

УДК 611:[636.93+599.32]:619:340.6:517

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
СУДЕБНОЙ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЕ**

Рецензенты: доктор с.-х. наук, проф. Рубан Ю.Д.; канд. с.-х. наук Шабля В.П.;
зав.лаб.маркетинга Кузьмина Н.И.

О.М. Гетманец, И.В. Яценко, М.Е. Извеков, Я.П. Раковский

Харьковская государственная зооветеринарная академия

В работе предложен метод видовой экспресс-идентификации мелких животных по результатам остеометрических измерений костей или их фрагментов с применением дискриминантного анализа в рамках современных информационных технологий. Показано, что данный метод является информативным, достаточно точным, простым и доступным в применении при проведении ветеринарно-санитарных экспертиз. Для установления вида животного по остеометрическим параметрам необходимо использовать полученные на основе обширной базы данных дискриминантные уравнения, в которые подставляются значения остеометрических индексов, автоматически вычисляемые при введении в компьютер результатов абсолютных измерений исследуемых костей.

Ключевые слова: **информационные технологии, остеометрия, видовая идентификация, ветсанэкспертиза, дискриминантный анализ.**

Вопросы методики получения и исследования вещественных доказательств в делах о правонарушениях в сфере производства, переработки и реализации продукции животноводства, связанных с уничтожением трупов животных различными способами, не нашли еще надлежащего освещения на страницах специальной литературы. Дела данной категории являются достаточно сложными как в области расследования преступлений, так и в экспертном производстве.

При обнаружении скелетизированных или расчлененных трупов животных, когда исследуются костные останки, перед судебно-ветеринарными экспертами возникает ряд вопросов, среди которых чрезвычайно важными являются вопросы установления видовой принадлежности, возраста, живой массы, пола животного по его скелету. Подобные остеологические экспертизы являются сложными еще и потому, что требуют от судебно-ветеринарного эксперта детальных знаний нормальной и сравнительной анатомии костей скелета. В случае же механических повреждений, сожжения трупа или костей забитого животного с целью уничтожения следов преступления, длительного воздействия на них факторов внешней среды характерные видовые отличия костей утрачиваются, и видовая идентификация последних остеоскопическими или сравнительно-анатомическими методами становится невозможной либо дискуссионной и необоснованной. Литературные данные относительно данной проблемы немногочисленны и не систематизированы [1-7].

В данной ситуации в арсенале остеологической экспертизы существуют другие – информационные методы, основанные на предварительной остеометрии костей скелета (или их фрагментов) с целью создания базы данных для последующего применения дискриминантного анализа. Эти методы получили широкое развитие и применение в судебно-медицинской экспертизе при

идентификации личности человека по фрагментам скелета [8-11]. Но подобные методы в судебно-ветеринарной медицине, ветеринарно-санитарной экспертизе и анатомии животных мало апробированы в связи с отсутствием разработанных систем показателей и диагностических методик [12-14].

Целью настоящей работы является развитие информационных методик анализа данных остеометрических измерений костей скелета мелких животных с целью получения надежных автоматизированных экспертных заключений относительно их видовой принадлежности.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являются некоторые виды мелких диких и домашних животных – кролики домашние беспородные, зайцы-русаки, кошки домашние беспородные, нутрии стандартные, сурки-байбаки степные, песцы вуалевые. Материал исследований – кости скелета указанных животных. Методом исследования является остеометрия по методу В.П. Алексеева [15] в нашей модификации с применением дискриминантного анализа [16] с последующей компьютерной обработкой. Дискриминантный анализ основывается на базе данных, полученных при проведении многочисленных (с целью уменьшения статистической ошибки) предварительных измерений полных наборов костей скелетов животных, которые предположительно будут идентифицироваться, и определении на основе этих измерений соответствующих остеометрических индексов костей T_i , затем вычислении матриц дискриминантного анализа и решении дискриминантных уравнений.

Матрица дискриминантного анализа имеет следующий вид:

$$S_{ik}^A = \sum_{j=1}^n (\bar{T}_{i,j}^A - T_{i,j}^A) \cdot (\bar{T}_{k,j}^A - T_{k,j}^A), \quad (1)$$

где A – вид животного,

i, k – номера индексов кости (предположим, что этих индексов всего N),

n – полное число костей данного типа (например, ребер), которое было предварительно измерено, по номеру кости j производится суммирование.

Если рассматривать всю совокупность данных костей как выборку, то $\bar{T}_i^A$ – средневыворочное значение соответствующего остеометрического индекса.

Дискриминантная матрица позволяет получить следующее дискриминантное уравнение для определения видовой принадлежности кости (или ее фрагмента) одному из двух видов животных A или B :

$$X_i = \sum_{k=1}^N a_{ik} T_k - X_0, \quad (2)$$

где X_i – параметр видовой принадлежности кости (i – вид животного), a_{ik} – дискриминантные коэффициенты, X_0 – граница видового разделения двух видов – A и B . Для определения дискриминантных коэффициентов нужно решить следующую систему уравнений (которая записана в матричном виде):

$$S_{ik} a_i = \bar{T}_k^A - \bar{T}_k^B, \quad (3)$$

где $i, k = 1, 2, \dots, N$,

$$S_{ik} = \frac{S_{ik}^A + S_{ik}^B + S_{ik}^C + \dots}{n_A + n_B + n_C + \dots - m} - \text{ковариантная матрица } (A, B, C, \dots -$$

m видов животных, подлежащих идентификации),

$n_A, n_B, n_C \dots$ – число костей каждого вида, предварительно измеренных.

Результаты исследований. Для определения видовой принадлежности неизвестной кости (или ее фрагмента), как правило, используется сравнение измеренных индексов данной кости с индексами костей животного одного определенного вида (мы во всех случаях использовали сравнение с кроликом). Тогда при подстановке этих индексов в уравнение (2) можно прийти к следующим экспертным заключениям: если значения видовых параметров X_i для всех видов идентифицируемых животных отрицательные, то неизвестная кость (или ее фрагмент) принадлежит кролику, если они имеют разные знаки (или все положительны), то эта кость принадлежит тому виду, для которого алгебраическое значение X является наибольшим.

Таким образом, действия эксперта сводятся к проведению остеометрии неизвестной кости (или ее фрагмента), предварительному отнесению ее к одному из типов (ребра, позвонки, лопатки и др.), внесение данных абсолютных измерений определяемой кости в компьютер для автоматического вычисления остеометрических индексов, решения соответствующих дискриминантных уравнений и получения экспертного заключения.

Для иллюстрации рассмотрим случай, когда на экспертизу поступает неизвестное ребро [12]. На основе предварительного осмотра сделан вывод о том, что оно принадлежит одному из следующих видов мелких животных: кролику, зайцу, кошке или нутрии. По результатам остеометрии ребра представляется возможным вычисление четырех остеометрических индексов [12]: индекс степени сгиба реберной кости – T_1 , индекс глубины сгиба – T_2 , толщинно-широтный индекс в области стерильного конца – T_3 , толщинно-широтный индекс в средней трети тела – T_4 . В качестве примера была произведена идентификация четырех реберных костей, извлеченных из скелетов кролика, кошки, нутрии и зайца (номера костей 1÷4 соответственно). Результаты идентификации представлены в табл. 1. Индексы H, N, C обозначают сравнение реберных костей кролика с аналогичными костями зайца, нутрии и кошки.

1. Результаты идентификации реберных костей

№ кости	T_1	T_2	T_3	T_4	X_H	X_N	X_C	Экспертное заключение
1	80,0	30,0	46,1	57,6	-0,90	-18,82	-0,23	кролик
2	78,6	26,6	71,8	79,3	3,86	0,12	4,19	кошка
3	77,4	32,1	158,1	69,4	-7,33	9,49	-11,16	нутрия
4	66,0	35,5	62,5	27,3	1,78	-18,38	1,66	заяц

Однако чаще на экспертизу поступает не целое ребро, а его фрагмент [13]. В данной ситуации можно определить лишь только два остеометрических коэффициента из четырех, описанных выше, – T_3 и T_4 . В табл. 2 представлены результаты идентификации четырех фрагментов ребер, извлеченных из скелетов кролика, кошки, нутрии и зайца (номера костей 1÷4 соответственно) и пятого



фрагмента, выбранного “в слепую” (как было потом установлено, он принадлежал ребру нутрии).

2. Результаты идентификации реберных фрагментов

№ кости	T_3	T_4	X_H	X_N	X_C	Экспертное заключение
1	46,1	57,6	-0,08	-8,18	-0,65	Кролик
2	71,8	79,3	-0,94	-3,17	1,04	Кошка
3	158,1	69,4	-1,93	8,63	0,87	Нутрия
4	62,5	27,3	0,39	-7,56	-2,69	Заяц
5	150,0	66,7	-1,75	7,31	0,63	Нутрия

Представим теперь, что на экспертизу поступил грудной позвонок неизвестного мелкого животного [14]. На основе предварительного осмотра сделан вывод, что: он принадлежит либо кролику, либо зайцу, либо кошке, или нутрии. После остеометрии можно определить пять индексов грудного позвонка [14]: высотно-продольный индекс тела позвонка – T_1 , широтно-продольный индекс – T_2 , индекс позвонкового отверстия – T_3 , индекс расстояния между суставными отростками позвонка – T_4 , индекс дуги позвонка – T_5 . В качестве примера в табл. 3 представлены результаты идентификации четырех грудных позвонков, извлеченных из скелетов кошки, кролика, нутрии и зайца (номера костей 1 ÷ 4 соответственно) и пятого позвонка, выбранного “в слепую” (как было потом установлено, он принадлежал нутрии).

3. Результаты идентификации грудных позвонков

№ кости	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	X_H	X_C	X_N	Экспертное заключение
1	61,19	97,88	63,01	76,55	120,79	3,13	14,31	-7,05	Кошки
2	62,51	74,45	97,71	106,26	103,98	-6,03	-18,13	-1,44	Кролика
3	91,59	101,97	85,43	98,92	99,13	3,93	-0,48	9,48	Нутрия
4	39,98	36,14	78,82	100,12	107,35	3,12	-8,02	-0,6	Заяц
5	100,81	107,53	80,68	96,27	113,44	5,33	1,37	5,41	Нутрия

Теперь рассмотрим случай, когда на экспертизу поступает лопатка неизвестного животного. На основании предварительного осмотра сделан вывод, что она принадлежит одному из следующих видов животных: кролику, зайцу, кошке, нутрии, сурку-байбаку или песцу. После остеометрии лопатки можно определить пять индексов: широтно-высотный индекс – T_1 , индекс морфологической ширины предостной и заостной ямок – T_2 , индекс длины краниального и каудального краев – T_3 , продольно-широтный индекс суставной впадины – T_4 , индекс шейки лопатки – T_5 .

В табл. 4 представлены результаты вычисления данных индексов и экспертные заключения для лопаток, извлеченных из скелетов кошки, кролика, сурка-байбака, песца, нутрии и зайца (кости 1 ÷ 6 соответственно). Индексы H , C , N , B , P обозначают сравнение кролика с зайцем, кошкой, нутрией, сурком и песцом.

4. Остеометрические индексы

№ кости	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	X_H	X_C	X_N	X_B	X_P	Экспертное заключение
1	87,0	75,0	83,0	95,0	34,7	15,4	37,5	20,5	20,6	25,1	Кошка
2	67,0	55,0	93,0	64,0	52,6	-41,5	-18,3	-30,3	-35,8	-7,8	Кролик
3	76,0	97,0	83,0	79,0	31,5	-19,0	31,7	-8,6	48,8	37,3	Байбак
4	74,0	78,0	71,0	64,0	42,1	-46,3	9,7	14,7	6,4	34,2	Песец
5	89,0	45,0	63,0	79,0	74,3	-19,6	-19,8	79,7	-64,2	11,1	Нутрия
6	62,0	57,0	89,0	151,0	59,0	140,3	9,2	12,0	-43,0	-22,0	Заяц

В тех случаях, когда на экспертизу поступают не целые лопатки, а их фрагменты, представляется возможным определить только два индекса из перечисленных выше – T_4 и T_5 . И в данной ситуации дискриминантный анализ является весьма эффективным, что видно из табл. 5, в которой представлены результаты видовой идентификации фрагментов шести лопаток: кролика, зайца, кошки, сурка, нутрии и песца (номера костей 1 ÷ 6 соответственно).

5. Результаты видовой идентификации

№ кости	T_4	T_5	X_H	X_C	X_N	X_B	X_P	Экспертное заключение
1	61,00	73,39	-60,42	-33,47	-4,32	-27,68	-10,28	Кролик
2	161,00	54,49	144,43	44,70	39,90	31,93	2,23	Заяц
3	92,00	34,08	13,46	15,85	2,69	14,88	8,65	Кошка
4	82,00	32,03	-5,81	10,98	-2,51	11,76	9,17	Байбак
5	81,00	78,44	-22,17	-24,46	6,29	-22,12	-11,75	Нутрия
6	65,00	48,46	-44,73	-12,22	-7,39	-7,89	1,10	Песец

Выводы:

1. Предложенный способ видовой идентификации мелких животных по остеометрическим параметрам с применением дискриминантного анализа в судебной ветеринарной медицине отличается высокой информативностью, точностью результатов, простотой в применении и доступностью всем экспертам.

2. Для установления вида животного по остеометрическим параметрам необходимо использовать полученные нами на основе обширной базы данных дискриминантные уравнения, в которые подставляются значения остеометрических индексов, автоматически вычисляемые при введении в компьютер результатов абсолютных измерений исследуемых костей.

3. Дискриминантный метод можно использовать в экспертной практике судебной ветеринарной медицины или для судебно-биологических экспертиз в комплексе с другими методами (остеоскопическим, сравнительно-анатомическим, рентгенологическим, гистологическим и др.).

4. Использование информационных технологий в процессе проведения остеологических экспертиз в судебной ветеринарной медицине стабильно и надежно гарантирует достоверность остеологических исследований, сокращает сроки проведения экспертиз и упрощает оформление экспертной документации.



Библиографический список

1. Образцов В.П. Судебно-ветеринарная экспертиза. – 2-е издание /Образцов В.П.-К.: Урожай, 1986. – С. 30-80.
2. Жаров А.В. Судебная ветеринарная медицина /Жаров А.В. – Москва: Колос, 2001. – С. 232-233.
3. Роговский П.Я. Определение видовой принадлежности мяса зайца, кролика домашнего и нутрии по анатомическому строению костей /Роговский П.Я., Репецкий Н.С.//Морфологические особенности домашних млекопитающих: Сб. научн. тр. – К., 1984. – С. 31–41.
4. Анатомия кролика /[В.Н. Жеденов, С.С. Бигдан, В.П. Лукьянов и др].; под ред. В.Н. Жеденова. – Москва: Советская наука, 1957. – 310 с.
5. Анатомия собаки и кошки (Колл. авторов) /Пер. с нем. Е. Болдырев и И. Кравец. – Москва: Аквариум, 2003. – 580 с.
6. Яценко І.В. Анатомічні параметри тазових кісток диких і domestикованих видів дрібних тварин, як критерії ідентифікації у судовій ветеринарній медицині /Яценко І.В. //Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2005. – № 2. – С.126-129.
7. Яценко І.В. Анатомічні особливості будови грудних хребців тварин для експрес-ідентифікації їх видової належності у ветеринарно-санітарній і судовій експертизі /Яценко І.В.//Ветеринарна медицина: Міжвідомчий тематичний науковий зб. – № 85, Т. 2. – Х., 2005. – С.1195-1200.
8. Методы определения пола человека по рентгенограмме кисти /[Н.Н. Гончарова, О.В. Самоходская, М.В. Федулова и др.]. //Судебно-медицинская экспертиза. – 2005. – № 5. – С.21–26.
9. Критерии идентификации личности по подъязычной кости /[В.Н. Звягин, Н.Л. Мальцева, Л.А. Алексина и др.]. //Судебно-медицинская экспертиза. – 2005. – № 6. – С.27–34.
10. Звягин В.В. Диагностика массивности скелета и соматопии человека по костям стопы / Звягин В.В., Еременко Е.А.// Судебно-медицинская экспертиза, – 2003. – № 3. – С. 17–23.
11. Григорьева М.А. Применения дискриминантного анализа в оценке соматотипа человека по длинным костям конечностей /Григорьева М.А.//Судебно-медицинская экспертиза. – 2004. – № 1. – С. 28–31.
12. Патент України № 7346, МКВ G01N33/00. Спосіб видової експрес-ідентифікації дрібних тварин по реберних кістках /Яценко І.В., Гетманець О.М. Заявлено 03.12.2004; Опубл. 15.06.2005. Бюл. № 6.– 4 с.
13. Патент України № 10587, МКВ G01N33/00. Спосіб видової експрес-ідентифікації дрібних тварин за фрагментами реберних кісток /Яценко І.В., Гетманець О.М., Раковський Я.П. Заявлено 20.05.2005; Опубл. 15.11.2005. Бюл. № 11.– 3 с.
14. Патент України № 11794, МКВ G01N33/00. Спосіб видової експрес-ідентифікації дрібних тварин за грудними хребцями методом дискримінантного аналізу /Яценко І.В., Гетманець О.М., Раковський Я.П.; заявлено 13.06.2005; Опубл. 16.01.2006. Бюл. № 1.– 4 с.
15. Алексеев В.П. Остеометрия: Методика антропологических исследований /Алексеев В.П.. – Москва: Наука, 1966. – 252 с.
16. Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях /Урбах В.Ю. – Москва: Медицина, 1975. – 295 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУДОВІЙ ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ

Гетманець О.М., Яценко І.В., Ізвєков М.Є., Раковський Я.П., Харківська державна зооветеринарна академія

У роботі запропонований метод видової експрес-ідентифікації дрібних тварин за наслідками остеометричних вимірювань кісток або їх фрагментів зі застосуванням дискримінантного аналізу в рамках сучасних інформаційних технологій. Показано, що даний метод є інформативним, достатньо точним, простим і доступним щодо застосування при проведенні ветеринарно-санітарних експертиз. Для встановлення виду тварини за остеометричними параметрами необхідно використовувати отримані на основі бази даних дискримінантні рівняння, у які підставляються значення остеометричних індексів, що обчислюються автоматично при введенні в комп'ютер результатів абсолютних вимірів досліджуваних кісток.

Ключові слова: інформаційні технології, видова ідентифікація, остеометрія, ветсанекспертиза, дискримінантний аналіз.

INFORMATION TECHNOLOGY USE IN THE JUDICIAL VETERINARY MEDICINE

Getmanetz O., Yatzenko I., Izvekov M., Rakovskiy Ya, Kharkov state veterinary academy

This article highlights the experimental research results on the visual express-identification method application. The discriminatory analysis was fulfilled for osseous fragment measurement. The above-mentioned method is applied according to the information technology norms. This informative, precise method use is applied by veterinary inspections. The discriminatory equations are utilized by the animal type identification according to the osseous parameters. The discriminatory equations are used on the basis of the test data base. The osseous indices figures are applied in the discriminatory equations. The osseous indices are calculated automatically by the precise bone measurement results implementation in computer processing.

Key words: information technologies, type identification, osseous fragment measurement, veterinary inspection, discriminatory analysis.