



УДК 593.73:591.4(262.5)

**В. Е. Заика**, чл.-корр. НАН України, вед. научн. сотр.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины,  
Севастополь, Украина

### ЧАСТОТА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ У МЕДУЗ *AURELIA AURITA* (L.) В ЧЕРНОМ МОРЕ

На обширном материале выполнен анализ встречаемости морфологических аномалий у медуз *Aurelia aurita* в разных районах Черного моря. Установлено, что суммарная частота аномалий по всем исследованным признакам достигала в отдельных выборках 25 – 28 %, а по числу гонад и ротовых лопастей не превышала 17 %. Показаны большие локальные различия частоты аномалий в выборках из близко расположенных участков. В то же время, перенос медуз течениями мешает увязать частоту аномалий с влиянием каких-то локальных факторов.

**Ключевые слова:** медуза, *Aurelia aurita*, морфологические аномалии, Черное море

В 1976 – 1981 гг. численность сцифоидной медузы *Aurelia aurita* (L.) в Черном море значительно возросла по сравнению с 1960 г. [1, 2, 6, 7, 14, 16]. Возможными причинами были названы исчезновение скумбрии, потреблявшей медуз, а также снижение численности потребителей донных стадий развития – планул и сцифистом [6, 7]. С появлением в Черном море гребневика *Mnemiopsis leidyi* доминирование в планктоне перешло от аурелии к последнему [16].

Отмечено, что обычно 2.75 % медуз в Черном море являются морфологически аберрантными, а в отдельных районах их доля составляет до 30 % общей численности. Предполагаемой причиной названо воздействие загрязненных речных стоков [7].

Настоящая работа посвящена более полному исследованию аномалий в количестве радиальных органов у черноморских популяций *A. aurita*. Поскольку изучение аномалий у медуз на других морях начато еще в 19 веке [8 – 12], интересно сравнить частоту аномалий по

разным акваториям. Кроме того, проверялась возможность использования частоты аномалий для индикации нарушений среды.

**Материал и методы.** Материал собирали в течение 1982 г. у берегов Крыма и, после 10-летнего перерыва, в июле 1992 г. во время рейса на НИС «Профессор Водяницкий» в разных районах Черного моря (табл. 1, рис. 1). Медуз ловили безвыборочно в поверхностном слое 0 – 2 м. На свежем материале измеряли диаметр медуз и проводили учет отклонений от нормы по признакам, перечисленным в табл. 2. В 1982 г. учитывали все перечисленные признаки, а в 1992 г. – только число гонад и ротовых лопастей (табл. 2). Всего исследовано 2915 экз., из них в 1982 г. – 1370 экз., в 1992 г. – 1545 экз.

В разное время большую помощь в сборе материала оказали М. В. Заика (в 1982 г.) и Н. К. Ревков (в 1992 г.), которым автор выражает искреннюю признательность.

Таблица 1. Объем исследованного материала  
Table 1. Volume of investigated materials

№№	Район	Дата	Число особей
Данные 1982 г.			
1	Ягорлыцкий залив	09.05.	135
2	Карантинная бухта (Севастополь)	11.07.	209
3	Карантинная бухта (Севастополь)	08.11.	108
4	Бухта Омега (Севастополь)	12.07.	202
5	Мыс Сарыч	16.07.	181
6	Мыс Сарыч	18.07.	172
7	Бухта Северная (Севастополь)	22.07.	158
8	Батилиман	30.08.	100
9	Мыс Фиолент	07.11.	105
Данные 02 – 18 июля 1992 г.			
10	Порт Одесса (у стенки)		125
11	Одесский залив (на рейде)		150
12	Мыс Тарханкут		434
13	Центральная часть сев.-зап. шельфа		173
14	Близ о. Змеиный		117
15	Ялтинский залив		97
16	У Керченского пролива		228
17	Открытое море (южнее Крыма)		221

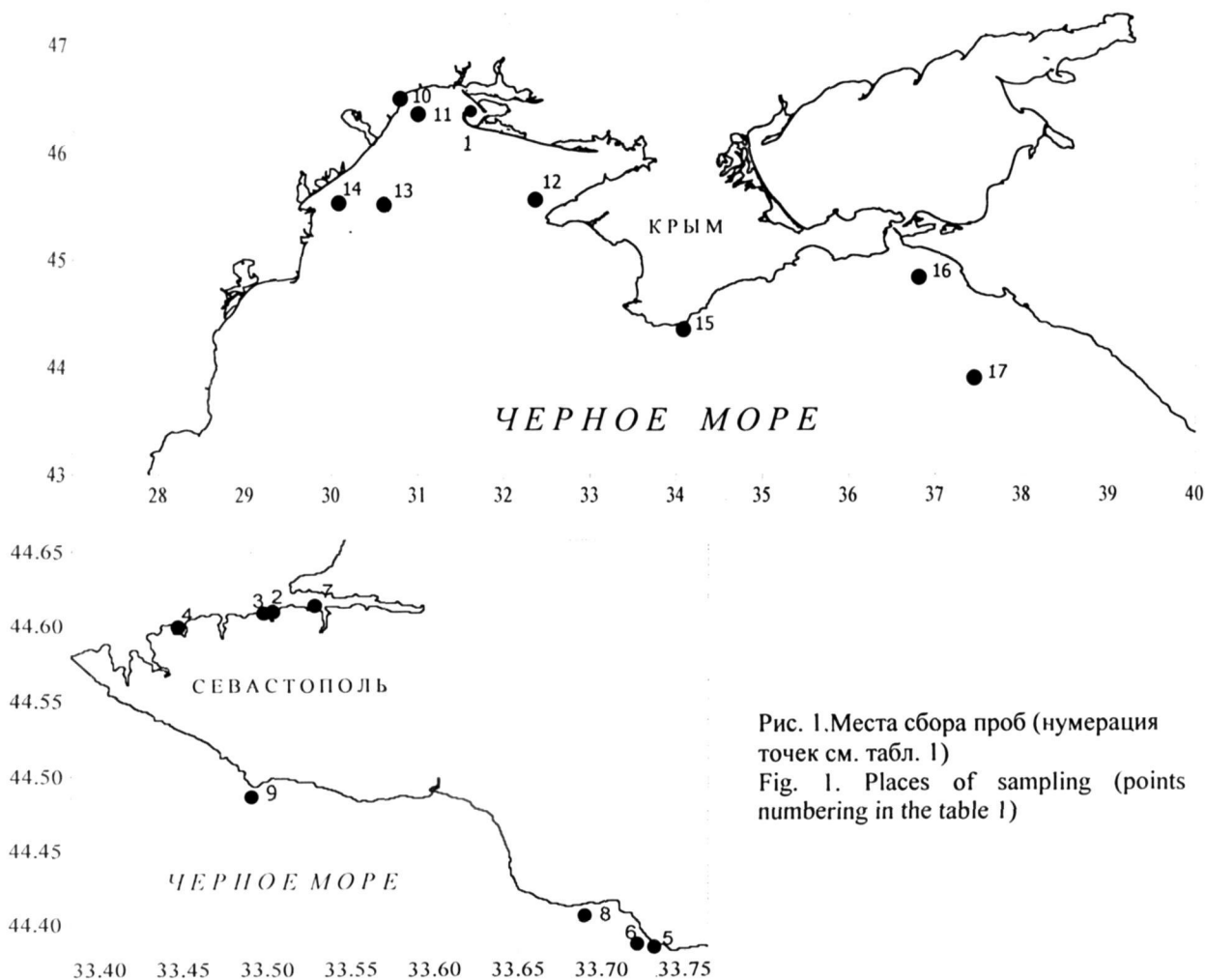


Рис. 1. Места сбора проб (нумерация точек см. табл. 1)  
Fig. 1. Places of sampling (points numbering in the table 1)

Признак	Число штук в норме	Объем выборки (экз.)
Гонады	4	2915
Ротовые лопасти	4	2915
Адрадиальные каналы	8	1370
Ропалии	8	40

Табл. 2. Учитываемые отклонения от нормы  
Table 2. Considered deviations from the norm

**Результаты.** Общая частота аномалий по исследованным признакам. Сначала рассмотрим отклонения, связанные с наиболее изученными нами признаками – с количеством ротовых лопастей и гонад. В большинстве случаев число тех и других совпадало. Несовпадение было лишь в 7.7 – 14.3 % от общего количества аномальных особей в каждой из проб. Поэтому далее приводятся данные по двум обсуждаемым признакам вместе (признаки 1 – 2, согласно нумерации табл. 2).

В 1982 г. общая доля аномальных особей по признакам 1 – 2 в разных пробах составляла от 2.5 до 7.3 % (в среднем 5.5 %), за исключением пробы у м. Сарыч 18 июля, где доля аномальных медуз поднялась до 17 % от общего числа особей.

Среди аномальных по признакам 1 – 2 медуз преобладали особи с 3 ротовыми лопастями и 3 гонадами, их доля составляла в разных пробах 50 – 67 % (в среднем 58 %). По 5 ротовых лопастей и гонад имели обычно 12 – 38 % (в среднем 29 %) аномальных особей, по 6 – от 0 до 37 % (в среднем 13 %). Однако, выборка медуз от 18 июля 1982 г. у м. Сарыч дала совсем иные соотношения: 3-лучевую симметрию имели только 18.2 % от общего числа аномальных особей, а 5- и 6-лучевую – по 40.9 %.

При объединении данных по признакам 1 – 3, добавив отклонения по числу адрадиальных каналов, получим увеличение доли аномальных особей, которая составляет в разных пробах 12 – 17 % (в среднем 14 %) и лишь у м. Сарыч 18.07 общий процент аномальных медуз по признакам 1 – 3 достиг 25 %.

Из этой богатой аномальными особями пробы (м. Сарыч, 18.07) 40 экз. использовали

для анализа числа ропалий. У 47.2 % число ропалий было двойным по отношению к числу ротовых лопастей и гонад. У других медуз число ропалий отличалось от двойного на 1 – 2, и лишь у 4 экз. с трехлучевой симметрией число ропалий было нормальным (по 8 ропалий). На общий процент аномальных особей вариации в числе ропалий не повлияли.

Рекордно высокий процент (28 %) аномальных медуз по признакам 1 – 3 был зарегистрирован в б. Карантинной 08.11.82 г. Таким образом, в 1982 г. суммарная частота аномалий по всем исследованным признакам достигала в отдельных выборках 25 – 28 %. В 1992 г. учитывали только признаки 1 – 2 и, соответственно, доля аномальных медуз не превышала 8 %, хотя в 1982 г. она в одной пробе составила 17 %.

Распределение частоты аномалий по размерным группам. В 1982 г. исследование аномалий медуз продолжалось с 9 мая по 8 ноября (табл. 1), поэтому удалось получить представительные выборки на разных стадиях сезонного цикла развития популяции. Известно, что рост медуз близок к экспоненциальному, его скорость велика [4, 5]. Поэтому в условиях Черного моря за теплый сезон вырастает не одно поколение медуз.

В Ягорлыцком заливе (в мае) исследованные медузы имели диаметр от 10 до 150 мм. Преобладали особи диаметром 30 – 40 мм. Во всех июльских пробах размерное распределение было сходным, почти во всех случаях модальными были классы 60 – 80 мм. Максимальный зарегистрированный в июле размер медузы – 230 мм. В ноябре почти не было медуз диаметром менее 5 см.

Сравним процент аномалий по признакам 1 – 3 разных в разных размерных группах медуз. Для того, чтобы вычисления были статистически более надежными, объединим дан-

ные по нескольким выборкам (табл. 3). В табл. 3: n – число исследованных медуз данной размерной группы, % – процент аномальных особей по признакам 1 – 3 от общего числа медуз.

Табл. 3 Частота аномалий (в %) по признакам 1 – 3 у медуз разных размерных групп  
Table 3. Anomalies frequency (in %) in the jellyfish different size groups according to the signs 1 – 3

Район	Месяц	Размерные группы (см)					
		0 - 5		5 - 10		10 - 15	
		n	%	n	%	n	%
Ягорлыцкий зал., б. Карантинная, б. Омега.	V - VII	186	14	302	16	54	9
м. Сарыч	VII	30	23	192	10	65	18
б. Северная, Батилиман	VII - VIII	–	–	204	2	49	6
м. Феолент, б. Карантинная.	XI	–	–	66	9	92	24
Средняя частота			18		9		14

Можно видеть, что каждой размерной группе медуз частота аномальных особей достигала 16 – 24 %, а в среднем составляла 14 – 18 % в крайних группах и была наименьшей (9 %) в средней группе.

Табл. 4. Частота аномальных медуз по признакам 1 – 2 в 1992 г.

Table 4. Anomalous jellyfishes occurrence according to the signs 1 – 2 in 1992.

№	Станция	Процент аномальных особей
10	Порт Одесса (у стенки)	3.2
	Одесский залив (на рейде)	1.33
12	Мыс Тарханкут	4.4
13	Центр. часть сев.-зап. шельфа	2.3
14	Близ о.Змеиный	1.7
15	Ялтинский залив	8.1
16	У Керченского пролива	3.9
17	Открытое море (южнее Крыма)	1.35

Распределение частоты аномалий по районам моря. При сравнении частоты аномалий в выборках, исследованных у Крыма в 1982 г., нужно иметь в виду, что все медузы пойманы у самого берега и аномалии оценивались суммарно по признакам 1 – 3. В большинстве случаев частота аномалий составляла 4 – 7 %, за тремя исключениями: в б. Северной (22 июля) доля аномальных медуз была наименьшей (2.5 %), у м. Сарыч (18 июля) она поднялась до 17 %, а наивысшее значение имела в б. Карантинной (8 ноября) – 28 %.

**Обсуждение.** Отклонения от обычного числа симметричных органов аурелии известны давно. Еще Э. Геккель в 1881 г. писал о случаях находки эфир аурелии с числом ротовых лопастей («рук») от 2 до 12, вместо обычных 8 [9]. Специальное исследование было выполнено в 1890-е годы в Плимуте [10]. На выборке из 383 экз. взрослых медуз аурелии выявлены отклонения от нормы в количестве ротовых лопастей и гонад у 2.08 % особей. Гораздо больше была вариабельность в числе некоторых других органов (тентакулоцист) и процент аномальных по данному признаку особей достиг 22.8 % от общей выборки. Между числом ротовых лопастей и гонад была

Вызывает интерес резкое изменение частоты аномалий в пробах, взятых в одной точке побережья в разное время. Так, у м. Сарыч 16 июля было 7 % аномальных медуз, а 18 июля – 17 %. В б. Карантинной 11 июля найдено 5 % аномалий, а 8 ноября – 28 %.

Напомним, что в 1992 г. учитывали только признаки 1 – 2 и частота аномалий была ниже, чем в 1982 г. Эти данные интересны тем, что позволяют оценить изменение частот с удалением от берегов (табл. 4, рис. 1).

отмечена корреляция.

В нашем материале разные признаки тоже показали отличия в частоте аномалий; подтвердилась тесная корреляция числа ротовых лопастей и гонад. Кстати, соотношение медуз с 3-, 5- и 6-лучевой симметрией практически совпало в 19 в. у Плимута и в 1982 г. в Ягорлыцком заливе. В то же время общий процент аномалий по признакам 1 – 2 составлял у Плимута 2.08 %, а в Черном море, на столетие позже, в среднем 5 – 7 %.

Большое количество медуз *A. aurita* было обследовано в 1967 – 1968 гг. в Балтийском море, в гавани Гдыни [18]. Аномальное число гонад имели 2 – 5 % особей. Напрашивается предположение, что различия в частоте аномалий в 19 и 20-м веках связаны, в частности, с влиянием общего роста загрязнения морей. Однако, наши данные показывают, что амплитуда внутригодовых локальных вариаций гораздо выше межвековых.

Весьма показательно различие между двумя выборками, взятыми в 1982 г. в одном и том же месте. Выборки у м. Сарыч, полученные в очень близкие сроки (16 и 18 июля), вдвое отличались по общему проценту аномалий и еще резче – по соотношению разных видов аномалий. Это можно связать с тем, что 17 июля был сильный нагонный ветер, и температура воды поднялась с 17 до 22°C. Видимо, произошла смена не только водных масс, но и «стада» медуз. Другая пара проб была взята в б. Карантинной. В июле процент аномалий по признакам 1 – 3 был равен 5.3 %, а в ноябре оказался рекордно высоким – 28 %.

Уже после завершения нами полевых работ по числу радиальных органов у медуз было опубликовано обстоятельное исследование по вариабельности в симметрии медуз [13], в котором утверждается, что постоянство тетрамерии у сцифомедуз отсутствует и альтернативная симметрия нормальна для сцифоидных медуз. Поэтому число радиально расположенных повторяющихся признаков автор называет вариацией в симметрии. Указывает-

ся, что в большинстве старых публикаций отклонения от тетрамерии найдены у 1.5 – 2.8 % особей и лишь в одном случае – у 4.3 %. Зато вариации ропалий имеют 10 – 15 % медуз.

Автор [13] выяснял, являются ли вариации свойствами клона (здесь клон – медузы, получившиеся из одной стробилы). Оказалось, что эфиры аурелии из одной стробилы часто отличаются по симметрии, расположены «сэндвичем». Из одного полипа получили 16 стробил и 227 эфир, отклонения от тетрамерии были у 12.3 % особей. От 6-лучевой медузы получили стробилы и эфиры – сначала в популяции было 89 % нететрамерных особей, через 2 мес. – 51 %, через 4 мес. – 29 %. Автор указывает, что географические вариации в отклонениях от тетрамерности очевидны, но не известно влияние условий среды, генетической чистоты линий.

Известно, что примитивность кишечнополостных сказывается не только в морфологических чертах, но и в слабой интеграции частей и органов. Кроме того, многие формы способны с возрастом увеличивать количество щупалец [3]. И все же у сцифоидных медуз почти все органы развиваются в числе 8 или 4, причем это проявляется у большинства особей популяции. Поэтому считаем возможным говорить о норме и отклонениях от нее, а также называть такие отклонения аномалиями.

Наши данные о высокой корреляции между числом ротовых лопастей и гонад у медуз свидетельствует о том, что эти отклонения возникают уже к моменту образования эфиры при стробилиации.

Видимо, условия развития сцифистом и стробилиации влияют на частоту аномалий. Показано [12], что у сцифистом часто наблюдаются нарушения в числе щупалец, а также в симметрии стробил. В образовании эфиры важную роль играют закладка 8-лопастных карманов, чувствительных телец и воронки перистомы. Что касается влияния факторов среды, то известно, что при значительном откло-

нении рН от нормального для морской воды аурелия обнаруживает повреждения, а температура и соленость воды сильно влияют на характер развития сцифистомы [15, 17]. Эти данные показывают, что химическое и тепловое загрязнение среды может менять частоту аномалий.

Наши данные об увеличении частоты отклонений с приближением к берегам, особенно к портам, подтверждают такую возможность. Но эти же данные показывают, что скопления медуз быстро переносятся на большие

расстояния и поэтому частота аномалий не может служить индикатором локальных условий среды непосредственно в месте получения выборки медуз.

По этой же причине не оправдалась попытка оценки выживаемости нормальных и аномальных медуз путем сравнения частоты аномалий у медуз разного возраста (размера). Неопределенность результатов могла возникнуть в результате вынужденного объединения выборок, взятых в разных точках и в разные месяцы.

1. Виноградов М. Е., Шушкина Э. А. Оценка концентрации черноморских медуз, гребневиков и калянуса по наблюдениям из подводного аппарата «Аргус» // Океанология. - 1982. - 22, 3. - С. 473 - 479.
2. Гомою М. Т., Курьянов С. С. Оценка численности и распределения медуз в восточной части Черного моря / Экосистема пелагиали Черного моря. - М.: Наука, 1980. - С. 191 - 199.
3. Догель В. А. Олигомеризация гомологичных органов. - Л.: ЛГУ, 1954. - 368 с.
4. Заика В. Е. Рост гребневиков и медуз // Зоол. журн. - 1972. - 51, № 2. - С. 179 - 188.
5. Заика В. Е. Аллометрия скоростей роста, питания и метаболизма гребневиков и медуз // Экология моря. - 2002. - 59. - С. 42 - 47.
6. Заика В. Е., Макарова Н. П. Увеличение численности медузы в Черном море как показатель экологических нарушений // Вестн. АН УССР. - 1986. - N 11. - С. 78 - 81.
7. Зайцев Ю. П., Полищук Л. Н. Вспышка численности медузы *Aurelia aurita* (L.) в Черном море - Экология моря. - 1984. - 17. - С. 35 - 46.
8. Ballowitz E. Uber Hypomerie und Hypermerie bei *Aurelia aurita* Lam // Arch. Entwicklungsmech. 1899. - 8.
9. Berril N. J. Developmental analysis of scyphomedusae // Biol. Bull. - 1949. - 24, 4. - P. 393 - 410.
10. Browne E. T. *Aurelia aurita* // Nature - 1894. - 50, №1300. - P. 524.
11. Browne E. T. Variation in *Aurelia aurita* // Biometrika. - 1901. - 1, 1. - P. 90 - 108.
12. Friedemann O. Untersuchungen uber die postembryonale Entwicklung von *Aurelia aurita*. // Zeitschr. Wiss. Zool. - 1902. - 71, 2. - P. 227 - 267.
13. Gershwin L. Clonal and population variations in jellyfish symmetry // J. mar. biol. Ass. UK. - 1999. - 79. - P. 993 - 1000.
14. Gomoiu M.-T. Ecological observations on the jellyfish *Aurelia aurita* (L.) population from the Black Sea // Cercetari marine IRCM. - 1980. - 13. - P. 91 - 102.
15. Hyman L. H. The Invertebrates: Protozoa through Ctenophora. - McGraw-Hill Book Comp. NY, 1940. - 650 p.
16. Mutlu E., Bingel F., Gucu A. C., Melnikov V. V et al. Distribution of new invader *Mnemiopsis* sp. and the resident *Aurelia aurita* and *Pleurobrachia pileus* populations in the Black Sea in the years 1991 - 1993. // ICES J. mar. Sci. - 1994. - 51. - P. 407 - 421.
17. Thiel H. Untersuchungen uber die Entstehung abnormalen Scyphistome, Strobilae und Ephyrae von *Aurelia aurita* Lam. und ihre theoretische Bedeutung // Zool. Jahrb. Abt. Anat.. - 1963. - 81, 3. - P. 311 - 358.
18. Zak B. Anomalies in body structure of jellyfish *Aurelia aurita* L. in southern Baltic // Przegląd zoologiczny. - 1971. - 15, 1. - P. 57 - 65.

Поступила 01 апреля 2005 г.

**Частота морфологічних аномалій у медуз *Aurelia aurita* (L.) у Чорному морі. В. Є. Заїка.** На широкому матеріалі проведено аналіз зустрічальності морфологічних аномалій у медуз *Aurelia aurita* в різних районах Чорного моря. Встановлено, що підсумкова частота аномалій за усіма ознаками які були досліджені, сягала в окремих вибірках 25 – 28 %, а за числом гонад і ротових вітрилець не перевищувала 17 %. Виявлена велика відмінність аномалій у вибірках організмів з ділянок, які розташовані поруч. Проте, перенесення медуз з течіями стає на заваді при виявленні зв'язку між частотою аномалій та впливом будь-яких локальних факторів.

**Ключові слова:** медуза, *Aurelia aurita*, морфологічні аномалії, Чорне море

**Frequency of morphological anomalies for jellyfish *Aurelia aurita* (L.) in the Black Sea. V. E. Zaika.** Analysis of the morphological anomalies occurrence for jellyfish *Aurelia aurita* in the different regions of the Black Sea was conducted on the base of vast materials collected in 1982 and 1992. It was stated that sum frequency of the anomalies according to all investigated signs achieved 25 – 28 % in the definite samples, and did not exceed 17 % on the gonads and mouth blades number. Great local differences of the frequency anomaly in the samples from the close areas were shown. Transport of the jellyfishes by the currents doesn't prevent us of binding anomaly frequency and impact of some local factors.

**Key words:** jellyfish, *Aurelia aurita*, morphological anomalies, Black Sea