

С.Е.Никонова

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины, г.Одесса

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ТАКСОЦЕНОТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЦИСТ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОДЕССКОГО РЕГИОНА

В донных отложениях Одесского региона выявлены пространственно-временные таксоценотические комплексы и внутрикомплексные группировки цист динофитовых водорослей на основе сходства таксономического состава и количественного распределения. Обнаружены цисты 26 таксонов водорослей, из которых 22 относились к 3 порядкам, 6 семействам, 7 родам (*Scrippsiella*, *Protoperidinium*, *Lingulodinium*, *Gymnodinium*, *Pheopolykrikos*, *Alexandrium*, *Ensiculifera*), 4 таксона не идентифицированы. Коэффициенты ранговой корреляции Спирмана (r_{\max}) для физико-химических параметров (глубина, температура, соленость, содержание растворенного кислорода в воде) и их сочетаний не выявили связи между изменениями абиотических параметров в интервале значений, наблюдаемых в период исследований, и плотностью цист динофлагеллят.

Динофитовые водоросли – важнейший компонент морского фитопланктона. Наряду с диатомовыми динофлагелляты занимают ведущее место по числу видов, численности и биомассе и могут развиваться в массовых количествах, вызывая «цветение» воды. Для многих видов этих водорослей характерны сложные циклы развития, включающие покоящиеся стадии (цисты). Образование цист происходит в течение вегетационного периода развития каждого вида, наиболее активно цистообразование происходит с наступлением неблагоприятных условий и в конце вегетации, а также в случаях массового развития водорослей – «цветения» воды [1 – 3]. Цисты оседают на дно и в донных отложениях длительное время сохраняют жизнеспособность.

Во многих странах проводят исследования цист водорослей токсичных видов [4, 5], видов, вызывающих «цветение» воды [1, 2, 4], а также выявление видов-вселенцев [6 – 8]. Первые исследования таксономического состава цист динофитовых водорослей донных отложений Черного моря были проведены в Одесском морском порту и на прилегающих акваториях в рамках международной программы «ГлоБалласт» [9].

Черное море характеризуется уникальным таксономическим составом микроводорослей и, в частности, динофлагеллят, с обилием эндемичных и реликтовых видов [10]. Таксономическая идентификация цист большинства видов предполагает специальные лабораторные исследования с целью установления соответствия вегетативной и покоящейся стадий.

Цель работы – выявить пространственное и сезонное распределение таксоценотических комплексов цист динофитовых водорослей, определить особенности их структуры, провести сравнительный анализ выделенных комплексов на основе сходства таксономического состава и количественного распределения цист в донных отложениях Одесского региона. Выявить возможное воздействие абиотических факторов на таксоценотические комплексы.

© С.Е.Никонова, 2008

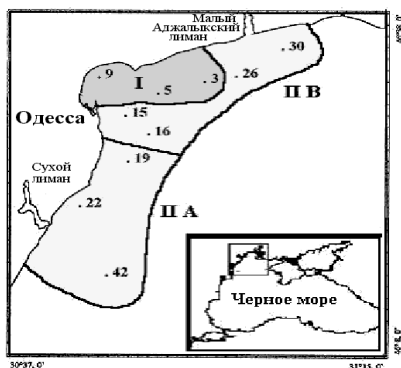


Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб в Одесском регионе и расположения таксоценологических комплексов цист динофитовых водорослей (по результатам кластерного анализа).

Каждую пробу грунта делили на две подпробы. Одну из них (20 г) высушивали в термостате при температуре 65 °С и определяли вес сухих донных отложений, ко второй (5 г), используемой для определения плотности и биомассы цист, добавляли 50 мл стерильной морской воды, 0,05 мл полученной взвеси просматривали в 3-х – 5-ти повторностях под микроскопом при 80^x – 400^x-кратном увеличении. Плотность цист выражали в экземплярах на 1 г, биомассу – в мкг·г⁻¹ сухих донных отложений. Биомассу рассчитывали на основании вычисления индивидуальных объемов цист, приравнивая их к подобной по форме геометрической фигуре.

Цисты динофитовых водорослей идентифицированы в основном до уровня рода, что связано с их малой изученностью и недостаточностью литературы по данной тематике. В работе было использовано руководство по изучению цист динофлагеллят [11].

Полученные данные обработаны с использованием пакета программ многомерного статистического анализа *PRIMER V.5.2.8* [12]. Выделение пространственных и сезонных комплексов по таксономическому составу и плотности цист выполнено на основе анализов иерархической кластеризации (программа *CLUSTER*) по коэффициенту Брей-Куртиса с расчетом дальне-групповой связи между станциями; для снижения нежелательного эффекта влияния высокой численности наиболее массовых видов на результаты расчетов матриц сходства исходные данные были предварительно трансформированы.

Индекс видового разнообразия рассчитан по формуле Маргалефа.

Оценка достоверности различий выделенных комплексов станций проведена на основе алгоритма сравнения степени варибельности средних значений ранговых сходств (*R*-статистика) для комбинаций всех возможных пар полученных комплексов (программа *ANOSIM*). Анализ среднего структурного сходства внутри комплексов и отличий между ними выполнены по величинам относительного вклада отдельных видов во внутрикомплексное сходство S_i (%) и межкомплексные различия D_i (%) на основе функций сходства S

Материал и методика. Район исследований расположен в северо-западной части Черного моря на участке прибрежной акватории, заключенной между устьями Сухого и Малого Аджалыкского лиманов (рис.1).

Пробы донных отложений отобраны в Одесском регионе в августе, декабре 2005 г. и мае 2006 г. с глубин от 17 до 23 м (исключение – ст.9, глубина 10 м) дночерпателем Петерсена площадью захвата 0,1 м². Для исследования отбирали пробы из верхнего 2 см слоя грунта. Чтобы исключить влияние типа субстрата на структуру таксоценологических комплексов цист динофитовых водорослей, из 28 станций были выбраны 10, донные отложения которых представлены одним типом грунта – черным илом.

Т а б л и ц а 1. Значения физических и гидрохимических параметров во время отбора проб на станциях в Одесском регионе.

сезон	глубина, м	температура, °С	соленость, ‰	O ₂ , мг·дм ⁻³
лето	19,0 ± 4,0	8,3 ± 1,55	16,97 ± 0,44	3,37 ± 0,46
зима	19,0 ± 3,9	8,19 ± 0,72	14,86 ± 0,60	10,34 ± 0,33
весна	19,5 ± 3,7	5,68 ± 0,99	16,68 ± 0,15	10,12 ± 0,75

или отличия D . Данные функции представляют отношение абсолютных значений вклада i -го вида в среднее сходство (отличие) между комплексами к стандартному отклонению ($S = S_i/Std_{(S_i)}$ и $D = D_i/Std_{(D_i)}$) (программа *SIMPER*). Виды, вносящие максимальный вклад S_i (%) в среднее внутрикмплексное сходство станций, названы индикационными, а виды, в наибольшей степени определяющие межкомплексные различия D_i (%), – дискриминаторными [12 – 14].

По результатам сопоставления биотической и абиотической матриц (программа *BIOENV*) рассчитаны коэффициенты ранговой корреляции Спирмана r_{\max} для комбинаций абиотических переменных (глубина, температура, соленость, содержание растворенного кислорода в воде), в наибольшей степени определяющих изменение структуры таксоценоза [11]. Физические и гидрохимические параметры воды были выполнены сотрудниками отдела качества водной среды ОФ ИнБЮМ к.г.н. Ю.И. Богатовой и к.б.н. А.Ю. Гончаровым под руководством с.н.с. Г.П. Гаркавой. Средние (по сезонам) значения физических и гидрохимических параметров представлены в табл.1.

Результаты и обсуждение. В донных отложениях Одесского региона были обнаружены цисты динофитовых водорослей 26 таксонов (22 таксона отнесены к 3 порядкам, 6 семействам, 7 родам (*Scrippsiella*, *Protoperidinium*, *Lingulodinium*, *Gymnodinium*, *Pheopolykrikos*, *Alexandrium*, *Enciculifera*), 4 таксона не идентифицированы). Плотность цист в донных отложениях колебалась от 300 (весной) до 5800 экз·г⁻¹ (зимой) при средних значениях 2400 ± 1400 экз·г⁻¹, биомасса – от 20 (весной) до 900·мкг г⁻¹ (в зимний период) (в среднем 330 ± 210 мкг·г⁻¹). Сезонные различия, как по плотности цист, биомассе, так и по общему количеству таксонов, незначительны (табл.2).

В зимний период отмечена тенденция увеличения средней плотности, биомассы и общего числа таксонов по сравнению с весенним и летним сезонами. Число таксонов на каждой станции колебалось от 3 до 10, составляя в среднем 4 – 6 .

Т а б л и ц а 2. Значения сезонных показателей плотности, биомассы и видового богатства цист динофлагеллят в Одесском регионе.

сезон	плотность, экз·г ⁻¹ сухих донных отложений	биомасса, мкг г ⁻¹ сухих донных отложений	общее кол- во таксонов	кол-во инди- кационных таксонов
лето	2300 ± 800	330 ± 160	16	5
зима	2800 ± 1500	430 ± 250	19	5
весна	2200 ± 1400	230 ± 200	14	2

Выделение пространственных таксоценологических комплексов и внутрикомплексных группировок. По результатам кластерного анализа, проведенного по таксономическому составу и плотности цист, на уровне 48 % сходства все станции полигона разделены на две основные пространственные группы (рис.2). В группу I вошли 3 станции, расположенные в районе Одесского порта, мыса Северный и Большого Аджалыкского лимана; в группу II – 7 станций (рис.1).

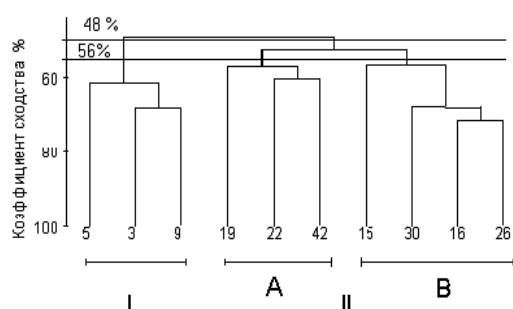


Рис. 2. Дендрограмма относительного сходства бентосных станций в Одесском регионе (по коэффициенту Брей-Куртиса, на основе таксономического состава и плотности цист динофитовых водорослей в донных отложениях).

Внутри каждого из двух выделенных комплексов средний уровень сходства станций, оцененный по коэффициенту Брей-Куртиса, оказался примерно одинаковым: 37,50 % в комплексе I группы станций и 35,96 % – в комплексе II группы. Наиболее значимыми и определяющими особенностями структуры таксоцены (суммарный вклад в среднее внутрикомплексное сходство станций составил более 90 %) в комплексе I группы станций являлись 3 таксона из 13, в комплексе II группы – 4 из 25 таксонов (табл.3). Выявлено 3 индикационных таксона, общих для всего региона. Относительная плотность цист *Scrippsiella trochoidea* и *Lingulodinium polyedrum*: в комплексе I группы станций составляла соответственно 42,17 и 14,71 % от общего числа цист, в комплексе II группы станций – 39,10 и 9,84 %.

На уровне сходства около 56 % группа станций II подразделяется на

две основные пространственные группы (рис.2). В группу I вошли 3 станции, расположенные в районе Одесского порта, мыса Северный и Большого Аджалыкского лимана; в группу II – 7 станций (рис.1).

Таксоценологический комплекс I группы станций отличался сравнительно бедным видовым составом (13 таксонов) и невысокой плотностью цист (1900 ± 700 экз. \cdot г $^{-1}$) по сравнению с II группой станций (25 таксонов, 2700 ± 1500 экз. \cdot г $^{-1}$). На станциях I группы индекс Маргалефа составлял 1,592, в II группе станций – 3,039.

Таблица 3. Вклад ведущих индикационных видов в среднее сходство внутри выделенных пространственных таксоценологических комплексов цист динофлагеллят в Одесском регионе.

таксон	N , экз. \cdot г $^{-1}$ сухого грунта	S	S_i , %
I группа станций – среднее сходство 37,50 %			
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	790	1,92	64,85
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	280	1,13	21,18
<i>Protoperidinium sp.2</i>	110	0,35	4,76
прочие виды (10 таксонов)	720		9,11
II группа станций – среднее сходство 35,96 %			
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	1050	2,15	72,15
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	270	0,61	8,55
<i>Protoperidinium sp.2</i>	140	0,60	5,17
<i>Alexandrium sp.</i>	200	0,50	5,16
прочие виды (21 таксон)	1040		8,92

Примечание: N , экз. \cdot см $^{-3}$ – средняя численность вида в комплексе; S_i – абсолютный и S_i (%) – относительный вклад i -го вида в среднее сходство Брей-Куртиса внутри комплекса, S – функция сходства.

две подгруппы: подгруппа А объединяет 3 станции, расположенные в южной части Одесского региона, подгруппа В – 4 станции, находящиеся в центральной и северной части исследуемой акватории (рис.1). Подгруппа В II группы станций отличалась наибольшими показателями плотности цист ($3200 \text{ экз}\cdot\text{г}^{-1}$) и числом таксонов (21 таксон).

Сезонные таксоценоотические комплексы. В летнем комплексе найдены цисты 16 таксонов динофлагеллят, 5 из них определяли особенности структуры таксоцены (суммарный вклад этих видов в среднее внутрикомплексное сходство станций составил более 90 %). Индикационную роль в летнем комплексе играли цисты *S. trochoidea* (относительный вклад в среднее сезонное внутрикомплексное сходство составил $S_i = 53,25 \%$, функция сходства $S = 1,95$), *Protopteridinium sp.2* ($S_i = 17,21\%$, $S = 1,06$) и *L. polyedrum* ($S_i = 11,59 \%$, $S = 0,72$) (табл.4).

В зимнем комплексе обнаружены цисты 19 таксонов. Суммарный вклад 5 видов в среднее внутрикомплексное сходство станций составил более 90 %. Индикационными были *S. trochoidea* ($S_i = 62,28 \%$, $S = 2,18$) и *L. polyedrum* ($S_i = 15,73\%$, $S = 0,79$).

Весной 2006 г. в комплексе цист динофлагеллят значимыми (90 % общего вклада) были 2 таксона из 14 – *S. trochoidea* и *Protopteridinium sp.3*,

Т а б л и ц а 4. Вклад ведущих индикационных видов в среднее сходство внутри сезонных таксоценоотических комплексов цист динофлагеллят в Одесском регионе.

таксон	N , экз·г ⁻¹ су- хого грунта	S_i	S	S_i , %
летний комплекс – среднее сходство 37,67 %				
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	800	20,06	1,95	53,25
<i>Protopteridinium sp.2</i>	240	6,49	1,06	17,21
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	280	4,36	0,72	11,59
<i>Alexandrium sp.</i>	200	2,61	0,59	6,94
<i>Gymnodinium sp. 1</i>	260	1,90	0,47	5,05
прочие виды (11 таксонов)	520			5,96
зимний комплекс – среднее сходство 34,84 %				
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	980	21,70	2,18	62,28
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	270	5,48	0,79	15,73
<i>Protopteridinium sp.1</i>	410	1,80	0,33	5,17
<i>Gymnodinium sp. 2</i>	300	1,74	0,40	4,99
<i>Protopteridinium sp. 2</i>	120	1,44	0,61	4,12
прочие виды (14 таксонов)	720			7,71
весенний комплекс – среднее сходство 44,34 %				
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	1150	36,45	2,43	82,20
<i>Protopteridinium sp. 3</i>	240	4,20	0,88	9,46
прочие виды (12 таксонов)	810			8,34

П р и м е ч а н и е : N , экз·см⁻³ – средняя численность вида в комплексе; S_i (%) – относительный вклад i -го вида в среднее сходство Брей-Куртиса внутри комплекса, S – функция сходства.

роль индикационного вида выполняли цисты *S. trochoidea* ($S_i = 82,05 \%$, $S = 2,43$).

Наиболее высокие значения сезонного сходства станций по структуре таксоцены отмечены весной (44,27 %). Для комплексов, наблюдаемых в летний и зимний периоды, этот показатель оказался примерно одинаковым: 37,67 и 34,84 % соответственно. Сравнение сезонных списков значимых таксонов выявило один общий вид – *S. trochoidea*. Это указывает на выраженное сезонное различие выделенных комплексов цист. Значительное количество цист *S. trochoidea* в каждом сезоне исследуемого периода обусловило его роль как доминирующего индикационного вида.

Вклад отдельных видов в различие сезонных комплексов был оценен по значениям функции отличия D . Выявлена высокая степень различия сезонных таксоценологических комплексов («лето ↔ зима» 64,21 %, «лето ↔ весна» 65,80 %, «зима ↔ весна» 65,98 %) (табл.5). Таксономический состав и численность цист отдельных таксонов по сезонам обусловлены индивидуальными особенностями развития разных видов водорослей.

Различие летнего и зимнего сезонов составило 64,21 %, его определяли 7 таксонов (совокупность вклада более 70 %), были выделены виды-дискриминаторы: *S. trochoidea* (D_i (%) = 19,38, $D = 1,29$), *Protoperdinium sp.1* (D_i (%) = 11,48, $D = 0,74$), *L. polyedrum* (D_i (%) = 9,83, $D = 1,19$).

Отличие летнего и весеннего сезонов составляло 65,73 %, его обусловили 6 таксонов (совокупный вклад 70 %). Наиболее значимыми также были *S. trochoidea* (D_i (%) = 25,64, $D = 1,41$) и *L. polyedrum*, при этом их вклад в различие был выше, чем в летнем и зимнем сезонах (D_i (%) = 11,55, $D = 1,05$).

Отличие зимнего и весеннего комплексов составляло 65,92 %, было сформировано 6 таксонами (совокупный вклад 70 %), отмечены наиболее значимые виды-дискриминаторы *S. trochoidea* (D_i (%) = 23,84, $D = 1,65$), *Protoperdinium sp.1* (D_i (%) = 11,34, $D = 0,64$) и *L. polyedrum* (D_i (%) = 11,09, $D = 1,06$).

Проведена оценка статистической достоверности отличий между аргіогі выделенными сезонными комплексами цист на основе их таксономического состава и плотности (ANOSIM-тест). Статистически достоверные различия в структуре таксоценологических комплексов выявлены между летним (2005 г.) и весенним (2006 г.) сезонами (R -статистика = 0,532 при уровне значимости 0,1 %). Различия структур таксоценологических комплексов зимнего (2005 г.) и весеннего (2006 г.) сезонов не достоверны ($R = 0,393$ при уровне значимости 0,1 %).

На протяжении всего периода исследований была отмечена высокая плотность цист *S. trochoidea*, что обусловило индикаторную и дискриминаторную роль этого вида. По данным Г.В.Теренько [15], вегетация *S. trochoidea* продолжается с осени до весны. В Одесском заливе в августе – сентябре 2005 г. было отмечено «цветение» воды, вызванное *S. trochoidea*, это способствовало активному цистированию водорослей уже вначале вегетационного периода (плотность цист 800 экз.·г⁻¹, что составило 34,0 % от общего числа цист). Зимой плотность цист составляла 980 экз.·г⁻¹ (34,6 %), а весной возросла до 1150 экз.·г⁻¹ (52,7 % от общего числа цист).

Абиотические факторы, определяющие количественное распределение цист. Расчеты коэффициентов ранговой корреляции Спирмана (r_{\max}) для неко-

Т а б л и ц а 5. Вклад ведущих дискриминаторных видов в среднее различие между сезонными таксоценоотическими комплексами цист динофлагеллят в Одесском регионе.

таксон	N, экз·г ⁻¹ сухих донных отложений		D	D _i (%)
	лето	зима		
летний и зимний комплексы – среднее отличие 64,21 %				
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	800	980	1,29	19,38
<i>Protoperidinium sp.1</i>	90	410	0,74	11,48
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	280	270	1,19	9,83
<i>Gymnodinium sp. 2</i>	0	300	0,57	9,14
<i>Gymnodinium sp. 1</i>	260	80	0,65	8,88
<i>Alexandrium sp.</i>	200	186	1,06	8,00
<i>S. cristallina</i>	100	160	0,70	7,03
летний и весенний комплексы – среднее отличие 65,73 %				
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	800	1150	1,42	25,64
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	280	250	1,05	11,55
<i>Protoperidinium sp.2</i>	240	40	1,17	8,99
<i>Gymnodinium sp. 1</i>	260	0	0,55	8,83
<i>Protoperidinium sp. 3</i>	0	240	1,02	7,82
<i>Alexandrium sp.</i>	200	30	0,84	7,16
зимний и весенний комплексы – среднее отличие 65,92%				
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	980	1150	1,65	23,84
<i>Protoperidinium sp. 1</i>	410	0	0,64	11,34
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	270	250	1,06	11,09
<i>Gymnodinium sp. 2</i>	300	0	0,56	9,77
<i>Protoperidinium sp. 3</i>	0	240	1,00	7,35
<i>S. cristallina</i>	160	90	0,60	7,00

П р и м е ч а н и е : N, экз·см⁻³ – средняя численность вида в сравниваемых комплексах; D_i (%) – относительный вклад i-го вида в среднее различие Брей-Куртиса между комплексами, D – функция отличия.

торых физико-химических параметров (глубина, температура, соленость, содержание растворенного кислорода в воде) и их сочетаний не выявили достоверной связи между изменениями этих параметров и плотностью цист динофлагеллят. Это, вероятно, связано с незначительными колебаниями глубин и других физических и гидрохимических параметров среды на станциях отбора проб в исследуемый период (табл.1).

Выводы. В донных отложениях прибрежных акваторий Одесского региона в летний и зимний 2005 г. и весенний 2006 г. периоды обнаружены цисты динофитовых водорослей 26 таксонов, из которых 22 относились к 3 порядкам, 6 семействам, 7 родам (*Scrippsiella*, *Protoperidinium*, *Lingulodinium*, *Gymnodinium*, *Pheopolykrikos*, *Alexandrium*, *Ensiculifera*), 4 таксона не идентифицированы.

В Одесском регионе на основе сходства таксономического состава и численности цист были выделены пространственные таксоценоотические комплексы и внутрикомплексные группировки.

Плотность цист в донных отложениях колебалась в зависимости от сезона от 300 до 5800 экз·г⁻¹ сухого грунта (в среднем 2400 ± 1400 экз·г⁻¹), биомасса – от 20 до 900 мкг·г⁻¹ (в среднем 330 ± 210 мкг·г⁻¹).

Выявлены достоверные различия структуры таксоценоотических комплексов летнего (2005 г.) и весеннего (2006 г.) сезонов ($R = 0,532$ при уровне значимости 0,1 %).

В акватории Одесского региона основу структуры таксоценоотических комплексов в летний и зимний периоды формировали 5 таксонов, в весенний период – 2. Цисты *S. trochoidea* доминировали по численности в течение всего периода исследования.

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмана (r_{\max}) для исследуемых физико-химических параметров (глубина, температура, соленость, содержание растворенного кислорода в воде) и их сочетаний не выявили достоверной связи между изменениями этих параметров и плотностью цист динофлагеллят в исследуемый период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Heiskanen A.S.* Mass encystment and sinking of dinoflagellates during a spring bloom // *Marine Biol.*– 1993.– v.116, № 1.– P.161-167.
2. *Marasovic I.* Encystment and excystment of *Gonyaulax polyedra* during a red tide // *Estuar. Coastal Shelf Sciences.*– 1989.– v.28, № 1.– P.35-41.
3. *Garces E., Bravo I., Vila M., et al.* Relationship between vegetative cells and cyst production during *Alexandrium minutum* bloom in Arenys de Mar harbour (NW Mediterranean) // *J. Plankton Research.*– 2004.– v.26 (6).– P.637-645.
4. *Bolch C.J., Blackburn S.I., Cannon J.A., Hallegraeff G.M.* The resting cyst of the red-tide dinoflagellate *Alexandrium minutum* (Dinophyceae) // *Phycologia.*– 1991.– v.30, № 2.– P.215-219.
5. *Yamaguchi M., Itakura S., Imai I.* Vertical and horizontal distribution and abundance of resting cysts of the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense* and *Alexandrium catenella* in sediments of Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea, Japan // *Nippon Suisan Gakkaishi.*– 1995.– v.61, № 5.– P.700-706.
6. *Orlova T.Y., Morozova T.V., Gribble K.E., et al.* Dinoflagellate cysts in recent marine sediments from the east coast of Russia // *Botanica Marina.*– 2004.– 47.– P.184-201.
7. *Nehring S.* Dinoflagellate resting cysts in recent sediments of the western Baltic as indicators for the occurrence of 'non-indigenous' species in the water column // *Proc. 13th Baltic Marine Biologists Symposium.* Jurmala, Latvia. 31.08-4.09.1993.– Eds by Andrushaitis A.– Riga, Latvia: Institute of Aquatic Ecology of University of Latvia, 1997.– P.79-85.
8. *Pertola S., Faust M.A., Kuosa H.* Survey on germination and species composition of dinoflagellates from ballast tanks and recent sediments in ports on the South Coast of Finland, North-Eastern Baltic Sea.
9. *Зайцев Ю.П., Александров Б.Г. и др.* Базовые биологические исследования Одесского морского порта (август-декабрь 2001 г.): итоговый отчет.– Серия монографий Одесского демонстрационного центра программы Глобалласт, 2004.– вып.7.– 172 с.

10. *Зайцев Ю.П.* Вселенцы в Черное море / *Баитанный Р., Вебстер Л., Лиманчук С., Рааймейкерс С., Работнёв В.* 1-ая Конференция стран Черного моря по контролю и управлению водяным балластом. Одесса, Украина, 10-12.10 2001 г.: Отчет о конференции.– Серия монографий Одесского демонстрационного центра программы ГлоБалласт, 2002.– вып.1.
11. *Matsuoka K., Fukuyo Y.* Technical guide for modern dinoflagellate cyst study.– Asian Natural Environmental Science Center.WESTRAC-HAB/WESTRAC/IOC, 2000.– 187 p.
12. *Warwick R.M., Clarke K.R.* Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.– Natural Environment Research Council, UK, 1994.– 144 p.
13. *Петров А.Н., Неврова Е.Л.* Сравнительный анализ структуры таксоцена донных диатомовых (Bacillariophyta) в районах с различным уровнем техногенного загрязнения (Черное море, Крым) // Морський екологічний журнал.– 2004.– т.3, № 3.– С.72-83.
14. *Петров А.Н., Неврова Е.Л., Малахова Л.В.* Многомерный анализ распределения бентосных диатомовых (Bacillariophyta) в поле градиентов абиотических факторов в Севастопольской бухте (Черное море, Крым) // Морський екологічний журнал.– 2005.– т.4, № 3.– С.65-77.
15. *Теренько Г.В.* Видовое разнообразие динофлагеллят (Dinoflagellata) северо-западной части Черного моря в современных условиях // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002.– вып.1(6).– С.317-327.

Материал поступил в редакцию 19.09.2008 г.