

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 597.556.333.1-115-14(262.5+262.54)

**МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БЫЧКА-КРУГЛЯКА
NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS (PALLAS, 1814) (АСТИНОПТЕРЫГИИ, ГОБИДАЕ)
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА**

© 2024 г. Р. Е. Белогурова^{1,2}

¹ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,

Севастополь, Российская Федерация

²ФГБНУ «Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии»,

Херсон, Российская Федерация

E-mail: prishchepa.raisa@yandex.ru

Поступила в редакцию 12.04.2021; после доработки 08.06.2022;
принята к публикации 09.10.2023; опубликована онлайн 22.03.2024.

Рассмотрена изменчивость признаков внешней морфологии (36 пластических и 6 меристических) бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) из семи районов Азово-Черноморского бассейна: северо-западного и юго-западного черноморского побережья Крымского полуострова (Каркинитский залив, лиман Донузлав, Стрелецкая бухта Севастополя), Казантипского залива Азовского моря, а также реки Салгир в центральной части Крымского полуострова. Установлено, что бычок-кругляк из разных районов вылова в возрасте 2+...3 имеет разные размеры тела: наибольшие у особей из Стрелецкой бухты, SL_{cp} ($136,2 \pm 1,97$) мм; наименьшие у особей из реки Салгир, SL_{cp} ($66,8 \pm 2,28$) мм. С помощью критерия Манна — Уитни между выборками установлены статистически достоверные различия по большинству пластических признаков. По меристическим признакам они отсутствуют. Наибольший вклад в дискриминацию выборок *N. melanostomus* вносят пластические признаки, связанные с расположением плавников. Согласно результатам кластерного анализа, по совокупности всех изученных признаков у бычка-кругляка Азово-Черноморского бассейна наибольшим сходством обладают выборки из Каркинитского залива (залив Самарчик и Ярылгачская бухта, $D = 28,6$) и из акватории Бакальской косы. На уровне дивергенции $D = 47,3$ объединяются группы бычков из Стрелецкой бухты и Казантипского залива, а затем к ним на уровне $D = 215$ примыкает выборка из лимана Донузлав. Выборка бычка из реки Салгир занимает наиболее обособленное положение: уровень дивергенции составляет около 475. По данным дискриминантного анализа установлено, что бычок-кругляк из Азово-Черноморского бассейна дифференцирован как минимум на три пространственные группировки: первая — из района западного побережья Крымского полуострова (Каркинитский залив и лиман Донузлав) и района Севастополя (бухта Стрелецкая); вторая — из Казантипского залива (Азовское море); третья — из реки Салгир. Наибольший вклад в дискриминацию пространственных группировок (при коэффициенте корреляции между признаками и значениями координат по второй канонической оси больше 0,75) внесли следующие признаки: высота тела, высота и толщина хвостового стебля, антедорсальное и антевентральное расстояния и ширина грудных и брюшных плавников. Выявленная неоднородность показывает высокую паратипическую изменчивость пластических признаков; в различных экологических условиях у особей одного вида формируется специфический фенотип.

Ключевые слова: бычок-кругляк, Азово-Черноморский бассейн, пластические и меристические признаки, изменчивость, популяция

Бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) — понто-каспийский эндемик, естественный ареал которого включает бассейны Чёрного, Мраморного, Каспийского и Азовского морей [Болтачев, Карпова, 2017; Васильева, 2007; Манило, 2014; Световидов, 1964; Смирнов, 1986; Pinchuk, Miller, 2003]. Практически во всём естественном ареале бычок-кругляк является одним из важных промысловых объектов [Болтачев, Карпова, 2017].

Бычок-кругляк — донная рыба, предпочитающая солоноватоводные прибрежные участки морей и устьев рек, один из массовых видов бычковых у берегов Крымского полуострова [Болтачев, Карпова, 2017; Манило, 2014]. Этот вид, согласно многочисленным литературным данным, обладает высокой экологической пластичностью и инвазионным потенциалом, активно осваивает новые ареалы за пределами Понто-Каспийского бассейна. Так, *N. melanostomus* самостоятельно проник вверх по течению крупных европейских рек и сформировал в новых для себя водоёмах устойчивые пресноводные популяции; он был завезён с балластными водами в бассейн Балтийского моря и Великие озёра Северной Америки [Смирнов, 2001; Buřič et al., 2015; Crossman et al., 1992; Nyeste et al., 2017; Piria et al., 2011; Roche et al., 2015; Simonović et al., 2001; Skóra, Rzeźnik, 2001; Stráňai, Andreji, 2004; van Beek, 2006; Verreycken et al., 2011; Ćolić et al., 2018].

Известно, что бычковые — маломигрирующие рыбы, способные образовывать морфологически отличающиеся локальные группировки [Манило, 2014]. Существуют работы, посвящённые исследованию внутривидовой изменчивости бычка-кругляка в естественном ареале и в новых для него условиях [Кодухова и др., 2017; Смирнов, 1986, 2001; Ткаченко, 2012; Demchenko, Tkachenko, 2017; Diripasko, Zabroda, 2017]. Однако морфологическая структура бычка-кругляка прибрежной зоны Крыма изучена слабо, а для внутренних водоёмов Крыма она в целом не была исследована.

Экологические условия водных объектов и акваторий у Крымского полуострова весьма разнообразны. В среднем солёность Чёрного моря составляет 17–18 ‰, Азовского — 10–11 ‰. Антропогенное воздействие на некоторые районы Азово-Черноморского бассейна за последние полвека вызвало изменения как в гидрохимических характеристиках, так и в составе рыбного населения. На ихтиофауну Каркинитского залива и внутренних водоёмов Крыма долгое время оказывал влияние Северо-Крымский канал, в результате работы которого в данных районах регистрировали представителей днепровской ихтиофауны [Карпова, 2016; Карпова, Болтачев, 2012; Belogurova et al., 2020]. В лимане Донузлав современная ихтиофауна формировалась последние 35 лет — с того времени, как в косе Беляус, отделяющей одно из самых солёных озёр в Крыму от Чёрного моря, был прорыт канал [Зуев, Болтачев, 1999].

При разных экологических условиях, например гидрохимическом режиме или скорости течения, у рыб одного вида формируются вариации морфологических признаков. Исследуя их вариабельность, можно оценить масштабы адаптаций вида к экологическим условиям.

С учётом того, что бычок-кругляк активно осваивает новые водоёмы и способен образовывать морфологически отличающиеся локальные группировки в пределах ареала в зависимости от условий окружающей среды, была поставлена цель работы — оценить изменчивость признаков внешней морфологии *Neogobius melanostomus* из различных акваторий Азово-Черноморского бассейна по пластическим и меристическим признакам.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для работы — фиксированные 4%-ным раствором формальдегида пробы рыб, полученные в ходе экспедиций отдела планктона ФИЦ ИнБЮМ в 2009–2020 гг. Районами исследования были несколько акваторий Чёрного моря на северо-западном и юго-западном побережье Крымского полуострова (Каркинитский залив, 3 выборки; лиман Донузлав, 1 проба; Стрелецкая бухта Севастополя, 1 проба), а также река Салгир (внутренний водоём Крымского полуострова,

1 проба) и Казантипский залив (Азовское море, 1 проба) (рис. 1). Ихтиологический материал в лимане Донузлав и в Каркинитском заливе отбирали креветочными вентерями с ячейёй 6,5–7,5 мм. В реке Салгир (район села Новогригорьевка) и в Казантипском заливе Азовского моря лов осуществляли с помощью жаберных сетей с ячейёй 10–30 мм. В Стрелецкой бухте использовали донную ловушку с ячейёй 12 мм. Для морфометрического анализа из 7 выборок отобрали 167 экз. половозрелых самцов бычка-кругляка в возрасте 2+...3. Возраст определяли по отолитам, которые просматривали под бинокулярным микроскопом при 20-кратном увеличении [Правдин, 1966].



Рис. 1. Карта-схема расположения мест отбора проб бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* в Азово-Черноморском бассейне. Sam — залив Самарчик; Aur — бухта Бакальская (район посёлка Аврора); Yarg — Ярылгачская бухта; Dnz — лиман Донузлав; Str — Стрелецкая бухта; Slg — река Салгир (район села Новогригорьевка); Kaz — Казантипский залив

Fig. 1. Schematic map of the round goby *Neogobius melanostomus* sampling sites in the Sea of Azov–Black Sea Basin. Sam, Samarchik Bay; Aur, Bakalskaya Spit (Aurora village area); Yarg, Yarylghachskaya Bay; Dnz, Donuzlav Liman; Str, Streletskaya Bay; Slg, Salgir River (Novogrigorievka village area); Kaz, Kazantip Bay

Изучены 36 пластических и 6 меристических признаков. Промеры выполнены с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм по стандартной схеме с дополнениями (рис. 2) [Заброда, Дирипаско, 2009; Правдин, 1966]. Для дальнейшей обработки промеры на теле и голове кругляка переведены в индексы признаков, выраженные в % от стандартной длины (standard length, SL) и длины головы (head length, HL).

Длина рыб в разных выборках существенно отличалась, поэтому для нивелирования фактора размерной изменчивости абсолютных значений промеров выполнено преобразование по формуле Рейста:

$$\lg \ddot{X}_i = \lg \lg X_i - b(\lg SL_i - \lg SL),$$

где $\lg \ddot{X}_i$ — преобразованное значение признака X у *i*-й особи;

X_i — исходное значение признака у *i*-й особи;

SL_i — стандартная длина *i*-й особи;

SL — средняя длина в выборке;

b — аллометрический коэффициент, определяемый как тангенс угла наклона линии регрессии логарифмированных значений промера на логарифмированные значения длины тела [Reist, 1985, 1986; Thorpe, 1975].

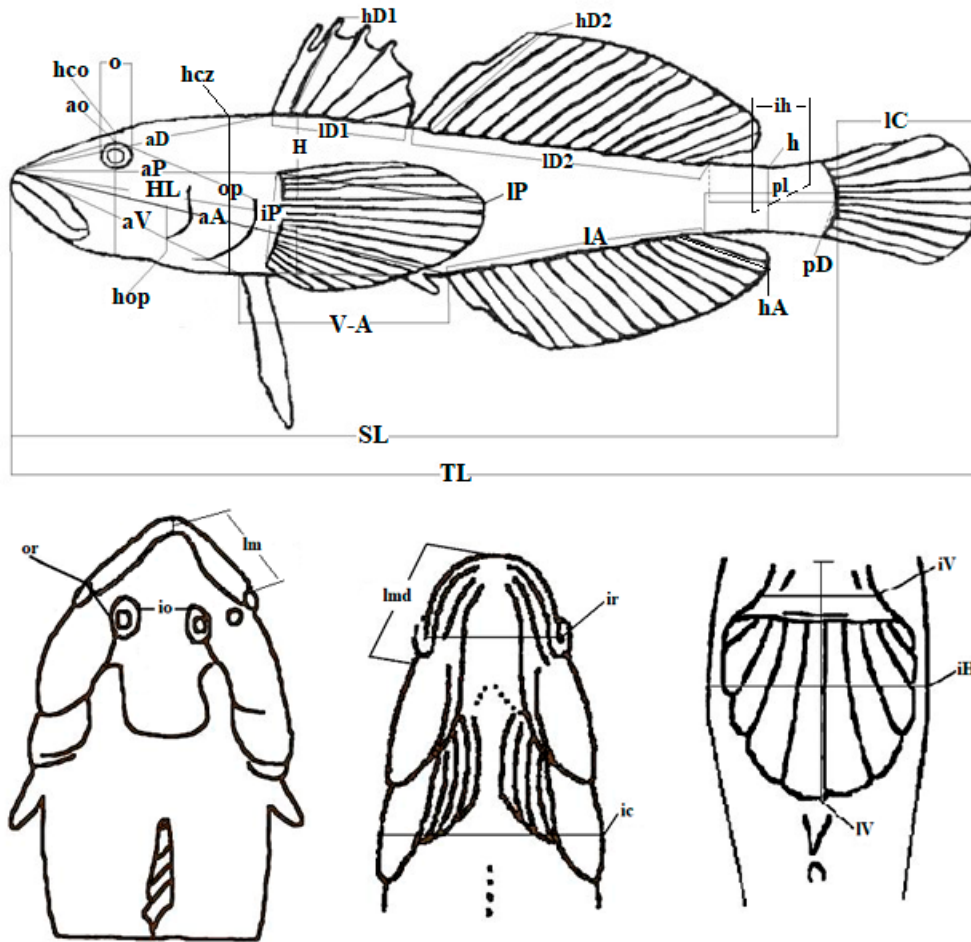


Рис. 2. Схема промеров бычка-кругляка *Neogobius melanostomus*. TL — тотальная длина; SL — стандартная длина. Пластические признаки, выраженные в % от SL: H — наибольшая высота тела; h — высота хвостового стебля; iH — наибольшая толщина тела; ih — толщина хвостового стебля; aD — антедорсальное расстояние; pD — постдорсальное расстояние; aP — антепекторальное расстояние; aV — антевентральное расстояние; aA — антеанальное расстояние; V-A — вентроанальное расстояние; pl — длина хвостового стебля; ID1 — длина основания первого спинного плавника; hD1 — высота первого спинного плавника; ID2 — длина основания второго спинного плавника; hD2 — высота второго спинного плавника; IA — длина основания анального плавника; hA — высота анального плавника; IP — длина грудного плавника; iP — ширина основания грудного плавника; IV — длина брюшного плавника; iV — ширина основания брюшного плавника; IC — длина хвостового плавника; HL — длина головы. Пластические признаки, выраженные в % от HL: ic — наибольшая ширина головы; ao — длина рыла; o — горизонтальный диаметр глаза; or — заглазничное расстояние; io — ширина лба; lm — длина верхней челюсти; lmd — длина нижней челюсти; or — расстояние между глазом и углом рта; hop — высота щеки; ir — ширина рта; hc — высота головы через середину глаза. Мериственные признаки: D1 — число лучей в первом спинном плавнике; Dв2 — число ветвистых лучей во втором спинном плавнике; Ав — число ветвистых лучей в анальном плавнике; P — число лучей в грудном плавнике; V — число лучей в брюшном плавнике; C — число лучей в хвостовом плавнике

Fig. 2. Scheme of morphometric measurements of the round goby *Neogobius melanostomus*. TL, total length; SL, standard length. Morphometric characters as % of SL: H, maximum body depth; h, minimum body depth (caudal peduncle depth); iH, maximum body width; ih, minimum body width (caudal peduncle width); aD, predorsal distance; pD, postdorsal distance; aP, prepectoral distance; aV, prepelvic distance; aA, preanal distance; V-A, pelvic-anal distance; pl, caudal peduncle length; ID1, length of the first dorsal fin base; hD1, first dorsal fin depth; ID2, length of the second dorsal fin base; hD2, the second dorsal fin depth; IA, length of anal fin base; hA, anal fin depth; IP, pectoral fin length; iP, width of pectoral fin base; IV, pelvic fin length; iV, width of pelvic fin base; IC, caudal fin length; HL, head length. Morphometric characters as % of HL: ic, head width; ao, preorbital distance; o, horizontal eye diameter; or, postorbital distance; io, interorbital distance; lm, upper jaw length; lmd, lower jaw length; or, distance between eye and corner of mouth; hop, cheek depth; ir, mouth width; hc, head depth through middle of eye. Meristic characters: D1, the first dorsal fin spines number; Dв2, the second dorsal fin rays number; Ав, anal fin rays number; P, pectoral fin rays number; V, pelvic fin rays number; C, caudal fin rays number

Для обработки данных использованы общепринятые статистические показатели, рассчитанные в программном пакете MS Office Excel. Для оценки различий между выборками с небольшим количеством экземпляров применён непараметрический критерий Манна — Уитни при уровне значимости $p \leq 0,05$. Оценка изменчивости признаков в каждой выборке осуществлена с использованием коэффициента вариации (*var*), который представляет собой стандартное отклонение, выраженное в процентах от величины средней арифметической. Считали, что индексы признаков варьировали слабо при $var < 10 \%$ и средне при $var 11\text{--}25 \%$ [Лакин, 1990]. Для оценки расхождения по комплексам изученных признаков между рыбами различных районов использован показатель дивергенции Кульбака — Лейблера (*D*) [Андреев, Решетников, 1977]. Применены методы одномерного и многомерного статистического анализа (дискриминантный и кластерный анализ), расчёты выполнены в программном пакете STATISTICA 10.0 [Халафян, 2007].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты морфометрического анализа бычка-кругляка из семи исследуемых районов Азово-Черноморского бассейна представлены в табл. 1.

Кругляк из Стрелецкой бухты в среднем оказался крупнее, чем особи из остальных исследуемых акваторий, SL_{cp} составила $(136,2 \pm 1,97)$ мм. Возможно, это связано с селективностью орудия лова, используемого в данном районе. Однако не следует исключать, что бычок-кругляк может достигать столь крупных размеров в бухтах города Севастополя в связи со своей невысокой плотностью в прибрежной зоне и, следовательно, с лучшими условиями для роста и нагула.

В уловах из Стрелецкой бухты Севастополя кругляк, в отличие от других видов рыб, единичен, в то время как в Каркинитском заливе и лимане Донузлав плотность популяций всех бычковых довольно высока. Например, в 2017 г. в лимане Самарчик численность кругляка в уловах составляла до 42 % от всего количества бычковых [Прищепа и др., 2018].

Признаки в выборках бычка-кругляка в целом варьируют незначительно. Наибольшей изменчивостью ($var > 10 \%$) характеризовались толщина хвостового стебля у рыб из залива Самарчик и Ярылгачской бухты, а также длина хвостового стебля у бычков из акватории Бакальской косы, реки Салгир и Казантипского залива. Высота анального плавника была самой изменчивой у рыб из реки Салгир и Казантипского залива. Также у бычков из реки Салгир наибольшей изменчивостью отличались высота первого и второго спинного плавников. Среди промеров головы наиболее варьировала в выборках из шести районов (кроме залива Самарчик) ширина лба, а для бычков из реки Салгир и Казантипского залива самыми вариabельными параметрами головы рыб оказались диаметр глаза и расстояние между глазом и углом рта. Районом, для которого вариации $var > 10 \%$ были отмечены только для высоты первого спинного плавника, оказалась бухта Стрелецкая.

Меристические признаки бычка-кругляка в исследуемых выборках оказались наименее вариabельными из всех изучаемых признаков.

По результатам сравнения с применением непараметрического критерия Манна — Уитни, индексы пластических признаков *N. melanostomus* из семи районов Азово-Черноморского бассейна достоверно различались между собой. В табл. 2 представлено количество признаков, изученных у бычка-кругляка, по которым обнаружены достоверные отличия. По меристическим признакам достоверных отличий не выявлено.

По всем пластическим признакам (24 на теле и 12 на голове) отличия отмечены между бычками из бухты Стрелецкая и из остальных шести районов. Вероятно, это связано с более крупными размерами бычка-кругляка из бухты. Отличия по наименьшему количеству признаков зафиксированы между бычками из трёх районов Каркинитского залива, видимо ввиду значительного сходства условий при географической близости указанных акваторий. Также зарегистрированы отличия по большинству изучаемых признаков между бычками из трёх участков Каркинитского залива и из остальных районов.

Таблица 1. Морфометрические признаки самцов бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* из семи районов Азово-Черноморского бассейна, мм (названия районов работ соответствуют таковым на рис. 1)

Table 1. Morphometric characters of the male round goby *Neogobius melanostomus* from seven regions of the Sea of Azov–Black Sea Basin, mm (the names of the study regions correspond to those in Fig. 1)

Признак	Sam, n = 21	Aur, n = 32	Yarlg, n = 23	Dnz, n = 22	Slg, n = 19	Kaz, n = 23	Str, n = 27
SL	$\frac{99,0-129,5}{111,0 \pm 1,87}$	$\frac{100,7-123,1}{109,2 \pm 0,90}$	$\frac{91,9-124,1}{105,0 \pm 1,42}$	$\frac{80,5-107,2}{87,6 \pm 1,27}$	$\frac{55,5-90,8}{66,8 \pm 2,28}$	$\frac{81,0-136,9}{96,6 \pm 3,37}$	$\frac{108,7-153,4}{136,2 \pm 1,97}$
Пластические признаки, в % от SL							
H	$\frac{20,5-24,9}{22,2 \pm 0,25}$	$\frac{20,8-26,5}{23,6 \pm 0,24}$	$\frac{19,2-25,1}{22,2 \pm 0,25}$	$\frac{18,0-22,6}{19,9 \pm 0,28}$	$\frac{19,3-24,8}{21,9 \pm 0,36}$	$\frac{18,4-23,4}{20,3 \pm 0,27}$	$\frac{18,8-24,0}{21,2 \pm 0,29}$
h	$\frac{10,3-12,4}{11,1 \pm 0,14}$	$\frac{10,4-13,4}{11,7 \pm 0,11}$	$\frac{10,7-12,5}{11,5 \pm 0,11}$	$\frac{9,8-11,5}{10,5 \pm 0,11}$	$\frac{9,4-12,1}{10,6 \pm 0,17}$	$\frac{8,8-11,4}{10,5 \pm 2,28}$	$\frac{9,3-11,6}{10,5 \pm 0,11}$
iH	$\frac{16,2-20,2}{18,0 \pm 0,25}$	$\frac{18,7-22,0}{20,2 \pm 0,14}$	$\frac{16,7-20,3}{18,4 \pm 0,22}$	$\frac{14,4-19,5}{16,4 \pm 0,32}$	$\frac{17,7-24,4}{20,3 \pm 0,45}$	$\frac{13,5-17,8}{16,1 \pm 0,27}$	$\frac{16,8-21,6}{18,3 \pm 0,24}$
ih	$\frac{5,0-8,0}{6,2 \pm 0,19}$	$\frac{7,0-9,3}{8,3 \pm 0,09}$	$\frac{6,4-10,3}{7,9 \pm 0,18}$	$\frac{6,4-8,2}{7,2 \pm 0,10}$	$\frac{4,0-5,8}{4,8 \pm 0,28}$	$\frac{4,2-6,1}{5,2 \pm 0,10}$	$\frac{4,5-6,1}{5,3 \pm 0,09}$
aD	$\frac{33,7-38,7}{35,8 \pm 0,29}$	$\frac{34,7-38,7}{36,2 \pm 0,16}$	$\frac{26,5-39,2}{35,4 \pm 0,55}$	$\frac{32,6-38,1}{35,6 \pm 0,30}$	$\frac{34,0-37,5}{35,9 \pm 0,30}$	$\frac{32,6-38,3}{35,0 \pm 0,36}$	$\frac{31,4-36,9}{34,5 \pm 0,27}$
pD	$\frac{12,2-16,9}{14,7 \pm 0,25}$	$\frac{12,1-18,5}{15,5 \pm 0,24}$	$\frac{12,8-16,8}{15,1 \pm 0,24}$	$\frac{14,5-18,8}{16,4 \pm 0,18}$	$\frac{13,3-18,4}{15,4 \pm 0,33}$	$\frac{14,6-19,0}{16,6 \pm 0,25}$	$\frac{13,7-17,0}{15,7 \pm 0,19}$
aP	$\frac{27,8-33,5}{31,6 \pm 0,28}$	$\frac{29,4-32,9}{31,1 \pm 0,12}$	$\frac{30,2-32,9}{31,3 \pm 0,15}$	$\frac{26,8-30,8}{28,7 \pm 0,22}$	$\frac{30,9-34,9}{32,8 \pm 0,23}$	$\frac{29,2-33,3}{31,5 \pm 0,18}$	$\frac{29,3-34,8}{32,0 \pm 0,26}$
aV	$\frac{31,0-35,9}{32,9 \pm 0,25}$	$\frac{31,3-34,9}{32,8 \pm 0,15}$	$\frac{30,0-35,3}{32,7 \pm 0,25}$	$\frac{27,8-32,4}{30,5 \pm 0,27}$	$\frac{26,5-32,6}{30,0 \pm 0,37}$	$\frac{29,6-34,7}{32,2 \pm 0,26}$	$\frac{29,1-34,8}{32,1 \pm 0,27}$
aA	$\frac{56,1-63,8}{60,9 \pm 0,39}$	$\frac{31,5-62,6}{58,7 \pm 0,96}$	$\frac{55,0-64,0}{59,6 \pm 0,46}$	$\frac{52,1-61,0}{56,6 \pm 0,41}$	$\frac{54,7-62,2}{57,0 \pm 0,51}$	$\frac{54,1-63,1}{58,1 \pm 0,53}$	$\frac{54,1-64,6}{59,1 \pm 0,52}$
V-A	$\frac{22,6-32,5}{29,5 \pm 0,49}$	$\frac{25,3-32,9}{29,6 \pm 0,32}$	$\frac{26,0-33,4}{29,0 \pm 0,45}$	$\frac{22,0-31,9}{27,4 \pm 0,55}$	$\frac{23,5-30,4}{27,1 \pm 0,44}$	$\frac{24,2-30,9}{26,8 \pm 0,39}$	$\frac{24,7-35,9}{28,8 \pm 0,54}$
pl	$\frac{13,6-17,6}{16,1 \pm 0,24}$	$\frac{12,1-24,4}{16,7 \pm 0,40}$	$\frac{14,2-18,1}{16,0 \pm 0,22}$	$\frac{15,5-24,1}{18,3 \pm 0,35}$	$\frac{13,2-20,1}{17,5 \pm 0,41}$	$\frac{14,8-25,0}{18,3 \pm 0,55}$	$\frac{14,7-19,6}{16,9 \pm 0,26}$
lD1	$\frac{15,4-20,4}{17,9 \pm 0,31}$	$\frac{15,1-21,3}{18,5 \pm 0,24}$	$\frac{16,2-19,5}{18,1 \pm 0,18}$	$\frac{15,3-19,9}{18,1 \pm 0,28}$	$\frac{15,5-20,9}{18,4 \pm 0,29}$	$\frac{14,5-21,4}{17,6 \pm 0,36}$	$\frac{15,6-20,9}{18,3 \pm 0,36}$
hD1	$\frac{12,9-17,1}{15,3 \pm 0,26}$	$\frac{13,7-17,0}{15,8 \pm 0,12}$	$\frac{13,2-18,2}{15,5 \pm 0,26}$	$\frac{14,2-18,2}{16,3 \pm 0,25}$	$\frac{15,0-21,2}{17,9 \pm 0,45}$	$\frac{12,1-18,3}{15,0 \pm 0,31}$	$\frac{14,0-19,4}{16,1 \pm 0,25}$
lD2	$\frac{30,2-35,8}{32,3 \pm 0,32}$	$\frac{18,8-35,1}{32,2 \pm 0,49}$	$\frac{28,9-36,6}{32,3 \pm 0,36}$	$\frac{28,9-36,5}{32,3 \pm 0,46}$	$\frac{30,6-35,3}{32,9 \pm 0,34}$	$\frac{31,1-36,2}{33,7 \pm 0,29}$	$\frac{26,3-38,1}{33,4 \pm 0,42}$
hD2	$\frac{13,5-18,6}{15,7 \pm 0,33}$	$\frac{14,0-18,1}{16,0 \pm 0,17}$	$\frac{13,2-17,3}{15,7 \pm 0,22}$	$\frac{13,4-18,7}{16,2 \pm 0,31}$	$\frac{14,9-23,2}{18,3 \pm 0,52}$	$\frac{14,5-18,3}{15,9 \pm 0,21}$	$\frac{12,2-17,3}{14,7 \pm 0,25}$
lA	$\frac{20,7-27,1}{24,5 \pm 0,37}$	$\frac{20,2-28,7}{25,3 \pm 0,25}$	$\frac{23,5-29,1}{26,8 \pm 0,27}$	$\frac{21,1-28,8}{25,6 \pm 0,34}$	$\frac{21,6-28,7}{25,8 \pm 0,45}$	$\frac{22,3-28,6}{26,0 \pm 0,37}$	$\frac{20,8-29,6}{25,9 \pm 0,38}$
hA	$\frac{11,7-16,1}{13,5 \pm 0,25}$	$\frac{11,1-16,2}{14,2 \pm 0,20}$	$\frac{12,9-17,1}{14,4 \pm 0,25}$	$\frac{12,1-15,4}{14,2 \pm 0,16}$	$\frac{13,2-21,9}{16,1 \pm 0,56}$	$\frac{12,6-18,8}{14,7 \pm 0,34}$	$\frac{11,1-15,5}{12,9 \pm 0,20}$
lP	$\frac{21,9-28,5}{25,4 \pm 0,33}$	$\frac{24,0-30,0}{27,1 \pm 0,23}$	$\frac{22,4-29,1}{25,8 \pm 0,34}$	$\frac{23,5-30,3}{27,5 \pm 0,36}$	$\frac{20,2-26,9}{24,4 \pm 0,31}$	$\frac{27,8-33,0}{30,2 \pm 0,30}$	$\frac{22,4-30,2}{26,2 \pm 0,32}$
iP	$\frac{12,5-18,4}{13,6 \pm 0,27}$	$\frac{12,4-14,3}{13,2 \pm 0,08}$	$\frac{13,0-15,4}{13,8 \pm 0,12}$	$\frac{11,0-13,2}{12,1 \pm 0,14}$	$\frac{9,0-12,1}{10,7 \pm 0,18}$	$\frac{11,7-15,2}{13,0 \pm 0,15}$	$\frac{11,8-14,3}{12,9 \pm 0,11}$
IV	$\frac{17,0-20,8}{19,0 \pm 0,23}$	$\frac{19,0-22,0}{19,9 \pm 0,13}$	$\frac{18,1-21,8}{19,5 \pm 0,22}$	$\frac{18,7-23,0}{20,4 \pm 0,25}$	$\frac{20,7-24,2}{22,4 \pm 0,23}$	$\frac{19,2-24,0}{21,3 \pm 0,26}$	$\frac{15,5-20,5}{18,5 \pm 0,24}$

Продолжение на следующей странице...

Признак	Sam, n = 21	Aur, n = 32	Yarlg, n = 23	Dnz, n = 22	Slg, n = 19	Kaz, n = 23	Str, n = 27
iV	$\frac{7,1-8,9}{8,0 \pm 0,09}$	$\frac{7,2-8,7}{7,9 \pm 0,07}$	$\frac{7,3-9,2}{8,2 \pm 0,08}$	$\frac{6,6-8,0}{7,3 \pm 0,09}$	$\frac{6,1-8,0}{7,2 \pm 0,13}$	$\frac{6,6-8,9}{7,6 \pm 0,09}$	$\frac{6,6-8,9}{7,6 \pm 0,10}$
IC	$\frac{19,8-24,6}{22,7 \pm 0,32}$	$\frac{19,0-25,0}{22,7 \pm 0,22}$	$\frac{20,2-26,7}{22,3 \pm 0,29}$	$\frac{21,6-25,5}{23,5 \pm 0,22}$	$\frac{21,7-27,0}{24,2 \pm 0,33}$	$\frac{23,0-27,8}{25,4 \pm 0,27}$	$\frac{19,1-25,4}{22,8 \pm 0,30}$
HL	$\frac{27,9-31,5}{29,7 \pm 0,21}$	$\frac{28,0-30,4}{29,2 \pm 0,10}$	$\frac{28,9-31,3}{30,0 \pm 0,15}$	$\frac{26,7-29,0}{27,8 \pm 0,15}$	$\frac{27,6-33,7}{30,6 \pm 0,35}$	$\frac{27,0-31,0}{28,8 \pm 0,20}$	$\frac{27,8-31,8}{29,3 \pm 0,19}$
Пластические признаки, в % от HL							
hcz	$\frac{71,6-82,8}{77,3 \pm 0,73}$	$\frac{72,9-88,4}{81,7 \pm 0,65}$	$\frac{69,6-87,3}{78,8 \pm 0,91}$	$\frac{64,6-84,6}{76,2 \pm 1,19}$	$\frac{65,2-79,1}{72,1 \pm 0,84}$	$\frac{64,2-79,9}{73,2 \pm 0,81}$	$\frac{67,4-82,6}{74,8 \pm 0,76}$
ic	$\frac{52,2-61,3}{56,3 \pm 0,54}$	$\frac{51,4-61,0}{56,2 \pm 0,43}$	$\frac{49,4-59,6}{55,7 \pm 0,57}$	$\frac{50,2-57,8}{53,9 \pm 0,51}$	$\frac{69,8-81,2}{76,1 \pm 0,75}$	$\frac{49,8-60,2}{54,5 \pm 0,56}$	$\frac{50,8-60,3}{55,0 \pm 0,48}$
ao	$\frac{34,2-39,1}{36,6 \pm 0,29}$	$\frac{34,1-40,3}{38,2 \pm 0,24}$	$\frac{32,4-40,1}{36,4 \pm 0,41}$	$\frac{34,2-39,6}{36,1 \pm 0,27}$	$\frac{28,1-39,6}{34,0 \pm 0,54}$	$\frac{31,1-38,5}{34,9 \pm 0,39}$	$\frac{32,2-39,8}{36,3 \pm 0,33}$
o	$\frac{17,8-22,3}{20,2 \pm 0,25}$	$\frac{18,4-22,6}{20,3 \pm 0,22}$	$\frac{18,7-23,7}{21,3 \pm 0,30}$	$\frac{19,2-24,0}{21,6 \pm 0,31}$	$\frac{20,8-30,6}{24,9 \pm 0,64}$	$\frac{16,9-25,9}{22,4 \pm 0,53}$	$\frac{14,6-21,8}{18,6 \pm 0,32}$
op	$\frac{52,7-58,5}{55,3 \pm 0,37}$	$\frac{54,6-60,7}{57,5 \pm 0,26}$	$\frac{53,9-59,0}{56,4 \pm 0,33}$	$\frac{52,8-60,4}{56,5 \pm 0,36}$	$\frac{50,5-62,1}{56,3 \pm 0,76}$	$\frac{52,4-57,9}{55,3 \pm 0,34}$	$\frac{53,2-59,3}{55,5 \pm 0,31}$
io	$\frac{12,7-16,7}{14,5 \pm 0,23}$	$\frac{11,1-18,1}{15,2 \pm 0,31}$	$\frac{8,7-15,8}{13,5 \pm 0,34}$	$\frac{9,6-15,4}{12,5 \pm 0,34}$	$\frac{10,7-20,3}{14,9 \pm 0,53}$	$\frac{12,2-18,8}{15,3 \pm 0,37}$	$\frac{12,8-19,0}{16,0 \pm 0,30}$
lm	$\frac{30,3-36,2}{32,5 \pm 0,37}$	$\frac{25,8-32,5}{29,8 \pm 0,30}$	$\frac{25,3-34,9}{30,8 \pm 0,50}$	$\frac{24,4-31,3}{27,8 \pm 0,38}$	$\frac{22,3-30,4}{26,6 \pm 0,47}$	$\frac{28,5-39,7}{32,7 \pm 0,58}$	$\frac{30,4-36,9}{33,1 \pm 0,30}$
lmd	$\frac{38,6-48,6}{43,9 \pm 0,50}$	$\frac{35,7-45,4}{42,1 \pm 0,46}$	$\frac{36,9-48,5}{41,7 \pm 0,60}$	$\frac{37,3-44,1}{40,5 \pm 0,36}$	$\frac{30,1-36,7}{33,5 \pm 0,42}$	$\frac{40,4-54,8}{45,7 \pm 0,65}$	$\frac{37,7-47,5}{43,3 \pm 0,48}$
or	$\frac{23,8-33,6}{27,4 \pm 0,56}$	$\frac{23,8-30,6}{27,3 \pm 0,31}$	$\frac{22,5-32,4}{26,8 \pm 0,46}$	$\frac{21,3-29,3}{24,7 \pm 0,43}$	$\frac{16,7-23,9}{27,5 \pm 0,53}$	$\frac{23,5-33,7}{27,5 \pm 0,53}$	$\frac{26,6-35,8}{31,0 \pm 0,38}$
hop	$\frac{40,4-47,4}{43,1 \pm 0,42}$	$\frac{40,7-47,4}{43,6 \pm 0,30}$	$\frac{40,6-48,7}{44,1 \pm 0,43}$	$\frac{40,6-45,8}{43,3 \pm 0,29}$	$\frac{31,9-46,4}{39,9 \pm 0,72}$	$\frac{34,8-50,5}{42,1 \pm 0,73}$	$\frac{37,4-45,2}{42,3 \pm 0,32}$
ir	$\frac{39,1-49,0}{43,8 \pm 0,57}$	$\frac{34,6-46,2}{41,9 \pm 0,43}$	$\frac{35,6-51,9}{41,9 \pm 0,81}$	$\frac{31,8-42,5}{36,7 \pm 0,59}$	$\frac{31,4-45,8}{39,2 \pm 0,86}$	$\frac{38,3-55,3}{44,3 \pm 0,90}$	$\frac{38,7-52,1}{44,4 \pm 0,65}$
hco	$\frac{58,0-69,0}{61,2 \pm 0,60}$	$\frac{54,5-64,2}{60,1 \pm 0,41}$	$\frac{51,4-61,2}{56,5 \pm 0,50}$	$\frac{51,3-59,0}{54,6 \pm 0,35}$	$\frac{47,7-58,8}{52,1 \pm 0,77}$	$\frac{54,7-69,8}{58,5 \pm 0,81}$	$\frac{57,5-68,8}{61,9 \pm 0,55}$
Меристические признаки							
D1	$\frac{5,0-7,0}{6,1 \pm 0,08}$	6,0	$\frac{6,0-7,0}{6,1 \pm 0,07}$	6,0	6,0	$\frac{5,0-6,0}{6,0 \pm 0,04}$	6,0
DB2	$\frac{14,0-15,0}{14,5 \pm 0,11}$	$\frac{14,0-15,0}{14,8 \pm 0,08}$	$\frac{14,0-16,0}{14,9 \pm 0,09}$	$\frac{13,0-16,0}{15,1 \pm 0,13}$	$\frac{15,0-16,0}{15,8 \pm 0,09}$	$\frac{14,0-16,0}{14,9 \pm 0,14}$	$\frac{15,0-16,0}{15,5 \pm 0,10}$
AV	$\frac{11,0-12,0}{11,6 \pm 0,11}$	$\frac{11,0-13,0}{11,8 \pm 0,10}$	$\frac{12,0-13,0}{12,6 \pm 0,09}$	$\frac{11,0-13,0}{12,2 \pm 0,11}$	$\frac{11,0-13,0}{12,0 \pm 0,09}$	$\frac{11,0-13,0}{12,0 \pm 0,13}$	$\frac{11,0-13,0}{12,5 \pm 0,12}$
P	$\frac{18,0-20,0}{19,1 \pm 0,14}$	$\frac{17,0-20,0}{18,6 \pm 0,16}$	$\frac{18,0-20,0}{18,6 \pm 0,15}$	$\frac{17,0-20,0}{18,6 \pm 0,14}$	$\frac{17,0-18,0}{17,7 \pm 0,11}$	$\frac{17,0-19,0}{17,9 \pm 0,10}$	$\frac{18,0-20,0}{18,8 \pm 0,13}$
V	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
C	$\frac{23,0-25,0}{23,7 \pm 0,16}$	$\frac{23,0-26,0}{24,2 \pm 0,15}$	$\frac{23,0-26,0}{24,6 \pm 0,20}$	$\frac{23,0-25,0}{24,1 \pm 0,14}$	$\frac{22,0-24,0}{23,2 \pm 0,20}$	$\frac{24,0-27,0}{25,5 \pm 0,19}$	$\frac{25,0-28,0}{26,2 \pm 0,16}$

Примечание: в числителе приведены предельные значения признаков, в знаменателе — среднее \pm стандартная ошибка среднего. Цветом выделены признаки, для которых зафиксировано значение коэффициента вариации $var > 10\%$. Полужирным шрифтом выделены показатели, средние значения которых являются наибольшими в выборках из семи районов.

Note: the numerator denotes the limiting values of the characters; the denominator, the mean \pm standard error of the mean. Characters for which the value of the coefficient of variation $var > 10\%$ is recorded are highlighted in color. Indicators with mean values being the highest in samples from seven regions are highlighted in bold.

Таблица 2. Результаты оценки различий между выборками бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* из семи районов Чёрного моря по пластическим признакам (названия районов работ соответствуют таковым на рис. 1)

Table 2. Results of assessing differences between samples of the round goby *Neogobius melanostomus* from seven regions of the Black Sea by morphometric characters (the names of the study regions correspond to those in Fig. 1)

Район	Sam	Aur	Yarlg	Dnz	Slg	Kaz	Str
Sam		3	6	12	12	12	12
Aur	3		4	12	12	12	12
Yarlg	9	17		12	12	10	12
Dnz	23	24	24		9	8	12
Slg	24	24	24	24		11	12
Kaz	19	21	19	14	24		12
Str	24	24	24	24	24	24	

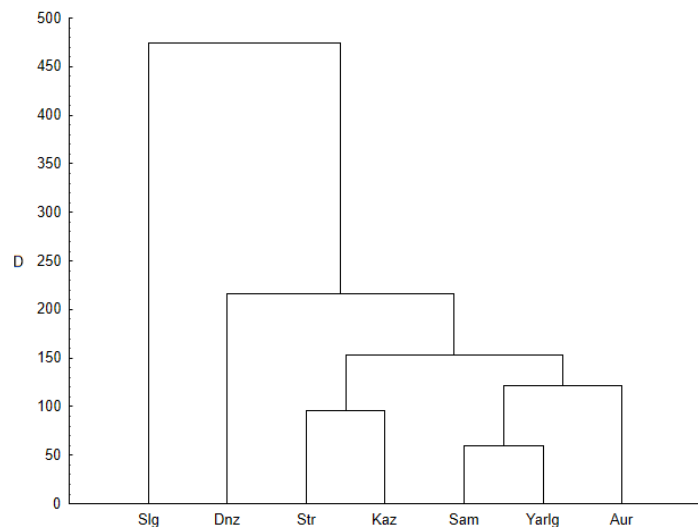
Примечание: отличия наблюдаются при уровне достоверности $p \leq 0,05$. Под диагональю указано количество достоверно отличающихся промеров на теле бычка, над диагональю — на голове.

Note: differences are observed at a significance level of $p \leq 0.05$. Below the diagonal, the number of significantly different measurements on the body of the round goby is indicated; above the diagonal, on its head.

Степень сходства бычка-кругляка из семи районов Азово-Черноморского бассейна по всем изученным признакам показана на дендрограмме (рис. 3), построенной с помощью кластерного анализа по показателям дивергенции Кульбака — Лейблера (D) в разных вариантах объединения признаков.

Рис. 3. Дендрограмма сходства всех изученных признаков выборок бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* из семи районов Азово-Черноморского бассейна (названия районов работ соответствуют таковым на рис. 1)

Fig. 3. Similarity dendrogram of all studied characters of samples of the round goby *Neogobius melanostomus* from seven regions of the Sea of Azov–Black Sea Basin (the names of the study regions correspond to those in Fig. 1)



На низшем уровне дивергенции ($D = 28,6$) происходит объединение выборок бычка-кругляка из залива Самарчик и Ярлыгачской бухты. К ним присоединяется группа из акватории Бакальской косы. На уровне дивергенции $D = 47,3$ объединяются группы бычков из Стрелецкой бухты и Казантипского залива. Эта группировка образует кластер с группой бычков из трёх районов Каркинитского залива, к ним примыкает выборка рыб из лимана Донузлав. Бычки из реки Салгир объединяются с этими группами на самом высоком уровне дивергенции — около 475. Предварительно можно заключить, что такие различия связаны с гидрохимическими показателями изучаемых водоёмов: рыбы из морских акваторий (заливы и бухты Чёрного и Азовского морей) образуют отдельную группу, к которой примыкает группа рыб из лимана Донузлав, характеризующегося более высокой солёностью; последней в дендрограмме присоединяется группа бычка-кругляка из пресного водоёма (река Салгир).

Разделение выборок *N. melanostomus* из семи районов Азово-Черноморского бассейна по комплексу пластических признаков дали результаты дискриминантного анализа. Были получены 99 % правильных классификаций особей по районам вылова. Исследуемые признаки в выборках образуют облака точек в пространстве двух корней дискриминирующих функций (рис. 4А, В).

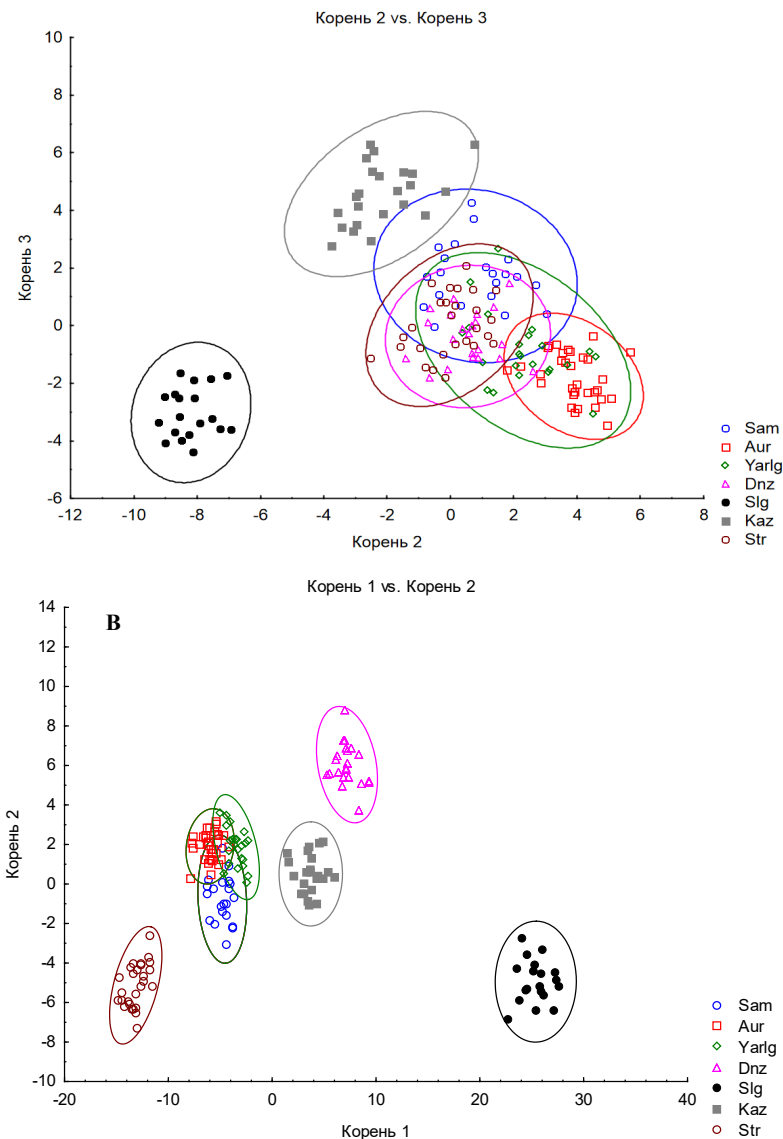


Рис. 4. Диаграмма рассеяния канонических оценок совокупности индексов пластических признаков бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* из семи районов Азово-Черноморского бассейна (А) и значений признаков, преобразованных по формуле Рейста (В) (результаты дискриминантного анализа) (названия районов работ соответствуют таковым на рис. 1)

Fig. 4. Scattering diagram of canonical estimates of the indices of morphometric characters of the round goby *Neogobius melanostomus* from seven regions of the Sea of Azov–Black Sea Basin (A) and the values of characters transformed by the Reist formula (B) (results of discriminant analysis) (the names of the study regions correspond to those in Fig. 1)

По результатам дискриминантного анализа, бычок-кругляк в Азово-Черноморском бассейне дифференцирован минимум на три пространственных группировки, одну из которых образуют рыбы из района западного побережья Крымского полуострова (Каркинитский залив и озеро Донузлав) и района Севастополя (бухта Стрелецкая), другую — бычки из реки Салгир, третью — особи из Казантипского залива (Азовское море). Анализ с использованием значений

промеров, преобразованных по формуле Рейста, показал более чёткую обособленность выборок. Так, бычки из географически близких районов Каркинитского залива образуют отдельную группу в пространстве корней дискриминирующих функций, а рыбы из акваторий, отличающихся по экологическим условиям [из пресноводного водоёма (река Салгир) и из Стрелецкой бухты] обособлены от остальных по обоим каноническим переменным (рис. 4В).

Анализ корреляций исследуемых признаков бычка-кругляка со значениями канонических переменных выявил, что разделение выборок по двум осям обеспечивается практически всеми индексами промеров тела рыб (табл. 3) при показателях коэффициента корреляции между признаками и значениями координат по второй канонической оси больше 0,50. Наибольший вклад в дискриминацию по первой канонической оси (корень 2) при коэффициентах корреляции более 0,75 вносят признаки H, h, ih, aD, aV, iP и iV.

Таким образом, выявленные различия между особями бычка-кругляка из изученных акваторий определяются локальными условиями, в которых обитают рыбы.

Таблица 3. Корреляции между признаками и значениями координат двух канонических переменных для бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* из семи районов Азово-Черноморского бассейна

Table 3. Correlations between the characters and coordinate values of two canonical variables for the round goby *Neogobius melanostomus* from seven regions of the Sea of Azov–Black Sea Basin

Признак	Корень 2	Корень 3	Признак	Корень 2	Корень 3
SL	0,56	0,20	ID2	0,66	0,31
H	0,75	0,04	hD2	0,61	0,14
h	0,78	0,10	lA	0,60	0,24
iH	0,68	-0,12	hA	0,51	0,19
ih	0,88	-0,19	iP	0,68	0,46
aD	0,77	0,21	iP	0,77	0,29
pD	0,70	0,35	lV	0,64	0,31
aP	0,67	0,26	iV	0,75	0,22
aV	0,76	0,27	lC	0,63	0,45
aA	0,72	0,25	HL	0,70	0,20
V-A	0,74	0,13	hcz	0,17	0,02
pl	0,54	0,35	ic	0,05	-0,01
ID1	0,70	0,16	ao	0,15	0,03
hD1	0,62	0,07			

Примечание: достоверные коэффициенты корреляции выделены полужирным шрифтом.

Note: significant correlation coefficients are highlighted in bold.

ОБСУЖДЕНИЕ

Различия в морфологии популяций инвазивных видов могут отражать процессы адаптивных фенотипических изменений, а также уникальную популяционную историю [Langerhans, DeWitt, 2004]. В то же время такие различия имеют место и в пределах нативного ареала вида. Согласно работе [Смирнов, 1986], у «азовоморской» популяции бычка-кругляка, по сравнению с «черноморской», длина грудных и брюшных плавников, а также высота анального плавника больше, при этом высота и толщина тела меньше, что объясняется характером питания и движения. У бычка из реки Днепр присутствуют признаки реофильности: удлинён хвостовой отдел тела, увеличена ширина лба [Смирнов, 1986]. У *N. melanostomus* в условиях Каховского водохранилища, по сравнению с особями из заливов Азовского моря, увеличена высота спинных плавников, при этом меньше длина и ширина присоски, длина грудных, анального и хвостового плавников, что связано с обитанием в условиях стоячей воды [Ткаченко, 2012; Demchenko, Tkachenko, 2017].

Бычки популяции Юго-Восточной Балтики характеризуются уменьшенным числом лучей в плавниках и числом позвонков, по сравнению с бычками из нативного ареала [Кодухова и др., 2017]. У бычка-кругляка из Великих озёр Северной Америки (инвазивная популяция) также отмечено изменение счётных признаков: у них снижено количество лучей во втором спинном и хвостовом плавниках [Смирнов, 2001].

По результатам дискриминантного анализа, наибольший вклад в разделение выборок кругляка из семи районов Азово-Черноморского бассейна вносят такие признаки, как высота тела, высота и толщина хвостового стебля, антедорсальное и антевентральное расстояние и ширина грудных и брюшных плавников (указаны признаки, для которых коэффициенты корреляции между признаками и значениями координат по второй канонической оси больше 0,75). У рыб из района Бакальской косы увеличены передний отдел тела, а также толщина и высота хвостового стебля. Вероятно, у бычков, обитающих в зоне действия сильного прибоя, передняя часть тела массивнее. У кругляка из реки Салгир выше, чем у особей из других районов, показатели высоты плавников (первого и второго спинных и анального) и длины брюшного плавника, что является приспособлением для обитания в условиях постоянного течения.

Индексы признаков головы оказались выше у бычков из акватории Бакальской косы и Стрелецкой бухты. В первом районе, по сравнению с другими, у рыб были длиннее рыло и заглазничное расстояние, во втором — массивнее верхняя челюсть и в целом голова (ширина лба, длина верхней челюсти, расстояние между глазом и углом рта, ширина рта и высота головы через середину глаза были наибольшими). Возможно, в спектре питания бычков из Стрелецкой бухты присутствуют более крупные объекты, чем у особей в других районах. Как показано в работе [Богачик, 1967], строение челюстного аппарата у бычка-кругляка связано с характером его питания. Большую часть пищи у этого вида составляют моллюски родов *Mytilus* Linnaeus, 1758, *Mytilaster* Monterosato, 1884, *Balanus* Costa, 1778 и *Dreissena* Van Beneden, 1835. У бычка-кругляка развиты специфические мышцы на верхней челюсти, позволяющие использовать в пищу прикрепленные формы моллюсков, которых мало потребляют другие виды рыб.

Заключение. Выявлена существенная морфологическая неоднородность группировок *Neogobius melanostomus* из разных акваторий Азово-Черноморского бассейна. Результаты дискриминантного анализа показали, что пространственные группировки бычка-кругляка объединяются минимум в три группы, первую из которых образуют рыбы из района западного побережья Крымского полуострова (Каркинитский залив и озеро Донузлав) и района Севастополя (бухта Стрелецкая), вторую — *N. melanostomus* из реки Салгир, третью — бычки из Казантипского залива (Азовское море). Как показывают полученные данные и анализ литературы, различия между локальными группировками бычка-кругляка по признакам внешней морфологии могут быть обусловлены разными причинами: гидрологическими, гидрохимическими, экологическими, в том числе трофическими условиями в тех или иных акваториях Азово-Черноморского региона. Подобные различия связаны, возможно, и с историей формирования рыбного населения в исследуемых акваториях. *N. melanostomus* во внутренних водоёмах Крымского полуострова (в частности, в реке Салгир) был сформирован из ихтиофауны бассейна реки Днепр, распространившись в период работы Северо-Крымского канала, что, вероятно, и определяет морфологическую обособленность этой локальной группировки.

Таким образом, у бычка-кругляка в пределах акватории Азово-Черноморского бассейна сформировались морфологически различающиеся пространственные группировки, соответствующие экологическим условиям в этом регионе. Выявленная неоднородность показывает высокую паратипическую изменчивость пластических признаков и то, что в различных экологических условиях у особей одного вида формируется специфический фенотип.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» (№ гос. регистрации 124022400148-4), а также частично по темам ФГБНУ НИЦ ПСГ «Изучение особенностей структуры и динамики пресноводных экосистем Северного Причерноморья» № 123101900019-5) и «Оценка и развитие рыбохозяйственного потенциала перспективных районов Северного Причерноморья» (№ 1023103000165-0-1.6.17).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Андреев В. Л., Решетников Ю. С. Исследование внутривидовой морфологической изменчивости сига *Coregonus lavareus* (L.) методами многомерного статистического анализа // *Вопросы ихтиологии*. 1977. Т. 17, вып. 5 (106). С. 862–878. [Andreev V. L., Reshetnikov Yu. S. A study of the intraspecific morphological variation in the whitefish *Coregonus lavareus* (L.) by multivariate statistical analysis. *Voprosy ikhtiologii*, 1977, vol. 17, iss. 5 (106), pp. 862–878. (in Russ.)]
2. Богачик Т. А. Морфологические адаптации челюстно-глоточного аппарата бычков (Gobiidae) // *Вопросы ихтиологии*. 1967. Т. 7, вып. 1 (42). С. 108–116. [Bogachik T. A. Morphological adaptations in the digestive apparatus of the Black Sea Gobiidae. *Voprosy ikhtiologii*, 1967, vol. 7, iss. 1 (42), pp. 108–116. (in Russ.)]
3. Болтачев А. Р., Карпова Е. П. *Морские рыбы Крымского полуострова*. 2-е издание, уточнённое и дополненное. Симферополь : Бизнес-Информ, 2017. 376 с. [Boltachev A. R., Karpova E. P. *Marine Fishes of the Crimean Peninsula*. 2nd edition, revised & enlarged. Simferopol : Biznes-Inform, 2017, 376 p. (in Russ.)]. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1356>
4. Васильева Е. Д. *Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С. В. Богородским*. Москва : ВНИРО, 2007. 238 с. [Vasil'eva E. D. *Ryby Chernogo morya. Opredelitel' morskikh, solonovатоводnykh, evrigalinnykh i prokhodnykh vidov s tsvetnymi illyustratsiyami, sobrannymi S. V. Bogorodskim*. Moscow : VNIRO, 2007, 238 p. (in Russ.)]
5. Заброда Т. А., Дирипаско О. А. Оценка половых различий в морфометрических признаках бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) Азовского моря // *Вісник Запорізького національного університету*. 2009. Т. 2. С. 41–47. [Zabroda T. A., Diripasko O. A. Otsenka polovykh razlichii v morfometricheskikh priznakakh bychka-kruglyaka *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) Azovskogo morya. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu*, 2009, vol. 2, pp. 41–47. (in Russ.)]
6. Зуев Г. В., Болтачев А. Р. Влияние подводной добычи песка на экосистему лимана Донузлав // *Экология моря*. 1999. Вып. 48. С. 5–9. [Zuev G. V., Boltachev A. R. Influence of underwater quarrying of sand on the Donuzlav estuary ecosystem. *Ekologiya morya*, 1999, iss. 48, pp. 5–9. (in Russ.)]. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/4199>
7. Карпова Е. П. Чужеродные виды рыб в пресноводной ихтиофауне Крыма // *Российский журнал биологических инвазий*. 2016. Т. 9, № 3. С. 47–60. [Karpova E. P. Alien species of fish in freshwater ichthyofauna of the Crimea. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii*, 2016, vol. 9, no. 3, pp. 47–60. (in Russ.)]
8. Карпова Е. П., Болтачев А. Р. Днепровская ихтиофауна в гидросистеме Северо-Крымского канала // *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології* : матеріали V Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції. Чернівці : Книги-XXI, 2012. С. 101–104. [Karpova E. P., Boltachev A. R. Dneprovskaya ikhtiofauna v gidrosisteme Severo-Krymskogo kanala. In: *Suchasni problemy teoretychnoi i praktichnoi ikhtiologii* : materialy V Mizhnarodnoi ikhtiologichnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Chernivtsi : Knyhy-XXI, 2012, pp. 101–104. (in Russ.)]
9. Кодухова Ю. В., Боровикова Е. А., Ежова Е. Е., Гущин А. В. Особенности морфологии бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus*) юго-восточной Балтики // *Региональная экология*. 2017. № 3 (49). С. 65–74. [Kodukhova Yu. V., Borovikova E. A., Ezhova E. E., Gushchin A. V.

- Features of the morphology of round goby (*Neogobius melanostomus*) in the South-Eastern Baltic Sea. *Regional'naya ekologiya*, 2017, no. 3 (49), pp. 65–74. (in Russ.)]
10. Лакин Г. Ф. *Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов*. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с. [Lakin G. F. *Biometriya. Uchebnoe posobie dlya biol. spets. vuzov*. Moscow : Vysshaya shkola, 1990, 352 p. (in Russ.)]
 11. Манило Л. Г. *Рыбы семейства бычковые (Perciformes, Gobiidae) морских и солоноватых вод Украины*. Киев : Наукова думка, 2014. 243 с. [Manilo L. G. *Ryby semeistva bychkovye (Perciformes, Gobiidae) morskikh i solonovatykh vod Ukrainy*. Kyiv : Naukova dumka, 2014, 243 p. (in Russ.)]
 12. Правдин И. Ф. *Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского ; 4-е издание, переработанное и дополненное*. Москва : Пищевая промышленность, 1966. 376 с. [Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh) / P. A. Dryagin, V. V. Pokrovskii (Eds) ; 4th edition, revised & expanded*. Moscow : Pishchevaya promyshlennost', 1966, 376 p. (in Russ.)]
 13. Прищепа Р. Е., Болтачев А. Р., Карпова Е. П. Разнообразие бычковых рыб (Perciformes: Gobiidae) Каркинитского залива (черноморское побережье Крымского полуострова) // *Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование* : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Керчь, 19–23 сентября 2018 г. Симферополь : АРИАЛ, 2018. С. 259–265. [Prishchepa R. E., Boltachev A. R., Karpova E. P. The diversity of gobies (Perciformes: Gobiidae) of the Karkinitzky Gulf (the Black Sea coast of the Crimean Peninsula). In: *Biologicheskoe raznoobrazie: izuchenie, sokhranenie, vosstanovlenie, ratsional'noe ispol'zovanie* : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Kerch, 19–23 September, 2018. Simferopol : ARIAL, 2018, pp. 259–265. (in Russ.)]
 14. Световидов А. Н. *Рыбы Чёрного моря*. Москва ; Ленинград : Наука, 1964. 551 с. [Svetovidov A. N. *Ryby Chernogo morya*. Moscow ; Leningrad : Nauka, 1964, 551 p. (in Russ.)]
 15. Смирнов А. И. Бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pisces, Gobiidae) за пределами ареала: причины, степень распространения, возможные последствия // *Вестник зоологии*. 2001. Т. 35, № 3. С. 71–77. [Smirnov A. I. The round goby *Neogobius melanostomus* (Pisces, Gobiidae) is found outside of its area: Reasons, distribution rate, probable after-effects. *Vestnik zoologii*, 2001, vol. 35, no. 3, pp. 71–77. (in Russ.)]
 16. Смирнов А. И. *Фауна Украины. Т. 8. Рыбы. Вып. 5. Окунеобразные (бычковые), скорпенообразные, камбалообразные, присоскопорообразные, удильщицеобразные*. Киев : Наукова думка, 1986. 320 с. [Smirnov A. I. *Fauna Ukrainy. Vol. 8. Ryby. Iss. 5. Okuneobraznye (bychkovidnye), skorpenoobraznye, kambaloobraznye, prisoskoperoobraznye, udil'shchikoobraznye*. Kyiv : Naukova dumka, 1986, 320 p. (in Russ.)]
 17. Ткаченко М. Ю. Морфологічна мінливість бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) морських та прісноводних водойм // *Біологічні системи*. 2012. Т. 4, вип. 4. С. 525–529. [Tkachenko M. Yu. Morfolohichna minlyvist bychka-kruhliaka *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) morskyykh ta prsnovodnykh vodoim. *Biologichni systemy*, 2012, vol. 4, iss. 4, pp. 525–529. (in Ukr.)]
 18. Халафян А. А. *Статистический анализ данных*. Москва : ООО «Бином-Пресс», 2007. 512 с. [Khalafyan A. A. *Statisticheskii analiz dannykh*. Moscow : ООО “Binom-Press”, 2007, 512 p. (in Russ.)]
 19. Belogurova R. E., Karpova E. P., Ablyazov E. R. Long-term changes in the fish fauna of the Karkinitzky Gulf of the Black Sea. *Russian Journal of Marine Biology*, 2020, vol. 46, iss. 6, pp. 452–460. <https://doi.org/10.1134/S1063074020060036>
 20. Buřič M., Bláha M., Kouba A., Drozd B. Upstream expansion of round goby (*Neogobius melanostomus*) – first record in the upper reaches of the Elbe River. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2015, vol. 416, art. no. 32 (5 p.). <https://doi.org/10.1051/kmae/2015029>
 21. Ćolić S., Šukalo G., Ćolić V., Kerkez V. First record of round goby *Neogobius melanostomus* Pallas, 1814 (Pisces: Gobiidae) in Bosnia and Herzegovina. *Ecologica Montenegrina*, 2018, vol. 16, pp. 108–110. <https://doi.org/10.37828/em.2018.16.8>
 22. Crossman E. J., Holm E., Cholmondeley R., Tuninga K. First record for Canada of the rudd,

- Scardinius erythrophthalmus*, and notes on the introduced round goby, *Neogobius melanostomus*. *The Canadian Field-Naturalist*, 1992, vol. 106, no. 2, pp. 206–209.
23. Demchenko V. O., Tkachenko M. Y. Biological characteristics of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), from different water bodies. *Archives of Polish Fisheries*, 2017, vol. 25, iss. 1, pp. 51–61. <https://doi.org/10.1515/aopf-2017-0006>
 24. Diripasko O. A., Zabroda T. A. Morphometric variability in round goby *Neogobius melanostomus* (Perciformes: Gobiidae) from the Sea of Azov. *Zoosystematica Rossica*, 2017, vol. 26, no. 2, pp. 392–405. <https://doi.org/10.31610/zsr/2017.26.2.392>
 25. Langerhans R. B., DeWitt T. J. Shared and unique features of evolutionary diversification. *The American Naturalist*, 2004, vol. 164, no. 3, pp. 335–349. <https://doi.org/10.1086/422857>
 26. Nyeste K., Nyíri K., Molnár J. First record of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Water System of Tisza River. *Pisces Hungarici*, 2017, vol. 11, pp. 89–90.
 27. Pinchuk V. I., Miller P. J. *Neogobius melanostomus* (Eichwald, 1831). In: *The Freshwater Fishes of Europe*. Vol. 8, pt I. *Mugilidae, Atherinidae, Atherinopsidae, Blenniidae, Odontobutidae, Gobiidae 1* / P. J. Miller (Ed.). Wiebelsheim, Germany : AULA-Verlag, 2003, pp. 173–180.
 28. Piria M., Šprem N., Jakovlić I., Tomljanović T., Matulić D., Treer T., Aničić I., Safner R. First record of round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) in the Sava River, Croatia. *Aquatic Invasions*, 2011, vol. 6, suppl. 1, pp. S153–S157. <https://doi.org/10.3391/ai.2011.6.S1.034>
 29. Reist J. D. An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data. *Canadian Journal of Zoology*, 1985, vol. 63, no. 6, pp. 1429–1439. <http://dx.doi.org/10.1139/z85-213>
 30. Reist J. D. An empirical evaluation of coefficients used in residual and allometric adjustment of size covariation. *Canadian Journal of Zoology*, 1986, vol. 64, no. 6, pp. 1363–1368. <https://doi.org/10.1139/z86-203>
 31. Roche K., Janač M., Šlapansky L., Mikl L., Kopeček L., Jurajda P. A newly established round goby (*Neogobius melanostomus*) population in the upper stretch of the river Elbe. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2015, vol. 416, art. no. 33 (11 p.). <https://doi.org/10.1051/kmae/2015030>
 32. Simonović P., Paunović M., Popović S. Morphology, feeding, and reproduction of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas), in the Danube River Basin, Yugoslavia. *Journal of Great Lakes Research*, 2001, vol. 27, iss. 3, pp. 281–289. [https://doi.org/10.1016/S0380-1330\(01\)70643-0](https://doi.org/10.1016/S0380-1330(01)70643-0)
 33. Skóra K. E., Rzeźnik J. Observations on diet composition of *Neogobius melanostomus* Pallas, 1811 (Gobiidae, Pisces) in the Gulf of Gdansk (Baltic Sea). *Journal of Great Lakes Research*, 2001, vol. 27, iss. 3, pp. 290–299. [https://doi.org/10.1016/S0380-1330\(01\)70644-2](https://doi.org/10.1016/S0380-1330(01)70644-2)
 34. Stráňai I., Andreji J. The first report of round goby, *Neogobius melanostomus* (Pisces, Gobiidae) in the waters of Slovakia. *Folia Zoologica*, 2004, vol. 53, no. 3, pp. 335–338.
 35. Thorpe R. S. Quantitative handling of characters useful in snake systematics with particular reference to intraspecific variation in the ringed snake *Natrix natrix* (L.). *Biological Journal of the Linnean Society*, 1975, vol. 7, iss. 1, pp. 27–43. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1975.tb00732.x>
 36. van Beek G. C. W. The round goby *Neogobius melanostomus* first recorded in the Netherlands. *Aquatic Invasions*, 2006, vol. 1, iss. 1, pp. 42–43. <https://doi.org/10.3391/ai.2006.1.1.10>
 37. Verreycken H., Breine J. J., Snoeks J., Belpaire C. First record of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae) in Belgium. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 2011, iss. 41 (2), pp. 137–140. <https://doi.org/10.3750/AIP2011.41.2.11>

**MORPHOMETRIC VARIABILITY IN THE ROUND GOBY
NEOGOBIUS MELANOSTOMUS (PALLAS, 1814) (ACTINOPTERYGII, GOBIIDAE)
OF THE SEA OF AZOV–BLACK SEA BASIN**

R. Belogurova^{1,2}

¹A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation

²Research Center for Freshwater and Brackish Water Hydrobiology, Kherson, Russian Federation

E-mail: prishchepa.raisa@yandex.ru

The variability of external morphological characters (36 morphometric and 6 meristic ones) of the round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) from seven regions of the Sea of Azov–Black Sea Basin is considered: the northwestern and southwestern Black Sea coast of the Crimean Peninsula (the Karkinitzky Bay, Donuzlav Liman, and Streletskaia Bay of Sevastopol), the Kazantip Bay of the Sea of Azov, and the Salgir River in the central Crimean Peninsula. As established, the round goby from different catch regions at the age of 2+...3 has different body sizes: the maximum in individuals from the Streletskaia Bay, SL_{av} (136.2 ± 1.97) mm; the minimum in individuals from the Salgir River, SL_{av} (66.8 ± 2.28) mm. With the Mann–Whitney test, statistically significant differences were found between the samples for most morphometric characters. In terms of meristic characters, there were no differences. The greatest contributors to the discrimination of *N. melanostomus* samples were morphometric characters related to the location of fins. According to the results of cluster analysis, based on the totality of all the studied characters of the round goby of the Sea of Azov–Black Sea Basin, the samples from the Karkinitzky Bay (Samarchik Bay and Yarylgachskaya Bay, $D = 28.6$) and from the Bakalskaya Spit water area had the highest similarity. At the level of divergence $D = 47.3$, groups of the round goby from the Streletskaia Bay and Kazantip Bay were united; then, a sample from the Donuzlav Liman adjoined them at the level $D = 215$. The sample from the Salgir River had the most isolated position: the level of divergence was about 475. As found according to the discriminant analysis, the round goby from the Sea of Azov–Black Sea Basin was differentiated into at least three spatial groups: the first one, from the western coast of the Crimean Peninsula (the Karkinitzky Bay and Donuzlav Liman) and the Sevastopol area (the Streletskaia Bay); the second one, from the Kazantip Bay (the Sea of Azov); and the third one, from the Salgir River. The following characters made the greatest contribution to the discrimination of spatial groupings (with the correlation coefficient between characters and coordinate values along the second canonical axis being higher than 0.75): maximum body depth, caudal peduncle depth and width, predorsal and prepelvic distances, and width of pectoral and pelvic fin base. The revealed heterogeneity shows a high paratypical variability of morphometric characters; under different environmental conditions, individuals of the same species form a specific phenotype.

Keywords: round goby, Sea of Azov–Black Sea Basin, morphometric and meristic characters, variability, population