

УДК 598.243.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА ЛЮРИКА (*ALLE ALLE* L.: ALCIDAE) ПО АБРИСУ КЛЮВА

А.А. Виноградов

Тверской государственной университет, Тверь

Разработанный нами метод прижизненного, бесконтактного, полевого определения пола мономорфных птиц по различиям абриса клюва оказался эффективным для идентификации пола у люриков (*Alle alle*). Статистически достоверными критериями отличия самца от самки у люриков являются высота надклювья и подклювья на уровне границы оперения в подбородочной зоне и в середине клюва. Диагностическими параметрами следует считать отношения (индексы) высот надклювья и подклювья, а также значения дискриминантных функций попарных соотношений указанных размерных параметров и индексов. Проверка метода на фотографиях люриков известного пола показала эффективность разработанного метода.

Ключевые слова: мономорфные виды, люрик, профильные фотографии, абрисы, форма клюва, дискриминантные функции, морфометрия, определение пола.

Введение. Определение пола мономорфных видов птиц и, в частности, группы морских птиц дистанционно и бесконтактно, возможно лишь по результатам наблюдений их в брачный период. Пол может быть определен также контактными способами: промеры различных частей тела и оперения (Кречетов, 1981), форма клоакального выступа (Voersma, Davies, 1987), вскрытие или ДНК-анализ. Контактные способы определения пола возможны лишь при отлове или добыче птицы, что не всегда возможно и целесообразно. Несмотря на серию попыток найти бесконтактную методику определения пола мономорфных птиц (Williams, Miers, 1958; Anderson, 1975; Fox et al., 1981; Виноградова и др., 1976), эффективного метода разработано не было. Для идентификации пола птиц различных видов продолжает использоваться дискриминантный анализ по парам или группам признаков, которые снимаются с пойманных птиц. Так, например, для клушицы удалось добиться 100% точности разделения полов по длине цевки и ширине клюва (Blanco, 1996), для такахе – 85% по длине надклювья и цевки (Eason et al., 2001), для пингвинов Адели – 83.2-96.7% успеха по длине и высоте клюва (Polito et al., 2012), для краснохвостых канюков – 98% для взрослых и 97% для молодых по весу тела, длинам заднего пальца, цевки, хвоста, крыла и надклювья

(Donohue, Dufty, 2006). Подобные результаты дискриминантного анализа были получены по различным параметрам и для других видов птиц (Craig et al., 1980; Jakubas, Wojczulanis, 2007; Ćwiertnia et al., 2006; Hammouda, Selmi, 2013 и др.). Для дальневосточного аиста по фотографиям птиц удалось добиться 82% успеха по значениям дискриминантной функции, выписанной по расстояниям от конца клюва до затылка и до угла разреза рта (Cheong et al., 2007).

В настоящей работе мы предлагаем эффективную методику бесконтактного определения пола люриков по абрису клюва.

Методика. Нами использован разработанный ранее метод выявления половых различий мономорфных видов птиц по очертаниям клюва по ряду его промеров и их соотношений (Виноградов, Зиновьев, 2012; Vinogradov, 2012; Виноградов, 2014а-в; Zinoviev, Vinogradov, 2014).

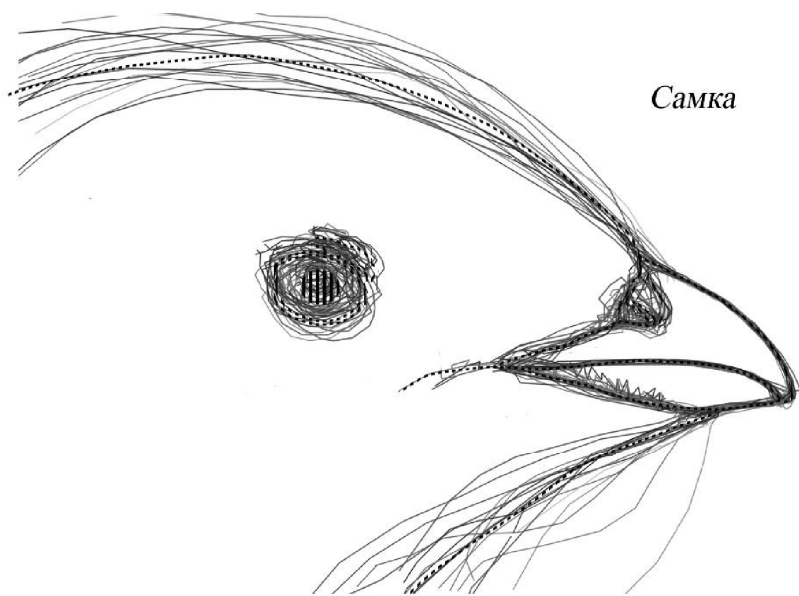
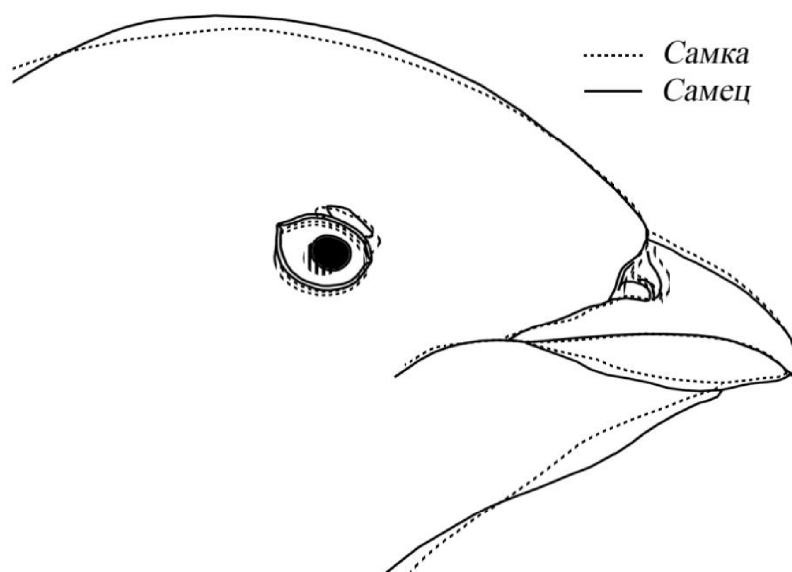


Рис. 1. Векторные контуры и усреднённый абрис самки люрика (n = 18 экземпляров)



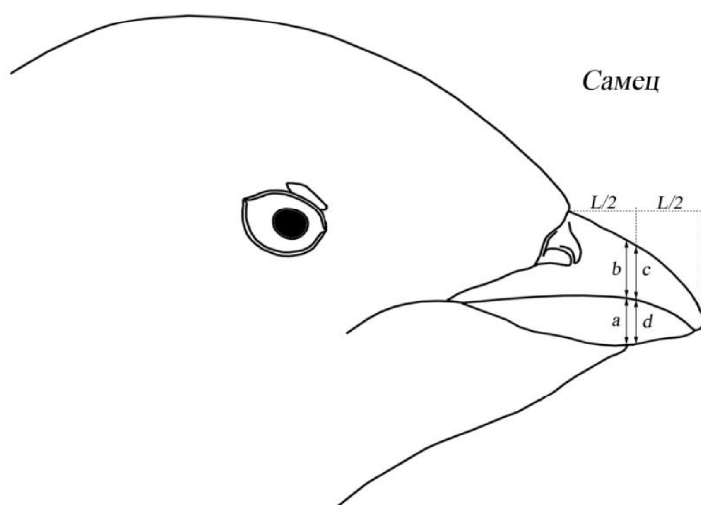
Р и с . 2 . Усредненные абрисы голов самца и самки люриков

На предварительном этапе исследований в сети Интернет нами были отобраны крупномасштабные профильные фотографии 36 люриков достаточного качества для их анализа в графическом редакторе. Особое внимание было уделено профильным фотографиям спаривающихся птиц (8 пар), на которых можно было определить пол половых партнеров. Абрисы головы каждого изображения пернатых прорисовывались в программе Adobe Photoshop CS2 в прозрачных слоях. Полученные абрисы по возможности максимально точно совмещались друг с другом в одном произвольном масштабе с сохранением пропорций. В качестве реперных зон использовались: линия смыкания надклювья и подклювья, внешние границы надклювья и подклювья, границы оперения в области переносицы и подбородочной зоне, контуры ноздри, а также положение глаза. За исходные абрисы противоположных полов принимались контурные векторные рисунки, выполненные с половых партнеров. Для каждого пола по методу наименьших квадратов прорисовывался усреднённый абрис-образ (рис.1). Эти усреднённые абрисы-образы голов противоположных полов, по возможности, максимально точно подгонялись друг к другу с сохранением пропорций (рис. 2). Выявленные таким образом различия формы клюва самцов и самок позволили выделить наиболее значимые промеры (рис. 3) для их последующего математического и статистического анализа. Для установления половых различий формы клюва самцов и самок люриков

нами использовались индексы: a/b – относительная мощность надклювья и подклювья в области границы оперения горла; d/c – относительная мощность надклювья и подклювья в середине клюва. Измерение параметров осуществлялось в графическом редакторе Photoshop SC2 9.0 в условных единицах (см). Всего было изготовлено 18 абрисов голов самцов и 18 – самок.

Размерные данные заносились в таблицу Excel 2003, в которой анализировались зоны перекрытия абсолютных значений всех параметров и индексов для противоположных полов, а также оценивалась точность разделения параметров и соотношений самцов и самок как процент от их количества.

В дополнение строились графики значений размерных параметров и их соотношений для самцов и самок, и выписывались уравнения прямых дискриминантных функций, разделяющих точки описанных выше параметров и соотношений. Линия раздела значений параметров и соотношений вычерчивалась по двум точкам, каждая из которых рассчитывалась как средняя пары максимально сближенных на графике значений для самца и самки. Достоверность половых различий в форме клюва люриков по абсолютным значениям размерных и индексных признаков рассчитывалась по U-критерию Манна-Уитни и t-тесту Стьюдента в программе STATISTICA 6 и Microsoft®Office Excel 2003, соответственно.



Р и с . 3 . Промеры клюва люриков: a – от смыкания клюва до нижнего края подклювья в области границы оперения горла, b – от конька до смыкания клюва в области границы оперения горла, c – от конька до смыкания клюва

в середине клюва, d – от смыкания клюва до нижнего края подклювья в середине клюва. L – длина клюва от границы оперения лба до вершины клюва

Для проверки изготовленных нами шаблонов усреднённых абрисов голов самца и самки люриков было проведено их тестирование на профильных фотографиях 49 птиц, пол которых был известен.

Результаты и обсуждение. Применение разработанного нами метода позволило охарактеризовать основные особенности абрисов клюва самца и самки люрика (рис. 2).

Т а б л и ц а

Значения размерных параметров и индексов абрисов голов самцов (n = 18) и самок (n = 18) люриков, выполненных в одинаковом произвольном масштабе (самцы в масштабе самок)

Параметры		(b) От конька до смыкания клюва в области границы оперения горла	(a) От смыкания клюва до нижнего края подклювья в области границы оперения горла	(c) От конька до смыкания клюва в середине клюва	(d) От смыкания клюва до нижнего края подклювья в середине клюва	(a/b) Относительная мощность челюстей в области границы оперения горла	(d/c) Относительная мощность челюстей в середине клюва
min-max	♀	1,25-1,69	0,81-1,02	1,26-1,46	0,72-0,98	0,53-0,69	0,51-0,70
	♂	1,15-1,36	0,94-1,22	1,19-1,35	0,91-1,09	0,74-0,96	0,73-0,90
среднее (m)	♀	1,42±0,03	0,90±0,01	1,37±0,01	0,86±0,02	0,63±0,01	0,62±0,01
	♂	1,28±0,01	1,07±0,02	1,26±0,01	1,03±0,01	0,84±0,02	0,82±0,01
Дисперсия (D)	♀	0,014	0,003	0,003	0,005	0,003	0,003
	♂	0,003	0,005	0,003	0,003	0,004	0,003
Среднеквадратичное отклонение (σ)	♀	0,12	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05
	♂	0,05	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
Стандартное отклонение (s)	♀	0,12	0,06	0,06	0,07	0,05	0,06
	♂	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06
Зона перекрывания, шт.	♀	7	4	8	4	нет	нет
	♂	14	4	8	4	нет	нет
Точность разделения, %	♀	61,11	77,78	55,56	77,78	100	100
	♂	22,22	77,78	55,56	77,78	100	100
Интервал перекрывания		1,25-1,36	0,94-1,02	1,26-1,35	0,91-0,98	нет	нет
Степени свободы (df)		24	32	34	33	33	34
t-статистика		4,6626	-8,2763	5,9146	-8,2874	-10,4086	-10,7500
T критическое		2,0639	2,0369	2,0322	2,0345	2,0345	2,0322
P(T<=t) двухстороннее		9,79E-05	1,89E-09	1,11E-06	1,43E-09	5,88E-12	1,77E-12
Mann-Whitney U Test(p)		0,000087	0,000001	0,000017	0,000002	0,000000	0,000000

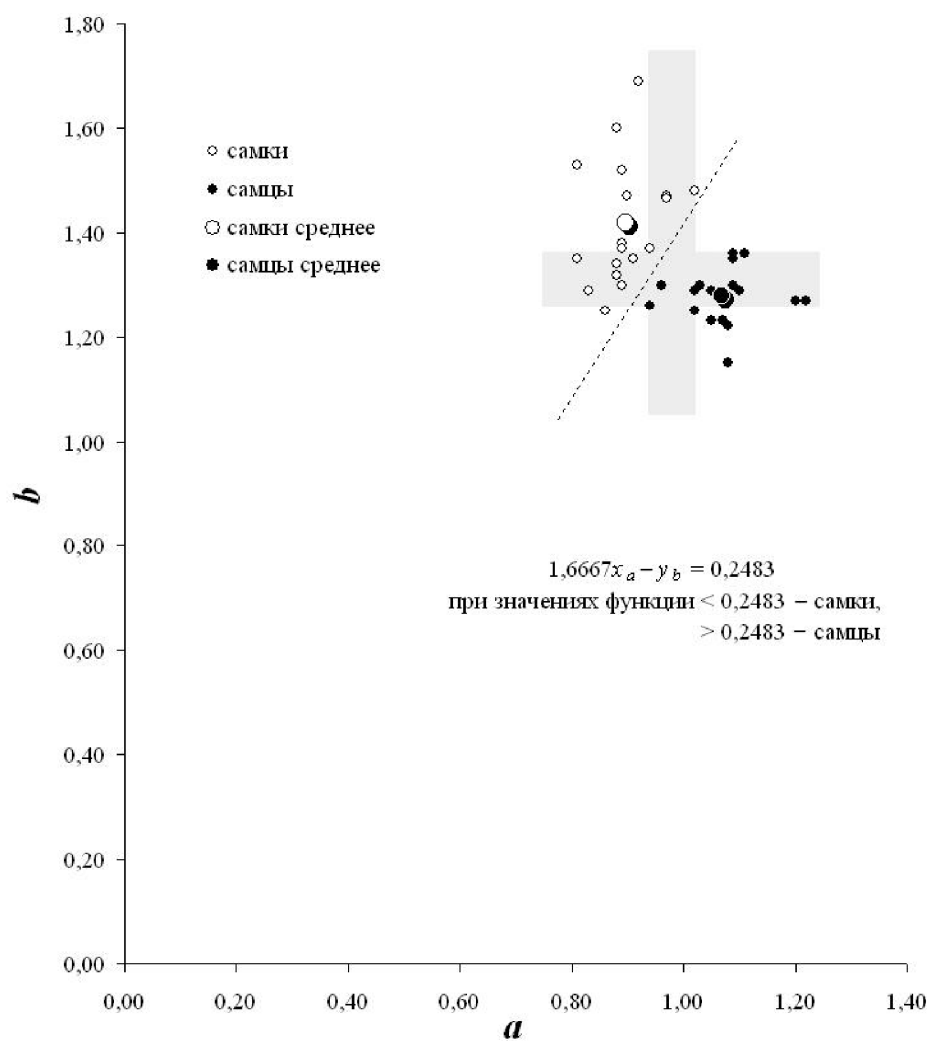
Тип клюва самки. Клюв выглядит заострённым и грацильным, несмотря на более высокое надклювье в основании. Подклювье заметно слабее надклювья и в области границы оперения в подбородочной зоне составляет около 0,60 от высоты надклювья.

Тип клюва самца. Клюв выглядит более робустным, несмотря на меньшую высоту надклювья в основании за счёт меньшей заострённости и более мощного подклювья. Отношение его высоты к высоте надклювья в области границы оперения в подбородочной зоне составляет более 0,80.

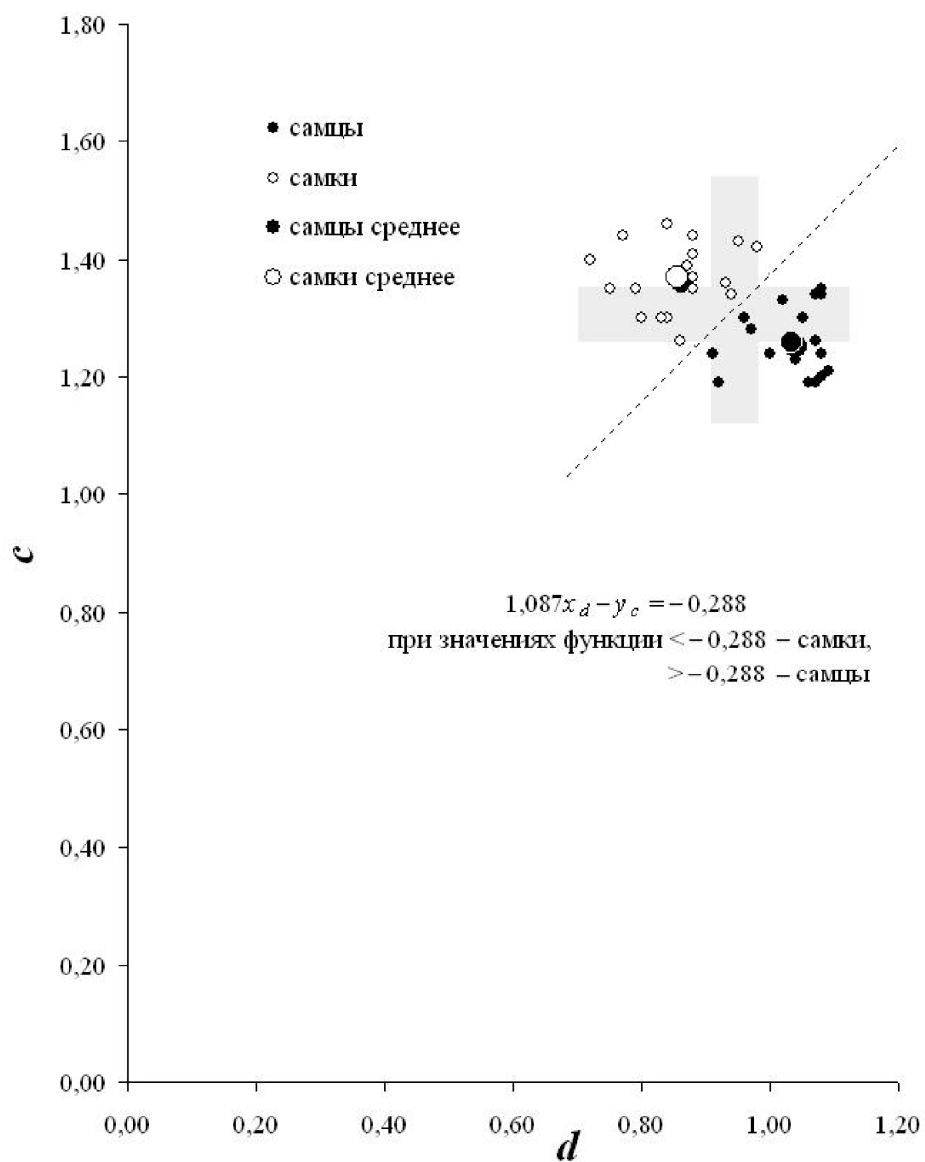
Значения размерных параметров и их соотношений абрисов клювов люриков в графическом редакторе Photoshop SC2 9.0 в равном произвольном масштабе и условных единицах (см), а также их анализ, представлены в табл. 1. Из неё видно, что по всем параметрам у самцов и самок имеются существенные зоны перекрывания значений от 4 для параметров a и d , до 14 для параметра b для самцов, и от 4 по параметрам a и d до 8 по параметру c для самок. Точность разделения полов по абсолютным значениям составляет для самок от 61,11% по параметру b , до 77,78% по параметрам a и d , а для самцов – от 22,22% по параметру b до 77,78% по параметрам a и d . Однако, несмотря на низкую точность разделения полов по абсолютным значениям признаков, статистическая достоверность возможности разделения полов по представленным параметрам высока.

По индексам a/b и d/c нет зон перекрывания значений для самцов и самок; точность разделения противоположных полов по ним, составляет 100%. Очевидно, что по абсолютным значениям этих соотношений можно достоверно дифференцировать пол люриков, что хорошо просматривается на представленной выше сравнительной схеме (рис. 2).

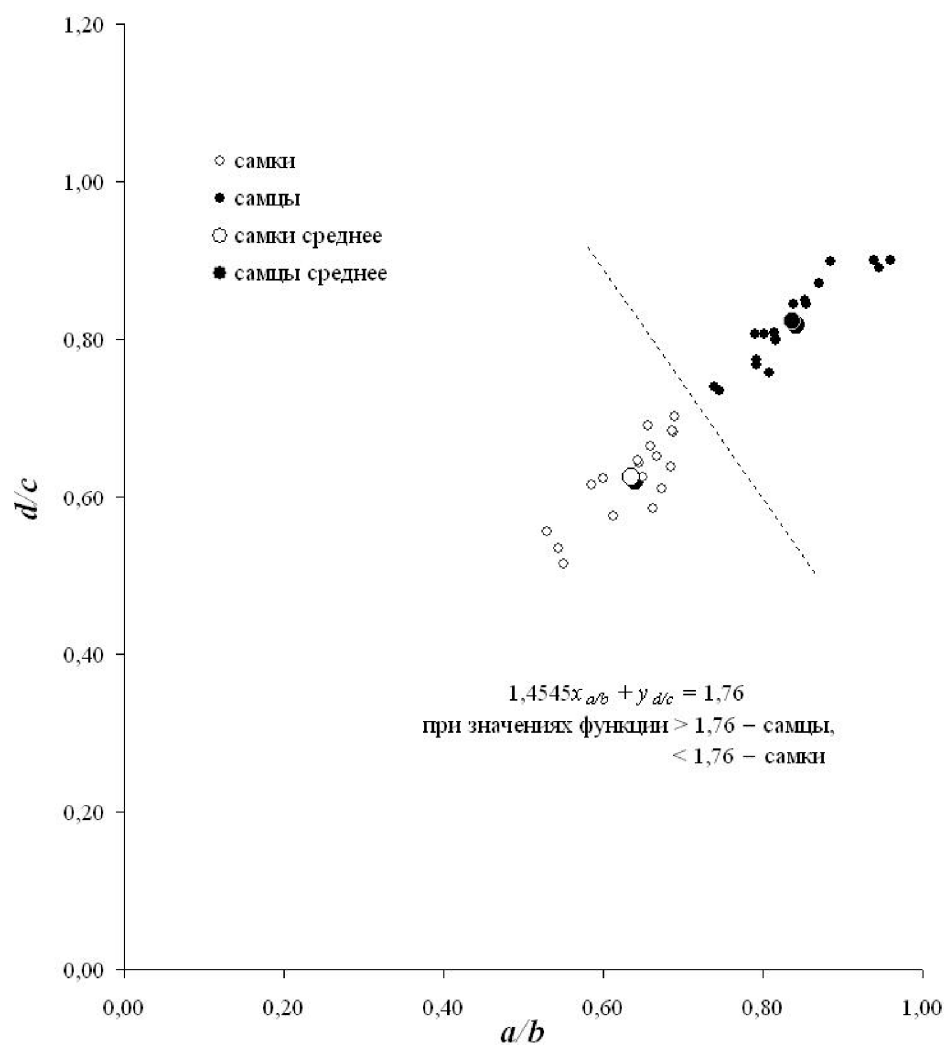
Наилучшие результаты дифференциации полов у люриков получены при построении графиков значений параметров и выписывании уравнений прямым дискриминантных функций, полностью разделяющих самцов и самок для каждой пары (рис. 4-6). Оказалось, что координаты парных значений параметров a и b , c и d и индексов a/b и d/c не перекрываются своими массивами ни на одном из построенных нами графиков зависимостей.



Р и с . 4 . Зависимость значений параметров *a* и *b* для абрисов голов люриков, выполненных в одном произвольном масштабе (серый фон – зоны перекрытия абсолютных значений признака)



Р и с . 5 . Зависимость значений параметров d и c для абрисов голов люриков, выполненных в одном произвольном масштабе (серый фон – зоны перекрывания абсолютных значений признака)



Р и с . 6 . Зависимость значений индексов d/c и a/b абрисов голов люриков

Значения функций уравнений прямых, разделяющих эти массивы для соответствующих параметров противоположных полов, являются точной границей разделения самцов и самок люриков.

Для проверки эффективности разработанного бесконтактного метода определения пола люриков мы апробировали его на 49 авторских фотографиях люриков, достоверно определённых по полу в брачный период. Информацией о половой принадлежности птиц мы не располагали. Используя шаблоны усреднённых абрисов

противоположных полов люриков, нам удалось точно разделить по полу всех предложенных люриков (рис. 7).

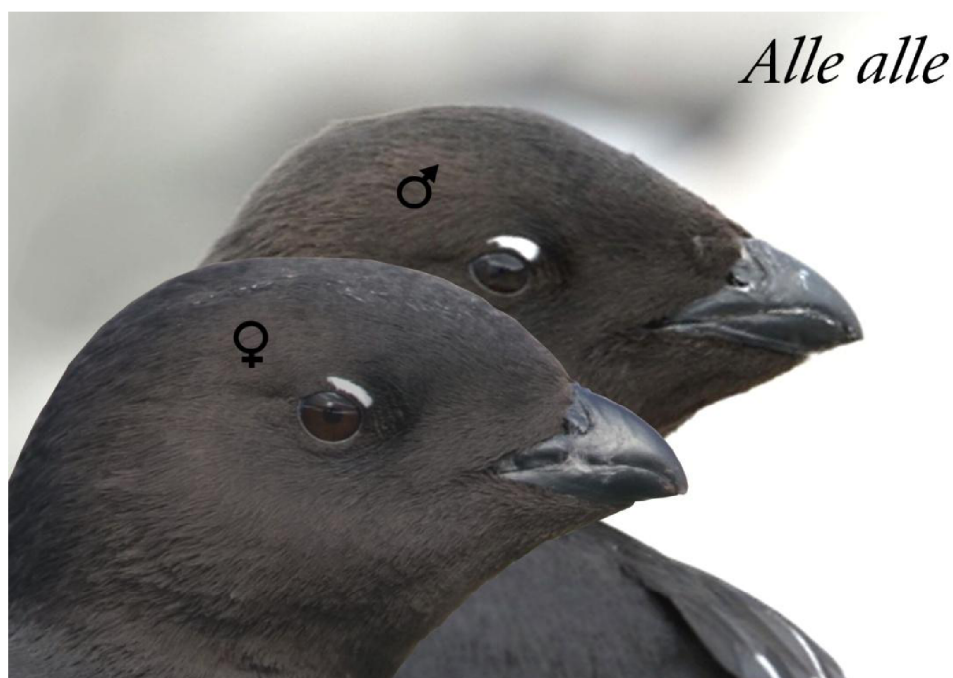


Рис. 7. Фото-коллаж самца и самки люриков

Заключение. Ранее разработанный нами метод дистанционного определения пола птиц по форме клюва показал свою эффективность и в применении к люрику. Найденные визуальные различия в форме клюва между самцом и самкой подтверждаются статистически и позволяют определять пол птиц по фотографиям, а также, при определённом навыке, и на расстоянии в поле.

Наш метод позволяет безошибочно определять пол не только морморфных видов птиц, но также диморфных видов во внебрачный период, молодых птиц и гнездовых птенцов. В настоящее время в разной степени детальности нами проанализированы 570 видов птиц и у всех них выявлен, в той или иной степени выраженный, половой диморфизм в строении клюва.

Благодарность. Мы благодарны ведущему научному сотруднику Центра кольцевания птиц Института проблем экологии и эволюции РАН, доктору биологических наук С.П. Харитонову за предоставленные полевые фотографии люриков и конструктивные комментарии по ходу исследований.

Список литературы

- Виноградов А.А. 2014а. Метод выявления половых различий в строении клюва номоморфных видов птиц: на примере белокрылой крачки (*Chlidonias leucorpterus*, Sterninae) // Зоол. журн. Т. 93. № 10. С. 1236-1249.
- Виноградов А.А. 2014б. Метод бесконтактного определения пола птиц: возможности и достоинства // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. № 4. С. 30-44.
- Виноградов А.А. 2014в. Половые различия в строении клюва птиц на примере белого аиста (*Ciconia ciconia* L.) // Редкие виды птиц Нечернозёмного центра России: материалы V совещ. «Распространение и экология редких видов птиц Нечерноземного центра России» (Москва, 6-7 декабря 2014). С. 163-170.
- Виноградов А.А., Зиновьев А.В. 2012. Предварительное сообщение об адаптивности половых различий формы клюва у двух видов ястребиных с комментариями по эволюции обратного полового диморфизма у птиц // Хищные птицы в динамической среде третьего тысячелетия: состояние и перспективы: тр. VI Междунар. конф. по соколообразным и совам Северной Евразии. Кривой Рог: Издатель ФЛ-П Чернявский Д.А. С. 61-64.
- Виноградова Н.В., Дольник В.Р., Ефремов В.Д., Паевский В.А. 1976. Определение пола и возраста воробьиных птиц фауны СССР. Справочник. М.: Наука. 189 с.
- Кречетов Ю.Н. 1981. Новый метод прижизненного определения пола у серых ворон // Орнитология. № 16. С. 173.
- Anderson A. 1975. A method of sexing Moorhens // Wildfowl. V. 26. P. 77-82.
- Blanco G. 1996. Age and sex determination of monomorphic non-breeding choughs: a long-term study // J. Field Ornithol. V. 67(3). P. 428-433.
- Boersma P.D., Davies E.M. 1987. Sexing monomorphic birds by vent measurements // Auk. V. 104. P. 779-783.
- Cheong S., Sung H-C., Park S-R. 2007. A new method for sexing Oriental White Storks // J. Field Ornithology. V. 78(3). P. 329-333.
- Craig G. L., Mcardle B. H., Wettin P. D. 1980. Sex determination of the pukeko or purple swamphen // Notornis. V. 27. P. 287-291.
- Ćwiertnia P., Kwieciński Z., Kwiecińska H., Wysocki A., Tryjanowski P., Ollson O. 2006. Sexing of white storks *Ciconia ciconia* based on biometric measurements // White stork study in Poland: biology, ecology and conservation / eds. P. Tryjanowski, T.H. Sparks, L. Jerzak. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań. P. 123-129.
- Donohue K.C., Dufty A.M. 2006. Sex determination of Red-tailed Hawks (*Buteo jamaicensis calurus*) using DNA analysis and morphometrics // J. Field Ornithology. V. 77(1). P. 74-79.
- Eason D. 2001. A comparison of five methods for assignment of sex in the takahe (Aves: *Porphyrio mantelli*) // J. Zool., Lond. 253. P. 281-292.
- Fox G.A., Cooper C.R., Ryder J.P. 1981. Predicting the sex of herring gulls by using external measurements // J. Field Ornithology. V. 52(1). P. 1-9.
- Hammouda A., Selmi S., 2013. Morphometric sexing of Mediterranean Yellow-

- legged Gulls *Larus michahellis michahellis* breeding in the Gulf of Gabès, southern Tunisia // *Ostrich*. V. 84(2). P. 119-122.
- Jakubas A., Wojczulanis K.*, 2007. Predicting the sex of Dovekies by discriminant analysis // *Waterbirds*. V. 30(1). P. 92-96.
- Polito M. J., Clucas G. V., Hart T., Trivelpiece W. Z.* 2012. A simplified method of determining the sex of *Pygoscelis* penguins using bill measurements // *Marine Ornithology*. V. 40(2). P. 89–94.
- Vinogradov A.A.* 2012. Bill shape helps in non-invasive determination of sex in monomorphic White-winged Tern (*Chlidonias leucopterus*, Sternidae, Aves) / ed. Haim A. Zoology in a changing world. How animals respond to human activities. Proceedings of the XXI International Congress of Zoology. University of Haifa. Haifa. P. 119.
- Williams G.R., Miers K.H.* 1958. A field method of sexing the Swamphe or pukeko // *Emu*. V. 58. P. 125-127.
- Zinoviev A.V., Vinogradov A.A.* 2014. Morphoecological explanations of sexual differenced in bill shape of bowerbirds (Ptylorhynchidae: Passeriformes) // *Ornithological Science*. V. 13. Suppl. p09-024.

SEXING OF THE LITTLE AUK (*ALLE ALLE* L.: ALCIDAE) BY THE BEAK OUTLINES

A.A. Vinogradov

Tver State University, Tver

Our method of the distant field sexing of the monomorphic birds by the photographs turned out to be effective for the monomorphic little auks (*Alle alle*). Males statistically significant differ from females by the heights of maxilla and mandible at the border of feathers and in the middle of the beak. The diagnostic criteria in sexing the little auks are the ratios (indexes) of the upper and lower bill heights to each other as well as the values of the discriminant functions of the selected ratios. Checking the method on the photographs of the sexed little auks showed 100% of success.

Keywords: *monomorphic species, little auk, profile photographs, outlines, beak shape, morphometry, sexing, discriminant analysis.*

Об авторе

ВИНОГРАДОВ Андрей Анатольевич – старший преподаватель кафедры биологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: goodquit@mail.ru.

Виноградов А.А. Определение пола люрика (*Alle alle* L.: Alcidae) по арбису клюва / А.А. Виноградов // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2015. № 3. С. 84-95.