



УДК 581.526.325

Л. В. Кузьменко, канд. биол. наук, с.н.с., **С. М. Игнатъев**, канд. биол. наук, с.н.с.

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

ФИТОПЛАНКТОН В ВОДАХ У О. ГАЛИНДЕЗ (АРГЕНТИНСКИЕ О-ВА, АНТАРКТИКА)

В 10 и 11-й украинских антарктических экспедициях (март 2005 – февраль 2007 гг.) исследованы количественное развитие и видовое разнообразие фитопланктона в водах у о. Галиндез (архипелаг Аргентинские о-ва), где расположена Украинская антарктическая станция Академик Вернадский. Выявлено 75 видов (80 вн. вд. такс.), новых для района. Общий список видов для вод архипелага насчитывает 199 (206) видов, включая некоторые микроводоросли бентоса, обнаруженные в приповерхностном слое. По числу видов доминировали Bacillariophyta (65 %), Dinophyta (23 %), остальные отделы включали от 1 до 8 видов. При изучении сезонной динамики количественного развития фитопланктона выявлен только один пик летней вегетации в 2005 – 2006 гг. (2.9 млрд. кл. \cdot м $^{-3}$; 29.4 г \cdot м $^{-3}$), что привело к «цветению» воды. Уровень и сроки вегетации одних и тех же видов микроводорослей в водах у о. Галиндез значительно различаются в разные годы.

Ключевые слова: фитопланктон, численность, биомасса, видовое разнообразие, Аргентинские о-ва, Антарктика

На о. Галиндез, входящем в состав архипелага Аргентинские о-ва, где находится Украинская антарктическая станция (УАС) Академик Вернадский, около 15 лет круглогодично проводится мониторинг состояния экосистемы прибрежных вод, включая её первичное звено – фитопланктон. Первые сведения о видовом составе и обилии фитопланктона в районе УАС были получены в марте 1997 и 1998 гг. [2, 9]. Имеются данные [13] о сине-зелёных и диатомовых, которые вызывают «цветение» снега и льда, а также о микроводорослях бентоса данного региона [6]. Исследованиям водорослей прибрежных вод и внутренних водоёмов о-ва Галиндез (февраль – март 2004) посвящена работа [1]. Ранее [4, 5] были обработаны и проанализированы материалы 7-й (2002 – 2003 гг.) украинской антарктической экспедиции (УАЭ) и сезонной съёмки в марте – апреле 2005 г., значительно расширившие существующие представления о видовом разнообразии и количественном развитии фитопланктона в регионе.

Цель настоящей работы – исследовать количественное развитие, видовое разнообразие и размерную структуру фитопланктона в прибрежных водах о-ва Галиндез в сезонном аспекте.

Материал и методы. Сбор материала проводился в 10-й (март 2005 – январь 2006) и 11-й (февраль 2006 – февраль 2007 гг.) УАЭ. Материал

для исследований собирали еженедельно (иногда чаще) из приповерхностного слоя воды пластиковым ведром с малого плавсредства, зимой – с берега или льда. Сборы из слоя дно – 0 м (глубина 35 – 50 м) проводили с 5 – 6 горизонтов батометром Нансена; параллельно измеряли температуру и солёность воды. Пробы воды объёмом 3 – 5 л сгущали до объёма 50 – 100 мл с помощью воронки обратной фильтрации с использованием нуклеопорового фильтра с диаметром пор 1 – 1.1 мкм и фиксировали глутаральдегидом с конечной концентрацией 2 %.

Обработка проб проводилась под световым микроскопом “Amplival” (Carl Zeiss) при увеличении \times 120, 240 и 480. Клетки фитопланктона просчитывали в камере Наумана в объёме 0.2 – 0.8 мл, устанавливали их таксономическую принадлежность, измеряли размеры с последующим расчётом индивидуальных объёмов [7, 8] и биомассы. При определении видового состава использованы различные определители, атласы, пособия и работы по фитопланктону Южного океана, которые указаны нами ранее [3, 5]. Названия видов приводятся по [11]. Учтены также сведения по синонимике родов и видов фитопланктона [14, 19].

В данной работе обсуждаются результаты обработки проб, собранных в прибрежной зоне у северо-западного побережья о. Галиндез вблизи от

УАС (станция Водомерный пост). Одновременно проанализированы данные по вертикальному распределению фитопланктона в акватории у о-вов Галиндез, Индикатор, Три Маленьких Поросянка, в проливах Мик и Френч в различные сезоны года. Для уточнения таксономического состава и выявления крупноклеточных представителей фитопланктона просмотрены зоопланктонные пробы, собранные сетью Джеди в слое дно – 0 м (январь – февраль 2006 г.).

Всего обработано 125 проб фитопланктона.

Результаты. Таксономическая структура. В результате обработки проб, собранных в 10-й УАЭ, определено 105 (109 с внутривидовыми таксонами) видов микроводорослей, в том числе 23 новых для района вида (21 %). По числу видов доминировали диатомовые (Bacillariophyta) (69 (73 вн. вид. такс.) – 67 %), значительно меньше встречено динофитовых (Dinophyta) (22), остальные отделы представлены 1 – 5 видами. Впервые обнаруженные водоросли (15 видов диатомовых, 6 – динофитовых, по 1 виду зелёных и золотистых водорослей) встречались редко и в единичных экземплярах, за исключением диатомовой *Melosira antarctica* V. Neurck. Её колонии в виде длинных нитей (до 200 клеток) в больших количествах находили при анализе сетяных проб. Здесь же встречались такие крупные диатомовые, как *Odontella weissflogii* (Jan.) Grun., *O. aurita* (Lyngb.) C.A. Ag., *Triceratium arcticum* Brightw., *Corethron criophilum* Castr. и другие.

Среди диатомовых в наших материалах наиболее разнообразны роды *Fragilariopsis*, *Cocconeis* (по 5 видов), *Thalassiosira* и *Nitzschia* (4), а из динофитовых – *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Amphidinium* и *Prorocentrum* (3 – 5 видов). В незначительных количествах в пробах постоянно присутствовали микрофитобентосные литоральные водоросли родов *Amphora*, *Licmophora*, *Cocconeis*, *Navicula* и др., которые заносились в верхние слои приливо-отливными волнами. При таянии льда в весенне-летний период в планктоне обнаруживались пресноводно-соленоватоводные, ледовые колониальные микроводоросли родов *Hormidiopsis*, *Oscil-*

latoria, а также *Johannesbaptistia pellucida* (Dickie) Taylor & Dronet и др.

Аналогичные результаты получены и в 11-й УАЭ. Определено 111 (115) видов микроводорослей, относящихся к 7 отделам. Наибольшим разнообразием также характеризовались диатомовые – 72 (76), что составляло 66 % от общего количества встреченных видов. Динофитовые представлены 25 видами (21 %), остальные отделы включали от 1 до 5 видов.

Из общего числа таксонов, обнаруженных с февраля 2006 по февраль 2007 гг., 25 (26) для прибрежных вод Аргентинских о-вов приводятся впервые. К диатомовым относятся 17 (18) видов, а к динофитовым – 8 (табл. 1). Большинство вновь обнаруженных видов также были малочисленными, кроме динофитовой водоросли *Polarella glacialis* Montres., Procas. & Stoeck, которая описана как новый род и вид в экспериментах с антарктическими культурами микроводорослей [16]. В наших материалах *P. glacialis* обнаруживалась в значительных количествах в феврале 2006 г., когда численность её клеток составляла 94 % всех динофитовых водорослей. В целом таксономический состав фитопланктона по сборам в 11-й УАЭ очень схож с таковым для 10-й УАЭ. Также разнообразны диатомовые из родов *Fragilariopsis*, *Cocconeis*, *Nitzschia*, *Thalassiosira* (по 4 – 5 видов), а из динофитовых – *Gymnodinium*, *Prorocentrum*, *Gyrodinium*, *Protoperidinium*, *Oxytoxum* (по 3 – 4 вида). Как и по материалам 10-й УАЭ, обнаруженные виды являются антарктическими, аркто-бореальными, космополитами или эндемиками Антарктики. В пробах постоянно, как правило, в небольших количествах, обнаруживались микрофитобентосные литоральные водоросли. Очень редко в наших материалах встречались типично океанические виды. По-видимому, это объясняется тем, что район в какой-то мере прикрыт от поступления вод из моря Беллинсгаузена с севера и востока сравнительно крупными о-вами Гротто и Корнер, а с запада – более мелкими островами.

Табл. 1 Новые для прибрежных вод о. Галиндез виды фитопланктона, обнаруженные дополнительно к [5]
Table 1 New phytoplankton species found in the coastal waters near Galindez Island added to the species list in [5]

Bacillariophyta	* <i>P. subcurvata</i> (Hasle) Fryx.
<i>Achnanthes antarctica</i> Perag. M.	<i>P. turgidula</i> (Hust.) Hasle
<i>Actinophychus senarius</i> Ehr.	<i>Synedra adeliae</i> Manguin
* <i>Cerataulina pelagica</i> (Cl.) Hend.	<i>S. camtchaticum</i> var. <i>antarctica</i> (Grun.) Manguin
* <i>Cocconeis extravagans</i> Jan.	* <i>Thalassiosira angulata</i> (Greg.) Hasle
* <i>Coscinosira antarctica</i> Kozlova	<i>T. eccentrica</i> (Ehr.) Cl.
<i>Dactyliosolen tenuijunctus</i> (Manguin) Hasle	<i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cl.
<i>Diatoma</i> sp.	Dinophyta
<i>Entomoneis hyperborea</i> (Grun.) Gran	* <i>Akashino sanguinea</i> Hurosaka
<i>Fragilariopsis pseudonana</i> Hasle	* <i>Amphidinium acutissimum</i> Schill.
* <i>Gomphonema</i> sp.	* <i>A. lissae</i> Schill.
* <i>Grammatophora antarctica</i> M. Per.	* <i>Diplopsalis lenticula</i> (Begh.) Schill.
* <i>Guinardia tubiformis</i> Hasle	* <i>Goniaulax</i> sp.
* <i>Lauderia annulata</i> Cl.	* <i>Gymnodinium biconicum</i> Schill.
<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kutz.) Grun.	<i>Oxyphysis oxytoxoides</i> Kof.
* <i>Melosira antarctica</i> V. Heurck	<i>Oxytoxum turbo</i> Kof.
<i>Navicula cendronii</i> Manguin	<i>O. variable</i> Schill.
<i>N. cristata</i> Manguin	<i>Polarella glacialis</i> Montres.
<i>N. insuta</i> Manguin	<i>Preperidinium meunieri</i> (Pav.) Elb.
* <i>Nitzschia adelianna</i> Manguin	<i>Pronoctiluca acuta</i> (Lohm.) Schill.
<i>N. capitellata</i> Hust.	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bail.) Abe & Dodge
* <i>N. stellata</i> Manguin	<i>Protoperidinium pedunculatum</i> Schutt
* <i>Plagiotropsis gaussii</i> (Heid.) Paddock	Chlorophyta
<i>Pleurosigma antarcticum</i> Heid. & Kolbe	* <i>Ulotrix</i> sp.
* <i>Podosira Van Heurckii</i> M. Per.	Chrysophyta
* <i>Pseudoamphipora Manginii</i> Manguin	* <i>Dinobryon</i> sp.
<i>Pseudonitzschia heimii</i> Manguin	

* – обнаружены в марте 2005 – январе 2006 гг., остальные – с февраля 2006 по февраль 2007 гг.

На протяжении всего периода исследований (март 2005 – февраль 2007 гг.) чётко проявлялась сезонная изменчивость общего числа встреченных видов водорослей (табл. 2; рис. 1Б). Наиболее разнообразен фитопланктон весной и летом (до 34 видов в пробе), зимой видовой состав очень беден – не более 19 видов в пробе, но чаще всего в пробе находили 4 – 8 видов микроводорослей.

Количественное развитие и сезонная динамика. Регулярные, круглогодичные сборы фитопланктона позволили оценить состояние фитоценоза в водах о. Галиндез, проследить сезонную изменчивость его количественного развития, выявить доминирующие виды и сроки их наибольшего обилия, оценить вклад отдельных видов и размерных групп в суммарную численность и биомассу фитопланктона. Полученные данные осреднены для каждого

месяца, а затем и для отдельных сезонов (рис. 1А-Б; табл. 2, 3). Анализ данных выявил постепенное снижение средних показателей обилия фитопланктона с марта по август 2005 г. В зимний сезон они были в 4 – 5 раз меньше, чем антарктической осенью (март – май). Численность суммарного фитопланктона в осенний период складывалась в основном (50 – 88 %) за счёт мелкой (< 15 мкм) размерной группы. В её состав входили мелкие флагаеллы, а также представители родов *Dunaliella*, *Pyramimonas* (Chlorophyta) и *Cryptomonas* (Cryptophyta). Основу биомассы создавали немногочисленные, но крупные клетки диатомов *Corethron criophilum* и *Thalassiosira antarctica*. Зимой на фоне очень малых средних величин обилия фитопланктона несколько возрос вклад динофитовых водорослей родов *Gymnodinium* и *Prorocentrum*.

Табл. 2 Сезонная динамика количественного развития, видовой и размерной структуры фитопланктона в водах у о. Галиндез, 0 м: N – численность, B – биомасса, V – средний объем клеток, Sp. – число видов, T – температура и S – соленость воды

Table 2 Seasonal dynamics of quantitative development, taxonomic and size structure of phytoplankton in water near Galindez Island, 0 m; N – abundance, B – biomass, V – average cells volume, Sp – species number, T – water temperature and S – water salinity

Характеристики фитопланктона Сезоны, месяцы, T, S	Суммарный фитопланктон		V, мкм ³	Sp.	Доля (%) размерных групп				Доминирующий комплекс	
	N, млн. кл. · м ⁻³	B, мг·м ⁻³			N		B		N	B
					2 – 15 мкм	> 15 мкм	2 – 15 мкм	> 15 мкм		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>Осень</u>										
2005 г. Март – май - 0.5 ÷ - 1.7 ⁰ C 31.2 ÷ 32.6 ‰	*) 25.3 1.3 – 70.6	61.2 28.5 – 113.2	2420 1088 – 58615	11 6 – 16	65.4	34.6	20.7	79.3	Мелкие флагелляты, <i>Dunaliella</i> sp., <i>Pyramimonas</i> sp., <i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Corethron criophulum</i> , мелкие флагелляты, <i>Fragilariopsis</i> spp.
<u>Зима</u>										
Июнь – август - 1.7 ÷ - 1.9 ⁰ C 32.4 ÷ 33.0 ‰	4.6 0.7 – 8.0	14.5 1.0 – 48.1	3020 667 – 7758	9.0 2 – 15	40.8	59.2	11.5	88.5	Мелкие флагелляты, <i>Gymnodinium</i> spp., <i>Prorocentrum</i> spp.	<i>T. antarctica</i> , <i>Proboscia inermis</i> , <i>Odontella</i> sp., <i>Gymnodinium</i> spp.
<u>Весна</u>										
Сентябрь – ноябрь - 1.2 ÷ - 1.6 ⁰ C 32.4 ÷ 32.8 ‰	214.5 10.7 – 708.3	486.8 95.2 – 1016.3	2269 1405 – 12886	23 17 – 34	16.7	83.3	1.2	98.8	<i>T. antarctica</i> , <i>Thalassiosira</i> sp., <i>Fragilariopsis</i> spp., <i>Gymnodinium</i> spp.	<i>T. antarctica</i> , <i>Odontella</i> spp., <i>P. inermis</i> , <i>Melosira antarctica</i> , <i>Fragilariopsis</i> spp.

Продолж. табл. 2. Table 2 (Conted)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Декабрь 2005 г. – февраль 2006 г. - 0.6 ÷ + 1.0°C 31.6 ÷ 31.8 ‰	1226.7	6316.4	4321	27	<u>Лето</u>					Мелкие флагелляты, <i>Fragilariopsis</i> spp., <i>Cryptomonas</i> sp., <i>Dunaliella</i> sp., <i>Pyramimonas</i> sp., <i>Proboscia</i> spp., <i>E. antarctica</i> , <i>P. glacialis</i>	<i>C. criophilum</i> , <i>Fragilariopsis</i> spp., <i>T. antarctica</i> , <i>P. inermis</i> , <i>P. truncata</i> , <i>O. weissflogii</i> , <i>E. antarctica</i> , <i>Pennatae</i>
	69.1 – 2943.6	178.8 – 29439.9	526 – 19671	24 – 33	61.4	38.6	9.1	90.9			
Март – май + 0.5 ÷ - 0.8°C 32.4 ÷ 32.9 ‰	157.6	113.3	1577	19	<u>Осень</u>					<i>Pyramimonas</i> sp., <i>Fragilariopsis</i> spp., <i>Prorocentrum</i> spp., мелкие флагелляты	<i>O. weissflogii</i> , <i>Coscinodiscus</i> sp., <i>C. criophilum</i> , <i>T. antarctica</i> , <i>Pyramimonas</i> sp., мелкие флагелляты
	1.3 – 885.4	6.6 – 757.1	126 – 4814	16 – 27	67.8	32.2	23.5	76.5			
Июнь – август - 1.3 ÷ - 1.7°C 33.3 ÷ 33.7 ‰	14	3.7	2825	10	<u>Зима</u>					Мелкие флагелляты, <i>Fragilariopsis</i> spp., <i>Prorocentrum</i> sp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Gyrodinium</i> sp.	<i>Fragilariopsis</i> spp., <i>Thalassiosira</i> spp., <i>Cocconeis</i> spp., <i>H. trompii</i> , <i>Pennatae</i> , <i>Gymnodinium</i> spp.
	0.6 – 3.4	0.8 – 9.8	945 – 4927	4 – 19	35.6	64.4	6.9	93.1			
Сентябрь – ноябрь - 1.2 ÷ - 1.5°C 33.1 ÷ 33.9 ‰	65.5	272.4	3214	23	<u>Весна</u>					<i>Phaeocystis pouchetii</i> , <i>Cylindrotheca closterium</i> , <i>Fragilariopsis</i> spp., мелкие флагелляты	<i>C. criophilum</i> , <i>Coscinodiscus</i> sp., <i>Thalas</i> spp., <i>Diatoma</i> sp., <i>Fragilariopsis</i> spp.
	5.1 – 769.5	9.6 – 4058.1	1461 – 11670	11 – 32	38.2	61.8	3.1	96.9			
Декабрь 2006 г. – февраль 2007 г. - 0.4 ÷ + 1.8°C 31.7 ÷ 32.5 ‰	202.7	249.9	1742	20	<u>Лето</u>					Мелкие флагелляты, <i>C. closterium</i> , <i>Pyramimonas</i> sp., <i>Dunaliella</i> sp., <i>H. crenulata</i>	<i>C. criophilum</i> , <i>T. antarctica</i> , <i>P. truncata</i> , <i>O. weissflogii</i> , <i>H. crenulata</i>
	5.4 – 353.6	27.6 – 1163.1	518 – 9683	14 – 26	44.1	55.9	46.1	53.9			

*) Примечание. Над чертой – средние показатели для сезона, под чертой – пределы

Табл. 3 Сроки вегетации доминантных видов фитопланктона в водах о. Галиндез (март 2005 – февраль 2007 гг.), 0 м: N – численность, млн. кл., B – биомасса, мг·м⁻³
 Table 3 Terms of vegetation of the dominating phytoplankton species in waters near Galindez Island (March 2005 – February 2007), 0 m: N – abundance, mln. cells, B – biomass, mg·m⁻³

Месяцы, характеристики фитопланктона Виды, Комплексы видов	Сроки вегетации	Периоды массового развития и максимальные количественные показатели		
		Месяцы	N	B
Bacillariophyta				
<i>Proboscia inermis</i> , <i>Pr. truncata</i>	сентябрь – март	ноябрь – февраль	408.0	17317.9
<i>Odontella weissflogii</i>	февраль – март	февраль	52.8	2743.1
<i>Eucampia antarctica</i>	февраль	февраль	72.6	2687.4
<i>Fragilariopsis</i> spp.	октябрь – декабрь	октябрь – ноябрь	673.4	783.1
<i>Thalassiosira antarctica</i> , <i>Thalassiosira</i> spp.	конец сентября – начало марта	ноябрь	211.0	1870.9
<i>Corethron criophilum</i>	ноябрь – начало января	декабрь	3.5	249.4
<i>Cylindrotheca closterium</i>	конец ноября – январь	январь	116.6	13.0
<i>Diatoma</i> sp., Pennatae	ноябрь – декабрь	начало ноября	83.1	388.9
Dygnophyta				
<i>Polarella glacialis</i>	декабрь – февраль	февраль	124.0	263.2
Chrysophyta				
<i>Phaeocystis pouchetii</i>	сентябрь – ноябрь	начало ноября	258.2	20.4
Cyanophyta				
<i>Hormidiopsis crenulata</i>	декабрь – январь	конец января	24.0	208.2
Chlorophyta, Cryptophyta				
<i>Pyramimonas</i> sp., <i>Dunaliella</i> sp., <i>Cryptomonas</i> sp.	конец декабря – апрель	декабрь – январь	860.0	564.5
Мелкие флагелляты	конец декабря – март	январь	2434.4	312.0

Как и осенью, основу биомассы составляли крупные диатомовые (*C. criophilum*, *O. weissflogii*, *Th. antarctica*, *Proboscia inermis*).

В начале весны (сентябрь) в планктоне присутствовали вышеуказанные диатомовые водоросли, но их численность несколько возросла. Если представители рода *Fragilariopsis* постоянно, но в незначительных количествах, встречались в осенне-зимний период, то в октябре – ноябре наблюдалась их массовая вегетация, и они доминировали среди диатомовых.

Численность *Fragilariopsis* достигала 673 млн. кл.·м⁻³, а биомасса – 783 мг·м⁻³, что составляло соответственно 95 и 70 % от суммарных значений обилия фитопланктона. В весенний сезон отмечалось постепенное увеличение (от 17 до 34) числа встреченных в пробе видов, в основном за счёт диатомовых водорослей. Количественные показатели обилия фитопланктона для сентября – ноября составили в среднем 214.5 млн. кл.·м⁻³; 486.8 мг·м⁻³, что по численности в 42, а по биомассе – в 33

раза выше, чем зимой. С повышением температуры воды у поверхности до +1⁰С и увеличением продолжительности светового дня в начале декабря и далее в январе 2006 г. наблюдалось массовое развитие растительного планктона численностью 2.1 – 2.9 млрд. кл.·м⁻³, что вызвало «цветение» воды. В этот период до 61 % встреченных в пробах клеток приходилось на мелкую размерную группу – мелкие флагелляты, а также виды *Dunaliella*, *Pyramimonas* и *Cryptomonas*, вызвавших уменьшение средних объёмов клеток. 80 – 90 % биомассы составляли средние и крупные виды диатомовых (табл. 2). В середине февраля, вероятно, наступила следующая фаза сукцессии – почти на порядок снизилась численность нанопланктонных клеток, но возрос вклад динофитовых, в основном *P. glacialis*. Резко увеличилась суммарная биомасса средних и крупных диатомовых (*P. inermis*, *P. truncata*, *O. weissflogii*, *Eucampia antarctica*, *C. criophilum*, *Th. antarctica*, *Th. eccentrica*). В феврале получены наиболее высокие значения

биомассы – $29.4 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ (в среднем 15.7). Выявленный в летний сезон пик массового развития фитопланктона и его видового разнообразия

четко совпадают с повышением температуры воды (рис. 1А-Б).

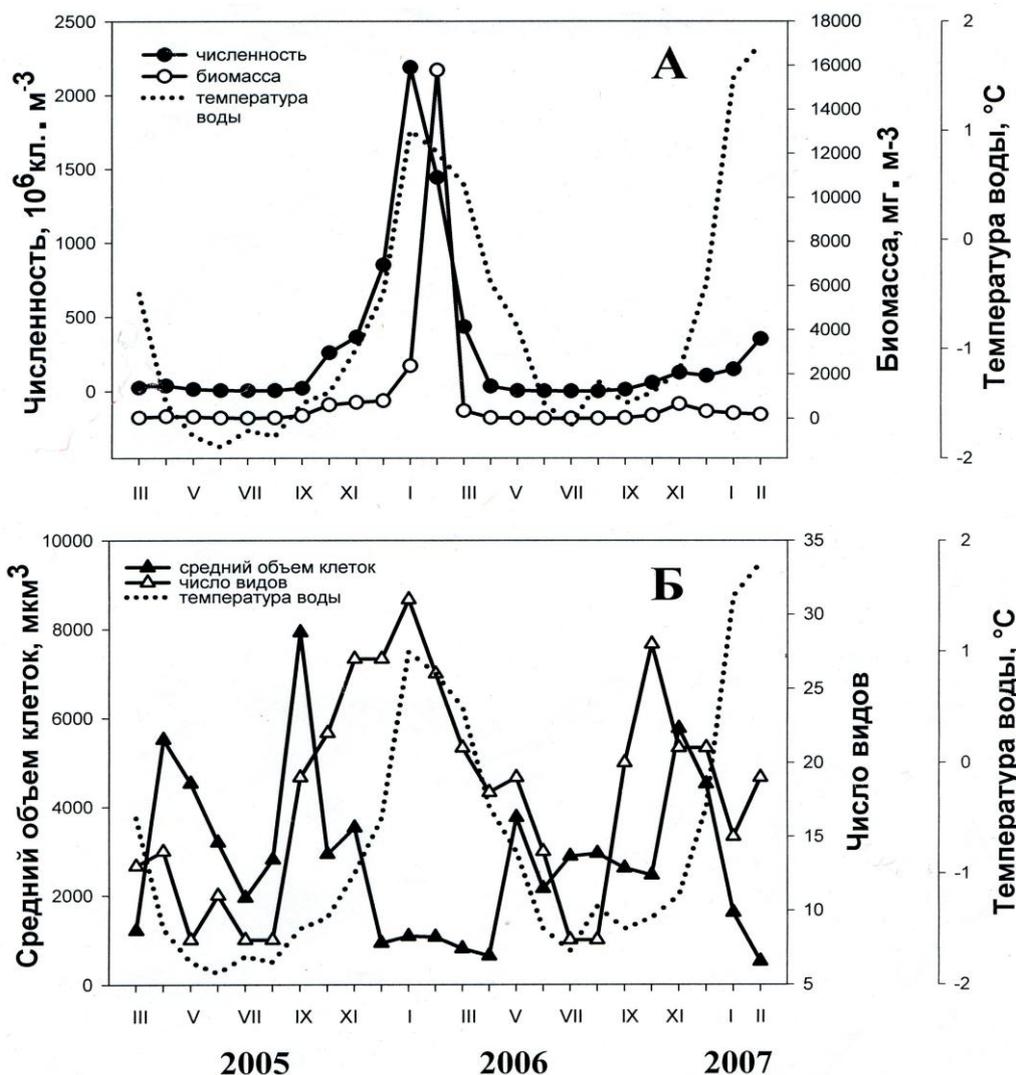


Рис. 1 Сезонная динамика численности, биомассы (А), среднего объема клеток, числа видов фитопланктона (Б) и температуры воды у о-ва Галиндез, 0 м
Fig. 1 – Seasonal dynamics of abundance, biomass (А), average cells volume, species number of phytoplankton (Б) and water temperature near Galindez Island, 0 m

В начале марта численность фитопланктона была ещё сравнительно высокой ($434 \text{ млн. кл.} \cdot \text{м}^{-3}$) за счёт мелких флагаеллят, разных видов из рода *Fragilariopsis* (60 – 85 % от суммарных значений), что привело к снижению средних объёмов клеток. Изредка в пробах обнаруживались *Pyramimonas* sp. и *Dunaliella* sp. Биомасса в это время достигала $349 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, а её основу составляли крупные диатомовые родов *Odontella*, *Coscinodiscus*, *Corethron*, *Thalassiosira* и средние по размерам пеннатные микроводоросли. С понижением температуры воды и сокращением светового дня наблюдалось за-

тухание вегетации фитопланктона. С конца марта, в апреле – мае показатели обилия фитопланктона резко снизились ($34 - 4 \text{ млн. кл.} \cdot \text{м}^{-3}$; $27 - 14 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$), а число встреченных видов в одной пробе в этот период не превышало 20. В планктоне продолжали доминировать мелкие флагаелляты (71 – 87 %), а основу биомассы создавали сравнительно крупные виды диатомовых родов *Corethron*, *Trachyneis*, *Haslea*, *Membraneis*, *Proboscia* и др., что отразилось и на повышении средних объёмов клеток в мае (рис. 1 Б).

Очень беден видовой состав фитопланктона в прибрежных водах о. Галиндез на протяжении всего зимнего сезона (июнь – август 2006 г.). Обычно в пробах обнаруживалось 4 – 12 видов водорослей. Численность клеток варьировала от 0.6 до 3.4 млн. кл. \cdot м⁻³, а биомасса – от 1.7 до 9.8 мг \cdot м⁻³ (в среднем соответственно 1.4 и 3.4). Антарктической зимой на фоне очень бедного видового состава несколько возросло число встреченных видов динофитовых, численность и биомасса которых была примерно такой же, как у диатомовых, а иногда и выше. Среди динофитовых чаще всего встречались виды из родов *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Prorocentrum*. Диатомовые представлены немногочисленными видами из *Fragilariopsis*, *Cocconeis*, *Thalassiosira*, *Haslea*, *Tropidoneis*. В анализируемом материале отсутствовали крупные диатомовые – *C. criophilum*, *O. weissflogii*, *P. inermis*, которые в предыдущий год составляли основу биомассы.

В сентябре и почти до конца октября величины численности и биомассы фитопланктона были, по-прежнему, низкими: соответственно 32 – 51 млн. кл. \cdot м⁻³ и 13.6 – 86.0 мг \cdot м⁻³. Однако заметно расширилось разнообразие (до 26 видов) встреченных в пробах микроводорослей. Так же, как в предыдущие годы, в планктоне появились колонии очень мелкой золотистой *Phaeocystis pouchetii*, но основной период её вегетации продолжался не более недели с наибольшей численностью 258.2 млн. кл. \cdot м⁻³ в начале ноября. Хотя число клеток *Ph. pouchetii* составляло 37 % суммарного фитопланктона, но это не вызвало «цветения» воды, как это наблюдалось, например, весной 2002 г. [4, 5]. Биомасса фитопланктона достигала 4 г \cdot м⁻³ в результате массового развития *Thalassiosira antarctica*, *Th. eccentrica* (60 %) и других крупных видов диатомовых, что привело к значительному увеличению (до 6000 мкм³) среднего объёма клеток. Среди диатомовых выделяется также пеннатная бентическая микроводоросль рода *Diatoma* (возможно *D. vilgare* Vory var. *ehrenbergii* (Kütz.) Grun.), которая об-

наруживалась в приповерхностном слое в результате приливо-отливных волн, численностью до 83.1 млн. кл. \cdot м⁻³. В октябре – ноябре наблюдалось значительное увеличение количественных показателей развития представителей рода *Fragilariopsis* (118 – 168 млн. кл. \cdot м⁻³; 107 – 230 мг \cdot м⁻³), однако они были в 3 – 5 раз ниже, чем весной предыдущего года. Следует отметить появление в планктоне диатомовой *Cylindrotheca closterium*, которая ранее в наших материалах встречалась очень редко. С конца ноября её численность постепенно возростала, достигнув в начале января 116.6 млн. кл. \cdot м⁻³. Значительно разнообразнее, по сравнению с зимним сезоном, были динофитовые водоросли (10 – 12 видов), представленные видами *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Protoperdinium*, *Prorocentrum*, но их вклад в суммарную численность и биомассу был незначителен (не более 37.1 млн. кл. \cdot м⁻³; 66.0 мг \cdot м⁻³).

В период антарктического лета количество клеток фитопланктона возросло в три раза по сравнению с таковым для весеннего сезона (табл. 2), тогда как биомасса оставалась примерно на том же уровне. Повышение численности произошло за счёт увеличения в планктоне доли нанопланктонных клеток (до 54 %), в основном мелких флагеллят, *Pyramimonas* sp., *Dunaliella* sp. и появившейся во время таяния льда мелкой пресноводной водоросли *Hormidopsis crenulata* (Chlorophyta), что привело к резкому снижению средних объёмов клеток (рис. 1Б). В значительно меньших количествах, по сравнению с летом 2005 – 2006 гг., в планктоне встречалась *P. glacialis*, но постоянно присутствовали диатомовые водоросли родов *Fragilariopsis*, *Cocconeis*, а также *Th. antarctica*, *C. criophilum*, *P. truncata*, *O. weissflogii*, *Haslea trompii*, которые и составляли основу биомассы. Наиболее высока она в начале декабря – 900.5 мг \cdot м⁻³ или 78 % суммарных значений фитопланктона.

В среднем для декабря – февраля численность фитопланктона составила 202.7 млн. кл. \cdot м⁻³, а биомасса – 249.9 мг \cdot м⁻³, что в 6 и 25

раз соответственно ниже, чем для лета предыдущего года и сопоставимо с данными для декабря 2002 – января 2003 гг. [4, 5].

Обработка проб, собранных с разных горизонтов от дна до поверхности в прибрежной зоне возле УАС, в проливах Мик и Френч, а также в водах западнее о-вов Индикатор и Три Маленьких Поросёнка в разные сезоны года показали, что при гомотермии и одинаковой солёности воды наиболее высокие значения численности или биомассы получены для слоя 20 – 10 – 0 м или непосредственно у дна. Абсолютные величины соответствовали средним показателям, характерным для вод архипелага в каждый сезон. Вертикальное распределение численности не всегда совпадало с данными по биомассе, что зависело от видового состава и размеров клеток. В придонном слое (> 35 м) возле УАС отмечалось уменьшение (не более 445 мкм³) среднего объёма клеток фитопланктона по сравнению с верхними слоями воды. Предполагается [2, 4, 9], что такое измельчение клеток фитопланктона и увеличение их численности в придонном слое обусловлено антропогенным фактором.

Обсуждение. В литературе имеются некоторые сведения о видовом составе, размерной структуре и обилии фитопланктона в водах у Антарктического п-ова, в том числе прибрежных акваторий архипелага Аргентинские о-ва [1-3, 6, 9, 10, 12, 15, 18]. Исследованиям видового разнообразия, сезонной динамики количественного развития фитопланктона, выявлению отдельных видов водорослей, массовая вегетация которых иногда приводит к «цветению воды», посвящены наши предыдущие работы [4, 5]. Обработка и анализ круглогодичных материалов 10 и 11-й УАЭ (март 2005 – февраль 2007 гг.) значительно дополняют имеющиеся сведения о первичном звене экосистемы данного района Антарктики.

Таксономическая структура фитопланктона в 2002 – 2003 гг. (7-я УАЭ) представлена 124 (126) видами микроводорослей, из которых 90 (92) или 73 % от общего числа

встреченных видов приходится на Bacillariophyta и 21 вид (17 %) – на Dinophyta. Остальные 6 отделов представлены 1 – 3 видами [5]. При этом сбор проб проводили также и на отдаленных от о. Галиндез акваториях архипелага, подверженных влиянию вод открытого океана. Здесь и были обнаружены типично океанические виды фитопланктона, в основном диатомовые родов *Chaetoceros*, *Lioloma*, *Thalassiothrix*, *Dactyliosolen*, *Coscinodiscus*, которые, как правило, не встречались в пробах, собранных в непосредственной близости от УАС. Поэтому из 124 (126) обнаруженных видов можно исключить 10 – 12 океанических видов. Таким образом, количество видов, обнаруженных у о. Галиндез в 2002 – 2003-м и 2005 – 2007 гг. практически одинаково: 105 – 111 видов (109 – 115). При этом по числу встреченных видов доминировали диатомовые – 65 – 73 %, а динофитовые составляли 17 – 22 %.

Всего в 2005 – 2007 гг. (10 и 11-я УАЭ, включая данные сезонной съёмки в марте – апреле 2005) дополнительно к существующему списку [5] выявлено 75 (80) видов, новых для прибрежных вод архипелага. По нашим данным, к настоящему времени видовой состав фитопланктона представлен 199 (206) видами, включая бентосные, случайно планктонные, пресноводно- и солоноватоводные микроводоросли. К Bacillariophyta относится 127 (134) видов или 65 % от их общего числа, к Dinophyta – 48 (23 %), остальные отделы включают от 1 до 8 видов. Поскольку фитопланктон исследуемого района изучается относительно недавно, то в дальнейшем список видов явно будет пополняться, но в основном за счёт бентических и океанических таксонов. В [1] указывается 51 вид диатомовых микроводорослей, найденных в водах у о. Галиндез, но только 14 из них встречались в наших пробах.

Регулярные круглогодичные сборы материала в прибрежной зоне у о. Галиндез на протяжении двух лет позволили проследить сезонную динамику количественного развития фитопланктона, проанализировать его размер-

ную структуру, выявить доминирующие по численности и биомассе отдельные виды или их комплексы, сроки наибольшего обилия.

Полученные данные можно сравнить с таковыми за 2002 – 2003 гг. [4]. В осенний и зимний сезоны 2005 и 2006 гг., когда затухала вегетация фитопланктона, его обилие характеризовалось довольно низкими показателями (1.4 – 157.6 млн. кл. \cdot м⁻³; 3.7 – 111.3 мг \cdot м⁻³) и бедным видовым составом. С наступлением весны эти величины начинали постепенно возрастать и составили для 2005 г. в среднем 214.5 млн. кл. \cdot м⁻³; 486.8 мг \cdot м⁻³. Несколько ниже (65.5 млн. кл. \cdot м⁻³; 272 мг \cdot м⁻³) показатели обилия фитопланктона в сентябре – ноябре 2006 г. Наиболее высокие величины численности (2.1 – 2.9 млрд. кл. \cdot м⁻³) отмечались для конца декабря 2005 г. и в начале января 2006 г., обусловленные массовой вегетацией мелких флагеллят, а также *Pyramimonas* sp., *Dunaliella* sp., *Cryptomonas* sp., численность которых составляла до 82 % суммарных значений фитопланктона, что привело к «цветению воды» у о. Галиндез. На массовое развитие этих микроводорослей у Антарктического п-ова, в том числе и в водах архипелага Аргентинские о-ва летом и в начале осени указывалось и ранее [3, 4, 12, 15, 18].

Максимальные для периода исследований значения биомассы (29.4 г \cdot м⁻³) получены для начала февраля 2006 г., когда в дополнение к мелким флагеллятам в планктоне появились крупные диатомовые родов *Odontella*, *Proboscia*, *Eucampia*, *Thalassiosira* и др. Если сравнить выше приведённые величины численности и биомассы, которые соответствовали эвтрофному уровню, то в летний сезон 2006 – 2007 гг. такого обилия фитопланктона в водах о. Галиндез не наблюдалось. Как и годом ранее, летний фитопланктон представлен мелкими флагеллятами и крупными диатомовыми, примерно таким же числом видов, но массовой вегетации этих микроводорослей не отмечено. Возможно, это связано с аномально высокой (+1.8 – +2.0⁰С) для антарктического лета температурой воды в районе архипелага.

В течение двух лет, а также при сравнении с данными 7-й УАЭ менялись виды водорослей, которые достигали сравнительно высоких значений численности или биомассы, сроки их наибольшей вегетации. Это может свидетельствовать о межгодовой изменчивости общего состояния фитоплана. Так, в октябре 2002 г. у о. Галиндез и на отдалённых акваториях архипелага наблюдалось мощное «цветение» воды, вызванное массовой вегетацией золотистой колониальной водоросли *Phaeocystis pouchetii*, количественные показатели которой достигали очень высоких значений (108 млрд. кл. \cdot м⁻³; 12.3 г \cdot м⁻³) [4]. Весной 2005 г. *Ph. pouchetii* обнаруживалась в малых количествах, а в ноябре 2006-го встречалась в планктоне только на протяжении недели численностью 258.2 млн. кл. \cdot м⁻³. Это более чем на два – три порядка ниже, чем весной 2002 г. Представители рода *Fragillariopsis* в незначительных количествах были обычными в осенне-зимнем планктоне, но с наступлением весны 2005 г. их обилие постепенно возрастало до 673 млн. кл. \cdot м⁻³ и 783 мг \cdot м⁻³, тогда как весной 2006-го их численность и биомасса были на порядок ниже. Это же касается и другой диатомовой водоросли *Achnanthes brevipes*, колонии которой в массовом количестве обнаруживались в водах возле УАС в октябре – ноябре 2002 г. Весной 2005 и 2006 гг. эта микроводоросль присутствовала в пробах в очень малых количествах, а иногда даже в единичных экземплярах. Если диатомовая *Corethron criophilum* в 2002 г. встречалась на протяжении года, а в осенне-зимний период была основой биомассы (до 70 %) при низкой численности фитопланктона в целом, далее весной и летом её количество заметно возрастало, то в 2005 – 2006 гг. вклад *C. criophilum* в суммарную биомассу фитопланктона в водах о. Галиндез был незначителен. Зимой 2006 г. этот вид в пробах обнаруживался очень редко.

На основании имеющихся данных (сборы 2005 – 2007 гг.) выделены доминантные виды или их комплексы (табл. 3), которые характеризовались сравнительно высокими

количественными показателями в тот или иной месяц года, но в основном в весенний и летний сезоны.

Выводы. 1. Таксономическая структура фитопланктона в прибрежных водах о. Галиндез в 2005 – 2007 гг. (10 и 11-я УАЭ) включала 105 (109) – 111 (115) видов соответственно. По числу видов доминировали Bacillariophyta (65 – 67 %), Dinophyta составляли 20 – 22 %, остальные отделы представлены 1 – 5 видами. Выявлено 75 (80) видов, новых для района исследований. Общий список видов для вод архипелага Аргентинские о-ва, включая обнаруженные в приповерхностном слое микроводоросли бентоса, насчитывает 199 (206). **2.** Анализ сезонной динамики численности, биомассы, видового разнообразия фитопланктона показал низкий уровень развития в конце осени – зимой и его увеличение весной и летом. Наибольшие показатели отмечены в конце декабря 2005-го, январе – феврале 2006 г. (до 2.9 млрд. кл.·м⁻³; 29.4 г·м⁻³). В этот же период наблюдалось массовое развитие мелких флагеллят, представителей родов *Pyramimonas*, *Dunaliella*, *Crypto-*

monas и диатомовых, которые обуславливали «цветение» воды и снижение средних объёмов клеток. **3.** В летний сезон 2006 – 2007 гг. у о. Галиндез массовой вегетации микроводорослей не отмечено и величины численности в б, а биомассы в 25 раз были ниже, чем годом ранее при практически одинаковом видовом составе фитопланктона. **4.** Уровень и сроки вегетации одних и тех же видов микроводорослей значительно различались в разные годы. На протяжении двух лет не наблюдалось массового количественного развития золотистой *Ph. pouchetii*, а диатомея *A. brevipes* очень редко обнаруживалась в пробах. Значительно расширились сроки вегетации представителей рода *Fragillariopsis* по сравнению с 2002 – 2003 гг.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Национального антрактического научного центра Министерства образования и науки Украины. Авторы считают своим долгом поблагодарить биологов-зимовщиков Чесалина М. В. (10-я УАЭ) и Дикого И. В. (11-я УАЭ) за собранный материал.

1. Герасимюк В. П. Водоросли прибрежных вод и внутренних водоемов острова Галиндез (архипелаг Аргентинские острова, Антарктика) // Альгология. – 2008. – **18**, № 1. – С. 58 – 71.
2. Иванов А. И., Миничева Г. Г. Планктонные и бентосные водоросли района Украинской антарктической станции Академик Вернадский // Бюлл. УАЦ. – 1998. – Вып. 2. – С. 198 – 203.
3. Кузьменко Л. В. Фитопланктон западной части пролива Брансфилда // Укр. антарк. журн. – 2004. – № 2. – С. 125 – 137.
4. Кузьменко Л. В., Игнатьев С. М. Сезонная изменчивость количественного развития фитопланктона у Аргентинских островов (Антарктика) // Морск. экол. журн. – 2007. – **6**, № 3. – С. 47 – 60.
5. Кузьменко Л. В., Игнатьев С. М. Видовое разнообразие фитопланктона в водах у Аргентинских островов (Антарктика) // Альгология. – 2008. – **18**, № 2. – С. 198 – 212.
6. Рябушко Л. И. Микроводоросли бентоса украинского сектора Антарктики // Системы контроля окружающей среды. Средства и мониторинг. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – С. 129 – 146.
7. Серёгин С. А., Брянцева Ю. В., Чмыр В. Д. Состояние микропланктонного сообщества (фито- и бактериопланктон) в осенний период на мелководье Аргентинских островов, Антарктика // Укр. антарк. журн. – 2003. – № 1. – С. 107 – 113.
8. Серёгин С. А., Кузьменко Л. Г., Сыроев А. А., Гаврилова Н. А. Микропланктон западной части пролива Брансфилда: структура численности и биомассы осенью 2002 г. // Морск. экол. журн. – 2005. – **4**, № 2. – С. 68 – 81.
9. Bidigare R.R., Iriarte J.L., Kang S.-H. et al. Phytoplankton: quantitative and qualitative assessments. Found. Ecol. Res. West of the Antarctic Peninsula // Antarc. Res. Ser. – 2001. – **70**. – P. 173 – 198.
10. Gusliakov N. E., Kovtun O. A. Tarasenko A.A. Initial Data about Cryophyton of the region of the Ukrainian Antarctic Station Academic Vernadskiy // 18th Intern. Diatom. Symp. – 2004. – P. 140.
11. Koczyńska E. E., Ligowski R. Phytoplankton composition and biomass distribution in the southern Drake Passage, the Bransfield Strait and the adjacent waters of the Weddell Sea in December 1983 – January 1984 (BIOMASS-FIBEX) // Pol. Polar. Res. – 1985. – **6**, № 1-2. – P. 65 – 77.

12. *Montessor M., Procaccani G., Stoecker D. K. Polarcella glacialis* gen. et sp. nov. (Dinophyceae): Suessiaceae are still alive! // *J. Phycology*. – 1999. – **35**. – P. 186 – 197.
13. *Rodriguez J., Jiménez-Gomez F., Blanco J.M.* et al. Physical gradients and spatial variability of the size structure and composition of phytoplankton in the Gerlache Strait (Antarctica) // *Deep-Sea Res. – Part II*. – 2002. – **49**. – P. 693 – 706.
14. *Varela M., Fernandez E., Serret P.* Size-fractionated phytoplankton biomass and primary production in the Gerlache and south Bransfield Straits (Antarctic Peninsula) in Austral summer 1995 – 1996 // *Deep-Sea Res. – Part II*. – 2002. – **49**. – P. 749 – 768.

Поступила 14 июня 2012 г.
После доработки 15 февраля 2012 г.

Фітопланктон у водах біля о-ва Галіндез (Аргентинські о-ви, Антарктика). Л. В. Кузьменко. С. М. Ігнат'єв. В 10 та 11-й українських антарктичних експедиціях (березень 2005 – лютий 2007 рр.) досліджено кількісний розвиток та видове різноманіття фітопланктону у водах біля о-ва Галіндез (архіпелаг Аргентинські о-ви), де розташована Українська антарктична станція (УАС) Академік Вернадський. Встановлено таксономічна приналежність 75 (80 вн. вд. такс.) видів, нових для району дослідження. Загальний список видів для вод архіпелагу нараховує 199 (206) видів, включаючи деякі мікродорості бентосу, виявлені в поверхневому шарі. За кількістю видів домінували представники Bacillariophyta (65 %), Dinophyta (23 %), інші відділи включали від 1 до 8 видів. Простежено сезонна динаміка кількісного розвитку фітопланктону. Виявлено тільки один пік літньої вегетації фітопланктону в 2005 – 2006 рр. (2.9 млрд. кл. \cdot m^{-3} ; 29.4 г \cdot m^{-3}), що призвело до „цвітіння” води. Рівень і терміни вегетації одних і тих самих видів мікродоростей у водах біля о-ва Галіндез значно розрізняються в різні роки.

Ключові слова: фітопланктон, чисельність, біомаса, видове різноманіття, Аргентинські о-ви, Антарктика.

Phytoplankton in the waters near Galindez Island (Argentine Islands, Antarctica). L. V. Kuzmenko, S. M. Ignatyev. From March 2005 till February 2007 during the 10-th and 11-th Ukrainian Antarctic Expeditions in the waters near Galindez Island, Argentine Island Archipelago, where Academic Vernadsky Ukrainian Antarctic station (UAS) is situated, the phytoplankton species composition, abundance and biomass were studied. In total, 199 phytoplankton species (206 taxa and varieties) were found, including 75 species (80 taxa and varieties) identified as new ones for the Archipelago waters. A number of benthic species were found in the surface layer. Bacillariophyta and Dinophyta dominated the community in terms of species numbers, 65 % and 23 %, respectively. Other divisions were presented by 1 to 8 species. In 2005 and 2006, the phytoplankton seasonal dynamics were characterized by the only cell abundance and biomass peak (2.9×10^9 cells \cdot m^{-3} ; 29.4 g \cdot m^{-3}) during summer vegetation, when phytoplankton blooms were observed. Analysis of inter annual variability in the community abundance has revealed significant differences in magnitude and timing of vegetation of different microalgal species.

Key words: phytoplankton, abundance, biomass, species diversity, Argentine Islands, Antarctica