



УДК 597.42/.55:591.4(28)(470.6)

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦИЙ
ПУХЛОЩЁКОЙ ИГЛЫ-РЫБЫ *SYNGNATHUS ABASTER* RISSO, 1827
(PISCES, ACTINOPTERYGII, SYNGNATHIDAE) ИЗ НЕКОТОРЫХ ВОДОЁМОВ
СЕВЕРНОГО КАВКАЗА**

© 2017 г. **А. Н. Пашков**, канд. биол. наук, зам. рук. отд.

Краснодарское отделение Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства,
Краснодар, Россия
E-mail: apashkov@mail.ru

Поступила в редакцию 20.05.2017 г. Принята к публикации 23.06.2017 г.

Приводятся сведения по величинам 6 меристических и 20 пластических признаков, а также по основным линейно-массовым характеристикам пухлощёкой иглы-рыбы из трёх водоёмов Северного Кавказа (озёр Сазальникское и Старая Кубань, Чограйского водохранилища). Обнаружены статистически значимые отличия между популяциями по средним значениям большинства пластических и меристических показателей. Установлено, что наиболее высокой степенью морфологической обособленности характеризуется популяция из Чограйского водохранилища. Обсуждаются возможные пути проникновения вида в изученные водоёмы.

Ключевые слова: пухлощёкая игла-рыба, *Syngnathus abaster*, линейно-массовые показатели, меристические признаки, пластические признаки, изменчивость

Пухлощёкая игла-рыба *Syngnathus abaster* Risso, 1827 (Pisces, Actinopterygii, Syngnathidae) широко распространена в морях средиземноморского бассейна, в т. ч. в Средиземном, Эгейском, Мраморном, Чёрном и Азовском, в Атлантическом океане у берегов Европы и Северной Африки, а также в Каспийском море [4, 22, 23].

Специалистами давно отмечены её эвригалинность и способность обитать в водах с различной солёностью — от морских до пресных. В частности, пухлощёкая игла-рыба зарегистрирована в бассейнах рек Днестр, Буг, Днепр, Дунай, Прут, Дон, Волга, Урал, Терек, в ряде внутренних водных объектов Крыма, в Азово-Кубанских лиманах [6, 7, 22–25].

В последние годы наблюдается широкая экспансия этого вида в пресноводные водоёмы Северного Кавказа с образованием в них устойчивых популяций [30]. Распространению *S. abaster* способствует зарегулирование стока рек в сочетании с широкой пластичностью вида в отношении солёности воды. В частности, к настоящему времени пухлощёкая игла-рыба заселила нижнее течение р. Кубань, включая Краснодарское водохранилище и некоторые пойменные водоёмы [5, 14, 19], бассейн Сазальникского озера [17], а также Чограйское водохранилище [16, 20].

Целью данной работы являлось изучение основных меристических и пластических признаков популяций пухлощёкой иглы-рыбы из трёх водоёмов Северного Кавказа и оценка степени их сходства как по значениям отдельных признаков, так и по их комплексу.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для настоящей работы послужили результаты изучения 129 экземпляров пухлощёкой иглы-рыбы, отловленных с использованием мальковой волокуши из хамсероса в нескольких водоёмах Северного Кавказа: озере Старая Кубань, Чограйском водохранилище и озере Сазальническом (Долгом, Сазальницком) (рис. 1).

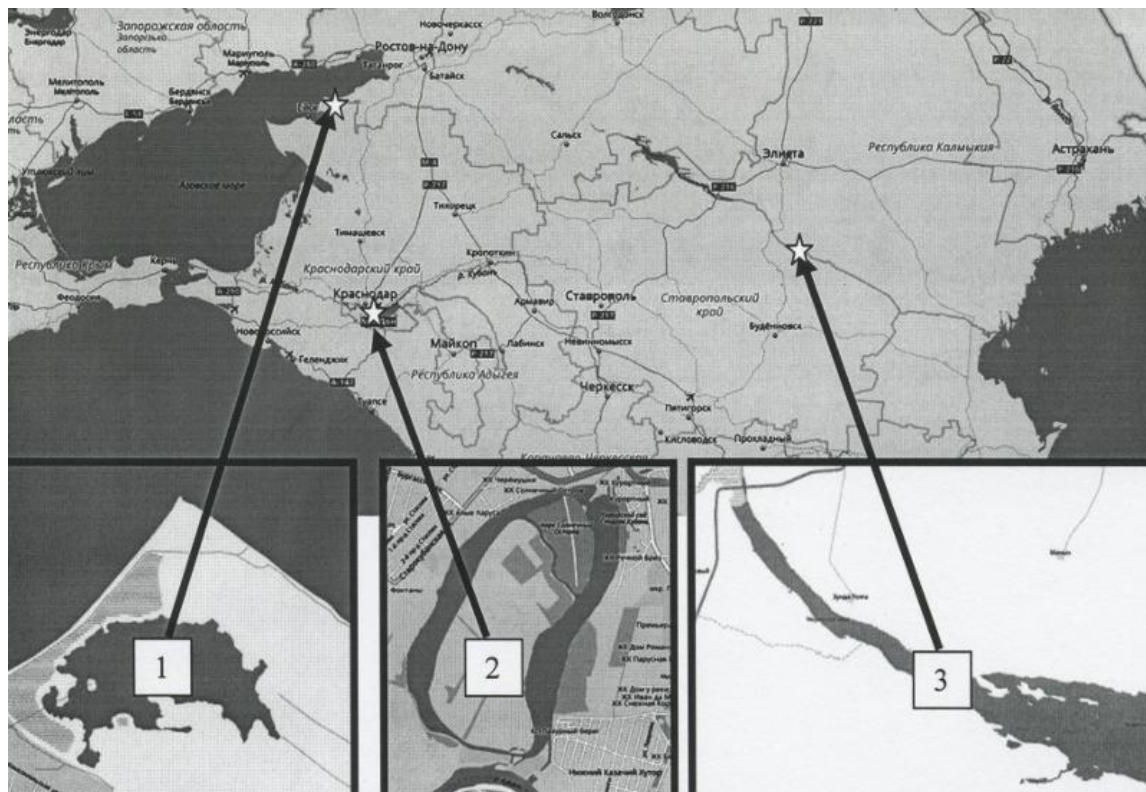


Рис. 1. Карта-схема размещения изученных водоёмов: 1 — оз. Сазальническое; 2 — оз. Старая Кубань; 3 — Чограйское вдхр.

Fig. 1. Schematic map of the studied water bodies: 1 – Sazal'nikskoe Lake; 2 – Staraya Kuban Lake; 3 – Chograi Reservoir

Озеро Сазальническое расположено на мысе Сазальник в географических координатах 46.8657° с. ш. и 38.4958° в. д. (центр). Его гидрологический режим формируется за счёт атмосферных осадков и поступления вод из Азовского моря. Попадание в озеро азовской воды происходит во время нагонных ветров через искусственный канал, примыкающий к его восточной части. Вдоль берегов водоёма интенсивно развита высшая водная растительность. Грунт преимущественно илистый и ракушечный [17].

Озеро Старая Кубань — расположенная в черте г. Краснодара старица р. Кубань. Водоём состоит из восточной (холодной) и западной (тёплой) ветвей, разделённых дамбой. Из холодной ветви осуществляется водозабор для Краснодарской ТЭЦ, а в тёплую, в которой были отловлены рыбы, сбрасывается отработанная нагретая вода [18]. Через систему шлюзов обе ветви озера в его южной части соединены с основным руслом р. Кубань.

Чограйское водохранилище — одно из крупнейших на Северном Кавказе. Оно было создано в долине р. Восточный Маныч и введено в эксплуатацию в 1969 г. Его площадь при нормальном подпорном уровне составляет 17 400 га. В настоящее время водоём питается водами рек Терек и Кума, поступающими по Терско-Кумскому каналу, и водами местного стока от балок Голудь, Чограй и Рагули [1, 16].

Пойманные рыбы фиксировались и хранились в 4 % растворе формальдегида. У всех изученных особей определяли абсолютную длину (TL), длину тела до начала хвостового плавника (SL) и массу тела (M), а затем изучали морфологические (меристические и пластические) признаки.

Из меристических признаков подсчитывали: число лучей в спинном (D) и грудных плавниках (P), количество туловищных (κ_m), хвостовых (κ_x), субдорсальных колец (κ_c) и общее число колец ($\kappa_{общ}$). Из пластических признаков измеряли: максимальную высоту тела (H), минимальную высоту тела (h), максимальную толщину тела (iH), антедорсальное (aD), постдорсальное (pD) и антеанальное (aA) расстояния, длину хвостового стебля (pl), длину основания (ID) и высоту наибольшего луча (hD) спинного плавника, высоту наибольшего луча (hA) и длину основания (IP) грудного плавника, высоту наибольшего луча грудного плавника (hP), антепектральное расстояние (aP), длину наибольшего луча хвостового плавника (IC), длину головы (c), высоту головы на уровне глаза (hc), длину рыла (r), горизонтальный диаметр глаза (o), посторбитальное расстояние (po), ширину лба (io).

Измерение пластических признаков рыб производили штангенциркулем с точностью до 0.1 мм, по левому боку. Все операции выполнял один оператор.

Взвешивание рыб производили на электронных весах CAS MW-150T с точностью до 0.01 г.

Полученные данные обработали с применением методов как вариационной, так и многомерной статистики [12, 26, 27]. При этом использовали абсолютные величины меристических признаков. Значения пластических признаков нормировали на длину тела (SL) или на длину головы (c) — для признаков, измеряемых на голове.

Общий объём обработанного материала по отдельным водоёмам был следующим: оз. Сазальникское — 39 экз., оз. Старая Кубань — 43 экз., Чограйское вдхр. — 47 экз.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основные линейно-массовые показатели изученных выборок пухлощёкой иглы-рыбы из трёх водоёмов приведены в табл. 1. Наиболее крупными размерами характеризовались особи из Сазальникского озера, имеющего гидрологическую связь с Азовским морем и характеризующегося более высокой минерализацией воды в сравнении с таковой двух других водоёмов. Достоверность имеющих отличий в средних значениях длины и массы тела рыб в парах водоёмов оз. Сазальникское — оз. Старая Кубань и оз. Сазальникское — Чограйское вдхр. подтверждена на высоких уровнях значимости (во всех случаях — менее 0.001) при проведении попарных сравнений с использованием t-критерия Стьюдента.

Таблица 1. Основные линейно-массовые показатели пухлощёкой иглы-рыбы из трёх водоёмов Северного Кавказа

Table 1. The main length-weight characteristics of the black-striped pipefish from three North Caucasian water bodies

Водоём	SL , мм		M , г	
	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	min – max	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	min – max
Озеро Сазальникское	141 $\pm$ 2.5	102–162	1.25 $\pm$ 0.064	0.44–2.15
Озеро Старая Кубань	108 $\pm$ 1.4	92–133	0.47 $\pm$ 0.027	0.19–0.88
Чограйское водохранилище	91 $\pm$ 2.9	67–190	0.33 $\pm$ 0.063	0.11–3.05

Рыбы из оз. Сазальникского отличались от рыб из двух других водоёмов и линейной структурой. Среди них количественно преобладали особи длиной (SL) 131–160 мм, в то время как в оз. Старая Кубань доминировали рыбы длиной 101–110 мм, а в Чограйском вдхр. — 81–90 мм (рис. 2).

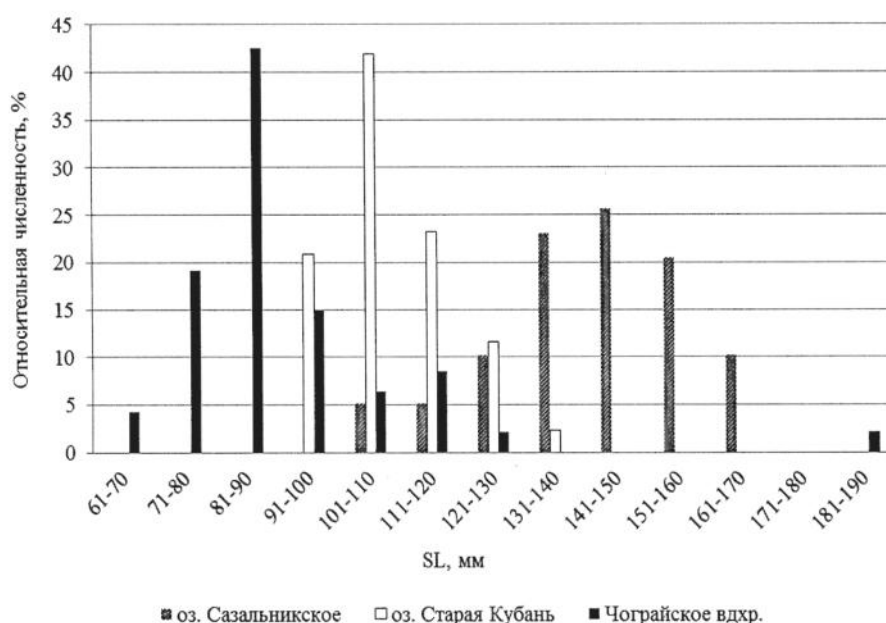


Рис. 2. Гистограммы размерной структуры популяций пухлощёкой иглы-рыбы из изученных водоёмов

Fig. 2. Histogram of the length structure of the populations of the black-striped pipefish in the studied water bodies

Средние, минимальные, максимальные значения меристических признаков и коэффициенты их вариации у пухлощёкой иглы-рыбы из озёр Сазальникское и Старая Кубань, а также из Чограйского водохранилища приведены в табл. 2.

Коэффициенты вариации всех изученных меристических признаков пухлощёкой иглы-рыбы из озёр Сазальникское и Старая Кубань, а также из Чограйского водохранилища не превышали 10 %. Таким образом, уровень их изменчивости можно считать низким. Наиболее высокая изменчивость меристических признаков наблюдалась в популяции пухлощёкой иглы-рыбы из оз. Старая Кубань, где коэффициенты вариации трёх признаков из шести изученных были выше, чем таковые в двух других водоёмах.

Из исследованных меристических признаков наименьшим варьированием во всех трёх водоёмах характеризовались признаки «общее число колец» и «число хвостовых колец». Признаки с максимальным варьированием во всех водоёмах были разными (табл. 2). Анализ данных, представленных в табл. 2, показывает существование определённых отличий в средних значениях меристических признаков рыб из трёх водоёмов. Результаты однофакторных дисперсионных анализов, где в качестве фактора выступал водоём, а в качестве зависимых признаков — значения отдельных меристических показателей, выявили статистически достоверное влияние фактора «водоём» на величину всех меристических показателей (табл. 3).

Попарные сравнения средних значений меристических признаков рыб из разных водоёмов с помощью t-критерия Стьюдента показали, что наибольшей степенью сходства характеризуются популяции анализируемого вида из озёр Сазальникское и Старая Кубань. Для этой пары водоёмов статистически достоверные отличия обнаружены по трём меристическим признакам из шести (50 %). Наибольшая степень отличий была характерна для популяций пухлощёкой иглы-рыбы из оз. Сазальникское и Чограйского вдхр. Они достоверно отличались по средним значениям всех шести меристических признаков (100 %). Популяции данного вида из оз. Старая Кубань и Чограйского вдхр. отличались по пяти меристическим признакам из шести (83 %).

Таблица 2. Меристические признаки пухлощёкой иглы-рыбы из изученных водоёмов и коэффициенты их вариации**Table 2.** Meristic characteristics of the black-striped pipefish from the studied water bodies and the coefficients of their variation

Признак	Значение признака		Cv, %
	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$min - max$	
оз. Сазальникское			
K_m	16.3±0.08	15.0 – 17.0	3.2
K_x	38.5±0.11	37.0 – 40.0	1.9
K_c	8.4±0.09	7.0 – 9.0	7.0
$K_{общ}$	54.8±0.13	53.0 – 57.0	1.5
P	11.6±0.10	11.0 – 13.0	4.8
D	35.0±0.29	30.0 – 37.0	4.6
оз. Старая Кубань			
K_m	15.7±0.09	15.0 – 17.0	3.6
K_x	37.7±0.14	35.0 – 39.0	2.5
K_c	8.2±0.08	7.0 – 9.0	5.9
$K_{общ}$	53.4±0.16	50.0 – 55.0	1.9
P	11.4±0.09	11.0 – 12.0	4.3
D	35.7±0.38	31.0 – 39.0	5.2
Чограйское вдхр.			
K_m	14.8±0.09	14.0 – 16.0	4.2
K_x	38.1±0.10	36.0 – 40.0	1.8
K_c	8.9±0.04	8.0 – 9.0	3.1
$K_{общ}$	61.9±0.14	59.0 – 64.0	1.6
P	11.9±0.04	11.0 – 12.0	2.3
D	37.6±0.16	32. – 39.0	2.9

Примечания: расшифровка условных обозначений меристических признаков приведена в разделе «Материал и методы»; Cv — коэффициент вариации

Для выяснения степени сходства по меристическим признакам популяций пухлощёкой иглы-рыбы из изученных нами водоёмов и других водоёмов видового ареала была использована модель кластерного анализа. Для проведения расчётов использовались средние значения меристических признаков популяций этого вида из р. Днестр и Тендровского залива, относящихся к бассейну Чёрного моря, из Бердянского залива, относящегося к бассейну Азовского моря [13], а также из озёр Сазальникское и Старая Кубань и Чограйского вдхр.

Результаты анализа показали, что на уровне связи около 1.4 образуются три кластера водоёмов (рис. 3). В первый вошли рыбы только из Чограйского вдхр., во второй — из Тендровского залива и р. Днестр, а в третий — из Бердянского залива и озёр Сазальникское и Старая Кубань. Таким образом, второй кластер сформировали популяции пухлощёкой иглы-рыбы из бассейна Чёрного моря, а третий — из бассейна Азовского.

Средние значения пластических признаков и коэффициенты их вариации у рыб из исследованных водоёмов приведены в табл. 4. Наиболее высокая изменчивость пластических признаков наблюдалась у пухлощёкой иглы-рыбы из Чограйского вдхр., где коэффициенты вариации 11 признаков из 20 изученных были выше, чем таковые в двух других водоёмах.

Таблица 3. Результаты однофакторных дисперсионных анализов по оценке влияния водоёма на величину меристических признаков пухлощёкой иглы-рыбы

Table 3. Results of single-factor dispersion analysis in assessing the effect of the water body on the magnitude of the meristic characteristics of the black-striped pipefish

Признак	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Effect	Effect	Effect	Error	Error	Error			
κ_m	50.9	2	25.4	38.8	125	0.3	82.04	< 0.001
κ_x	11.4	2	5.7	75.8	125	0.6	9.42	< 0.001
κ_c	12.1	2	6.1	25.7	125	0.2	29.59	< 0.001
$\kappa_{обц}$	53.4	2	26.7	142.0	125	1.1	23.49	< 0.001
P	6.2	2	3.1	19.0	104	0.9	17.12	< 0.001
D	143.9	2	72.0	217.2	100	2.2	33.11	< 0.001

Примечания: SS Effect — факториальная сумма квадратов отклонений; MS Effect — факториальный средний квадрат отклонений; df Effect — факториальное число степеней свободы; SS Error — остаточная сумма квадратов отклонений; MS Error — остаточный средний квадрат отклонений; df Error — остаточное число степеней свободы; F — фактическое значение критерия Фишера; p — уровень значимости (влияние достоверно, если $p < 0,050$); расшифровка условных обозначений признаков приведена в разделе «Материал и методы»

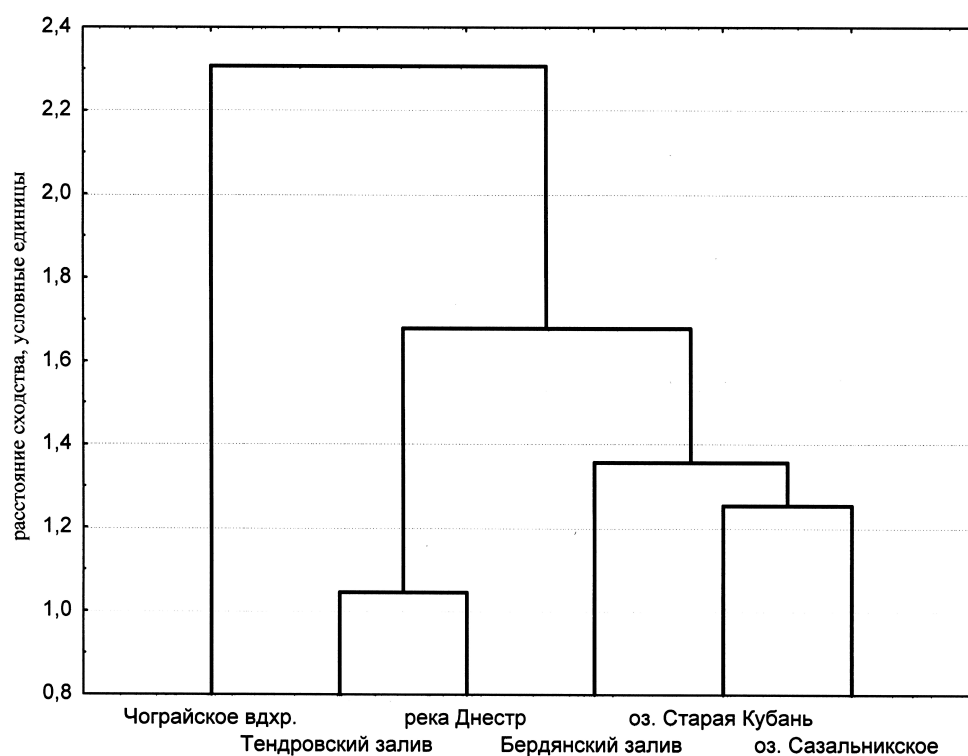


Рис. 3. Результаты кластерного анализа степени сходства популяции пухлощёкой иглы-рыбы из разных водоёмов её ареала по меристическим признакам

Fig. 3. Results of a cluster analysis of the similarity degree of the populations of the black-striped pipefish from different water bodies of its range according to meristic characters

Таблица 4. Средние значения пластических признаков пухлощёкой иглы-рыбы из изученных водоёмов и коэффициенты их вариации**Table 4.** Average values of the plastic characteristics of the black-striped pipefish from the studied water bodies and the coefficients of their variation

Признак	Озеро Сазальникское		Озеро Старая Кубань		Чограйское вдхр.	
	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$C_v, \%$	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$C_v, \%$
<i>H</i> / <i>l</i>	3.2±0.05	9.9	2.9±0.08	17.9	2.8±0.04	9.8
<i>h</i> / <i>l</i>	0.7±0.02	18.1	0.6±0.03	32.4	0.8±0.06	51.4
<i>iH</i> / <i>l</i>	2.8±0.04	9.0	2.6±0.07	17.5	2.5±0.03	8.2
<i>aD</i> / <i>l</i>	37.8±0.16	2.7	38.5±0.14	2.4	37.7±0.21	3.8
<i>pD</i> / <i>l</i>	49.6±0.21	2.7	48.8±0.22	2.9	48.0±0.34	4.9
<i>aA</i> / <i>l</i>	38.6±0.17	2.8	38.0±0.19	3.2	38.5±0.29	5.2
<i>aP</i> / <i>l</i>	13.2±0.13	6.2	13.5±0.11	5.3	13.6±0.13	6.6
<i>pl</i> / <i>l</i>	59.2±0.19	2.0	60.8±0.22	2.3	59.6±0.47	5.4
<i>ID</i> / <i>l</i>	11.5±0.15	8.3	11.1±0.17	9.9	13.1±0.12	6.3
<i>hD</i> / <i>l</i>	2.7±0.07	16.4	2.6±0.07	17.5	2.7±0.07	17.8
<i>hA</i> / <i>l</i>	0.9±0.04	28.1	0.7±0.05	46.3	1.4±0.05	24.5
<i>IP</i> / <i>l</i>	1.4±0.04	18.1	1.5±0.04	17.3	1.7±0.04	16.1
<i>hP</i> / <i>l</i>	2.0±0.04	12.7	2.1±0.05	15.4	2.1±0.04	13.1
<i>IC</i> / <i>l</i>	3.0±0.07	14.8	3.0±0.07	15.1	3.2±0.08	17.1
<i>c</i> / <i>l</i>	12.4±0.10	5.1	12.7±0.12	6.1	12.5±0.08	4.4
<i>hc</i> / <i>c</i>	17.2±0.25	9.2	17.6±0.29	10.7	18.7±0.23	8.4
<i>r</i> / <i>c</i>	46.3±0.82	11.2	47.0±0.64	8.8	43.7±0.46	7.2
<i>o</i> / <i>c</i>	13.4±0.26	12.3	15.6±0.33	13.7	17.3±0.50	19.8
<i>po</i> / <i>c</i>	37.1±0.51	8.7	37.9±0.52	8.9	40.1±0.55	9.4
<i>io</i> / <i>c</i>	8.7±0.31	22.5	7.6±0.28	23.9	3.7±0.18	33.4

Примечание: расшифровка условных обозначений приведена в разделе «Материал и методы»

Из изученных пластических признаков наименьшим варьированием в озёрах Сазальникское и Старая Кубань характеризовались антедорсальное и постдорсальное расстояния и длина хвостового стебля, а в Чограйском водохранилище — антедорсальное расстояние, постдорсальное расстояние и длина головы.

Признаки с наибольшим варьированием в разных водоёмах также были различными: в оз. Сазальникском — высота наибольшего луча анального плавника и ширина лба, в оз. Старая Кубань — минимальная высота тела и высота наибольшего луча анального плавника, в Чограйском вдхр. — минимальная высота тела и ширина лба (табл. 4).

Оценка степени влияния водоёма на относительную величину пластических признаков, проведённая с использованием модели однофакторного дисперсионного анализа, где влияющим фактором выступал водоём, а зависимыми признаками — значения отдельных пластических показателей, показала, что воздействие фактора «водоём» на величину 16 пластических признаков из 20 изученных было статистически достоверным (80 %). И только на величину четырёх показателей (антеанального расстояния, высоты наибольшего луча спинного плавника, высоты наибольшего луча грудного плавника и длины наибольшего луча хвостового плавника) этот фактор воздействия не оказывал.

Попарное сравнение средних значений пластических признаков пухлощёкой иглы-рыбы из трёх водоёмов с помощью *t*-критерия Стьюдента показало, что наибольшей степенью сходства характеризуются популяции изучаемого вида из озёр Сазальникское и Старая Кубань. Для этой пары водоёмов

статистически достоверные отличия обнаружены по 10 признакам из 20 (50 %). Максимальная степень различий была характерна для популяций пухлощёкой иглы-рыбы из оз. Сазальникского и Чограйского вдхр. Они отличались по 12 пластическим признакам (60 %).

Таким образом, в результате серии проведённых расчётов было выяснено, что изученные популяции пухлощёкой иглы-рыбы отличаются по большому количеству признаков. Выявлено статистически достоверное влияние фактора «водоём» на величину 100 % меристических и 80 % пластических показателей.

Для изучения степени сходства трёх популяций по комплексу меристических и пластических признаков был применён один из методов многомерной статистики — дискриминантный анализ, позволяющий классифицировать многомерное наблюдение в одну или несколько совокупностей и найти комбинации признаков, наилучшим образом разделяющие эти совокупности, а также ранжировать признаки по степени их информативности и найти расстояние между классифицируемыми группами [26, 27]. Для его проведения были сформированы три группы рыб, соответствующие водоёмам («оз. Сазальникское», «оз. Старая Кубань» и «Чограйское вдхр.»).

Дискриминантный анализ по комплексу из всех изученных признаков (как пластических, так и меристических) показал, что точность отнесения рыб к априори выделенным группам оказалась очень высокой: для группы «оз. Сазальникское» — 96.9 %, для групп «оз. Старая Кубань» и «Чограйское вдхр.» — по 100.0 %.

В пространстве двух дискриминантных функций априори выделенные группы пухлощёкой иглы-рыбы образовали три чётко разделяющихся облака. В пространстве первой дискриминантной функции, учитывающей наибольший процент дисперсии статистического комплекса, одну группу образовали рыбы из озёр Сазальникское и Старая Кубань, вторую — из Чограйского водохранилища (рис. 4). Вторая дискриминантная функция также разделила рыб на две группы: одну группу образовали рыбы из оз. Сазальникского и Чограйского вдхр., другую — рыбы из оз. Старая Кубань.

Таким образом, две дискриминантные функции чётко разделили рыб по признаку их принадлежности к определённому водоёму на три группы.

Величины расстояний Махаланобиса между центрами групп из разных водоёмов являлись статистически достоверными. Наибольшей степенью сходства по комплексу признаков характеризовались популяции изученного вида из озёр Сазальникское и Старая Кубань. Максимальные отличия были характерны для рыб из оз. Сазальникского и Чограйского вдхр. (табл. 5). Таким образом, результаты дискриминантного анализа по комплексу признаков подтвердили результаты попарных сравнений средних значений отдельных показателей с помощью t-критерия Стьюдента.

Таблица 5. Расстояния Махаланобиса между центрами групп пухлощёкой рыбы-иглы, полученные по результатам дискриминантного анализа

Table 5. Mahalanobis distances between centers of groups of the black-striped pipefish, obtained from the results of the discriminant analysis

Группа	Озеро Сазальникское	Озеро Старая Кубань	Чограйское водохранилище
Озеро Сазальникское	—	12.4	30.6
Озеро Старая Кубань	< 0.001	—	27.5
Чограйское водохранилище	< 0.001	< 0.001	—

Примечание: выше главной диагонали — расстояния Махаланобиса, ниже — уровень значимости (отличия достоверны, если значения уровня значимости < 0.050)

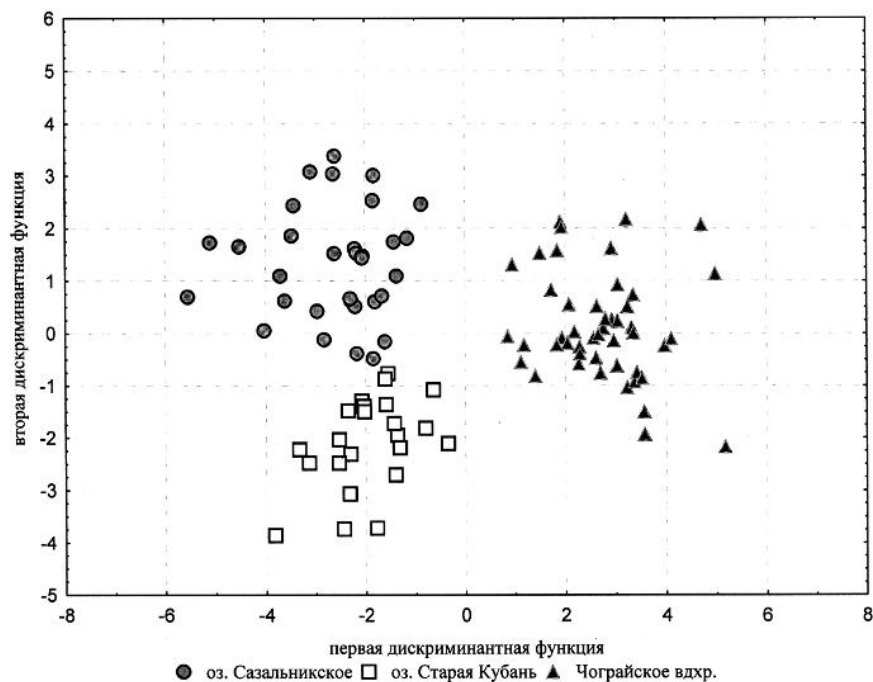


Рис. 4. Распределение групп пухлощёй рыбы-иглы из трёх водоёмов в пространстве дискриминантных функций по комплексу морфологических признаков

Fig. 4. Distribution of the groups of the black-striped pipefish from three water bodies in the space of discriminant functions according to the complex of morphological characters

Вклад различных признаков в дискриминацию групп отличался. Так как наибольший процент дисперсии учитывает первая дискриминантная функция, их вклад в разделение групп оценён на основе значений именно этой функции (табл. 6).

Наибольший вклад в дискриминацию групп вносили признаки с ранговым номером от одного до трёх. Они характеризовались стандартизованными значениями дискриминантной функции от 0.422 до 0.548. Стандартизованные значения дискриминантной функции по остальным признакам были значительно ниже (менее 0.292). Следовательно, наибольший вклад в разделение групп пухлощёй иглы-рыбы из трёх водоёмов внесли следующие признаки: высота наибольшего луча анального плавника, число туловищных колец и длина основания спинного плавника.

Таким образом, очевидно, что из трёх сравниваемых групп наибольшей степенью морфологической обособленности характеризуется популяция пухлощёй иглы-рыбы из Чограйского вдхр. При этом отличия выявляются при сравнении как по отдельным признакам морфотипа, в т. ч. по меристическим показателям, так и по всему их комплексу. Причина этих отличий заключается, видимо, не столько во влиянии условий среды, сколько в генезисе изученных популяций.

В оз. Сазальникском обитает популяция пухлощёй иглы-рыбы, связанная высокой степенью панмиксии с рыбами этого вида из Таганрогского залива Азовского моря. Фактически её можно рассматривать как субпопуляцию.

Популяция пухлощёй иглы-рыбы оз. Старая Кубань сформировалась в результате проникновения в него рыб этого вида из основного русла р. Кубань, куда вид попал, в свою очередь, из Азовского моря после строительства плотин Краснодарского и Фёдоровского гидроузлов и уменьшения скорости течения в реке.

Таблица 6. Роль различных морфологических признаков в разделении популяций пухлощёкой иглы-рыбы из разных водоёмов (по результатам дискриминантного анализа)

Table 6. The role of different morphological features in the distribution of populations of the black-striped pipefish from different water bodies (according to the results of the discriminant analysis)

Признак	Стандартизованный коэффициент первой дискриминантной функции	Ранг признака
H/l	0.199	11
h/l	0.004	24
iH/l	0.213	10
aD/l	0.061	18
pD/l	0.069	16
aA/l	0.189	12
pl/l	0.019	21
ID/l	0.548	1*
hD/l	0.052	20
hA/l	0.422	3*
IP/l	0.132	14
hP/l	0.012	22
IC/l	0.077	15
c/l	0.138	13
hc/c	0.066	17
r/c	0.275	6
o/c	0.289	5
po/c	0.061	19
io/c	0.011	23
D	0.292	4
P	0.229	8
aP/l	0.255	7
κ_m	0.499	2*
κ_x	0.003	25
κ_c	0.224	9

Примечания: признаки, вносящие наибольший вклад в разделение групп, обозначены знаком «*»; расшифровка условных обозначений признаков приведена в разделе «Материал и методы»

Пути заселения пухлощёкой иглой-рыбой Чограйского вдхр. менее очевидны. Его ихтиоценоз формировался за счёт нескольких векторов: аборигенной ихтиофауны, населявшей р. Восточный Маныч, видов, проникших по Терско-Кумскому и Кумо-Манычскому каналам, рыб водоёмов системы р. Западный Маныч, а также целенаправленно вселённых в него видов рыб — объектов пастбищной аквакультуры [16].

В. Г. Позняк считает наиболее вероятной версию проникновения пухлощёкой иглы-рыбы в Чограйское вдхр. из системы р. Западный Маныч (бассейн Азовского моря), в некоторых участках которой она встречалась и до зарегулирования стока плотинами гидроузлов [16, 21]. Против данной версии свидетельствует тот факт, что в 1969 г. на водоразделе Западного Маныча и Чограйского водохранилища была построена дамба, затруднившая проникновение в него рыб из указанной речной системы. Следовательно, пухлощёкая игла-рыба должна была попасть в водохранилище до указанного года, но вид впервые отмечен в водоёме только в 1990-х [11, 15, 20].

Также существует версия попадания вида в водохранилище через Кумо-Манычский или Терско-Кумский каналы. В этом случае следует ожидать наличия существенной степени морфологической обособленности сформировавшейся в водоёме популяции каспийского происхождения от «азовских», что и было отмечено по результатам наших исследований. Однако изученные рыбы не имеют признаков, характерных для каспийских популяций пухлощёкой иглы-рыбы (более длинного рыла и существенно большего числа лучей в спинном плавнике).

Поэтому весьма вероятной нам представляется версия завоза в водохранилище молоди пухлощёкой иглы-рыбы вместе с рыбопосадочным материалом растительоядных рыб или сазана (карпа). В этом случае водоёмами-донорами могли являться водоёмы бассейна как Азовского, так и Каспийского моря, т. к. такие завозы осуществлялись неоднократно и из разных водных объектов.

В заключение следует отметить, что проблема таксономических отношений пухлощёкой рыбы-иглы из Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов до сих пор полностью не ясна.

Как указывают Н. Г. Богуцкая и соавт. [3], Э. Эйхвальд одновременно описал особей черноморской и каспийской рыбы-иглы как два самостоятельных вида — *Syngnathus nigrolineatus* и *S. caspius*. В последующем их объединили в один вид, придав каспийской форме подвидовой статус (*S. nigrolineatus caspius*). В качестве основных морфологических отличий между подвидами указывают длину рыла [2] и число лучей в спинном плавнике [4]. Затем было показано, что *S. nigrolineatus* является младшим синонимом названия *S. abaster* Risso, 1827 [28].

А. М. Насека и Н. Г. Богуцкая [29] в рамках филогенетической концепции вида рассматривают каспийские популяции пухлощёкой иглы-рыбы как самостоятельный вид — эндемик бассейна Каспийского моря, встречающийся также в пресной воде в дельтах Волги, Урала, Терека, Куры и рек южного побережья Каспия. При этом они полагают, что в р. Волга выше дельты распространилась инвазионная черноморская пухлощёкая игла-рыба из бассейна Азовского моря.

Н. А. Кирюхина [10] подчёркивает морфологическую близость каспийских и азово-черноморских популяций пухлощёкой иглы-рыбы и указывает, что ни один из изученных ею признаков морфотипа не подходит для определения подвидовой принадлежности, а также для установления происхождения волжских популяций, т. к. существует значительное перекрытие диапазонов значений признаков между выборками. Анализ главных компонент по трём ключевым признакам (отношению длины головы к длине тела, отношению длины рыла к длине тела и числу лучей в спинном плавнике) не позволил выявить отдельные группы популяций.

Однако проведённый Кирюхиной анализ мтДНК показал, что игла-рыба волжских водохранилищ и дельты Волги близка к азово-черноморской игле-рыбе [8, 9], что может быть как результатом продолжающегося расселения иглы-рыбы из волжских водохранилищ вниз по течению, так и результатом проникновения азово-черноморских гаплотипов во время последнего контакта Каспийского и Чёрного морей. Автор также сделала интересное предположение о том, что более высоким инвазионным потенциалом с точки зрения заселения пресноводных экосистем может обладать именно азово-черноморский подвид пухлощёкой иглы-рыбы [8].

Выводы.

1. Рыбы из трёх изученных водоёмов статистически достоверно отличались по средним значениям длины и массы тела. Наиболее крупными средними размерами характеризовались рыбы из оз. Сазальникского, имеющего гидрологическую связь с Азовским морем.
2. По результатам проведённых однофакторных дисперсионных анализов установлено статистически достоверное влияние фактора «водоём» на величину всех шести изученных меристических признаков и 16 из 20 исследованных пластических признаков. Максимальной степенью сходства характеризовались выборки пухлощёкой иглы-рыбы из озёр Сазальникское и Старая Кубань, минимальной — из оз. Сазальникского и Чограйского вдхр.

3. В пространстве двух дискриминантных функций рыбы сформировали три чётко разделяющихся облака, соответствующих отдельным водоёмам. Точность отнесения к априори выделенным группам составила от 96.9 (оз. Сазальникское) до 100.0 % (оз. Старая Кубань и Чограйское вдхр.). Максимальный вклад в разделение групп вносят три признака — длина наибольшего луча анального плавника, число туловищных колец и длина основания спинного плавника.
4. Наиболее вероятной версией заселения пухлощёкой иглой-рыбой Чограйского вдхр. является её завоз вместе с рыбопосадочным материалом растительноядных рыб или сазана (карпа).

Благодарности. Автор благодарит М. А. Сумарокову за помощь в обработке части материала, Е. В. Моисееву — за предоставление для анализа рыб, отловленных в Чограйском водохранилище, В. Г. Позняка — за ценные замечания при подготовке рукописи статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Абаев Ю. И. *Товарное рыбоводство на внутренних водоёмах (на примере отдельных водохранилищ и озёр Северного Кавказа)*. Москва: Пищевая пром-ть, 1980. 112 с. [Abaev Yu. I. *Tovarnoe rybovodstvo na vnutrennikh vodoemakh (na primere otidel'nykh vodokhranilishch i ozer Severnogo Kavkaza)*. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1980. 112 p. (in Russ.)].
2. Берг Л. С. *Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран*. Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1949. Ч. 3. С. 927–1382. [Berg L. S. *Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran*. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1949, pt. 3, pp. 927–1382. (in Russ.)].
3. Богущая Н. Г., Кияшко П. В., Насека А. М., Орлова М. И. *Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Т. 1. Рыбы и моллюски*. Санкт-Петербург; Москва: Тов-во науч. изд. КМК, 2013. 543 с. [Bogutskaya N. G., Kiyashko P. V., Naseka A. M., Orlova M. I. *Opredelitel' ryb i bespozvonochnykh Kaspiiskogo morya. T. 1. Ryby i mollyuski*. Sankt-Petersburg; Moscow: Tov-vo nauch. izd. KMK, 2013, 543 p. (in Russ.)].
4. Васильева Е. Д. *Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С. В. Богородским*. Москва: Изд-во ВНИРО, 2007. 238 с. [Vasil'eva E. D. *Ryby Chernogo morya. Opredelitel' morskikh, solonovатовodnykh, evrigalinnykh i prohodnykh vidov s tsvetnymi illyustratsiyami, sobrannymi S. V. Bogorodskim*. Moscow: Izd-vo VNIRO, 2007, 238 p. (in Russ.)].
5. Емтыль М. Х. *Рыбы Краснодарского края и республики Адыгея: Справочное пособие*. Краснодар: Изд-во КубГУ, 1997. 157 с. [Emtyl' M. H. *Ryby Krasnodarskogo kraia i respubliki Adygeya: Spravochnoe posobie*. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 1997, 157 p. (in Russ.)].
6. Завьялов Е. В., Ручин А. Б., Шляхтин Г. В. и др. *Рыбы севера Нижнего Поволжья: в 3 кн. Кн. 1. Состав ихтиофауны, методы изучения*. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. 208 с. [Zav'yalov E. V., Ruchin A. B., Shyakhtin G. V. i dr. *Ryby severa Nizhnego Povolzh'ya: v 3 kn. Kn. 1. Sostav ikhtiofauny, metody izucheniya*. Saratov: Izd-vo Sarat. un-ta, 2007, 208 p. (in Russ.)].
7. Карпова Е. П. *Трансформация сообществ рыб водоёмов Крымского полуострова под воздействием антропогенных факторов*: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Севастополь, 2017. 196 с. [Karpova E. P. *Transformatsiya soobshchestv ryb vodoemov Krymskogo poluostrova pod vozdeistviem antropogennykh faktorov* [dissertation]. Sevastopol, 2017, 196 p. (in Russ.)].
8. Кирюхина Н. А. *Молекулярно-генетическая и морфологическая изменчивость черноморской пухлощёкой иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus* (Eichwald, 1831) в связи с её инвазией в водоёмы бассейна Волги*: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.06. Москва, 2013. 22 с. [Kiryukhina N. A. *Molekulyarno-geneticheskaya i morfologicheskaya izmenchivost' chernomorskoj pukhloshchokoi igly-ryby Syngnathus nigrolineatus* (Eichwald, 1831) v svyazi s ee invaziei v vodoemy basseina Volgi: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.06. Moscow, 2013. 22 p. (in Russ.)].

9. Кирюхина Н. А. Молекулярно-генетическое разнообразие в популяциях иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald 1831 и пути расселения в водоёмы бассейна Волги на основании анализа последовательностей митохондриальной ДНК // *Российский журнал биологических инвазий*. 2013. № 3. С. 60–68. [Kiryukhina N. A. Molecular and genetic variability in populations of *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald 1831 and the ways of settling into the Volga River basins on the basis of mitochondrial dna sequence analysis. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii*, 2013, no. 3, pp. 60–68. (in Russ.)].
10. Кирюхина Н. А. Морфологическая изменчивость пухлощёкой иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus* в связи с её инвазией в водоёмы бассейна Волги // *Российский журнал биологических инвазий*. 2013. № 2. С. 2–10. [Kiryukhina N. A. Morphological variability of black-striped pipefish *Syngnathus nigrolineatus* in connection with its invasion into reservoirs of the Volga basin. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii*, 2013, no. 2, pp. 2–10. (in Russ.)].
11. Круглова В. М., Горис И. Я., Рейх Е. М. Формирование гидрохимического и биологического режимов Чограйского водохранилища (Калмыцкая АССР) // *Рыбохозяйственные исследования Азовского моря : тез. докл.* Ростов-н/Д.: Ростовское кн. изд-во, 1972. С. 71–73. [Kruglova V. M., Goris I. Ya., Reikh E. M. Formation of the hydrochemical and biological regimes of the Chograi Reservoir (Kalmyk ASSR). In: *Rybokhozyaistvennye issledovaniya Azovskogo morya*. Rostov-n/D.: Rostovskoye kn. izd-vo, 1972, pp. 71–73. (in Russ.)].
12. Лакин Г. Ф. *Биометрия*. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с. [Lakin G. F. *Biometriya*. Moscow: Vysshaya shkola, 1990, 352 p. (in Russ.)].
13. Мовчан Ю. В. Фауна Украины: в 40 т. Т. 8. Рыбы. Вып. 3. *Вьюновые, сомовые, икталуровые, пресноводные угри, конгеровые, саргановые, тресковые, колюшковые, игловые, гамбузиевые, зеусовые, сфиреновые, кефалевые, атериновые, ошибневые*. Киев: Наукова думка, 1988. 368 с. [Movchan Ju. V. Fauna Ukrainy: v 40 t. T. 8. Ryby. Vyp. 3. *V'yunovye, somovye, iktalurovye, presnovodnye ugri, kongerovye, sarganovye, treskovye, kolyushkovye, iglovye, gambuzievye, zeusovye, sfirenovye, kefalevye, aterinovye, oshibnevye*. Kiev: Naukova dumka, 1988, 368 p. (in Russ.)].
14. Москул Г. А. *Рыбы водоёмов бассейна Кубани*. Краснодар: КрасНИИРХ, 1998. 177 с. [Moskul G. A. *Ryby vodoemov basseina Kubani*. Krasnodar: KrasNIIRH, 1998, 177 p. (in Russ.)].
15. Москул Г. А., Никитина Н. К., Гаврикова Е. Г. Современное состояние и пути развития рыбного хозяйства на водохранилищах Краснодарского и Ставропольского краёв // *Рыбохозяйственное освоение водохранилищ Северного Кавказа: сб. науч. тр. / ГосНИОРХ*. Ленинград, 1982. Вып. 186. С. 43–143. [Moskul G. A., Nikitina N. K., Gavrikova E. G. Current state and ways of development of fisheries in the reservoirs of the Krasnodar and Stavropol Territories. In: *Rybokhozyaistvennoye osvoenie vodokhranilishch Severnogo Kavkaza: sb. nauch. tr. / GosNIORKH*. Leningrad, 1982, vol. 186, pp. 43–143. (in Russ.)].
16. Никитенко Е. В., Щербина Г. Х. Ихтиофауна Чограйского водохранилища // *Вестник института комплексных исследований аридных территорий*. 2015. Т. 1, № 1 (30). С. 33–37. [Nikitenko E. V., Shcherbina G. H. Ikhtiofauna Chograiskogo vodokhranilishcha. *Vestnik instituta kompleksnykh issledovaniy aridnykh territorii*, 2015, vol. 1, no. 1 (30), pp. 33–37. (in Russ.)].
17. Пашков А. Н., Емтыль М. Х., Шаталов П. В., Сумароков В. С. Изменения ихтиофауны Сазальницкого озера // *Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: материалы XVII Межреспубл. науч.-практ. конф.* Краснодар: Изд-во КубГУ, 2004. С. 112–115. [Pashkov A. N., Emtyl' M. H., Shatalov P. V., Sumarokov V. S. Changes in the ichthyozpphauna of the Sazalnitsky Lake. In: *Aktual'nye voprosy ekologii i okhrany prirody ekosistem yuzhnyh regionov Rossii i sopredel'nyh territorij: materialy XVII Mezhrespubl. nauch.-prakt. konf.* Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2004, pp. 112–115. (in Russ.)].
18. Пашков А. Н., Зворыкин Д. Д. Некоторые морфоэкологические особенности восьмиполосой цихлазомы *Rocio octofasciata* (Perciformes, Cichlidae) популяции озера Старая Кубань // *Вопросы их-*

- тиологии. 2009. Т. 49, № 3. С. 396–401. [Pashkov A. N., Zvorykin D. D. Some Morphoecological Specific Features of Cichlasomine Rocio octofasciata (Perciformes, Cichlidae) from the Population in Lake Staraya Kuban. *Voprosy ikhtiologii*, 2009, vol. 49, no. 3, pp. 396–401. (in Russ.)].
19. Пашков А. Н., Плотников Г. К., Сумарокова М. А. Основные биологические характеристики черноморской пухлощёкой рыбы-иглы (*Syngnathus abaster nigrolineatus*) из озера Старая Кубань // *Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий*: материалы XXI Межреспубл. науч.-практ. конф. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2008. С. 75–76. [Pashkov A. N., Plotnikov G. K., Sumarokova M. A. The main biological characteristics of the black-striped pipefish (*Syngnathus abaster nigrolineatus*) from Lake Staraya Kuban. In: *Aktual'nye voprosy ekologii i okhrany prirody ekosistem yuzhnykh regionov Rossii i sopredel'nykh territorii*: materialy XXI Mezhrrepubl. nauch.-prakt. konf. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2008, pp. 75–76. (in Russ.)].
 20. Петрушкиева Д. С. *Рыбные ресурсы Калмыкии и биологические основы их рационального использования*: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. Астрахань, 2002. 181 с. [Petrushkieva D. S. *Rybnye resursy Kalmykii i biologicheskie osnovy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya* [dissertation]. Astrakhan, 2002, 181 p. (in Russ.)].
 21. Позняк В. Г., Фроленко А. Н. К характеристике морских игл Пролетарского водохранилища // *Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий*: тез. докл. X Межреспубл. науч.-практ. конф. Краснодар: Изд-во КубГУ, 1997. С. 149–150. [Poznyak V. G., Frolenko A. N. To the characteristics of the sea pipefish of the Proletarian Reservoir. In: *Aktual'nye voprosy ekologii i okhrany prirody ekosistem yuzhnykh regionov Rossii i sopredel'nykh territorii*: tez. dokl. X Mezhrrepubl. nauch.-prakt. konf. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 1997, pp. 149–150. (in Russ.)].
 22. Решетников Ю. С. *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald, 1831 – черноморская игла // *Атлас пресноводных рыб России*: в 2 т. Т. 2. Москва: Наука, 2003. С. 51–53. [Reshetnikov Ju. S. *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald, 1831 – chernomorskaya igla. In: *Atlas presnovodnykh ryb Rossii*: v 2 t. T. 2. Moscow: Nauka, 2003, pp. 51–53. (in Russ.)].
 23. Световидов А. Н. *Рыбы Чёрного моря*. Москва; Ленинград: Наука, 1964. 552 с. [Svetovidov A. N. *Ryby Chernogo morya*. Moscow; Leningrad: Nauka, 1964, 552 p. (in Russ.)].
 24. Слынько Ю. В., Терещенко В. Г. *Рыбы пресных вод Понто-Каспийского бассейна (Разнообразие, фауногенез, динамика популяций, механизмы адаптаций)*. Москва: Изд-во Полиграф-Плюс, 2014. 328 с. [Slyn'ko Ju. V., Tereshchenko V. G. *Ryby presnykh vod Ponto-Kaspiiskogo basseina (Raznoobrazie, faunogenez, dinamika populyatsii, mekhanizmy adaptatsii)*. Moscow: Izd-vo Poligraf-Plyus, 2014, 328 p. (in Russ.)].
 25. Троицкий С. К., Цуникова Е. П. *Рыбы бассейнов Нижнего Дона и Кубани*. Ростов-н/Д.: Кн. изд-во, 1988. 111 с. [Troitsky S. K., Tsunikova E. P. *Ryby basseinov Nizhnego Dona i Kubani*. Rostov-n/D.: Kn. izd-vo, 1988, 111 p. (in Russ.)].
 26. Тюрин В. В., Морев И. А., Волчков В. А. *Дискриминантный анализ в селекционно-генетических исследованиях*. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2003. 23 с. [Tyurin V. V., Morev I. A., Volchkov V. A. *Diskriminantnyi analiz v seleksionno-geneticheskikh issledovaniyakh*. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2003, 23 p. (in Russ.)].
 27. Тюрин В. В., Щеглов С. Н. *Дискриминантный анализ в биологии: монография*. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2015. 126 с. [Tyurin V. V., Shcheglov S. N. *Diskriminantnyi analiz v biologii: monografiya*. Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2015, 126 p. (in Russ.)].
 28. Lueken W. Süßwasserfische der Türkei: 5 Teil. Syngnathidae. *Mitteilungen Hamburgisches Zoologisches Museum und Institut*, 1967, vol. 64, pp. 127–146.
 29. Naseka A. M., Bogutskaya N. G. Fishes of the Caspian Sea: zoogeography and updated check-list. *Zoosystematica Rossica*, 2009, vol. 18, no. 2, pp. 295–317.
 30. Vasil'eva E. D. Main alterations in ichthyofauna of the largest rivers of the northern coast of the Black

Sea in the last 50 years: a review. *Folia Zoologica*, 2003, vol. 4, pp. 337-358.

**MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE POPULATIONS
OF BLACK-STRIPED PIPEFISH *SYNGNATHUS ABASTER* RISSO, 1827
(PISCES, ACTINOPTERYGII, SYNGNATHIDAE)
IN SOME NORTH CAUCASIAN WATER BODIES**

A. N. Pashkov

Krasnodar department of Azov Sea Research Fisheries Institute, Krasnodar, Russian Federation

E-mail: apashkov@mail.ru

The data on the values of 6 meristic and 20 plastic characteristics as well as the main length-weight characteristics of the black-striped pipefish from three North Caucasian water bodies (lakes Szal'nikskoe and Staraya Kuban, Chograi Reservoir) are given. Statistically significant differences were found in the average values of the most meristic and plastic characteristics of the populations. It has been found that the population from the Chograi Reservoir is characterized by the highest degree of morphological isolation. Possible ways of penetrating of the species into the studied water bodies are discussed.

Keywords: black-striped pipe-fish, *Syngnathus abaster*, length-weight characteristics, meristic characteristics, plastic characteristics, variability