

# МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПУХЛОЩЁКОЙ ИГЛЫ-РЫБЫ *SYNGNATHUS NIGROLINEATUS* В СВЯЗИ С ЕЁ ИНВАЗИЕЙ В ВОДОЁМЫ БАССЕЙНА ВОЛГИ

© 2013 Кирюхина Н.А.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова,  
Москва 119071; e-mail: [nkiryukhina@gmail.com](mailto:nkiryukhina@gmail.com)

Поступила в редакцию 14.01.2013

Исследован ряд морфологических признаков в новообразующихся и аборигенных популяциях иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus*. Изученные нами признаки (отношение длины головы к длине тела, длины рыла к длине тела, число лучей в спинном и грудном плавниках, количество туловищных и хвостовых поясков) не подходят для определения принадлежности иглы-рыбы к одному из подвидов и установления происхождения волжских популяций, поскольку существует значительное перекрытие диапазонов значений признаков между выборками.

**Ключевые слова:** игла-рыба, *Syngnathus nigrolineatus*, Волга.

## Введение

Выделяют каспийский и черноморский подвиды пухлощёкой иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald 1831 (*S. nigrolineatus caspius*, *S. nigrolineatus nigrolineatus*), которые различаются относительной длиной рыла. У каспийского подвида рыло более длинное, у крупных экземпляров из каспийских популяций длина его помещается в длине тела около 10 раз, в то время как у черноморского подвида – более 15 раз [Берг, 1949]. Васильева [2007] также отмечает, что каспийские популяции характеризуются в среднем большим числом лучей в спинном плавнике: 34–42 против 29–40 для черноморских.

До строительства гидроузлов на южных реках *Syngnathus nigrolineatus* встречалась в прибрежных водах Чёрного и Каспийского морей, а также входила в реки: Днестр (до Бендер), Буг (до Вознесенска), Днепр (до Киева), в дельту Дуная, в низовья Дона, кубанские лиманы, заходила в Волгу до Астрахани, в устье Урала, низовья Камы [Берг, 1949].

После создания водохранилищ в бассейнах Днепра и Дона игла-рыба

образовала в них устойчивые популяции (Каховское, Днепровское, Веселовское Пролетарское, Цимлянское водохранилища) [Кудерский, 1971].

Широкое расселение иглы-рыбы наблюдается и в бассейне Волги. Этот вид появился в Куйбышевском водохранилище в 1962 г. [Кудерский, 1971; Гавлена, 1974; Завьялов и др., 2007], а в 1969 г. обнаружен в Волгоградском водохранилище [Евланов и др., 1998]. Затем игла-рыба проникла севернее (Чебоксарское водохранилище).

Существуют различные версии относительно проникновения иглы-рыбы в волжские водохранилища. Кудерский [1971], а также Гавлена [1974] на основании морфологических данных полагают, что происходило саморасселение этого вида из Чёрного моря в волжские водохранилища. Некоторые авторы считают, что игла-рыба могла быть занесена в волжские водохранилища случайно при преднамеренной интродукции беспозвоночных из устья Дона [Шаронов, 1971]. В пользу черноморского происхождения популяций волжских водохранилищ говорят и данные молекулярно-

генетического анализа [Кирюхина, Холодова, 2011].

Цель нашей статьи – изучить ряд морфологических признаков в новообразующихся и аборигенных популяциях, а также оценить степень морфологических различий между аборигенными популяциями разных подвидов.

### Материалы и методы

Нами проанализированы выборки из 8 популяций *Syngnathus nigrolintatus*: 1 – Волгоградское вдхр., в черте г. Саратова, 2006, 74 экз.; 2 – Куйбышевское вдхр., 2010, 29 экз.; 3 – дельта Волги, река Кривой Бузан, 2008, 10 экз.; 4 – авандельта Волги, Раскаты, 2010, 21 экз.; 5 – Каспийское море, бухта Сулак, устье Терека, 2008, 19 экз.; 6 – Чёрное море, Таманский залив, 2007, 29 экз.; 7 – р. Дон, в районе Ростова-на-Дону, 2003, 45 экз.; 8 – Днепровский лиман, 2009 31 экз.

Выполнены следующие промеры: длина тела (без хвостового плавника) – ad, длина головы (до конца жаберной крышки) – ao, длина рыла (до начала глазницы) – ap. Поскольку основным диагностическим признаком для различия подвидов является относительная длина рыла, для морфологического анализа мы использовали такие индексы как отношение длины головы к длине тела (индекс H) и длины рыла к длине тела (индекс S). Также подсчитывали число лучей в спинном плавнике (D). Кроме того, считали число грудных (Nr) и хвостовых (Nt) поясков, количество лучей в грудном плавнике (P), поскольку у некоторых видов игл-рыб эти признаки являются довольно изменчивыми. Например, для морской иглы длиннорылой *S. typhle* на их основании можно выделять черноморо-азовский (*S. typhle argentatus*), западно-средиземноморский (*S. typhle rondeleti*) и балтико-атлантический (*S. typhle typhle*) подвиды [Мовчан, 1988]. Для оценки внутригрупповой изменчивости использовали показатель внутрипопуляционного разнообразия Животовского  $\mu$  [1980]. Первичная обработка данных

проводилась в программе Statistica 6.0. Для попарного сравнения выборок между собой использовался непараметрический критерий Манна-Уитни, поскольку проводились множественные сравнения, была введена поправка Бонферони на уровень значимости ( $p\text{-value}=\alpha/N\approx 0,002$ , где  $\alpha$  – корректируемый уровень значимости ( $\alpha=0,05$ ), N – число попарных сравнений ( $N=21$ )). Выборка из дельты Волги была исключена из сравнения из-за её малого объёма. В среде для статистического программирования и вычислений R (версия 2.5.13) <http://www.r-project.org/> считались коэффициенты корреляции Спирмена  $\rho$  и проведён анализ главных компонент.

### Результаты и обсуждения

Все изученные нами образцы укладываются в размерный ряд от 58 до 177 мм; в среднем более крупными оказались рыбы из Куйбышевского водохранилища ( $135.9\pm 4.2$ ), более мелкими – рыбы из выборок Чёрного и Каспийского морей, Днепра ( $84.4\pm 3.5$ ;  $97.8\pm 3.7$ ,  $102.0\pm 3.4$  соответственно). Рыбы из Волгоградского водохранилища ( $119.8\pm 1.5$ ), Дона ( $125.51\pm 2.0$ ) авандельты Волги ( $116.0\pm 2.0$ ) и дельты Волги ( $125.8\pm 3.1$ ) занимают промежуточное положение по длине. Следует отметить, что особи из большинства «пресноводных» популяций крупнее особей из «морских». Диапазоны значений длины тела между разными выборками пересекаются. Берг [1949] и Мовчан [1988] отмечают небольшое увеличение числа лучей в спинном плавнике и количества хвостовых поясков с возрастом рыб. Мы посчитали коэффициенты корреляции Спирмена  $\rho$  между длиной тела рыб и другими используемыми признаками для каждой популяции отдельно (выборка из дельты Волги была исключена из анализа из-за её малого объёма). Достоверной корреляции признаков с длиной тела не найдено для наших выборок. При подсчёте коэффициентов корреляции на всей выборке прямая зависимость от размера особи, хоть

и невысокая, обнаружилась для числа лучей в грудном плавнике, числа лучей в спинном плавнике, количества хвостовых поясков, (коэффициенты корреляции равны соответственно 0.200; 0.509 и 0.41  $p$ -values  $\ll 0.001$ ). Небольшая обратная зависимость от длины тела найдена для индекса  $H$  (коэффициенты корреляции  $-0.27$   $p$ -value  $\ll 0.001$ ). Эти данные, безусловно, нельзя распространить на отдельные популяции, и полученные корреляции признаков с длиной тела могут не отражать реальную ситуацию, но, тем не менее, возможно при увеличении объёма наших выборок из отдельных локальностей можно было бы установить такие зависимости.

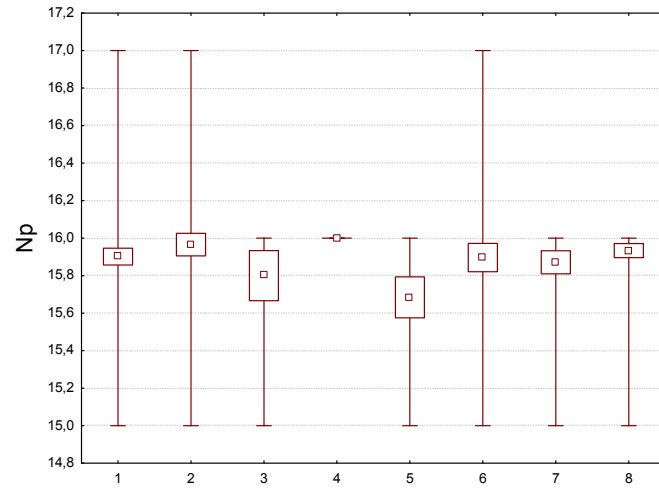
Исследованные нами индексы  $H$  и  $S$  в среднем оказались максимальными для рыб из Каспийского моря (что согласуется с данными Берга [1949]) (рис. 1Д, Е). Следует отметить, что для обоих индексов характерно перекрывание диапазонов значений между различными выборками. Для многих выборок найдены достоверные различия по этим признакам. Парные различия между каспийской выборкой и остальными по обоим индексам достоверны для всех выборок, кроме выборки Днепра (табл. 1). Выборка из Чёрного моря достоверно отличается по обоим индексам от днепровской и каспийской выборки, а также от волгоградской выборки по индексу  $H$  и от куйбышевской по индексу  $S$ . Интересно, что выборки из дельты Волги (р. Кривой Бузан) и авандельты Волги по средним значениям индексов ближе к популяциям черноморского бассейна и волжских водохранилищ, чем к каспийской выборке. Этот факт согласуется с результатами молекулярно-генетического анализа мтДНК (контрольный регион), где рыбы из дельты Волги и волжских водохранилищ были близки к черноморским [Кирюхина, Холодова, 2011].

Среди счётных признаков наименее изменчивыми оказались число лучей в грудном плавнике ( $P$ ) и количество грудных поясков ( $Np$ ). Значения индек-

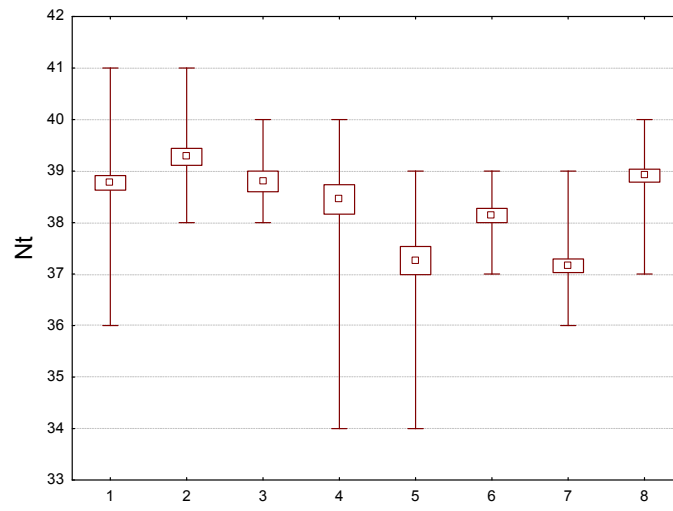
сов Животовского  $\mu$ , отражающие число морф, присутствующих в популяции, наименьшие для этих признаков (табл. 2). Для большинства особей во всех популяциях характерно 16 колец в грудном отделе и 12 лучей в грудном плавнике, за исключением популяций Волгоградского водохранилища и Дона (13 лучей). Возможно, последнее сходство не случайно и является следствием занесения иглы-рыбы в Волгоградское водохранилище при акклиматизации беспозвоночных из Дона.

Более изменчивым оказалось число лучей в спинном плавнике ( $D$ ). Наименьшее среднее значение этого признака имели выборки Каспийского и Чёрного морей ( $33.63 \pm 0.41$ ;  $33.19 \pm 0.38$  соответственно), а также выборка из Днепра ( $35.10 \pm 0.31$ ), средние числа лучей в спинном плавнике для других выборок (представленных, как правило, более крупными экземплярами) варьируют в пределах 37–39 лучей. Наибольшие значения индекса Животовского наблюдаются у выборок Куйбышевского водохранилища, Каспийского моря и Черноморского бассейна (Днепр, Дон, Таманский залив Чёрного моря), наименьшие – для выборок Нижней Волги (Волгоградское водохранилище, дельта Волги, авандельта Волги). Выборка из дельты Волги также характеризуется низким значением показателя Животовского для числа хвостовых колец (табл. 2). Возможным объяснением генетической близости рыб дельты Волги к рыбам черноморского бассейна является вторичное заселение низовьев Волги из волжских водохранилищ, и тогда сниженное морфологическое (и генетическое [Кирюхина, Холодова, 2011]) разнообразие может быть объяснено недавним происхождением этой «популяции» от небольшого числа особей. Популяция авандельты Волги не имеет определённого статуса и может быть близка или к черноморским, или к каспийским рыбам, или же быть смешанной по происхождению. В последнем случае может наблюдаться

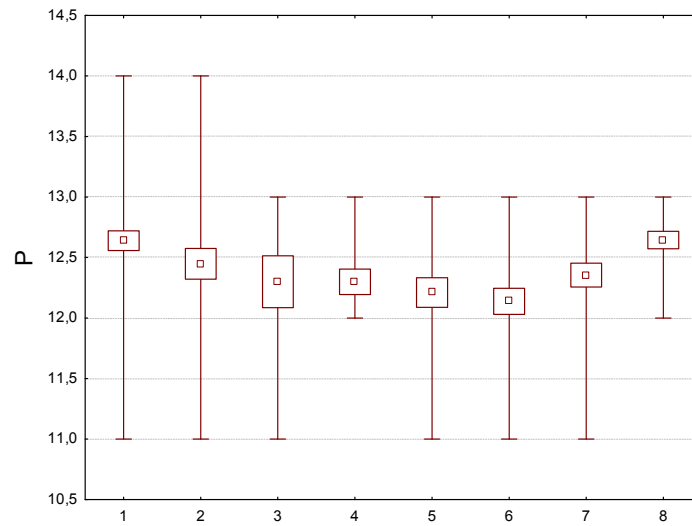
A)



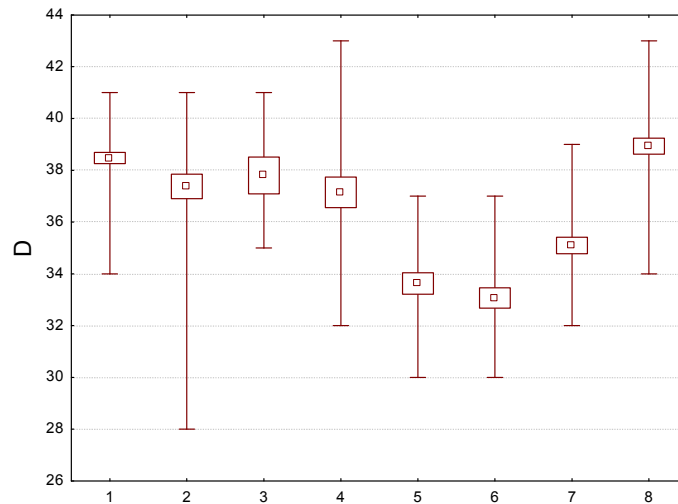
Б)



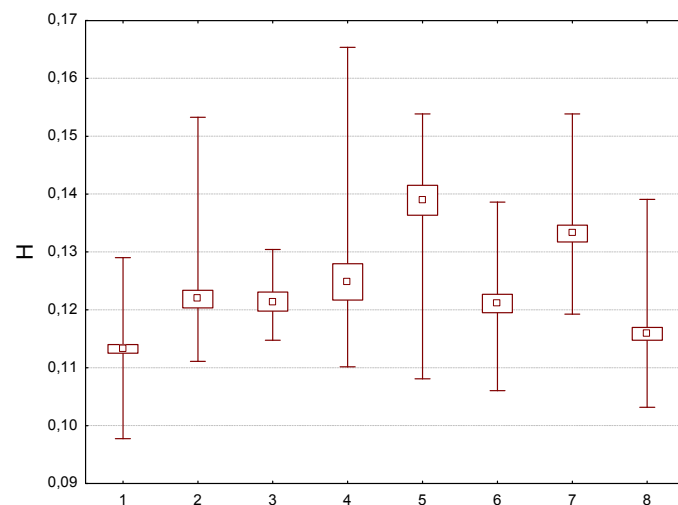
В)



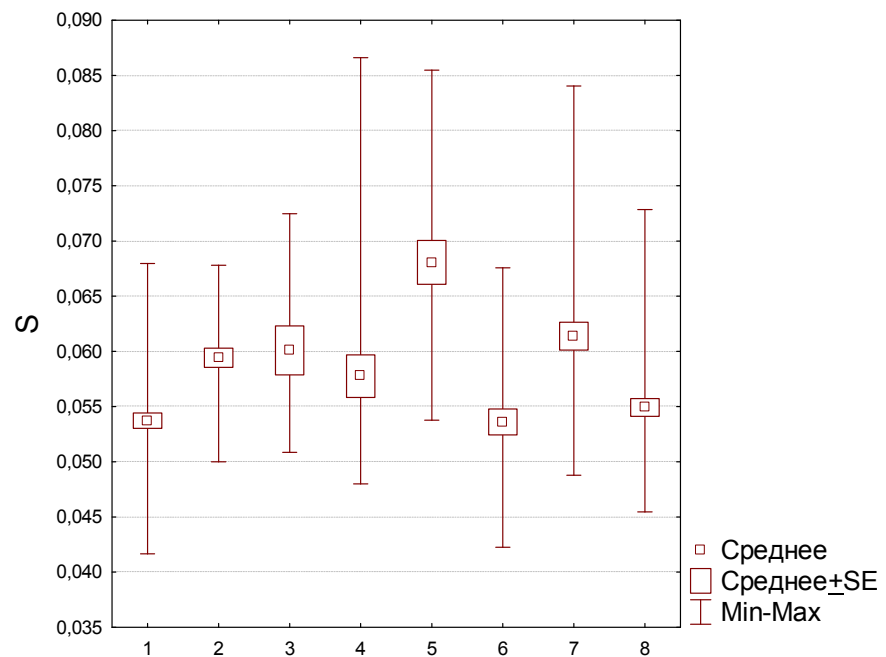
Г)



Д)



Е)



**Рис. 1.** Значения признаков Nt (А), Np (Б), P (В), D (Г) и индексов H (Д), S (Е) в разных выборках иглы-рыбы. 1 – Волгоградское вдхр., 2 – Куйбышевское вдхр., 3 – дельта Волги, 4 – авандельта Волги, 5 – Каспийское море, 6 – Чёрное море, 7 – Дон, 8 – Днепр.

**Таблица 1.** Сравнение выборок иглы-рыбы по различным признакам

Водоём, N	Признаки	Уровни значимости (критерий Манна-Уитни)						
		1	2	3	4	5	6	7
1 Волгоградское вдхр. n=74	N t		НД	< 0.002	НД	< 0.002	НД	НД
	D		НД	< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002	НД
	H		< 0.002	< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002	< 0.002
	S		НД	< 0.002	НД	< 0.002	НД	< 0.002
2 Авандельта Волги n=21	N t	НД		< 0.002	НД	< 0.002	НД	НД
	D	НД		< 0.002	НД	НД	< 0.002	НД
	H	< 0.002		< 0.002	НД	< 0.002	НД	НД
	S	НД		< 0.002	НД	НД	НД	НД
3 Каспийское море n=19	N t	< 0.002	< 0.002		< 0.002	НД	НД	< 0.002
	D	< 0.002	< 0.002		< 0.002	НД	НД	< 0.002
	H	< 0.002	< 0.002		< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002
	S	< 0.002	< 0.002		< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002
4 Дон n=45	N t	НД	НД	< 0.002		< 0.002	< 0.002	НД
	D	НД	НД	< 0.002		< 0.002	< 0.002	НД
	H	НД	НД	< 0.002		< 0.002	НД	< 0.002
	S	НД	НД	< 0.002		< 0.002	НД	< 0.002
5 Днепр n=31	N t	< 0.002	< 0.002	НД	< 0.002		< 0.002	< 0.002
	D	< 0.002	НД	НД	< 0.002		< 0.002	< 0.002
	H	< 0.002	< 0.002	НД	< 0.002		< 0.002	< 0.002
	S	< 0.002	НД	НД	< 0.002		< 0.002	НД
6 Чёрное море n=29	N t	НД	НД	НД	< 0.002	< 0.002		< 0.002
	D	< 0.002	< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002		< 0.002
	H	< 0.002	НД	< 0.002	НД	< 0.002		НД
	S	НД	НД	< 0.002	НД	< 0.002		< 0.002
7 Куйбышевское вдхр. n=29	N t	НД	НД	< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002	
	D	НД	НД	< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002	
	H	< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002	< 0.002	НД	
	S	< 0.002	НД	< 0.002	< 0.002	НД	< 0.002	

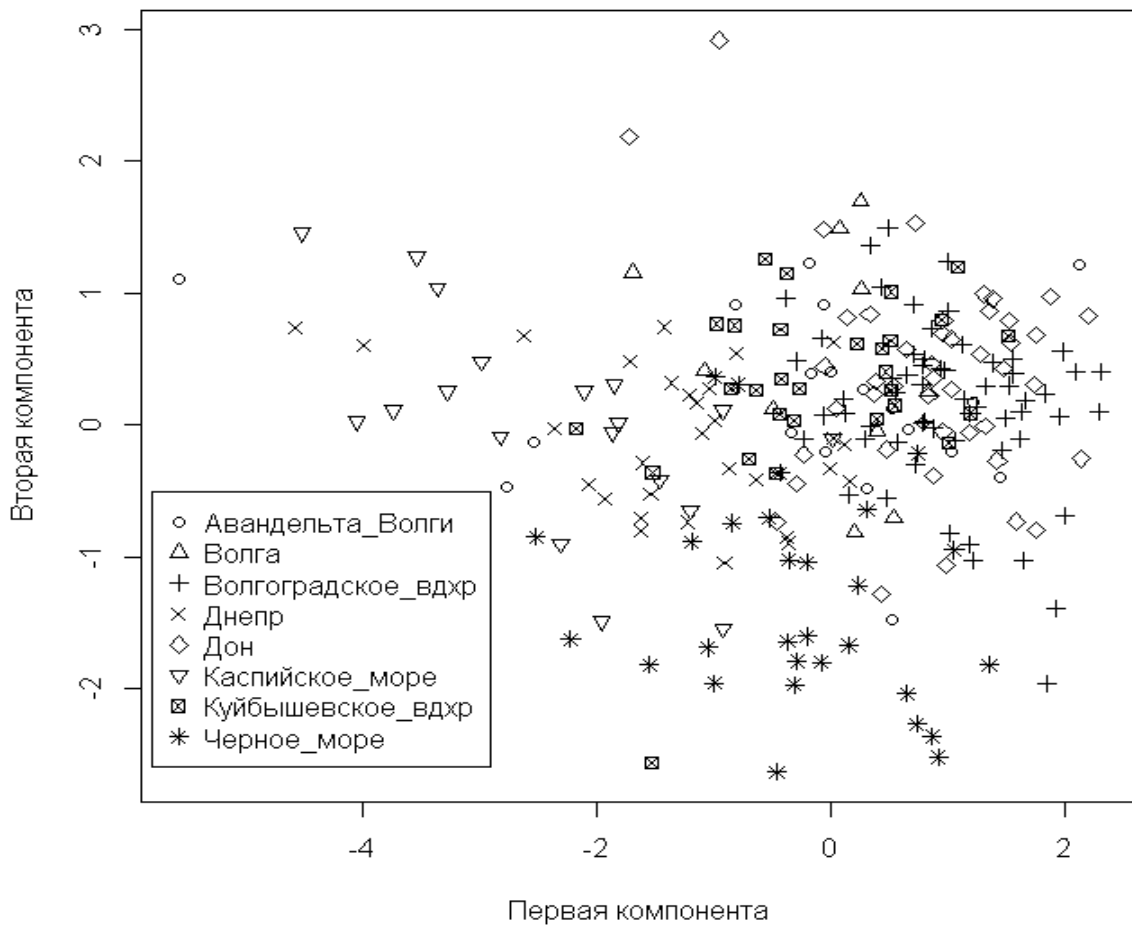
\* НД – нет достоверных различий.

**Таблица 2.** Значения показателя внутривидового разнообразия Животовского  $\mu$  для различных счётных признаков в выборках иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus*

Станция	Np	Nt	D	P
Дельта Волги	1.8±0.2	2.7±0.3	5.7±0.4	2.7±0.3
Авандельта Волги	1	5.0±0.5	5.7±0.6	1.9±0.1
Каспийское море	1.9±0.1	4.7±0.6	7.1±0.6	2.5±0.3
Дон	1.5±0.1	3.6±0.2	8.8±0.5	2.0±0.0
Днепр	1.7±0.1	3.3±0.3	7.0±0.5	2.5±0.2
Чёрное море	2.4±0.3	3.0±0.1	6.5±0.5	2.7±0.2
Куйбышевское вдхр.	1.9±0.3	3.7±0.2	8.2±0.5	3.2±0.3
Волгоградское вдхр.	2.1±0.2	5.1±0.3	5.3±0.4	3.1±0.2

**Таблица 3.** Собственные значения главных компонент

Параметр	1-я компонента	2-я компонента	3-я компонента
Собственное значение	1.40	0.87	0.52
Кумулятивный вклад главных компонент в суммарную дисперсию (%)	65.46	90.97	100.00



**Рис. 2.** Распределение выборок иглы-рыбы в пространстве двух главных компонент по признакам H, S, D.

высокая изменчивость признаков. В нашем случае выборка из авандельты Волги характеризуется более высоким показателем Животовского для признака Nt и несколько большими диапазонами значений для индексов H и S в сравнении с другими выборками.

Наблюдаются достоверные различия для некоторых выборок по признаку D. При попарном сравнении популяции Каспийского моря с популяциями Черноморского бассейна достоверные различия по числу лучей в спинном плавнике не были обнаружены только для выборки из Днепра и выборки Чёрного моря (табл. 1).

Средние значения числа хвостовых поясков в различных выборках варьируют в пределах 37–39 колец. Для большинства особей из Каспийского и

Чёрного моря число хвостовых колец (мода) равно 38, для Днепра этот показатель равен 37, для остальных же выборок 39. Возможно, как и в случае предыдущего признака наблюдается некоторое увеличение числа колец с размером особи.

Для всех меристических признаков наблюдается существенное перекрытие диапазонов значений между разными выборками.

Для выявления отдельных групп популяций иглы рыбы *Syngnathus nigrolineatus* мы использовали метод главных компонент по признакам D, H, S. Первые две компоненты в сумме связали 91% суммарной дисперсии исследуемых признаков (табл. 3). На рис. 2 показано распределение рыб из разных выборок в пространстве двух

компонент. Хотя явная обособленность рыб какой-либо из выборок не наблюдается, видно что, рыбы из Каспийского моря в основном несколько удалены от остальных и расположены в левой верхней части распределения, а рыбы из Чёрного моря – в нижней части распределения. Остальные же выборки образуют единое облако без какой-либо ясной структуры.

### Заключение

Ни один из изученных признаков не подходит для определения принадлежности образца к одному из подвидов, а также для установления происхождения волжских популяций, поскольку существует значительное перекрывание диапазонов значений признаков между выборками. Отношение длины рыла к длине тела и длины головы к длине тела в среднем несколько выше для рыб из популяции Каспийского моря. Достоверных различий по числу лучей в спинном плавнике и количеству хвостовых поясков между популяциями Чёрного и Каспийского морей не найдено. Анализ главных компонент по трём признакам (H, S, D) не позволил выявить отдельные группы популяций.

### Благодарности

Автор благодарен всем коллегам, оказавшим помощь в сборе материала: А.К. Устарбекову, Ю.А. Малининой, В.В. Осипову, Е.Д. Васильевой, В.П. Васильеву.

Поддержано программой Президиума РАН «Живая природа: Современное состояние и проблемы развития» и Соглашением № 8051 между МинобрНауки, РАН и ИПЭЭ РАН.

### Литература

- Берг Л.С. *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald. – Черноморская игла-рыба // В кн.: Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Академия наук СССР, 1949. Ч. 3. С. 927–1382.
- Васильева Е.Д. *Syngnathus abaster* Risso, 1827 – Черноморская пухлощёкая игла-рыба // В кн.: Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов. М.: ВНИРО, 2007. С. 74–75.
- Гавлена Ф.К. Черноморская пухлощёкая игла-рыба *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald – новый элемент ихтиофауны волжских водохранилищ // Вопросы ихтиологии. 1974. Т. 14. С. 919–920.
- Евланов И.А., Козловский С.В., Антонов П.И. Кадастр рыб Самарской области. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1998. 222 с.
- Животовский Л.А. Показатель внутрипопуляционного разнообразия // Журнал общей биологии. 1980. Т. 41. № 6. С. 828–836.
- Завьялов Е.В., Ручин А.Б., Шляхтин Г.В. и др. Рыбы севера Нижнего Поволжья. Кн. 1. Состав ихтиофауны, методы изучения. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. 208 с.
- Кирюхина Н.А., Холодова М.В. Анализ полиморфизма контрольного региона митохондриальной ДНК в аборигенных и инвазийной популяциях черноморской пухлощёкой иглы-рыбы *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald, 1831 // Доклады академии наук. 2011. Т. 437. № 1. С. 136–138.
- Кудерский Л.А. Ещё о саморасселении рыб // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоёмов. 1971. Сборн. 6. С. 22–24.
- Мовчан Ю.В. Морская игла пухлощёкая – *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald // В кн.: Фауна Украины. Рыбы. Киев: Наукова Думка, 1988. Т. 8, вып. 3. С. 209–218.
- Шаронов И.В. Расширение ареала некоторых рыб в связи с зарегулированием стока Волги // В сб.: Волга-I. Проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоёмов. Материалы Первой конференции по изучению водоёмов бассейна Волги / Под ред. Н.А. Дзюбан. Куйбышев: Книжное изд-во, 1971. С. 226–232.



# MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF BLACK-STRIPED PIPEFISH *SYNGNATHUS NIGROLINEATUS* IN CONNECTION WITH ITS INVASION INTO RESERVOIRS OF THE VOLGA BASIN

© 2013 Kiryukhina N.A.

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Sciences,  
Moscow 119071; e-mail: [nkiryukhina@gmail.com](mailto:nkiryukhina@gmail.com)

A number of morphological features was studied in the newly forming and aboriginal populations of *Syngnathus nigrolineatus*. The features studied by us (ratio of the head length to the body length, the length of rostrum to body length, the number of rays in dorsal and pectoral fins, the number of body and caudal cingula) are not suitable for determination of the fish belonging to one of subspecies and establishment of origin of Volga populations, since there is a marked overlapping of the ranges of feature values between the samples.

**Key words:** pipefish, *Syngnathus nigrolineatus*, the Volga River.