

# О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ ОБРАСТАНИЯ НА СУДАХ И БУЙКОВЫХ СТАНЦИЯХ В МОРСКОЙ СРЕДЕ

**Обсуждаются особенности распределения организмов обрастания на судах и буйковых станциях. Показано, что распределение обрастания на судах может определяться не только освещенностью и скоростью потока воды.**

**Приведены примеры зависимости вертикального распределения организмов обрастания на подвижных и фиксированных субстратах от других факторов. При этом в каждом конкретном случае могут быть свои закономерности этого распределения, что подразумевает обязательность анализа его особенностей и условий среды.**

## Введение

Существует мнение, что распределение обрастания на незащищенной от него подводной части судов зависит, как правило, от освещения поверхности и скорости потока воды [1-4].

Так, суда непосредственно под ватерлинией в зоне хорошего освещения обрастают преимущественно зелеными водорослями. Их пояс на миделе шириной, обычно, 30-50 см, более четко выражен на больших судах, менее – на мелких [5]. По данным [6] на тихоходных судах, плавающих со скоростью до 6 узлов, заметной градации организмов обрастания обычно не наблюдается, поскольку такие суда имеют небольшую осадку и их подводная часть хорошо освещается. Плотность обрастания на них небольшая. В одном из наиболее распространенных случаев обрастания, образованного почти исключительно баянусами, их плотность составляет 400-600 экз./м<sup>2</sup>. При этом следует отметить, что в соответствии с современной системой усоногих раков не все животные, относимые в процитированной работе [6] к

**Ю.Л. Ковальчук\***,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН)

**И.Н. Ильин,** доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук

баянусам, принадлежат к роду *Balanus*, в данном случае корректно говорить о представителях надсемейства *Balanoidea*.

Иная картина наблюдается у судов, плавающих со скоростью 8-14 узлов. Плотность обрастания на них всегда выше в кормовой части, чем в носовой. Так, например, плотность поселения баянусов (представителей надсемейства *Balanoidea* с точки зрения современной системы) может отличаться в 2-10 раз [6]. Это соответствует уменьшению в направлении от носа к корме сопротивления воды движению судна. Вязкость воды, сила трения и форма обводов корпуса судов с округлой и тупой кормой значительно повышает ее турбулентность в их кормовой части. Напомним, что личинки баянусов оседают в такого рода токах воды при ее скорости от 0,2 до 3,0 м/с [7].

## Результаты и их обсуждение

Предположение [1] о том, что пятнистость поселения обрастателей связана с характером обтекания корпуса судна потоком воды и микромасштабной турбулентности в местах срыва потока, подтверждено результатами недавнего обследования 28 судов [4]. Показано, что особенности распределения обрастателей вдоль корпуса судна – результат локальных благоприятных условий, в частности гидродинамических, для их оседания и дальнейшего развития. Характерно, что к этим местам приурочено также более интенсивное вымывание биоци-

\* Адрес для корреспонденции: [wtc-karpov@rambler.ru](mailto:wtc-karpov@rambler.ru)

дов из защитного покрытия корпуса. При этом, чем больше скорость судов, тем ярче проявляются отмеченные особенности обрастания.

Горизонтальное и вертикальное распределение организмов обрастания на судне, плавающем в Черном море, приведено на *рис. 1*.

Водоросли обрастают поверхности в наиболее освещенных местах подводной части судна, поэтому они отмечены от ватерлинии вниз вдоль вертикальных бортов и почти не встречаются на днище. Ближе к поверхности

**О.П. Полтаруха,**  
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук

воды поселяются зеленые, ниже – бурые, еще ниже – красные водоросли. Среди них и ниже на бортах обнаружены гидроида, полихеты, усоногие раки, моллюски, мшанки. На днище найдены мшанки, гидроида, усоногие раки. Помимо вертикальной зональности наблюдались, как отмечалось выше, различия видового и таксономического состава обрастания в направлении от носа к корме. Соответственно недавнему анализу обрастания судов [3], усоногие раки, способные удерживаться на поверхности при высоких скоростях течения, заселяют носовую часть и мидель; полихеты и мшанки, менее приспособленные к большим скоростям, но адаптированные к значительной турбулентности, поселяются в кормовой части.

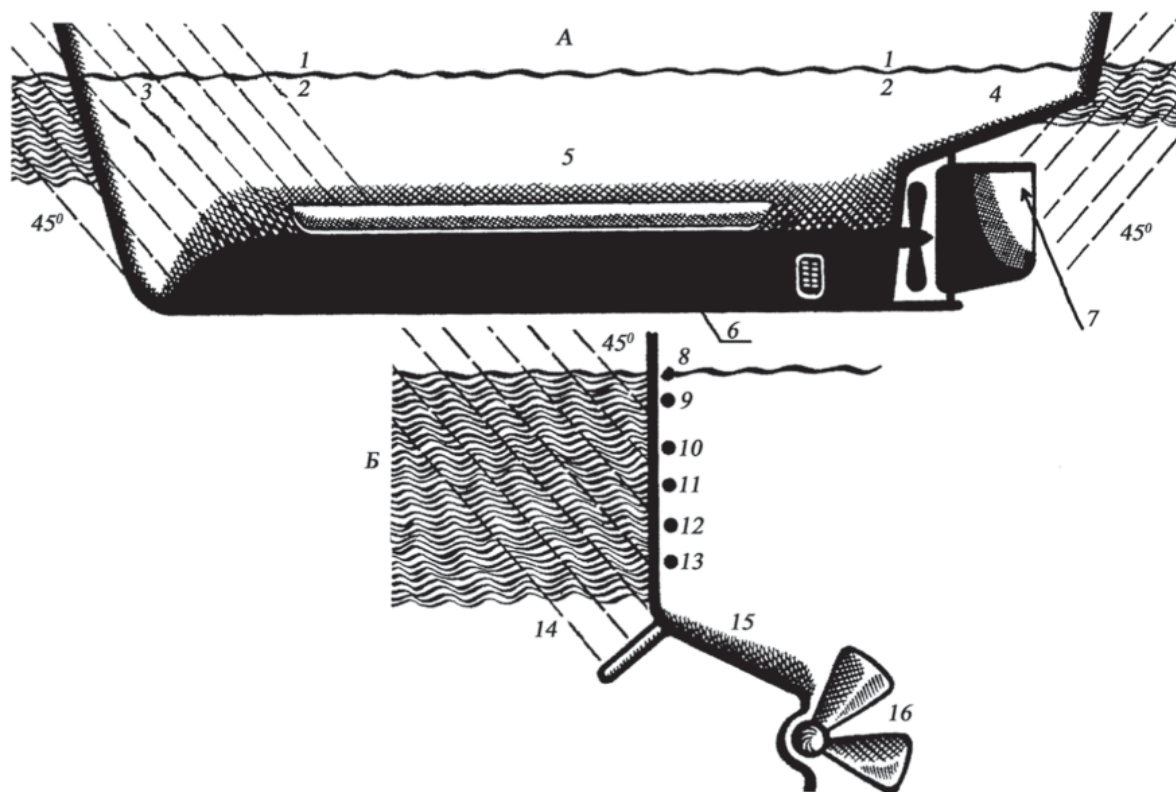
Приведенные выше хронологические особенности обрастания могут заметно отличаться в иных экологических условиях (*рис. 4*).

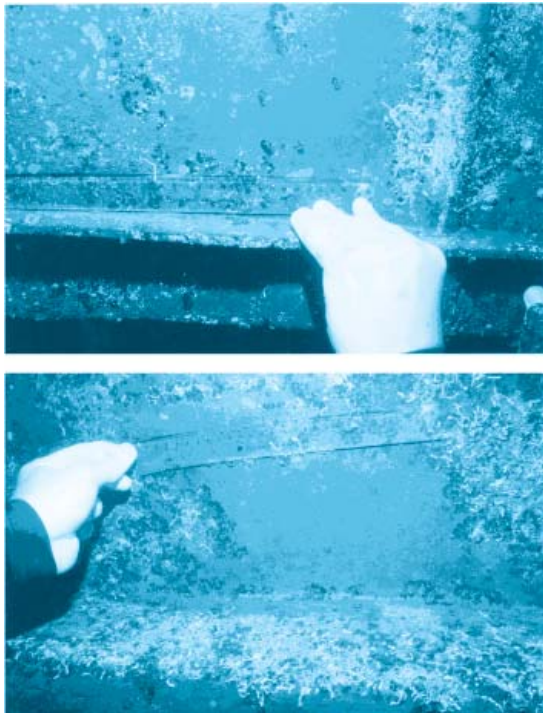
Рассмотрим результаты обследования подводной части судна прибрежного плавания (*рис. 2-6*).

Туристический катер № ВР 330604, плавающий с максимальной скоростью 5 узлов в заливе Нячанг Южно-Китайского моря был осмотрен на плаву аквалангистами 14 июня 2004 г. Судно приблизительно 50 % времени эксплуатации стояло в порту Кауда с полносоленой морской водой и периодически – в опресненном эстуарии р. Бе. Катер был окрашен одним слоем противообрастающей краски с медным биоцидом местного производ-

**Рис. 1.** Распределение обрастания по корпусу судна [по 15].

А) – общий вид подводной части судна; Б) – фрагмент кормы (пунктирные линии показывают направление (угол 45°) солнечных лучей); 1 – Зеленые водоросли у ватерлинии; 2 – Узкий пояс баянусов в тени зеленых водорослей; 3 – На скуле обрастание минимально; 4 – В подзоре кормы обрастание максимально; 5 – Пояс водорослей и беспозвоночных; 6 – Пояс беспозвоночных ниже бортового киля и перегиба обшивки корпуса, то есть в затененной части подводного борта судна; 7 – Водоросли на освещенной части пера руля; 8 – Глубина 0-0,05 м – энтероморфа; 9 – Глубина 0,05–0,1 м – узкий пояс баянусов в тени водорослей; 10 – Глубина 0,2 м – зеленые (редко красные и бурые) водоросли, корофииды, баянусы; 11 – Глубина 0,4 м – водоросли, баянусы, мшанки, черви; 12 – Глубина 0,6 м – водоросли, баянусы, мшанки, черви, мелкие двустворки; 13 – Глубина 0,8 м – мелкие водоросли, баянусы, мшанки, черви, двустворки, асцидии, гидроида, ботриллосы; 14 – На бортовом киле: сверху – водоросли и баянусы, снизу – гидроида и баянусы; 15 – На днище в тени встречаются все обнаруженные на судне беспозвоночные, кроме корофиид; 16 – На лопастях винта: мерциерелла, водоросли, мелкие баянусы, мшанки.





← **Рис. 2.** Обрастание катера. Борт выше скулового киля: сверху – носовая часть, внизу – кормовая часть.

ства в январе того же года. Условия эксплуатации, а также технические характеристики, в том числе окраска подводного борта данного судна были типичными для большинства рыболовных и туристических катеров, базирующихся в заливе Нячанг.

Подводная часть катера обросла сидячими усоногими раками, в основном *Amphibalanus amphitrite* и *A. reticulatus*, мшанками, серпулидами, гидроидами в среднем на 50-60 % поверхности. Обрастание однослойное, его плотность неравномерная, в среднем 8-10 экз./дм<sup>2</sup>. Встречались участки поверхности, свободные от обрастания. Максимальная плотность (сплошное обрастание) наблюдалась в средней части днища, минимальная (почти полное отсутствие обрастания) – на лопастях винта.

Борта выше скулового киля обросли отдельными пятнами на 25-30 % поверхности. В носовой части – домики усоногих раков диаметром 0.8-1.2 см, домики серпулид длиной 2-3 см с плотностью поселения в среднем 5-6 экз./дм<sup>2</sup>; в кормовой части доминировали корковые мшанки с диаметром колоний 1-2 см (*рис. 2*). В некоторых местах правого и левого бортов встречались неразвитые столоны зеленых макрофитов длиной 0,5-1,0 см и гидроиды.

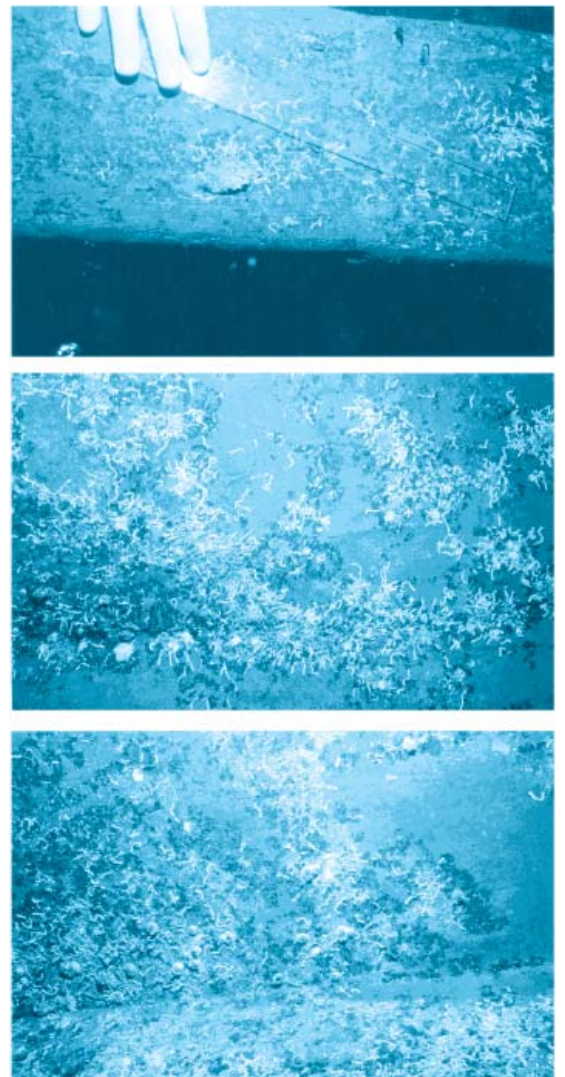
Борта ниже скулового киля – сплошное одноярусное обрастание с доминированием

серпулид, усоногих раков и мшанок на 60 % поверхности. Существенной разницы между обрастанием правого и левого бортов не отмечено. Средняя плотность обрастания – 10-12 экз./дм<sup>2</sup>. Заметных различий в обрастании носовой, средней и кормовой частей бортов ниже скулового киля не выявлено (*рис. 3*).

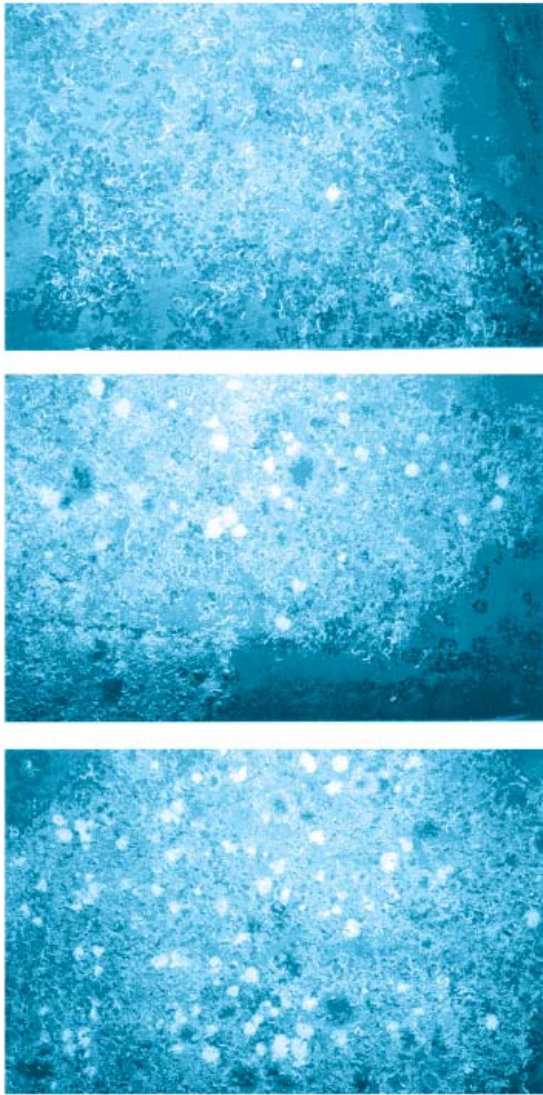
В носовой и средней части днища – сплошное однослойное обрастание серпулидами, усоногими раками, мшанками с плотностью 8-10 экз./дм<sup>2</sup> ( ).

Таким образом, хронологические закономерности обрастания судов в различных экологических условиях могут заметно отличаться, но имеют и много общего.

Несколько иные закономерности отмечены нами на фиксированных поверхностях, экспонируемых вдали от берегов. Прежде всего, напомним, что подавляющую часть организмов океанического обрастания



**Рис. 3.** Обрастание катера. Борт ниже скулового киля: сверху – носовая часть, в середине – средняя часть, внизу – кормовая часть. →



← **Рис. 4.** Обрастание катера. Днище: сверху – кормовая часть, в середине – носовая часть, внизу – средняя часть.

первым по значению функционально важным фактором, определяющим количественный и качественный состав океанического обрастания и само его наличие (рис. 8, табл. 1).

Но, пожалуй, важнейшим для океанического обрастания, причем совершенно не свойственным неретическому обрастанию на судах, является фактор нахождения фиксированных поверхностей в тех или иных водных массах. Мы показали, что это обус-



**Рис. 5.** Обрастание катера. Перо руля.



**Рис. 6.** Обрастание катера. Винт.

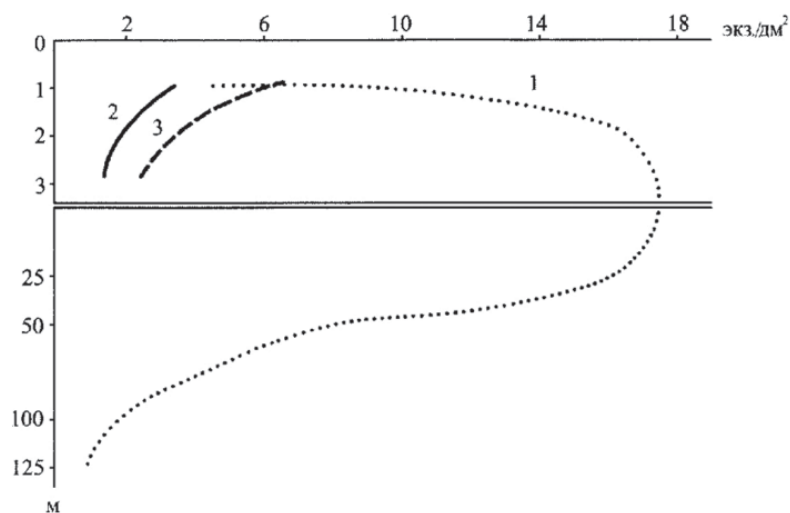
на них составляют немногие виды семейства *Lepadidae* (рис. 7).

Конечно, и освещенность, и динамика вод в огромной степени определяют их распределение [8]. Так, в [9] показано, что *Lepas anatifera* и *L. australis* предпочитают менее освещенные части буев. Подобные предпочтения отмечены и для *Conchoderma virgatum* [10]. *Lepadidae* могут существовать в условиях незначительной освещенности или вообще без света. Так, *C. auritum*, *C. virgatum* - эпibiонты китообразных выдерживают пребывание в темноте на глубинах многие сотни метров [11-13]. Это нахождение без света, или почти без него, может быть многократным и довольно продолжительным. На фиксированных субстратах у *C. virgatum*, например, оно продолжалось несколько недель на глубине 100–125 м [8].

Однако при возникновении и развитии обрастания в пелагиали важнейшее значение имеют и другие, кроме освещенности и динамики вод, факторы среды. Так, например, во многих случаях глубина становится



**Рис. 7.** Обрастание видами *Lepadidae* буев, экспонированных 21 сут. Восточно-экваториальный район Атлантического океана [по 8].



**Рис. 8.** Вертикальное распределение *Lepadidae*. Центральный район Атлантического океана [по 8]. 1. *C. virgatum*, 2. *L. anatifera*, 3. *L. anserifera*.

**Таблица 1**

Встречаемость (%) видов *Lepadidae* на фиксированных буйях. Центральный район Атлантического океана [по 8]

Глубина, м	Вид обрастателей				
	<i>C. auritum</i>	<i>C. virgatum</i>	<i>L. anatifera</i>	<i>L. anserifera</i>	<i>L. hillii</i>
1	0	71	79	97	26
2	6	81	61	81	8
3	11	97	79	67	18
4	0	100	100	100	0

**Таблица 2**

Верхняя граница термоклина и максимальная глубина обрастания *C. virgatum* [по 8, 16-18 с изменениями]

Район	Пределы границы термоклина, м	Максимальные глубины обнаружения <i>C. virgatum</i> , м	Последующая глубина исследований, м
Центральный район Атлантический океан	60-110	50, 100, 125	150
Западно-экваториальный район, Атлантический океан	30-70	25, 50	75
Аравийское море	50-80	25, 50, 80)	100
Южнее Бенгальского Залива	60-100	около 100	около 110
Северо-западнее Австралии	40	252)	50

Примечания: 1) *C. virgatum* (?); 2) *Lepadidae* juv.

ловлено наличием или отсутствием в них ципривидных личинок *Lepadidae*, готовых к оседанию. Так, например, только этим могло быть обусловлено отсутствие обрастания на одном из семи буйев на полигоне в Аравийском море. Экологические условия на всех буйях были весьма близки по своим показателям и вполне благоприятны для поселения и дальнейшего развития названных животных. Подобное наблюдали и в других районах Мирового океана [8, 14]. Напомним, кстати, что существует подобная связь наличия обрастания с изменениями толщины вод над термоклинном, который служит вертикальной, правда не абсолютной, границей обрастания (табл. 2).

## Заключение

Таким образом, вертикальное распределение организмов обрастания на подвижных и фиксированных субстратах может лимитироваться многими факторами, в частности, рассмотренными нами. В каждом конкретном случае могут быть свои закономерности этого распределения, что подразумевает обязательность анализа его особенностей и условий среды.

Авторы благодарны сотруднику ИПЭЭ РАН Олегу Владимировичу Савинкину за проведение осмотра и подводной фотосъемки обрастания катера в заливе Нячанг и предоставленные фотографии (рис. 2-6).

## Литература

1. Рудякова Н.А. Обрастание в северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1981. 68 с.
2. Зевина Г.Б. Биология морского обрастания. Москва: МГУ, 1994. 135 с.
3. Раилкин А.И. Процессы колонизации и защита от биообрастания. Санкт-Петербург: Изд. Санкт-Петербургского государственного университета, 1998. 272 с.
4. Звягинцев А.Ю. Роль микромасштабной турбулентности в распределении организмов-обрастателей на корпусах судов дальнего плавания / А.Ю. Звягинцев, А.В. Мощенко // Биология моря. 2002. Т. 28. № 6. С. 449-453.
5. Рудякова Н.А. Обрастание судов, плавающих в дальневосточных морях севернее Японского моря // Труды института океанологии АН СССР. 1967. Т.85. С. 3-17.
6. Рудякова Н.А. Об оседании и распределении баянусов на корпусах плавающих судов // Труды института океанологии АН СССР. 1967. Т.85. С. 77-90.
7. Crisp D.J. A substance promoting hatching and liberation of young in Cirripedes // Nature, 1956. V. 178. № 4527. P. 263.
8. Ильин И.Н. Экология океанического обрастания в пелагиали. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 241 с.
9. Skerman T.M. Notes on settlement in Lepas barnacles // New Zealand Journal of Science, 1958. V. 1. № 3. P. 383-390.
10. Fernando A.S. Rare occurrence of Conchoderma virgatum (Cirripedia, Lepadomorpha) on a scyphozoan medusa / A.S. Fernando, K. Ramamoorthi // Cur. Sci. Ind. 1974. V. 43. № 4. P. 126.

## Ключевые слова:

распределение  
морского  
обрастания,  
суда,  
буйковые станции

11. Томилин А.Г. Китообразные. Звери СССР и прилегающих стран. Т. 9. М.: АН СССР, 1957. 756 с.
12. Зевина Г.Б. Усоногие раки подотряда Lepadomorpha Мирового океана. Ч. 2. Л.: Наука, 1982. 222 с.
13. Соколов В.Е. Млекопитающие России и сопредельных регионов. Усатые киты / В.Е. Соколов, В.А. Арсеньев. М.: Наука, 1994. 208 с.
14. Ильин И.Н. Гидрологическая обусловленность обрастания на буйковых станциях в Аравийском море / И.Н. Ильин, Л.И. Галеркин // Биокоррозия, биоповреждения, обрастания. М.: ЦНИИСК, 1976. С. 224-227.
15. Старостин И.В. Биоповреждение в водных средах / И.В. Старостин, Е.М. Лебедев // Проблемы защиты от биоповреждений. М.: Знание, 1979. Сер. Биология. Вып. 1. 53 с.
16. Ильин И.Н. Океаническое обрастание в экваториальной Атлантике / И.Н. Ильин, И.А. Кузнецова, И.В. Старостин // Океанология. 1978. Т. 18. Вып. 5. С. 913-917.
17. Ильин И.Н. Обрастание на буйковых станциях в Индийском океане / И.Н. Ильин, Г.Г. Николаева // Биоповреждения материалов и защита от них. М.: Наука, 1978. С. 32-38.
18. Ильин И.Н. Обрастание Lepadidae на буйковом полигоне в Аравийском море / И.Н. Ильин, Н.А. Рудякова, И.В. Старостин, Л.А. Пономарева // Биоповреждения материалов и защита от них. М.: Наука, 1978. С. 39-46.

Yu.L.Kovalchuk, I.N.Ilyin, O.P. Poltarukha

## PECULIARITIES OF FOULING ORGANISM DISTRIBUTION ON SHIPS AND BUOY STATIONS IN SEA

The features of fouling organism distribution on ships and buoy stations have been discussed. It is shown that the fouling distribution on ships can be caused not only by light exposure and speed of water stream.

Dependence of vertical distribution of fouling organisms on the mobile and fixed substrata from other factors was proved to take place. Thus in each specific case there can be specific laws of this distribution that means

compulsion of the analysis of its features and conditions of environment.

**Key words:** distribution of marine fouling, ships, buoy stations