

**К проблеме видовой идентификации триплоидных (*Bufotes baturae*) и тетраплоидных (*B. pewzowi*) зелёных жаб (*Amphibia*, *Anura*, *Bufo* *subgenus* *Bufo*) Центральной Азии по морфометрическим признакам**

**А. А. Кидов <sup>✉</sup>, Р. А. Иволга, Т. Э. Кондратова, А. А. Иванов, Е. А. Кидова**

*Российский государственный аграрный университет –  
Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева  
Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49*

**Информация о статье**

*Оригинальная статья*

УДК 591.16:597.8

<https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-1-2-27-35>

EDN: KBMGKX

Поступила в редакцию 11.04.2023,

после доработки 12.05.2023,

принята 15.05.2023

опубликована 30.06.2023

**Аннотация.** Представлены результаты применения мультипликативных индексов для видовой идентификации полиплоидных зелёных жаб Центральной Азии. Были изучены взрослые живые особи *Bufotes baturae* (24 самки и 17 самцов) с территории Таджикистана и *B. pewzowi* (14 самок и 24 самца) из Казахстана, Узбекистана и Таджикистана. Животных отлавливали в природе, измеряли и тут же выпускали. Видовая принадлежность изученных зелёных жаб была установлена цитогенетическими методами. Достоверно значимыми для видовой идентификации самок по результатам дискриминантного анализа были шесть индексов пропорциональности. Самки *B. baturae* и *B. pewzowi* в пространстве дискриминантной функции образовали отдельные неперекрывающиеся кластеры, и уровень их достоверной классификации составил 100%. Для достоверной идентификации самцов *B. baturae* и *B. pewzowi* с помощью дискриминантного анализа было выявлено четыре значимых индекса пропорциональности тела. Кластеры двух видов в пространстве дискриминантной функции соприкасались, а уровень правильной классификации составил 97.6%. В результате исследований был выявлен один общий для самцов и самок мультипликативный индекс для высоко достоверной идентификации *B. baturae* и *B. pewzowi*, а также по одному мультипликативному индексу отдельно для самцов и самок изучаемых видов. Сделан вывод, что мультипликативные индексы на основе стандартных морфометрических показателей могут быть применены для практического определения полиплоидных зелёных жаб.

**Ключевые слова:** полиплоидные зелёные жабы, Казахстан, Узбекистан, Киргизстан, Таджикистан, Памир, Центральная Азия

**Финансирование:** Исследование выполнено при финансовой поддержке Программы развития Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

**Образец для цитирования:** Кидов А. А., Иволга Р. А., Кондратова Т. Э., Иванов А. А., Кидова Е. А. 2023. К проблеме видовой идентификации триплоидных (*Bufotes baturae*) и тетраплоидных (*B. pewzowi*) зелёных жаб (*Amphibia*, *Anura*, *Bufo* *subgenus* *Bufo*) Центральной Азии по морфометрическим признакам // Современная герпетология. Т. 23, вып. 1/2. С. 27 – 35. <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-1-2-27-35>, EDN: KBMGKX

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

## ВВЕДЕНИЕ

Центральноазиатский регион характеризуется высоким видовым разнообразием зелёных жаб рода *Bufotes* Rafinesque, 1815, которые представлены здесь диплоидными, триплоидными и тетраплоидными формами (Литвинчук и др., 2019). Традиционно считается (Ананьева и др., 1998; Кузьмин, 2012; Кондратова и др., 2020), что

зелёные жабы разных видов трудноразличимы при использовании стандартных морфометрических признаков, а для их надежной идентификации необходимо применять молекулярно-генетические, цитогенетические и биохимические методы (Stöck et al., 2006; Dufresnes et al., 2019). Однако современные исследования показывают, что диплоидные и полиплоидные жабы имеют значи-

<sup>✉</sup> Для корреспонденции. Кафедра зоологии Института зоотехнии и биологии, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева.

ORCID и e-mail адреса: Кидов Артем Александрович: <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>, [kidov\\_a@mail.ru](mailto:kidov_a@mail.ru); Иволга Роман Александрович: <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>, [romanivolga@gmail.com](mailto:romanivolga@gmail.com); Кондратова Татьяна Эдуардовна: <https://orcid.org/0000-0001-7533-7327>, [t.kondratova@rgau-msha.ru](mailto:t.kondratova@rgau-msha.ru); Иванов Андрей Алексеевич: <https://orcid.org/0000-0002-3654-5411>, [andrew.01121899@gmail.com](mailto:andrew.01121899@gmail.com); Кидова Елена Александровна: <https://orcid.org/0000-0003-3933-0499>, [kidova\\_ea@rgau-msha.ru](mailto:kidova_ea@rgau-msha.ru).

мые различия, как в морфологии личинок (Кидов и др., 2022), так и животных после метаморфоза (Litvinchuk et al., 2021). При этом наилучшие результаты в детерминации разных видов демонстрируют относительные показатели – индексы (Кидов и др., 2022; Litvinchuk et al., 2021). С практической точки зрения особенно важно выявление диагностирующих признаков для форм, распространенных симпатрически или парапатрически.

Батурская жаба (*B. baturae* (Stöck, Schmid, Steinlein et Grosse 1999)) и жаба Певцова (*B. pewzowi* (Bedriaga, 1898)) (рис. 1) – гибридогенные полиплоиды, привлекающие к себе интерес исследователей не только своим происхождением, но и способностью выживать в условиях высокогорий – выше всех остальных амфибий Северной Евразии (до 4000 – 4200 м над ур. м.) (Литвинчук, Боркин, 2022). Считается, что важной адаптацией полиплоидных жаб к суровым условиям горных степей и пустынь является способность зимовать в непромерзающих до дна водоемах (Литвинчук, 2021; Litvinchuk et al., 2010; Liang et al., 2022), включая геотермальные (Литвинчук, Боркин, 2022; Litvinchuk et al., 2011). На Памире ареалы *B. baturae* и *B. pewzowi* соприкасаются (например, в долине р. Аличур (= Гунт)) (Литвинчук, Боркин, 2022), хотя точек совместного обитания этих видов выявлено не было.

Целью настоящего исследования являлись сравнительная оценка морфометрических признаков у батурской жабы и жабы Певцова и выявление

диагностических характеристик для практического прижизненного определения этих видов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для работы послужили взрослые живые особи *B. baturae* (24 самки и 17 самцов) с территории Таджикистана и *B. pewzowi* (14 самок и 24 самца) из Казахстана, Узбекистана и Таджикистана (табл. 1). Жаб отлавливали в природе в апреле – августе 2018 и 2019 гг., измеряли в месте отлова и тут же выпускали. Видовая принадлежность изученных животных была установлена цитогенетическими методами (Литвинчук и др., 2018; Кондратова и др., 2020).

У жаб электронным штангенциркулем с погрешностью 0.01 мм прижизненно измеряли абсолютные величины тела по стандартным для бесхвостых амфибий методикам (Банников и др., 1977) с дополнениями, предложенными для настоящих жаб (Bufonidae) (Орлова, Туниев, 1989; Писанец, 2001, 2002). Перечень измеряемых показателей: *L.* – расстояние от кончика морды до центра клоакального отверстия, или длина тела; *Lt.c.* – максимальная ширина головы у основания нижних челюстей, или наибольшая ширина головы; *Sp.c.r.* – расстояние между передними краями глазных щелей, или расстояние между глазами; *D.r.o.* – расстояние от переднего края глаза до кончика морды; *D.n.o.* – расстояние от переднего края глаза до ноздри; *L.o.* – наибольшая длина глазной щели; *Sp.n.* – расстояние между ноздрями; *L.tym.* – наибольшая длина барабанной перепонки; *Lt.pr.* –



а / а



б / б

**Рис. 1.** Самцы *Bufo baturae* (кишлак Булункуль, Мургабский район, Горно-Бадахшанская автономная область, Республика Таджикистан) (а) и *Bufo pewzowi* (пос. Шахритус, Шахритусский район, Хатлонская область, Республика Таджикистан) (б)

**Fig. 1.** Males of *Bufo baturae* (Bulunkul village, Murgab district, Badakhshan Mountainous Autonomous region, Republic of Tajikistan) (a) and *Bufo pewzowi* (Shahritus settlement, Shahritus district, Khatlon region, Republic of Tajikistan) (b)

**Таблица 1.** Локалитеты и количество исследованных особей  
**Table 1.** Localities and number of the examined specimens

Страна / Country	Локалитет / Locality	Количество животных / Number of animals	
		взрослые самки / adult females	взрослые самцы / adult males
<i>Bufoetes baturae</i>			
Таджикистан / Tajikistan	Булункуль / Bulunkul	24	17
<i>Bufoetes pewzowi</i>			
Казахстан / Kazakhstan	Конаев / Konaev	9	4
Узбекистан / Uzbekistan	Ташкент / Tashkent	4	2
Таджикистан / Tajikistan	Бохтар / Bokhtar	–	10
Таджикистан / Tajikistan	Шахритус / Shahritus	1	8

ширина паротиды; *L.pt.* – длина паротиды; *F.* – длина бедра от клоакального отверстия до наружного края сочленения (на согнутой конечности); *T.* – длина голени (на согнутой конечности); *D.p.* – длина первого внутреннего пальца задней конечности от дистального основания пяточного бугра до конца пальца; *C.int.* – наибольшая длина внутреннего пяточного бугра в его основании.

Все измерения были выполнены одним исследователем (Т. Э. Кондратова), одним измерительным прибором и только на живых жабах, чтобы избежать погрешностей, связанных с различными методами фиксации музейных экземпляров, и сделать результаты применимыми для практического определения животных в природе.

Для каждого признака рассчитывали среднее арифметическое (*M*), стандартное отклонение (*SD*) и размах (*min – max*). Гипотезы о нормальности и гомогенности распределения выборок проверяли критериями Лиллиефорса и Левена.

При сравнении *B. baturae* и *B. pewzowi* по комплексу морфометрических признаков мы разделили полученные абсолютные величины друг на друга для устранения эффекта мультиколлинеарности ( $n = 91, r = 0.52 - 0.97, p \leq 0.05$  – у самок;  $n = 90, r = 0.32 - 0.94, p \leq 0.05$  – у самцов). Полученные индексы пропорциональности тела (91 отношение) логарифмически преобразовывали для того, чтобы удовлетворять гипотезам о нормальности и гомогенности распределения выборок. Для сокращения числа анализируемых отношений и устранения статистического шума применяли метод главных компонент (Wang et al., 2007) (факторные нагрузки  $> |0.035|$  по первым двум компонентам (Litvinchuk et al., 2021) (50.11 и 17.04% дисперсии – для самок; 43.97 и 17.97% дисперсии – для самцов)). Кроме того, из анализа были исключены отношения тела, обладающие высокой корреляцией ( $r \geq 0.9$ ) с остальными индексами. Затем мы использовали пошаговый дискриминантный анализ с оставшимися индексами пропорцио-

нальности тела в качестве переменных и видами в качестве группирующей для выявления наиболее значимых индексов ( $p \leq 0.05$ ) при идентификации видов. Статистическую значимость наблюдаемых различий по длине тела и выявленным индексам оценивали с помощью критерия Стьюдента.

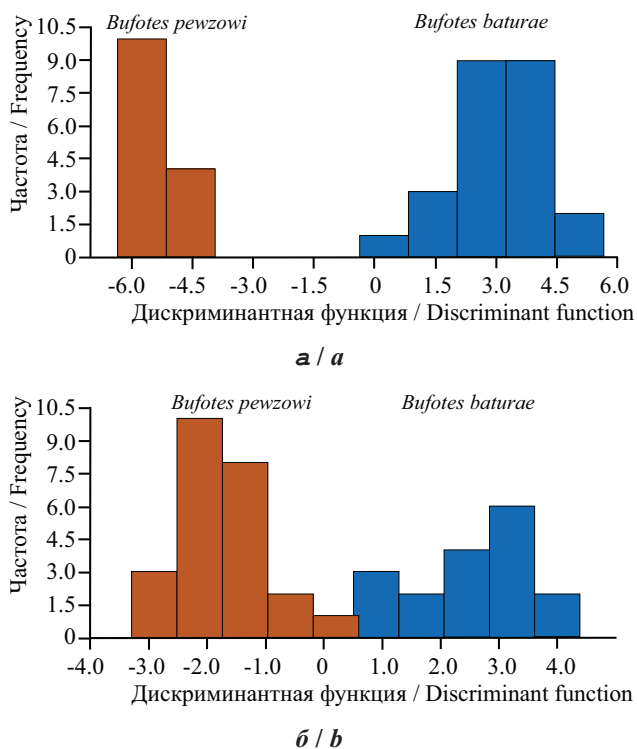
Построение диаграмм рассеяния и графиков дискриминантных функций осуществляли в программе Past (version 4.03), а статистический анализ данных – в программе Statistica (version 8.0) (Statsoft Inc., USA).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Самки.** Достоверно значимыми для видовой идентификации самок по результатам дискриминантного анализа были шесть индексов пропорциональности: *D.r.o. / F.* ( $F = 57.15, p \leq 0.001$ ), *L.o. / L.pt.* ( $F = 57.01, p \leq 0.001$ ), *L. / D.n.o.* ( $F = 25.13, p \leq 0.001$ ), *Lt.c. / Sp.n.* ( $F = 19.35, p \leq 0.001$ ), *Sp.n. / T.* ( $F = 8.22, p = 0.007$ ) и *L.o. / Sp.n.* ( $F = 7.99, p = 0.008$ ). Самки *B. baturae* и *B. pewzowi* в пространстве дискриминантной функции образовали отдельные неперекрывающиеся кластеры. Таким образом, уровень достоверной классификации составил 100% (рис. 2).

Несмотря на некоторое перекрытие размаха значений полученных индексов пропорциональности у *B. baturae* и *B. pewzowi*, различия по ним были статистически значимы ( $p < 0.05$ ). Эмпирическим путем нами были подобраны два мультипликативных индекса (МИ-1 и МИ-2), которые значительно упрощают идентификацию исследуемых жаб при использовании стандартных методов морфометрии (табл. 2).

Уровень правильной классификации первого мультипликативного индекса (МИ-1 =  $D.r.o. \times Sp.n. / F. \times L.pt.$ ) составил 100%. Так, диапазон значений этого индекса у самок *B. baturae* варьировал в пределах 0.12 – 0.19, а у *B. pewzowi* – 0.06 – 0.10 ( $t = 12.65, p < 0.001$ ). С помощью второго мультипликативного индекса (МИ-2 =



**Рис. 2.** Распределение самок (а) и самцов (б) *Bufo baturae* и *B. pewzowi* по комплексу индексов пропорциональности в пространстве дискриминантной функции  
**Fig. 2.** Distribution of females (a) and males (b) of *Bufo baturae* and *B. pewzowi* according to the complex of proportionality indices in the space of the discriminant function

=  $(L. / D.n.o.) \times (L.t.c. / Sp.n.) / (Sp.n. / T.)$  были правильно идентифицированы 78.95% самок (две особи *B. baturae* были отнесены к *B. pewzowi* и шесть особей *B. pewzowi* – к *B. baturae*), а диапазон значений этого индекса изменялся в пределах 227.43 – 469.91 у *B. baturae* и 350.10 – 797.06 – у *B. pewzowi*, а различия также были статистически значимыми ( $t = 4.31, p < 0.001$ ) (рис. 3).

**Самцы.** Для достоверной идентификации самцов *B. baturae* и *B. pewzowi* с помощью дискриминантного анализа было выявлено четыре значимых индекса пропорциональности тела:  $Sp.n. / F.$  ( $F = 23.75, p \leq 0.001$ ),  $L.o. / Sp.n.$  ( $F = 19.98, p \leq 0.001$ ),  $L.tym. / L.pt.$  ( $F = 11.29, p = 0.002$ ) и  $D.r.o. / L.tym.$  ( $F = 7.98, p = 0.008$ ). Кластеры двух видов в пространстве дискриминантной функции соприкасались, а уровень правильной классификации составил 97.56% (1 особь *B. pewzowi* была отнесена к *B. baturae*) (см. рис. 2).

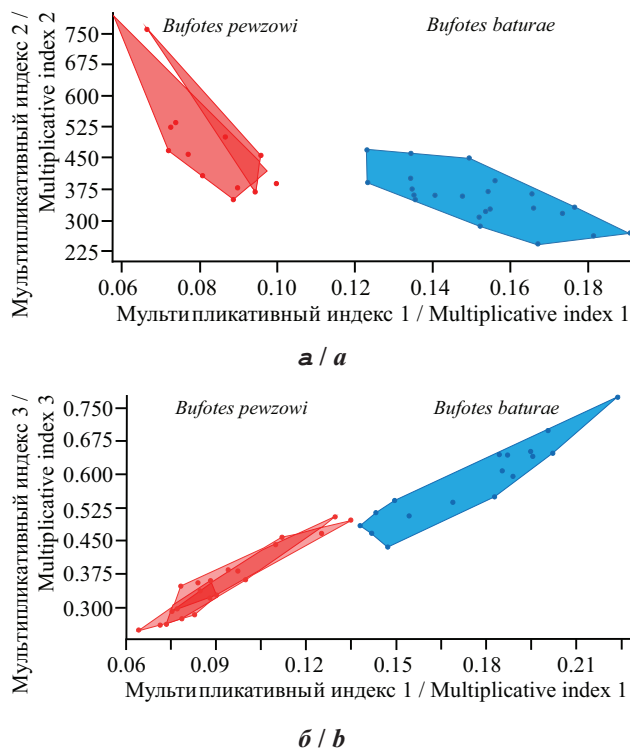
Кроме  $D.r.o. / L.tym.$ , значения каждого из индексов пропорциональности тела достоверно различались ( $p < 0.05$ ). Для самцов мы также выявили два мультипликативных индекса, при использовании которых возможна надежная иденти-

**Таблица 2.** Длина тела и значимые индексы пропорциональности тела у самок *Bufo baturae* и *Bufo pewzowi*  
**Table 2.** Body length and significant body proportionality indices of *Bufo baturae* and *Bufo pewzowi* females

Страна, локалитет / Country, locality	n	L.	L. / D.n.o.	L.t.c. / Sp.n.	D.r.o. / F.	L.o. / Sp.n.	L.o. / L.pt.	Sp.n. / T.	MI-1 / Multiplicative index 1 (D.r.o. × Sp.n.) / (F. × L.pt.)	MI-2 / Multiplicative index 2 (L. / D.n.o.) × (L.t.c. / Sp.n.) / (Sp.n. / T.)
<i>Bufo baturae</i>										
Таджикистан, Булуанкуль / Tajikistan, Bulunkul	24	57.44±6.035 / 41.89–69.97	13.98±1.204 / 10.77–16.03	4.88±0.324 / 4.12–5.54	0.37±0.017 / 0.34–0.40	1.65±0.142 / 1.42–2.00	0.68±0.067 / 0.56–0.83	0.20±0.012 / 0.17–0.22	0.15±0.019 / 0.12–0.19	348.28±61.127 / 227.43–469.91
<i>Bufo pewzowi</i>										
Казахстан, Конаев / Kazakhstan, Konaev	9	78.12±4.714 / 70.85–87.54	16.82±1.603 / 15.33–19.58	5.10±0.507 / 4.64–6.13	0.30±0.011 / 0.28–0.31	1.70±0.201 / 1.48–2.05	0.44±0.035 / 0.40–0.51	0.18±0.016 / 0.15–0.20	0.08±0.012 / 0.06–0.10	481.94±133.177 / 350.10–797.06
Узбекистан, Ташкент / Uzbekistan, Tashkent	4	68.42±6.307 / 59.04–72.47	13.72±0.461 / 13.09–14.11	5.72±0.833 / 4.90–6.83	0.33±0.012 / 0.32–0.35	1.98±0.223 / 1.71–2.20	0.50±0.050 / 0.44–0.56	0.16±0.023 / 0.13–0.18	0.09±0.013 / 0.07–0.10	521.91±168.418 / 369.40–760.84
Таджикистан Шахритус / Tajikistan, Shahritus	1	68.03	14.35	4.97	0.31	1.77	0.56	0.18	0.10	388.05
В целом для вида / General for the species	14	74.63±6.821 / 59.04–87.54	15.76±1.962 / 13.09–19.58	5.26±0.639 / 4.64–6.83	0.31±0.018 / 0.28–0.35	1.79±0.230 / 1.48–2.20	0.47±0.054 / 0.40–0.56	0.17±0.021 / 0.13–0.20	0.08±0.013 / 0.06–0.10	486.65±136.403 / 350.10–797.06

**Таблица 3.** Длина тела и значимые индексы пропорциональности тела у самцов *Bufo baturae* и *Bufo pewzowi*  
**Table 3.** Body length and significant body proportionality indices of *Bufo baturae* and *Bufo pewzowi* males

Страна, локалитет / Country, locality	n	L.	D.r.o. / L.tym.	L.o. / Sp.n.	Sp.n. / F.	L.tym. / L.pt.	МИ-1 / Multiplicative index 1 (D.r.o.×Sp.n.)/(F.×L.pt.)	МИ-3 / Multiplicative index 3 (L.tym. / L.pt.)×(D.r.o. / L.tym.) / (L.o. / Sp.n.)
<i>Bufo baturae</i>								
Таджикистан, Булункуль / Tajikistan, Bulunkul	17	54.81±2.401 49.11–59.53	3.26±0.458 2.45–4.33	1.60±0.175 1.31–1.92	0.19±0.019 0.16–0.23	0.29±0.046 0.19–0.38	0.18±0.026 0.14–0.22	0.59±0.091 0.44–0.78
<i>Bufo pewzowi</i>								
Казахстан, Конаев / Kazakhstan, Konaev	4	75.15±4.601 70.68–79.79	2.41±0.283 2.17–2.77	1.76±0.236 1.45–1.97	0.15±0.015 0.14–0.17	0.22±0.035 0.17–0.25	0.08±0.012 0.06–0.09	0.30±0.049 0.25–0.36
Узбекистан, Ташкент / Uzbekistan, Tashkent	2	63.39±1.605 62.26–64.53	2.72±0.113 2.64–2.80	2.12±0.139 2.03–2.22	0.13±0.010 0.12–0.14	0.19±0.013 0.18–0.20	0.07±0.007 0.06–0.07	0.24±0.022 0.23–0.26
Таджикистан, Бохтар / Tajikistan, Bokhtar	10	69.73±9.066 47.64–80.65	3.06±0.356 2.55–3.62	1.81±0.242 1.48–2.17	0.14±0.016 0.12–0.17	0.20±0.033 0.15–0.26	0.09±0.018 0.07–0.13	0.35±0.077 0.26–0.50
Таджикистан Шахритус / Tajikistan, Shahritus	8	71.64±3.129 68.50–78.89	3.45±0.390 2.96–4.19	1.82±0.154 1.62–2.03	0.14±0.012 0.13–0.16	0.20±0.044 0.15–0.28	0.10±0.023 0.08–0.14	0.38±0.083 0.29–0.50
В целом для вида / General for the species	24	71.99±4.903 62.26–80.65	3.05±0.495 2.17–4.19	1.83±0.217 1.45–2.22	0.14±0.017 0.12–0.17	0.21±0.036 0.15–0.28	0.09±0.020 0.06–0.14	0.34±0.080 0.23–0.50



**Рис. 3.** Диаграмма рассеяния самок (а) и самцов (б) *Bufo baturae* и *B. pewzowi* по двум мультипликативным индексам  
**Fig. 3.** Scatterplot of females (a) and males (b) of *Bufo baturae* and *B. pewzowi* by two multiplicative indices

фикация исследуемых видов жаб, один из которых был общий с самками (МИ-1), а другой был специфичен для этой группы (МИ-3) (табл. 3). Диапазоны значений первого из них (МИ-1 =  $D.r.o. \times Sp.n. / F. \times L.pt.$  у *B. baturae* и *B. pewzowi* соприкасались (индекс изменялся в диапазоне 0.14 – 0.22 у *B. baturae* и 0.06 – 0.14 у *B. pewzowi*), но различия были достоверными ( $t = 12.08, p < 0.001$ ), а уровень правильной классификации составил 100%. Несмотря на перекрытия диапазонов значений другого мультипликативного индекса (МИ-3 =  $L.tym. / L.pt. \times D.r.o. / L.tym. / L.o. / Sp.n.$  у двух видов жаб (0.44 – 0.78 у *B. baturae* и 0.23 – 0.50 у *B. pewzowi*), они также статистически значимо различались ( $t = 9.00, p < 0.001$ ), при этом уровень верной классификации составил 90.24% (2 особи *B. baturae* были отнесены к *B. pewzowi* и 2 особи *B. pewzowi* – к *B. baturae*) (см. рис. 3).

Таким образом, применение выявленных мультипликативных индексов показало эффективность при идентификации живых особей из нескольких популяций двух полиплоидных видов зелёных жаб Центральной Азии. В то же время очевидно, что полученные результаты носят предварительный характер, а исследование этого вопроса нуждается в продолжении, так как изучен-

ные выборки животных относительно небольшие и могут не отображать всей изменчивости морфометрических признаков *B. baturoae* и *B. pewzowi* в целом по ареалу.

### Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность Л. В. Маловичко, А. В. Тюкаеву и А. В. Шудре за помощь в изучении зелёных жаб в природе, С. Н. Литвинчуку – за видовую идентификацию изученных животных цитогенетическими методами.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ананьева Н. Б., Боркин Л. Я., Даревский И. С., Орлов Н. Л. 1998. Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России. М. : АБФ. 576 с.
- Банников А. Г., Даревский И. С., Ищенко В. Г., Рустамов А. К., Щербак Н. Н. 1977. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М. : Просвещение. 415 с.
- Кидов А. А., Иволга Р. А., Кондратова Т. Э., Кидова Е. А. 2022. Особенности размножения и раннего развития у самого высокогорного земноводного территории бывшего СССР – батурской жабы (*Bufoes baturoae*, Amphibia, Bufonidae) (по результатам лабораторных исследований) // Зоологический журнал. Т. 101, № 2. С. 153 – 164. <https://doi.org/10.31857/S0044513421120060>
- Кондратова Т. Э., Иволга Р. А., Иванов А. А., Кидова Е. А., Литвинчук С. Н., Кидов А. А. 2020. К вопросу о видовой идентификации азиатских полиплоидных зелёных жаб рода *Bufoes* по стандартным морфометрическим признакам // Актуальные вопросы зоологии, экологии и охраны природы. Вып. 2. Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 105-летию со дня рождения А. Г. Банникова. М. : ЗооВетКнига. С. 65 – 70.
- Кузьмин С. Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. Издание второе, переработанное. М. : Т-во науч. изд. КМК. 370 с.
- Литвинчук С. Н. 2021. Жаба Певцова, *Bufoes pewzowi* (Bedriaga, 1898) // Красная книга Российской Федерации. Животные. 2-е изд. М. : ВНИИ Экология. С. 423 – 424.
- Литвинчук С. Н., Боркин Л. Я. 2022. Полиплоидные жабы (*Bufoes*) как важный элемент фауны термальных источников Памира // Чтения памяти В. И. Жадина : к 125-летию со дня рождения : тезисы докладов I Всероссийской научной конференции (с международным участием). Ярославль : Филигрань. С. 46 – 47.
- Литвинчук С. Н., Боркин Л. Я., Мазена Г. А., Розанов Ю. М. 2018. Размер генома и распространение диплоидных и полиплоидных зелёных жаб рода *Bufoes* в Узбекистане и Туркменистане // Герпетологические и орнитологические исследования : современные аспекты. М. : Т-во науч. изд. КМК. С. 88 – 101.
- Литвинчук С. Н., Скоринов Д. В., Пасынкова Р. А., Кидов А. А., Матушкина К. А., Боркин Л. Я., Розанов Ю. М. 2019. Полиплоидное видообразование у азиатских зелёных жаб рода *Bufoes* (Bufonidae) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. № 1 (25). С. 80 – 93. <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2019-1-9>
- Орлова В. Ф., Туниев Б. С. 1989. К систематике кавказских серых жаб группы *Bufo bufo verrucosissimus* (Pallas) (Amphibia, Anura, Bufonidae) // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. Т. 94, № 3. С. 13 – 24.
- Писанец Е. М. 2001. Таксономические взаимоотношения серых жаб (*Bufo bufo complex*) и некоторые теоретические и практические проблемы систематики (Сообщение 1) // Вестник зоологии. Т. 35, № 5. С. 37 – 44.
- Писанец Е. М. 2002. Таксономические взаимоотношения серых жаб (*Bufo bufo complex*) и некоторые теоретические и практические проблемы систематики (Сообщение 2) // Вестник зоологии. Т. 36, № 1. С. 61 – 68.
- Dufresnes C., Mazepa G. O., Jablonski D., Oliveira R. C., Wenseleers T., Shabanov D. O., Auer M., Ernst R., Koch C., Ramirez-Chaves H. E., Mulder K. P., Simonov E., Tiutenko A., Kryvokhyzha D., Wennekes P. L., Zinenko O. I., Korshunov O. V., Al-Johany A. M., Peregontsev E. A., Masroor R., Betto-Colliard C., Donoel M., Borkin L. J., Skarinov D. V., Pasyukova R. A., Mazanaeva L. F., Rosanov J. M., Dubey S., Litvinchuk S. 2019. Fifteen shades of green: The evolution of *Bufoes* toads revisited // Molecular Phylogenetics and Evolution. Vol. 141. Article number 106615. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106615>
- Liang T., Borzée A., Lin X., Chang D. 2022. *Bufoes pewzowi* (Xinjiang toad). Hibernation // Herpetological Review. Vol. 53, № 3. P. 466.
- Litvinchuk S. N., Kazakov V. I., Pasyukova R. A., Borkin L. J., Kuranova V. N., Rosanov J. M. 2010. Tetraploid green toad species (*Bufo pewzowi*) from the Altay Moun-tains: The first record for Russia // Russian Journal of Herpetology. Vol. 17, № 4. P. 290 – 298.
- Litvinchuk S. N., Mazepa G. O., Pasyukova R. A., Saidov A., Satorov T., Chikin Y. A., Shabanov D. A., Crottini A., Borkin L. J., Rosanov J. M., Stock M. 2011. Influence of environmental conditions on the distribution of Central Asian green toads with three ploidy levels // Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research. Vol. 49, iss. 3. P. 233 – 239. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.2010.00612.x>
- Litvinchuk S. N., Svinin A. O., Dujsebayeva T. N. 2021. Morphological differentiation between diploid and polyploid species of green toads (Anura: Bufonidae: *Bufoes*) in Central Asia // Bonn Zoological Bulletin. Vol. 70, № 2. P. 361 – 371. <https://doi.org/10.20363/BZB-2021.70.2.361>

Stöck M., Moritz C., Hickerson M., Frynta D., Dujsebayaeva T. N., Eremchenko V., Macey J. R., Papenfuss T. J., Wake D. B. 2006. Evolution of mitochondrial relationships and biogeography of Palearctic green toads (*Bufo viridis* subgroup) with insights in their genomic plasticity // Molecular Phylogenetics and Evolu-

tion. Vol. 41, iss. 3. P. 663 – 689. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.05.02>

Wang H., Wang Z., Leng Y., Wu X., Li Q. 2007. PCA plus F-LDA: A new approach to face recognition // International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. Vol. 21, iss. 6. P. 1059 – 1068. <https://doi.org/10.1142/S021800140700579X>

**On the problem of specific identification in triploid (*Bufotes baturae*) and tetraploid (*B. pewzowi*) green toads (Amphibia, Anura, Bufonidae) of Central Asia by morphometric characteristics**

A. A. Kidov , R. A. Ivolga, T. E. Kondratova, A. A. Ivanov, E. A. Kidova

Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy  
49 Timiryazevskaya St., Moscow 127550, Russia

**Article info**

*Original Article*

<https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-1-2-27-35>  
EDN: KBMGKX

Received April 11, 2023,  
revised May 12, 2023,  
accepted May 15, 2023,  
published June 30, 2023

**Abstract.** The paper presents the results of using multiplicative indices for species identification of polyploid green toads of Central Asia. Live adult individuals of *Bufotes baturae* (24 females and 17 males) from the territory of Tajikistan and *B. pewzowi* (14 females and 24 males) from Kazakhstan, Uzbekistan and Tajikistan were studied. The animals were caught in nature, measured and immediately released. The species belonging of the studied green toads was established by cytogenetic methods. According to the results of discriminant analysis, six proportionality indices were significant for the species identification of females. The females of *B. batura* and *B. pewzowi* formed separate non-overlapping clusters in the discriminant function space, and the level of their reliable classification was 100%. For the identification of *B. batura* and *B. pewzowi* males, four significant body proportionality indices were identified using discriminant analysis. The clusters of these two species in the space of discriminant function touched, and the level of correct classification was 97.6%. As a result of our research, one multiplicative index common to males and females was identified for highly reliable identification of *B. baturae* and *B. pewzowi*, as well as one multiplicative index separately for males and females of the studied species. The authors conclude that multiplicative indices based on standard morphometric indicators can be used for the practical determination of polyploid green toads.

**Keywords:** polyploid green toads, Kazakhstan, Uzbekistan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Pamir, Central Asia

**Acknowledgements:** The research was financially supported by the Program of Development of the Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy within the Program of Strategic Academic Leadership “Priority-2030”.

**For citation:** Kidov A. A., Ivolga R. A., Kondratova T. E., Ivanov A. A., Kidova E. A. On the problem of specific identification in triploid (*Bufotes baturae*) and tetraploid (*B. pewzowi*) green toads (Amphibia, Anura, Bufonidae) of Central Asia by morphometric characteristics. *Current Studies in Herpetology*, 2023, vol. 23, iss. 1–2, pp. 27–35 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1814-6090-2023-23-1-2-27-35>, EDN: KBMGKX

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

**REFERENCES**

Ananjeva N. B., Borkin L. J., Darevsky I. S., Orlov N. L. *Amphibians and Reptiles. Encyclopedia of Nature of Russia*. Moscow, ABF Publ., 1998. 576 p. (in Russian).


Bannikov A. G., Darevsky I. S., Ishchenko V. G., Rustamov A. K., Shcherbak N. N. *Opredelitel' zemnovodnykh i presmykayushchikhsya fauny SSSR* [A Guide of Amphibians and Reptiles of Fauna of USSR]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1977. 415 p. (in Russian).

Kidov A. A., Ivolga R. A., Kondratova T. E., Kidova E. A. Features of reproduction and early development in the batura toad (*Bufotes baturae*, Amphibia, Bufonidae), the most high-montane amphibian in the

former USSR, based on the results of a laboratory study. *Zoologicheskii zhurnal*, 2022, vol. 101, no. 2, pp. 153–164 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0044513421120060>

Kondratova T. E., Ivolga R. A., Ivanov A. A., Kidova E. A., Litvinchuk S. N., Kidov A. A. Notes on the problem of species identification in Asian polyploid green toads from the genus *Bufotes* by standard morphometric features. *Topical Issues of Zoology, Ecology and Nature Protection. Issue 2. Materials of the Scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 105th Anniversary of the birth of A. G. Bannikov*. Moscow, ZooVetBook Publ., 2020, pp. 65–70 (in Russian).

Kuzmin S. L. *Amphibians of the Former USSR*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd, 2012. 370 p. (in Russian).

 *Corresponding author.* Department of Zoology of the Institute of Zootechnics and Biology, Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Artem A. Kidov: <https://orcid.org/0000-0001-9328-2470>, kidov\_a@mail.ru; Roman A. Ivolga: <https://orcid.org/0000-0003-2050-5279>; romanivolga@gmail.com; Tatyana E. Kondratova: <https://orcid.org/0000-0001-7533-7327>, t.kondratova@rgau-msha.ru; Andrey A. Ivanov: <https://orcid.org/0000-0002-3654-5411>, andrew.01121899@gmail.com; Elena A. Kidova: <https://orcid.org/0000-0003-3933-0499>; kidova\_ea@rgau-msha.ru.



- Litvinchuk S. N. Pewzow's toad – *Bufoes pewzowi* (Bedriaga, 1898). In: *Red Data Book of Russian Federation. Animals*. 2nd edition. Moscow, VNIIE Ecology Publ., 2021, pp. 423–424 (in Russian).
- Litvinchuk S. N., Borkin L. J. Polyploid toads (*Bufoes*) as an important component of fauna of thermal springs of the Pamir. *Chteniia pamiati V. I. Zhadina: k 125-letiiu so dnia rozhdeniia: tezisy dokladov I Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem)* [Readings in Memory of V. I. Zhadin: To the 125th anniversary of his birth: Abstracts of the I All-Russian Scientific Conference (With International Participation)]. Yaroslavl, Filigran Publ., 2022, pp. 46–47 (in Russian).
- Litvinchuk S. N., Borkin L. J., Mazepa G. A., Rosanov J. M. Genome size and distribution of diploid and polyploid green toads of the genus *Bufoes* in Uzbekistan and Turkmenistan. *Herpetological and Ornithological Research: Current Aspects*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd, 2018, pp. 88–101 (in Russian).
- Litvinchuk S. N., Skorinov D. V., Pasyukova R. A., Kidov A. A., Matushkina K. A., Borkin L. Ya., Rozanov Yu. M. Polyploid speciation in Asian green toads of the genus *Bufoes* (Bufonidae). *University Proceedings. Volga Region. Natural Sciences*, 2019, no. 1 (25), pp. 80–93 (in Russian). <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2019-1-9>
- Orlova V. F., Tuniev B. S. On the taxonomy of the Caucasian common toads belonging to the group *Bufo bufo verrucosissimus* (Pallas) (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Bulletin of Moscow Society of Naturalists, Biological series*, 1989, vol. 94, no. 3, pp. 13–24 (in Russian).
- Pisanets E. M. Taxonomic relationships of the common toads (*Bufo bufo* complex) and some theoretical and practical problems of systematics. Communication 1. *Vestnik zoologii*, 2001, vol. 35, no. 5, pp. 37–44 (in Russian).
- Pisanets E. M. Taxonomic relationships of the common toads (*Bufo bufo* complex) and some theoretical and practical problems of systematics. Communication 2. *Vestnik zoologii*, 2002, vol. 36, no. 1, pp. 61–68 (in Russian).
- Dufresnes C., Mazepa G. O., Jablonski D., Oliveira R. C., Wenseleers T., Shabanov D. O., Auer M., Ernst R., Koch C., Ramirez-Chaves H. E., Mulder K. P., Simonov E., Tiutenko A., Kryvokhyzha D., Wennekes P. L., Zinenko O. I., Korshunov O. V., Al-Johany A. M., Peregonsev E. A., Masroor R., Betto-Colliard C., Donoel M., Borkin L. J., Skorinov D. V., Pasyukova R. A., Mazanava L. F., Rosanov J. M., Dubey S., Litvinchuk S. Fifteen shades of green: The evolution of *Bufoes* toads revisited. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2019, vol. 141, article no. 106615. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106615>
- Liang T., Borzée A., Lin X., Chang D. *Bufoes pewzowi* (Xinjiang toad). Hibernation. *Herpetological Review*, 2022, vol. 53, no. 3, pp. 466.
- Litvinchuk S. N., Kazakov V. I., Pasyukova R. A., Borkin L. J., Kuranova V. N., Rosanov J. M. Tetraploid green toad species (*Bufo pewzowi*) from the Altay Mountains: The first record for Russia. *Russian Journal of Herpetology*, 2010, vol. 17, no. 4, pp. 290–298.
- Litvinchuk S. N., Mazepa G. O., Pasyukova R. A., Saidov A., Satorov T., Chikin Y. A., Shabanov D. A., Crottini A., Borkin L. J., Rosanov J. M., Stock M. Influence of environmental conditions on the distribution of Central Asian green toads with three ploidy levels. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 2011, vol. 49, iss. 3, pp. 233–239. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.2010.00612.x>
- Litvinchuk S. N., Svinin A. O., Dujsebayaeva T. N. Morphological differentiation between diploid and polyploid species of green toads (Anura: Bufonidae: *Bufoes*) in Central Asia. *Bonn Zoological Bulletin*, 2021, vol. 70, no. 2, pp. 361–371. <https://doi.org/10.20363/BZB-2021.70.2.361>
- Stöck M., Moritz C., Hickerson M., Frynta D., Dujsebayaeva T. N., Eremchenko V., Macey J. R., Papenfuss T. J., Wake D. B. Evolution of mitochondrial relationships and biogeography of Palearctic green toads (*Bufo viridis* subgroup) with insights in their genomic plasticity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2006, vol. 41, iss. 3, pp. 663–689. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.05.02>
- Wang H., Wang Z., Leng Y., Wu X., Li Q. PCA plus F-LDA: A new approach to face recognition. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2007, vol. 21, iss. 6, pp. 1059–1068. <https://doi.org/10.1142/S021800140700579X>