остатков рода *Martes*.

Решения этой проблемы уже предпринимались ранее. Специальное исследование по видовой диагностике нижних челюстей трех видов (*M. zibellina*, *M. martes*, *M. foina*) было выполнено Паавером (1965). На основе анализа современных выборок он выделил ряд абсолютных размеров и пропорций, которые на точечных диаграммах позволили частично дифференцировать эти виды. Для определения *M. martes* и *M. foina* были использованы высота сочленовного отростка и относительная высота сочленовного отростка, вычисленная от суммы величин высоты сочленовного отростка, длины  $m1$  и альвеолярной длины  $p1-m2$ . Заметим, что в указанной работе имеются разночтения в определении относительной высо-

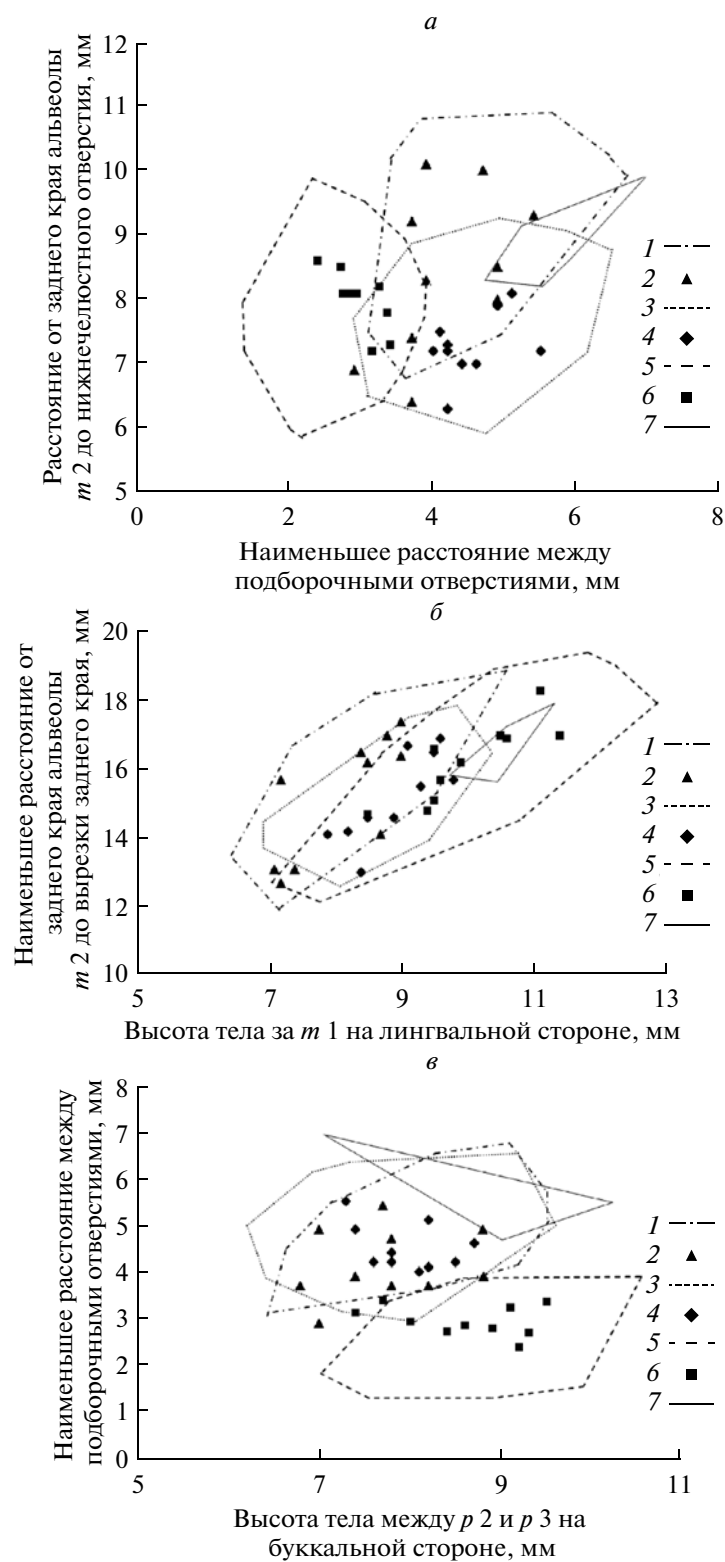


**Рис. 1.** Схема промеров нижней челюсти для видов рода *Martes*: 1 – расстояние от переднего края альвеолы  $p1$  до заднего края сочленовного отростка; 2 – расстояние от переднего края альвеолы  $p1$  до вырезки заднего края; 3 – расстояние от переднего края альвеолы  $p1$  до вершины нижнечелюстной вырезки; 4 – длина ряда  $p1-m2$  альвеолярная; 5 – длина ряда  $p1-p4$  альвеолярная по буккальной стороне; 6 – длина  $m1$  альвеолярная; 7 – длина  $m1$  коронарная; 8 – ширина талонида  $m1$ ; 9 – длина основания венечного отростка (от заднего края альвеолы  $m2$  до вершины нижнечелюстной вырезки); 10 – наибольшая ширина сочленовного отростка; 11 – наибольшая высота сочленовного отростка, измеренная от линии, соединяющей две наиболее удаленные друг от друга точки на верхней поверхности отростка, до нижнего его края; 12 – наименьшее расстояние от вершины нижнечелюстной вырезки до нижнего края углового отростка; 13 – высота восходящей ветви (расстояние от вершины венечного отростка до нижнего края углового отростка); 14 – высота тела за  $m1$  на лингвальной стороне; 15 – высота тела перед  $m1$  на лингвальной стороне; 16 – высота тела между  $p2$  и  $p3$  на буккальной стороне; 17 – расстояние от заднего края переднего подбородочного отверстия до переднего края заднего подбородочного отверстия; 18 – толщина тела перед  $m1$ ; 19 – расстояние от заднего края альвеолы  $m2$  до нижнечелюстного отверстия; 20 – наименьшее расстояние от заднего края альвеолы  $m2$  до вырезки заднего края; 21 – расстояние от заднего края альвеолы  $m2$  до вершины углового отростка.

ты сочленовного отростка: в подписи к рисунку 11 (Паавер, 1965; с. 123) значится длина основания венечного отростка, а в тексте указана альвеолярная длина ряда  $p1-m2$  (Паавер, 1965; с. 120). Это следует иметь в виду при использовании признака. Для разделения видов *M. zibellina* и *M. martes* привлечены абсолютная и относительная величина расстояния от нижнечелюстного отверстия до заднего края альвеолы  $m2$ . При подготовке настоящей работы проведена проверка методов, предложенных для видовой диагностики Паавером. Для этого использованы более представительные выборки. Полученные результаты показали существенные ограничения этих методов, так как корреляционные поля, постро-

енные по предложенным признакам, для обеих пар видов (*M. martes* и *M. foina*, *M. zibellina* и *M. martes*) в значительной степени (от 50 до 80%) перекрывались (Гасилин, 2009).

Позднее для дифференциации видов *M. martes* и *M. foina* по краниометрическим признакам, в том числе по размерам нижней челюсти, был использован многомерный метод: с помощью дискриминантного анализа набора из 7 промеров 27 экз. *M. martes* и 27 экз. *M. foina* из Болгарии были получены две классификационные функции (Герасимов, 1983; Gerasimov, 1985). Ограничения в применимости этой работы нам видятся в небольшой величине выборки, собранной в одной



**Рис. 2.** Распределения абсолютных значений признаков нижних челюстей видов рода *Martes*: 1 – область распределения значений признаков *M. zibellina*, 2 – тестовая выборка для *M. zibellina*, 3 – область распределения значений признаков *M. martes*, 4 – тестовая выборка для *M. martes*, 5 – область распределения значений признаков *M. foina*, 6 – тестовая выборка для *M. foina*, 7 – область распределения значений признаков *M. melampus*.

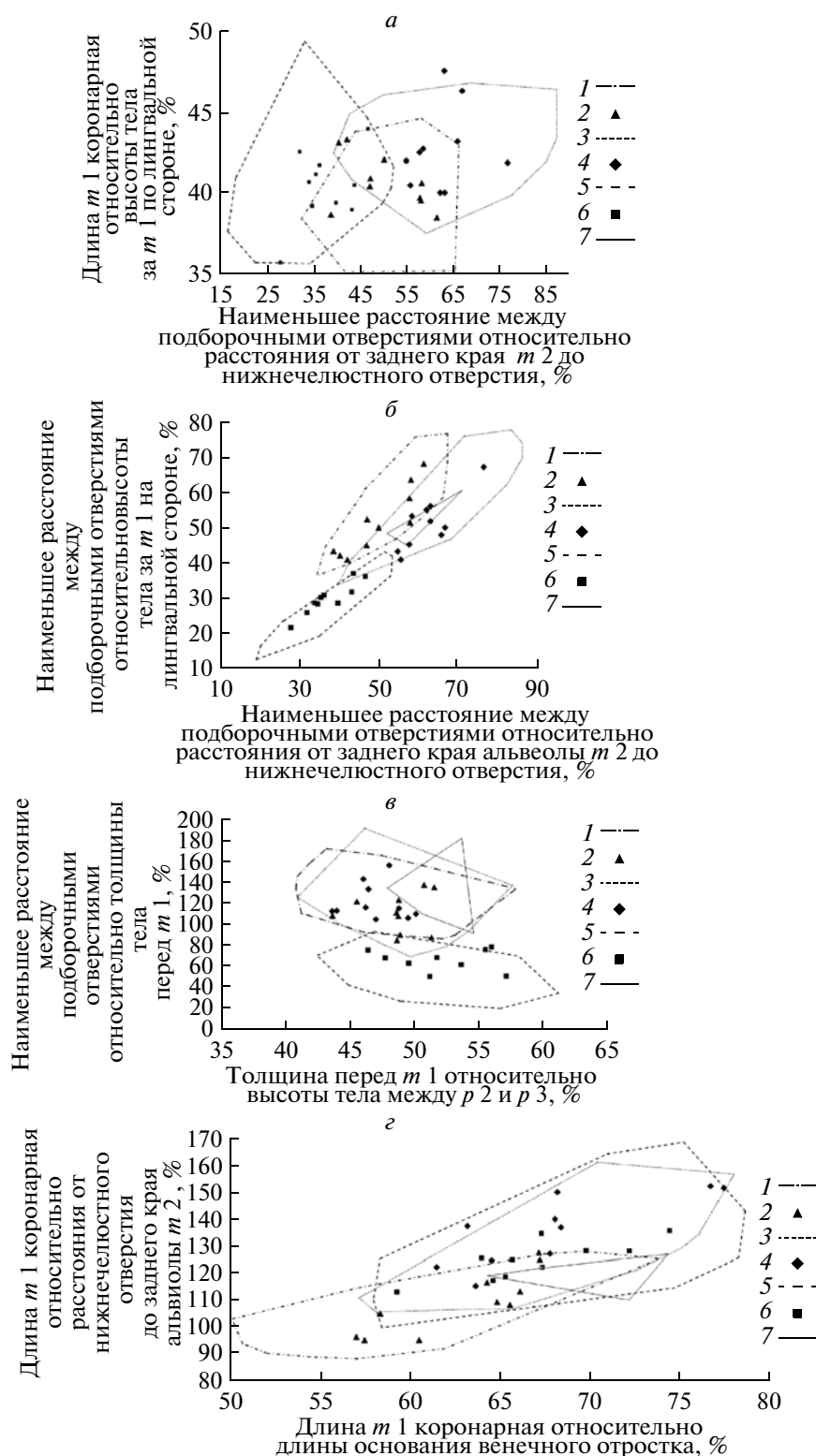


Рис. 3. Распределения относительных значений признаков нижних челюстей видов рода *Martes*: обозначения см. на рис. 2.

географической области, небольшом количестве исходного набора признаков, в наличии среди признаков тех, что измеряются от резцового отдела челюсти, нередко разрушенного у субфосси-

ных экземпляров, а также в использовании в качестве диагностического признака размера клыка, который с большой вероятностью связан с полом.

Таким образом, в настоящее время нет достаточно надежных методов видового определения представителей рода *Martes* по ископаемым остаткам, в том числе и по наиболее подходящему объекту – нижней челюсти. Цель настоящей работы – усовершенствование методики диагностики видов рода *Martes* по размерным признакам нижних челюстей.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы данные, полученные при измерении примерно равных выборок правых и левых нижних челюстей от разных особей обоего пола современных *M. zibellina* Северного Урала и Приморья ( $n = 114$ , самок 54, самцов 60), *M. martes* Восточной Европы, Кавказа и Южного Урала ( $n = 117$ , самок 57, самцов 59, пол не известен у 1), *M. foina* с разных участков ареала ( $n = 110$ , самок 44, самцов 46, пол не известен у 20) и *M. melampus* с Японских о-вов ( $n = 6$ , самцов 3, пол не известен у 3), хранящихся в коллекциях зоологических музеев МГУ (Москва), ЗИН РАН (Санкт-Петербург) и Института экологии растений и животных УрО РАН (Екатеринбург). Все нижние челюсти принадлежали взрослым особям. Экземпляры с аномалиями и повреждениями не измерялись.

На каждой нижней челюсти измерен 21 признак (рис. 1), и только на некоторых челюстях *M. foina* в случаях отсутствия второго подбородочного отверстия снимали неполный набор промеров. Используются признаки (по нашей нумерации № 4, 5, 7, 9, 12, 13, 15, 16, 19, 21), предложенные Паавером (1965), признаки (№ 17 и 10), предложенные Новиковым (1956) и Герасимовым (Герасимов, 1983; Gerasimov, 1985) и оригинальные (№ 1–3, 6, 8, 11, 14, 18, 20) признаки. Признаки 1 и 2 измеряли сбоку челюсти, при этом ее тело ориентировали параллельно оси штанги штангенциркуля, признак 11 измеряли при фиксации сочленовного отростка между губками штангенциркуля (рис. 1).

Измерения признаков проводили с точностью до 0.1 мм электронным штангенциркулем. Анализ данных проведен с использованием пакета программ Statistica 6.0.

Для оценки видоспецифичности признаков и выделения из них наиболее диагностически значимых использованы два основных метода – графический и многомерный анализ. Первый использован в варианте точечных диаграмм (или скаттер-диаграмм), второй в форме дискриминантного анализа в вариантах пошагового анализа с включением и исключением признаков. Полученные результаты предлагается применять для определения ископаемого материала, поэтому анализ выполнен как для целых челюстей (полный набор признаков), так и для их фрагментов.

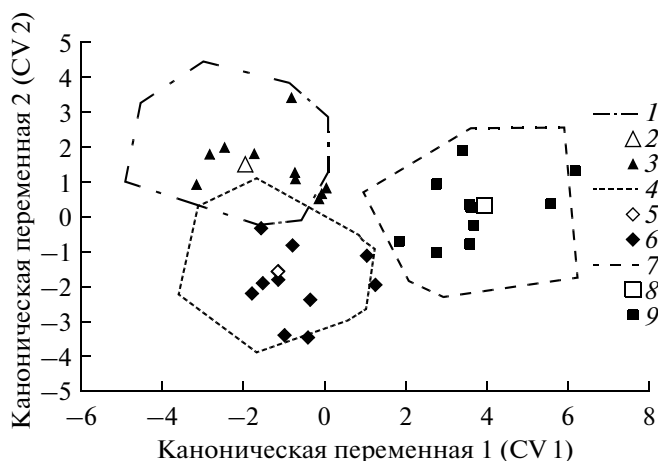


Рис. 4. Результаты канонического анализа формы и размеров нижних челюстей видов рода *Martes*: 1 – область распределения для *M. zibellina*, 2 – центроид для *M. zibellina*, 3 – тестовая выборка для *M. zibellina*, 4 – область распределения для *M. martes*, 5 – центроид для *M. martes*, 6 – тестовая выборка для *M. martes*, 7 – область распределения для *M. foina*, 8 – центроид для *M. foina*, 9 – тестовая выборка для *M. foina*.

Последние часто представлены телом нижней челюсти или восходящей ветвью, для диагностики которых использованы соответствующие (неполные) наборы признаков.

Точечные диаграммы для идентификации видов рода *Martes* построены с использованием признаков, которые могут быть измерены у фрагментированных нижних челюстей. Три графика построены по абсолютным значениям признаков. Во избежание ошибок видовой идентификации ископаемого материала, связанных с вековой изменчивостью общих размеров, четыре графика построены только по относительным значениям признаков (индексам). Данные по трем выборкам нижних челюстей *M. zibellina* ( $n = 10$ ), *M. martes* ( $n = 10$ ) и *M. foina* ( $n = 10$ ), отобранном случайным образом из исходных выборок, использованы в качестве тестовых групп для получившихся областей распределений значений признаков у соответствующих видов. В некоторых случаях экземпляры тестовых выборок оказались вне контуров основных выборок. При использовании этих графиков для видовой идентификации следует расширять контуры до соответствующих точек тестовых выборок и принимать во внимание вероятностный характер методов идентификации.

Проведен многомерный анализ трех наборов признаков:

1. для целой кости – по полному набору из 21 признака;
2. для восходящей ветви – по сокращенному набору из 8 признаков (№ 9–13, 19–21);
3. для тела нижней челюсти – по сокращенному набору из 10 признаков (№ 4–8, 14–18).

Наборы признаков использованы для дискриминации видов внутри разных групп. Состав этих групп обусловлен тем, что ареалы входящих в них видов были или являются симпатрическими или парапатрическими. Для дискриминации трех континентальных видов (*M. zibellina*, *M. martes* и *M. foina*) использованы полный набор и оба сокращенных набора признаков. Сокращенные наборы признаков использованы для пар видов (*M. zibellina* и *M. martes*, *M. zibellina* и *M. foina*, *M. zibellina* и *M. melampus*, *M. martes* и *M. foina*). В анализе пары видов *M. zibellina* и *M. melampus* использована выборка соболя с территории Приморья, как наиболее близкой к ареалу *M. melampus*.

Для выделения наиболее информативных признаков и классификации по ним использованы методы дискриминантного анализа пошагового с включением в отношении полного набора признаков и с включением и исключением признаков в отношении двух сокращенных наборов признаков. Дублирование методов анализа позволяет более надежно идентифицировать видовую принадлежность челюстей. Априорная вероятность дифференциации принята равной для групп, нижний предел толерантности принят за 0.01, значение статистики F для включения и исключения признака приняты равными соответственно 1.00 и 11.00 (Ким и др., 1989).

Валидность статистических моделей для классификации проверена с помощью тестовых выборок нижних челюстей (см. выше), изначально не включенных в обучающие группы. В результате все экземпляры тестовых выборок идентифицированы верно. Была проведена рандомизация исходных выборок (обучающих групп) каждой модели с получением простых случайных выборок, составляющих 20, 30 и 40% исходных. Верность идентификации в этих выборках 76–100%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Абсолютные значения размеров нижних челюстей у изученных видов сильно трансгрессируют, что затрудняет использование их для видовой диагностики. Поэтому для этой цели использованы графические и многомерные методы.

### Графические методы

Отобранные для дифференциации по точечным диаграммам признаки обладают разной “разрешающей способностью”. Как видно из рисунков 2 и 3, области значений признаков у *M. zibellina*, *M. martes* и *M. melampus* в значительной мере перекрываются, а область значений у *M. foina* часто оказывается сильно смещенной относительно них. Наиболее значительно дифференцированы *M. foina* и *M. zibellina*, между признаками которых имеются hiatusы или незначительные трансгрес-

сии (рис. 2в; 3б, 3в). Лучшим из исследованных признаков по дифференциации *M. foina* является наименьшее расстояние между подбородочными отверстиями (признак 17), которое у этого вида минимально (рис. 2а, 2в; 3а–3в). Хуже отличают вид признаки высоты (признаки 14–16) и толщины тела челюсти (признак 18), которые у *M. foina* максимальны среди рассмотренных видов (рис. 2б, 3в; рис. 3а–3в). Лучшими диагностическими признаками *M. zibellina* являются расстояние от заднего края альвеолы *m2* до нижнечелюстного отверстия (признак 19) и длина основания венечного отростка (от заднего края альвеолы *m2* до вершины нижнечелюстной вырезки; признак 9). Первый из признаков имеет у соболя максимальные абсолютные и относительные значения (рис. 2а; 3а, 3б), второй – максимальные относительные значения (рис. 3г). Признаком, хорошо отличающим *M. martes* от других видов, является расстояние от заднего края альвеолы *m2* до нижнечелюстного отверстия (признак 19), которое у лесной куницы принимает минимальные относительные значения (рис. 2а; 3а, 3б). Небольшой объем выборки нижних челюстей *M. melampus* не позволяет сейчас определить, какие из признаков являются видоспецифическими. Однако даже по небольшой выборке видно, что некоторые признаки (например, 14, 16, 17) могут иметь важное диагностическое значение. По ним японский соболя отличается от соболя (рис. 2а–2в; 3б–3г), с которым имеет перекрывающиеся ареалы и от каменной куницы (рис. 2а, 2в; 3а–3в), с которой у него смежные ареалы.

### Дискриминантный анализ

В результате пошагового анализа признаков с включением при заданном значении статистики F из исходного набора не были взяты признаки 4 и 11. Верность идентификации при этом оказалась довольно высокой (табл. 1).

Первая функция способствует дифференциации от прочих видов *M. foina*, вторая функция обеспечивает обособление *M. zibellina* (рис. 4).

Судя по стандартизованным коэффициентам (табл. 1), наибольшие вклады в первую функцию внесли 1, 19 и 20 признаки, которые в совокупности характеризуют длину челюсти, во вторую – 1, 2, 8, 10 и 13 признаки, которые характеризуют ее размеры в трех измерениях. Часть этих признаков использована нами при построении точечных диаграмм (рис. 2).

Помимо коэффициентов классификационных функций, приведены нестандартизованные коэффициенты канонических функций и соответствующие константы (табл. 1), с помощью которых можно вычислить координаты для исследуемых экземпляров в осях канонических функций по набору из 19 признаков (рис. 4). Каждая из ко-

**Таблица 1.** Коэффициенты для канонических и классификационных функций по 19 признакам нижних челюстей *M. zibellina*, *M. martes* и *M. foina*

Признак	Коэффициенты канонических функций				Коэффициенты классификационных функций		
	стандартизованные		нестандартизованные		z	ma	f
	1	2	1	2			
1	<b>0.84</b>	<b>-1.46</b>	0.31	-0.53	7.39	9.30	9.81
2	-0.28	<b>1.49</b>	-0.11	0.57	5.13	3.28	3.85
3	-0.37	0.42	-0.14	0.16	-1.68	-2.27	-2.67
5	-0.59	-0.40	-0.63	-0.43	10.33	11.14	7.09
6	-0.18	-0.25	-0.20	-0.30	-2.46	-1.71	-3.32
7	0.34	-0.16	0.55	-0.27	7.96	9.26	11.54
8	-0.43	<b>-0.78</b>	-1.56	-2.84	2.89	10.42	-3.01
9	-0.62	0.23	-0.50	0.18	-0.38	-1.37	-3.54
10	-0.12	<b>0.87</b>	-0.14	1.03	1.30	-2.00	-0.71
12	0.27	-0.22	0.47	-0.37	11.50	13.04	14.71
13	0.00	<b>0.67</b>	0.00	0.41	-4.49	-5.76	-4.98
14	0.39	-0.46	0.48	-0.57	-11.99	-9.82	-8.50
15	0.32	-0.06	0.46	-0.09	-14.44	-13.76	-11.58
16	-0.02	0.45	-0.02	0.72	5.02	2.78	4.05
17	-0.62	-0.24	-0.88	-0.35	2.85	3.20	-1.96
18	0.56	0.14	1.61	0.39	1.41	1.53	10.46
19	<b>-0.73</b>	0.61	-0.92	0.76	8.96	5.82	2.65
20	0.65	-0.52	0.50	-0.40	-14.81	-13.17	-11.43
21	0.22	-0.47	0.16	-0.35	2.87	4.08	4.22
Константы			1.12	2.63	-229.02	-235.25	-229.02
Собственные значения			6.24	1.79	Верность идентификации, %		
Объясненная дисперсия			0.78	1.00	93.1 n = 102	94.3 n = 107	98.8 n = 80

Примечание. Жирным шрифтом обозначены наиболее высокие значения вкладов признаков в каноническую функцию, z – *Martes zibellina*, ma – *M. martes*, f – *M. foina*.

ординат вычисляется как сумма константы и всех произведений значений признаков экземпляра на приведенные в табл. 1 нестандартизованные коэффициенты.

Значимые признаки и соответствующие им коэффициенты классификационных функций в моделях, построенных по двум сокращенным наборам признаков для фрагментов нижних челюстей разных групп видов, приведены в табл. 2 и 3. Как видно из них, для большинства случаев вероятность идентификации по телу нижней челюсти выше, чем по восходящей ветви.

Анализ стандартизованных коэффициентов (не приводятся) показал, что наиболее значимые вклады в дифференциацию *M. zibellina*, *M. martes* и *M. foina* по телу челюсти (табл. 2) вносят признаки, измеренные во всех трех проекциях, по восходящей ветви – признаки длины (измеряемые от заднего края альвеолы m2) и один признак шири-

ны (сочленовного отростка). В дифференциацию пар видов (табл. 3) по телу челюсти вносят признаки, описывающие высоту тела нижней челюсти. Это связано с тем, что их значения для *M. foina* и *M. melampus* в среднем выше, чем для *M. zibellina* и *M. martes*. Дифференциация видов по восходящей ветви связана с признаками, измеряемыми от заднего края альвеолы m2. Различия между *M. zibellina* и *M. martes* во всех группах наименее выражены.

Видовая идентификация экземпляра нижней челюсти по одному из наборов признаков проводится после расчета для него классификационных функций  $S_i$  (в первом случае число видов  $i = 3$ , в остальных  $i = 2$ ) – суммы константы и произведений значения соответствующих признаков на приведенные в табл. 1 и 2 коэффициенты классификационных функций:

$$S_i = x_1 \sum c_{1i} + x_2 \sum c_{2i} + \dots + x_n \sum c_{ni} + C_i,$$

**Таблица 2.** Классификационные функции и верность идентификации по наборам признаков для тела и восходящей ветви нижних челюстей *M. zibellina*, *M. martes* и *M. foina*

Показатель	С включением			С исключением		
	z	ma	f	z	ma	f
Признак на теле челюсти						
4	10.67	9.69	11.00	—	—	—
5	9.63	10.38	6.43	19.72	19.43	17.16
6	-1.21	-0.03	-0.87	1.79	2.93	2.67
7	4.61	5.64	7.56	—	—	—
8	-1.81	4.81	-7.98	14.57	21.40	11.56
14	-11.81	-11.04	-9.04	-11.20	-10.81	-7.99
15	-6.43	-7.78	-6.40	—	—	—
16	4.83	2.68	3.96	5.18	2.09	4.45
17	2.64	2.93	-2.30	3.21	3.44	-1.68
18	2.88	1.72	11.59	-2.90	-3.98	5.65
Константа	-200.26	-206.93	-201.00	-173.67	-181.58	-168.66
Верность идентификации, %	84.3	86.9	97.6	84.3	84.1	97.6
Число экз., <i>n</i>	101	110	80	103	107	81
Признак на восходящей ветви челюсти						
9	4.00	2.68	0.98	4.95	3.74	1.96
10	5.99	4.37	6.25	6.80	5.62	7.41
11	1.34	4.17	3.93	—	—	—
12	9.13	10.15	13.29	10.41	12.35	15.34
19	1.06	-2.32	-3.72	1.70	-1.42	-2.88
20	-5.50	-3.97	-2.60	-2.33	-0.07	1.01
21	4.98	6.08	5.62	—	—	—
Константа	-102.36	-96.86	-117.84	-100.12	-93.31	-114.79
Верность идентификации, %	82.7	78.3	82.3	81.7	74.5	84.4
Число экз., <i>n</i>	99	117	90	100	112	94

где  $x_n$  — значение  $n$ -го признака у исследуемого экземпляра,  $c_{ni}$  — коэффициент для  $n$ -го признака у  $i$ -го вида,  $C_i$  — константа для функции  $i$ -ого вида. Экземпляр следует относить к виду, значение классификационной функции  $S_i$  которого оказалось наибольшим.

Определение видовой принадлежности исследуемых экземпляров нижних челюстей представителей рода *Martes* рекомендуется по возможности проводить несколькими способами — с помощью точечных диаграмм по абсолютным и относительным значениям признаков и при помощи нескольких статистических моделей.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный разными методами анализ размеров нижней челюсти представителей рода *Martes* показал возможность их видовой диагностики по нижним челюстям. По целым челюстям видо-

вую принадлежность можно определить с высокой степенью вероятности, по фрагментам — с меньшей вероятностью. Экземпляры с размерами, близкими к крайним значениям признаков, могут быть определены достаточно точно. Наибольшим своеобразием размеров и формы нижней челюсти отличается каменная куница, которая может быть наиболее надежно определена по ряду абсолютных и относительных признаков, а также по комплексу признаков. Соболь и лесная куница по большинству абсолютных и относительных признаков диагностируются несколько хуже. Значения размеров и пропорции их нижних челюстей имеют значительные области трансгрессии. Проведенный анализ показал принципиальную возможность видового определения японского соболя по размерам нижней челюсти. Но более отчетливая картина степени различий может быть получена при увеличении выборки *Martes melampus*.



**Таблица 3.** Классификационные функции и верность идентификации по наборам признаков для тела и восходящей ветви нижних челюстей в парных выборках *M. zibellina*, *M. martes*, *M. foina* и *M. melampus*

Показатель	С включением		С исключением		С включением		С исключением		С включением		С исключением		С включением		С исключением		
	z	ma	z	ma	z	ma	z	ma	z	me	z	me	z	ma	f	f	
Признак на теле челюсти																	
4	8.44	7.14	-	-	-	-	15.78	-12.42	22.52	7.58	14.19	15.29	-	-	-	-	-
5	9.59	10.59	-	-	20.24	17.72	16.77	29.85	-	-	8.86	4.85	-	8.86	21.65	19.34	-
6	-0.57	0.71	0.08	1.26	-3.13	-1.50	-	-	10.13	13.76	-	-	-	-	-	-	-
7	7.24	8.15	-	-	18.27	20.88	12.13	32.85	-	-	3.23	4.75	-	3.23	-	-	-
8	-7.12	1.79	33.05	41.11	-2.02	-7.09	-134.54	-84.11	-49.67	9.09	15.38	2.19	-	32.80	22.23	-	-
14	-11.74	-10.86	-	-	-12.64	-10.40	-13.87	5.01	-3.80	12.88	-8.44	-6.54	-	-9.00	-5.68	-	-
15	-4.18	-5.93	-	-	-	-	-10.77	-39.75	-	-	-10.35	-8.42	-	-	-	-	-
16	4.40	1.33	11.05	6.94	-	-	70.98	82.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	2.20	2.63	-	-	0.58	-5.20	-11.16	8.42	-2.63	15.66	6.18	1.05	-	6.84	1.86	-	-
18	-	-	-	-	1.23	7.74	-12.52	22.45	-	-	-5.18	4.27	-	-	-	-	-
Константа	-173.88	-179.93	-105.54	-114.77	-184.11	-189.38	-284.88	-379.61	-194.67	-243.07	-253.77	-235.01	-	-202.83	-176.25	-	-
Верность идентификации, %	83.3	87.9	83.7	85.0	100.0	98.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.6	-	100.0	97.6	-	-
Число экз., n	98	111	103	108	103	81	103	83	17	4	109	80	-	109	109	-	80
Признак на восходящей ветви челюсти																	
9	1.56	-0.26	-	-	3.24	0.55	-6.83	-23.57	-4.50	-13.43	4.19	2.44	-	4.36	2.69	-	-
10	4.04	2.29	4.30	3.00	-	-	2.60	-4.52	-	-	3.88	5.49	-	4.56	6.45	-	-
11	10.48	13.88	16.10	19.60	7.96	10.48	33.74	52.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	7.58	11.53	6.99	17.94	-	-	10.40	13.60	-	10.95	14.04	-	-
13	4.30	4.63	-	-	-	-	-9.36	-17.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	2.80	-0.51	2.30	-1.20	-1.06	-5.62	-8.67	-17.59	-	-	-2.05	-3.65	-	-	-	-	-
20	-5.05	-3.73	-	-	-4.43	-1.66	5.57	23.15	-	-	-5.15	-3.41	-	-	-	-	-
21	4.17	5.78	4.80	6.40	7.45	8.16	26.79	41.16	20.83	31.53	6.67	6.00	-	-	-	-	-
Константа	-107.65	-101.65	-99.40	-93.40	-90.06	-106.70	-159.05	-256.00	-140.10	-201.26	-96.79	-115.94	-	-93.17	-112.20	-	-
Верность идентификации, %	82.7	89.6	81.7	89.6	94.2	96.9	94.8	94.8	100.0	83.3	90.6	85.4	-	90.6	84.4	-	-
Число экз., n	97	113	96	114	101	99	104	96	17	6	110	92	-	111	91	-	-

Примечание. Обозначения см. в табл. 1.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Работа проведена в рамках выполнения Программы Президиума РАН (12-П-4-1050) и проекта УрО РАН (12-М-456-2024). Авторы выражают благодарность сотрудникам ЗИН РАН, Зоологического музея МГУ и Музея Института экологии растений и животных УрО РАН за помощь в работе с коллекциями.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гасилин В.В., 2009. Фауна крупных млекопитающих Урало-Поволжья в голоцене. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН. 16 с.
- Гентнер В.Г., Наумов Н.П., Юргенсон П.Б., Слудский А.А., Чиркова А.Ф., Банников А.Г., 1967. Морские коровы и хищные. М.: Высшая школа. 1004 с. (Млекопитающие Советского Союза; Т. 2, ч. 1).
- Герасимов С., 1983. Видово специфични особенности и полов диморфизъм на размерите на черепните признаци при *Martes martes* L. *Martes foina* Erxl. (Mammalia, Mustelidae) от България // Acta zoologica bulgarica. V. 22. P. 9–25.
- Гимранов Д.О., 2011. Морфотипическая изменчивость нижних зубов у представителей рода *Martes* // Экология: сквозь время и расстояние. Материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург: Гошицкий. С. 25–32.
- Ким Дж.-О., Мьоллер Ч.У., Клекка У.Р., Олдендерфер М.С., Блэшфилд Р.К., 1989. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика. 215 с.
- Кириков С.В., 1966. Промысловые животные, природная среда и человек. М.: Наука. 348 с.
- Косинцев П.А., Бачура О.П., Гасилин В.В., в печати.
- Косинцев П.А., Гасилин В.В., 2011. Исторические изменения северо-восточной границы ареала каменной куницы (*Martes foina* Erxleben, 1777) // Докл. Акад. наук. Т. 436. № 1. С. 139–141.
- Новиков Г.А., 1956. Хищные млекопитающие фауны СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 294 с.
- Огнев С.И., 1931. Звери СССР и прилежащих стран: (звери Восточной Европы и Средней Азии). М.-Л.: Изд-во АН СССР. Т. 2. 776 с.
- Паавер К.Л., 1965. Формирование териофауны и изменчивость млекопитающих Прибалтики в голоцене. Тарту: АН ЭстССР. 493 с.
- Altuna J., 1973. Distinción craneal entre la Marta (*Martes martes*) y la Foina (*M. foina*) (Mammalia) // Munibe. V. 25. P. 33–38.
- Gaffrey G., 1953. Die Schädel der mitteleuropäischen Säugetiere // Abh. Ber. Staatl. Mus. Tierk.-Forschungsinstitut-Dresden. V. 21. P. 5–123.
- Gerasimov S., 1985. Species and sex determination of *Martes martes* and *Martes foina* by use of systems of craniometrical indices developed by stepwise discriminant analysis // Mammalia. V. 49. № 2. P. 235–248.
- Loy A., Spinosi O., Carlini R., 2004. Cranial morphology of *Martes foina* and *Martes martes* (Mammalia, Carnivora, Mustelidae): the role of size and shape in sexual dimorphism and interspecific differentiation // Ital. J. Zool. V. 71. P. 27–35.
- Reig S., Ruprecht A.L., 1989. Skull variability of *Martes martes* and *Martes foina* from Poland // Acta Theriol. V. 34. P. 595–624.
- Smith A.T., Xie Y., 2008. A guide to the Mammals of China. Princeton and Oxford: Princeton University Press. 544 p.

**IDENTIFICATION OF THE SUBGENUS *MARTES* STR. SPECIES  
(*MARTES ZIBELLINA*, *MARTES MARTES*, *MARTES FOINA*,  
AND *MARTES MELAMPANUS*) (CARNIVORA, MUSTELIDAE)  
ACCORDING TO METRIC CHARACTERISTICS OF MANDIBLE**

V. V. Gasilin, P. A. Kosintsev

*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg 620144, Russia*

*e-mail: GasilinV@yandex.ru, kpa@ipae.uran.ru*

A comparative analysis based on 21 metric characteristics of mandibles in *Martes zibellina* ( $n = 114$ ), *M. martes* (117), *M. foina* (110), and *M. melampus* (6) was performed. The graphical method (scatter diagrams) and stepwise discriminant analysis were used. The metric characteristics that best permit to distinguish the mandibles in these species were revealed, and scatter diagrams based on their values were plotted. The discriminant analysis was performed according to three combinations of the measurements: for the whole mandible, ramus ascendens, and corpus mandibulae. As a result, optimal statistical models based on the diagnostic measurements were developed and tested. Some classification functions for the species identification of whole mandibles and their fragments were calculated. The results can be used for the identification of mandibles in the species investigated.