



УДК 574.583:579(292.3)

С. А. Серёгин, канд. биол. наук, ст. н. с

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

СЕЗОННЫЕ И МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ АРГЕНТИНСКИХ О-ВОВ, АНТАРКТИКА

Впервые для района Украинской антарктической станции Академик Вернадский (бывшая британская станция Фарадей) представлены результаты исследований обилия бактериопланктона для разных временных масштабов – сезонного и многолетнего. Общие закономерности сезонных изменений численности планктонных бактерий в исследуемом районе характеризовались минимальными показателями в позднелетний период (июль – сентябрь), возрастанием на порядок в весенне-летнее время и величинами численности, близкими к среднегодовым, - в осенний сезон (март – май). Наблюдаемые вариации сезонных изменений проявлялись в наличии или отсутствии резких подъемов численности в весенний период, связанных с выраженностью «цветения» микроводоросли *Phaeocystis pouchetii*, в длительности зимнего периода пониженных значений численности и их средних величинах. Многолетний тренд изменчивости характеризовался выраженным общим снижением величин численности бактерий. Отношение биомасс бактерио- и фитопланктона, напротив, показало стабильный характер в исследованный период.

Ключевые слова: бактериопланктон, численность, биомасса, сезонные изменения, межгодовые вариации, многолетний тренд.

Большинство биологических исследований в Южном Океане проведены в экспедиционных условиях и сфокусированы на региональных аспектах вариабельности. Сезонная изменчивость планктона документирована всё ещё недостаточно в силу немногочисленности долговременных наблюдений, проведённых в течение года или нескольких лет [16, 20, 25, 33]. Для Антарктики такие долговременные наблюдения особенно актуальны в силу чрезвычайно интенсивной пространственно-временной изменчивости в распределении обилия и продукционной активности планктона, не наблюдаемой, пожалуй, более нигде в Мировом океане [9, 27, 29]. В частности, величина пространственного варьирования обилия фитопланктона на пике вегетации в западной части пролива Брансфилда достигала 10 порядков [29]. Колебания численности планктонных бактерий (заметно более консервативного показателя) на один порядок

на пространстве десятков миль – обычное явление. Мы наблюдали такой уровень варьирования в море Скотия в 1998 г. [5] и в проливе Брансфилда – в 2002 г. [6].

Одной из задач Национальной Программы исследований Украины в Антарктике является проведение в районе Украинской Антарктической станции (УАС) Академик Вернадский, расположенной в архипелаге Аргентинских островов, экологического мониторинга. Он проводится (с "пробелами" в отдельные годы) с 1998г., в том числе берутся пробы для учета численности бактериопланктона.

К настоящему времени обработаны пробы по трем съёмкам – 1998, 2002 и 2005 гг. Полученные данные позволяют охарактеризовать сезонную динамику численности планктонных бактерий и её межгодовую изменчивость (март – ноябрь 2002 г.; март 2005 – январь 2006 гг.).

В первом приближении, можно оценить и многолетний тренд изменений обилия (1998 – 2005 г.г.) – по состоянию прибрежной экосистемы южной осенью, когда вклад планктонных бактерий в общую биомассу и продукцию микропланктонного сообщества существенно возрастает на фоне редукции общей численности, биомассы и фотосинтетической активности автотрофов [7, 9, 30].

Материал и методы. Исходными материалами послужили данные по численности бактерий поверхностного слоя, полученные в трёх Украинских антарктических экспедициях (УАЭ): 3-й УАЭ (1998 г), 7-й УАЭ (2002 г) и 10-й УАЭ (2005 г) в районе УАС (рис. 1).

В марте 1998 г. в межостровных водах архипелага Аргентинских о-вов выполнено 10

станций: 10 измерений в поверхностном и 5 – в придонном слоях. Данные 2002 г. представлены 85 измерениями на трёх наиболее репрезентативно представленных в годовой съёмке станциях, в том числе 8 пробами, взятыми в осенний сезон. Во время съёмки в марте 2005 г. акватория исследований охватывала не только Аргентинские о-ва, но и острова Питерман – на северо-востоке от УАС и Барселот – на юго-востоке, а также прибрежные воды антарктического материка, – всего 28 станций. Для характеристики сезонной динамики использованы данные по двум регулярно обследуемым в течение года точкам у УАС (74 пробы) и одной станции, обследованной в течение января 2006 г. у о. Индикатор.

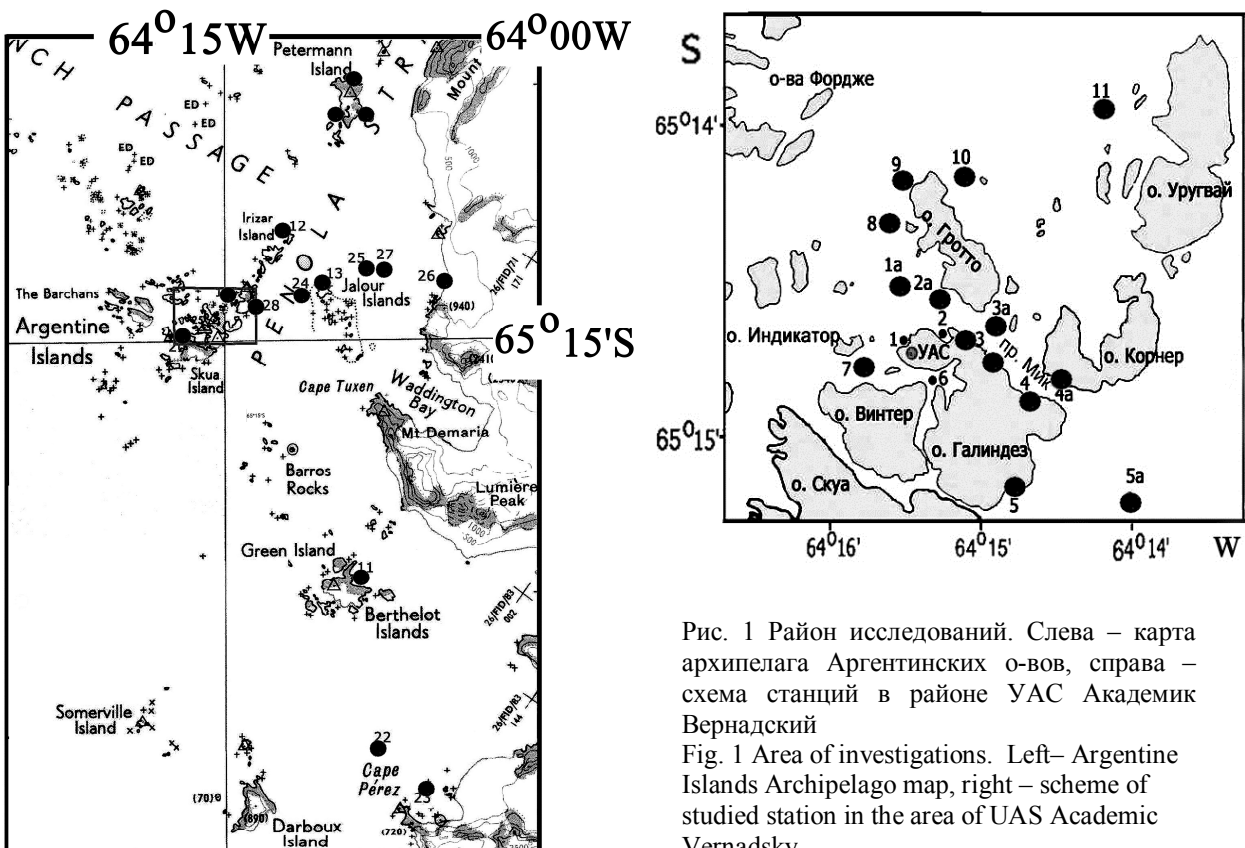


Рис. 1 Район исследований. Слева – карта архипелага Аргентинских о-вов, справа – схема станций в районе УАС Академик Вернадский
 Fig. 1 Area of investigations. Left– Argentine Islands Archipelago map, right – scheme of studied station in the area of UAS Academic Vernadsky

(27 измерений на разных горизонтах).

Пробы воды отбирали с глубины 0.2 – 0.5 м и в течение 2 – 3 ч доставляли в судовую или береговую лабораторию, где проводили первичную обработку проб – концентрирование бактерий на мембранных фильтрах «Sartorius» с размером пор 0.2 мкм и фиксацию в парах формалина. Во время зимовки 2005 – 2006 гг. концентрированию бактерий предшествовала предварительная фильтрация проб воды через ядерные фильтры с размером пор 1.1 мкм для отделения фитопланктона. Поскольку подавляющая часть морского бактериопланктона имеет 0.2 – 0.4 мкм в диаметре и от 0.5 до 1.0 мкм в наибольшем измерении [35], то такая предварительная фильтрация существенно не искажала получаемые результаты по численности бактериопланктона.

Общую численность бактериопланктона (ОЧБ) определяли методом прямого счёта на мембранных фильтрах, окрашенных карболовым эритрозином. Микроскопию проводили методом цветного фазового контраста при общем увеличении $\times 1250$. Подсчёт клеток проводили в 10 полях зрения микроскопа. Рассчитывали среднее значение и его стандартное отклонение в 1 мл воды.

При расчёте биомассы бактерий (Bb) использовали среднюю величину содержания углерода в бактериальных клетках, равную 20.0×10^{-15} гСкл.⁻¹ [14, 22].

Содержание углерода в клетках фитопланктона для данных 1998 г. рассчитывали по уравнению [8]. Полученный общий коэффициент пересчёта использовали для расчёта углеродной биомассы фитопланктона (Bph) в 2002 и 2005 гг. Получаемые при этом значения Bph, возможно, несколько завышены, поэтому относительные оценки Bb следует рассматривать в качестве нижней границы пределов варьирования.

Данные по гидрохимическим параметрам взяты из [2, 4], метеорологические данные – из базы данных УАС.

Результаты. Сезонная динамика. Общая картина изменений численности бактериопланктона в ходе годового цикла развития планктонного сообщества складывалась из долгопериодных отрезков повышения и понижения среднего содержания бактерий, весенне-летних пиков их обилия, а также короткопериодных флуктуаций численности неопределённой этиологии.

В 2002 г. при среднегодовых значениях численности бактерий около 400 тыс. мл⁻¹ её динамика характеризовалась величинами, близкими к таковым в осенний сезон (март – май: $2.4 - 4.0 \times 10^5$ мл⁻¹); минимальной численностью ($1.2 - 2.8 \times 10^5$ мл⁻¹) в поздnezимний период (июль – сентябрь) и значительным подъёмом численности – в 2 – 4 раза по сравнению со среднегодовыми величинами – ранней весной (в октябре – ноябре) (рис. 2, а). К сожалению, сборы, относящиеся к поздней весне – началу лета, по техническим причинам не были проведены, и проследить дальнейшую динамику численности бактериопланктона не представилось возможным.

Наиболее общие закономерности динамики численности – умеренно высокое содержание бактерий в осенний период, поздnezимний минимум, летний всплеск численности, а также наличие короткопериодных осенне-зимних – сохранились и в 2005 – 2006 гг. (рис. 2, б) Однако наблюдались и заметные отличия. Среднегодовой уровень численности бактериопланктона составил 400 тыс. мл⁻¹ – с учётом «летних» высоких значений численности и всего 230 тыс. мл⁻¹ – по сопоставимому с 2002 г. периоду. Отсутствовал резко выраженный пик обилия бактерий в ранневесеннее время, подобный наблюдавшемуся в 2002 г. Период зимнего пониженного уровня численности в 2005 г. оказался сдвинут на более поздние, по сравнению с 2002 г., сроки: он продолжался, практически, до конца октября. Численность бактериопланктона в этот период была ниже, чем в 2002 г., – от 0.6 до 1.4×10^5 мл⁻¹.

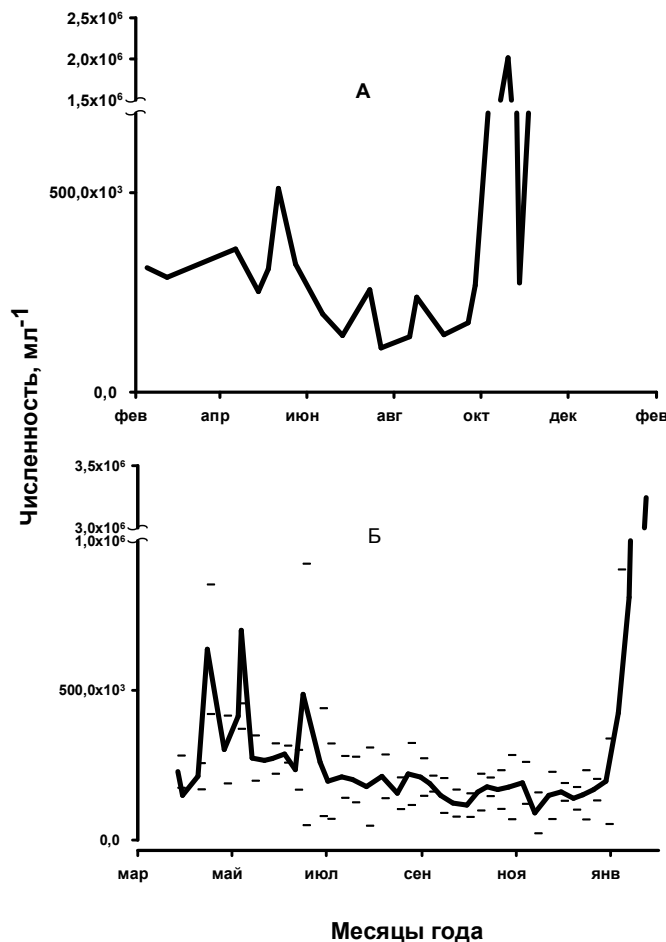


Рис. 2 Сезонная динамика общей численности бактериопланктона в 2002 г. (усредненная для станций №1, 4 и “гидрологическая”) (А) и 2005 – 2006 г.г. (усредненная для станций №1, 2, 4, 5 и “гидрологическая”) (Б) в водах акватории о. Галиндез (УАС Академик Вернадский). Горизонтальные черточки показывают величину стандартного отклонения

Fig. 2 Seasonal dynamics of the total number of bacterioplankton in 2002 (averaged for the stations №1, 4 and “hydrological”) (A) and 2005 – 2006 (averaged for the stations №1, 2, 4, 5 and “hydrological”) (B) in the waters of the area of Galindez Isl. (UAS Academic Vernadsky). Horizontal lines show the standard deviation

В сезоне 2005 – 2006 гг. очень чётко проявился «классический» летний пик численности, который обычно приурочен к спаду цветения фитопланктона. Если в пробах первых дней января численность бактерий находилась в пределах $2.0 \times 10^5 \text{ мл}^{-1}$, то к концу первой декады обилие бактериопланктона перевалило отметку в 1 млн. мл^{-1} , а ещё через 2 недели возросло почти до 3 млн. мл^{-1} и превысило минимальные «зимние» показатели более чем на порядок.

С динамикой общей численности бактериопланктона связаны и наиболее заметные изменения в его морфологическом составе (рис. 3). Так, в декабре 2005 г., непосредственно перед повышением общей численности, наблюдалось заметное повышение содержания палочковидных форм бактерий. Их доля в со-

ставе свободноживущих бактерий планктона достигала 20 - 30%. В это же время наблюдалось повышенное содержание делящихся и только что разделившихся бактериальных клеток. Сочетание локальных пиков ОЧБ и бактерий в стадии деления наблюдалось также в осенний период.

Межгодовая изменчивость. При средней численности бактериопланктона в марте 1998 г. $5.0 \pm 0.9 \times 10^5 \text{ мл}^{-1}$ его биомасса составляла в среднем около 10 мгСм^{-3} . По отношению к фитопланктонной биомассе поверхностного слоя она составляла около 74 % [8]. В 2002 г. средняя численность по 7 “осенним” датам (с 8 апреля по 12 мая 2002 г.) составила 3.43 ± 1.55 , а колебания (по станциям и датам) – от 2.02 до $6.09 \times 10^5 \text{ мл}^{-1}$. Биомасса бактерий составила в среднем $6,85 \text{ мгСм}^{-3}$.

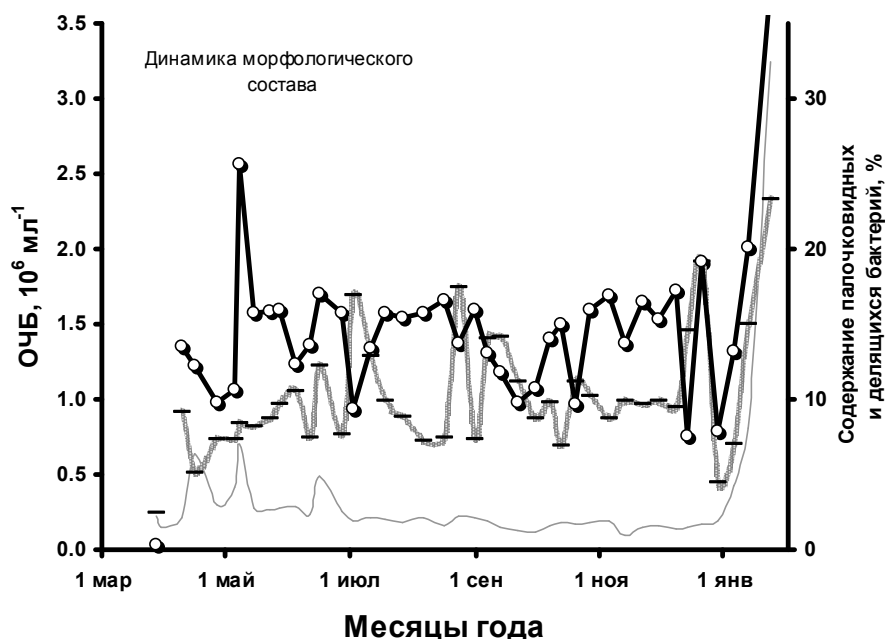


Рис. 3 Сезонные флюктуации палочковидных бактерий (черточки) и бактерий в стадии деления (кружочки) на фоне изменений ОЧБ (тонкая серая линия) в сезоне 2005 – 2006 гг.

Fig. 3 Seasonal fluctuations of rod-shaped bacteria (lines) and bacteria in the stage of the division (circles) against the background of total bacterial number changes (thin gray line) in season 2005 – 2006

Средняя «сырая» биомасса фитопланктона в апреле – мае (по данным Л. В. Кузьменко) (соответственно 55.5 и 36.2 мг м⁻³) составила 45.8 мг м⁻³ [3]. Относительная к «углеродной» биомассе фитопланктона (рассчитанной нами) биомасса бактерий составляла около 78 %, т.е. ту же величину, что и в 1998 г. Средняя численность бактериопланктона в осенний период 2005 г. (с учётом 28 станций, выполненных во время сезонной съёмки, и регулярных станций – всего 51 измерение) была более низкой: $2.81 \pm 1.51 \times 10^5$ кл. мл⁻¹ (от 0.34 до 8.08×10^5). Биомасса фитопланктона составила в среднем 33.3 мг м⁻³ [3], а отношение бактериальной и фитопланктонной биомасс (в углеродных эквивалентах) – около 80 %.

Таким образом, вектор межгодовой изменчивости обилия планктонных бактерий в исследованный период характеризовался заметным снижением абсолютных показателей численности и биомассы. По отношению же к биомассе фитопланктона содержание бактериальной биомассы оставалось на одном уровне.

Обсуждение. Полученная нами картина сезонных изменений характерна для антарктического региона. Приведём несколько примеров. Так, наблюдения за развитием бактериального «цветения» в море Росса в течение нескольких сезонов (1994 – 1997 гг.) показали, что максимальных значений численности и биомассы бактериопланктон достигал в позднелетний период (до 1.5×10^6 мл⁻¹ и 12 – 24 мгСм⁻³, в среднем, в слое фотосинтеза). По сравнению с минимальными позднезимними значениями увеличение обилия бактерий наблюдалось более чем на порядок [20]. Те же закономерности, только с минимумом в начале зимы, наблюдались в австралийском секторе Антарктики у полярной станции Дэвиса [36]. Почти аналогичный нашим данным пример фазовых изменений обилия бактериопланктона (его биомассы) в течение годового цикла – количественные изменения планктонных бактерий в Адмиральской бухте о. Кинг-Джордж [19].

Одним из важных факторов, влияющих на процессы развития планктонного сообщества, является температура. Наблюдаемый низкий уровень обилия бактериопланктона в зимне-весенний период 2005 г. может быть связан, в том числе, с более низкими зимними и ранневесенними температурами этого года. Если в 2002 г. средняя зимняя температура воды составляла -1.60°C , а в сентябре в среднем -1.23°C , то в 2005 г. среднезимняя температура была немного, а в сентябре заметно холоднее: -1.65°C и -1.50°C , соответственно. Заметно дольше в 2005 г. продолжался ледоставный период. Вероятнее всего, это влияние температуры на динамику численности бактериопланктона осуществляется опосредованным путём: через воздействие на сроки и уровень развития фитопланктонного сообщества. В октябре 2002 г. наблюдалось мощное «цветение» микроводоросли *Phaeocystis pouchetii* и параллельно ему – значительное возрастание численности бактериопланктона. Отсутствие массового «цветения» этого вида и заметного подъёма в общем обилии фитопланктона весной 2005 г. отразилось и в наблюдаемой динамике бактериопланктона: его численность и биомасса находились на уровне минимальных «зимних» показателей. Подобный пик численности бактериопланктона, связанный с массовым развитием *Ph. pouchetii*, отмечался в Северном море [12] и в восточной Антарктике [23]. Быстрое возрастание численности бактерий и отсутствие лаг-периода во время «цветения» *Ph. pouchetii* обусловлено тем, что эта микроводоросль во время колониальной стадии развития около половины (46 – 64 %) всего фотоассимилированного углерода выделяет в виде экскретов в водную среду, причём в основном в виде полисахаридов, легкодоступных для утилизации бактериями [32]. Очень похожий на зарегистрированный нами в октябре 2002 г. – резкий (на порядок) и кратковременный пик численности и биомассы бактериопланктона – отмечен в эти же сроки в районе

McMurdo Sound [31]. Подобные всплески обилия в отсутствие массового развития автохтонного фитопланктона связывают с поступлением в водную среду в это время большого количества органики «ледового» происхождения, т.е. произведённого ледовым сообществом микроводорослей [34]. С повышением уровня трофности вод, как результатом дополнительного поступления питательных веществ, связывают и высокое процентное содержание палочковидных форм бактериальных клеток в прибрежье Антарктики [15, 19].

Следует отметить, что в данной акватории численность бактерий, определяемых в водной среде, судя по полученным материалам, подвержена заметным кратковременным флуктуациям, особенно выраженным в наименее продуктивный зимний период на фоне пониженной численности бактериопланктона. Возможно, что флуктуации связаны с влиянием аллохтонного (ледового, бентосного) микробного сообщества и с гидрологическими процессами, влияющими на поступление его компонентов непосредственно в водную среду. Известно, например, что микробное население ледового биотопа количественно может заметно превышать таковое окружающей воды [17], и, следовательно, сильно влиять на общую численность микроорганизмов при вымывании в воду. В том числе, бактериальное население ледового биотопа характеризуется повышенным содержанием палочковидных и делящихся бактерий [26]. Регион архипелага Аргентинские о-ва, расположенный в 5 милях от Антарктического п-ова, характеризуется повышенной водно-ветровой активностью. Здесь часты случаи сгонно-нагонных явлений. Для данного района очень характерны значительные по амплитуде кратковременные пульсации силы ветра и температуры воздуха, причём их наибольшая амплитуда приходится именно на зимне-весенний период (рис. 4), когда выражена короткопериодная пульсация численности бактериопланктона.

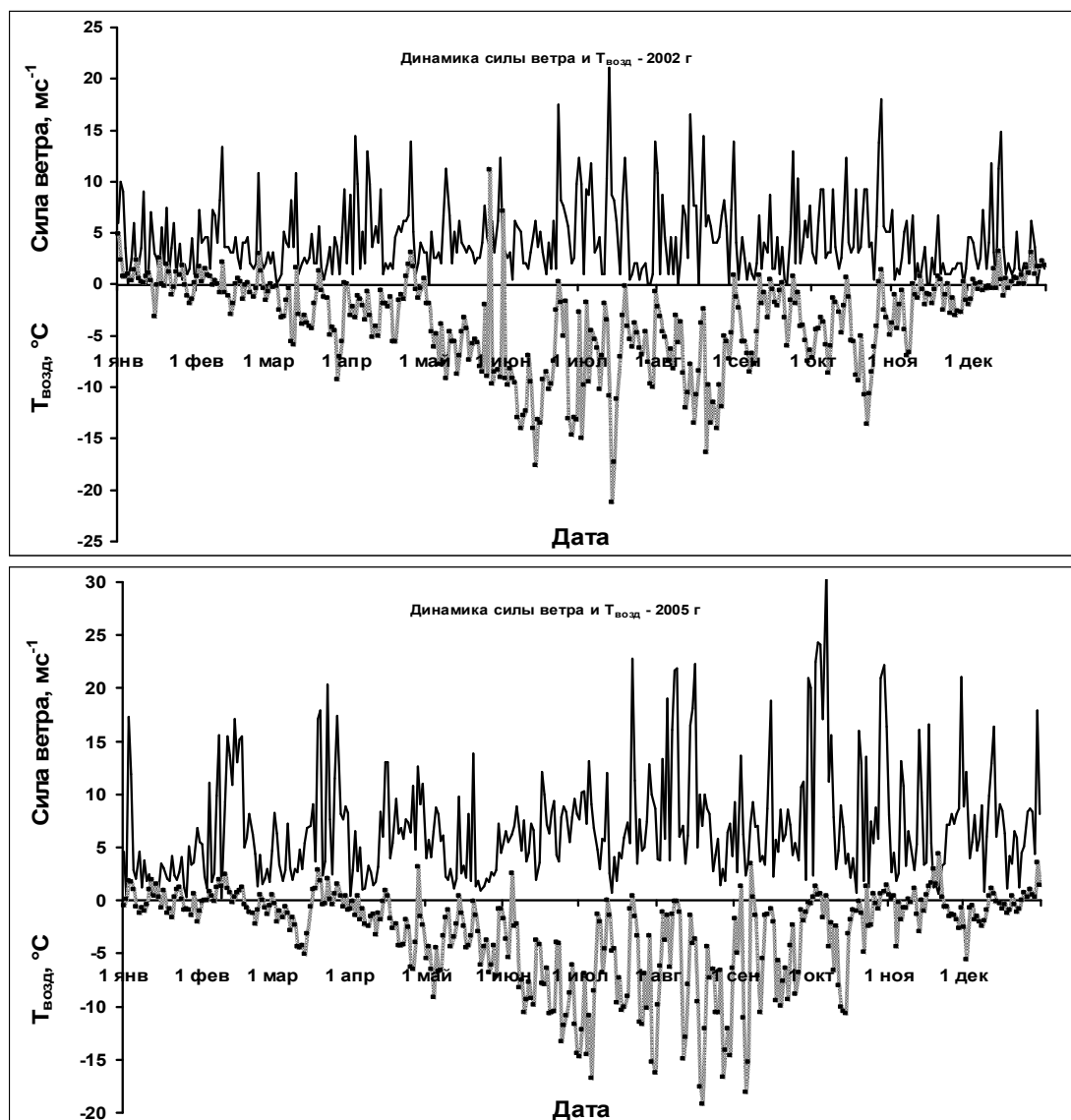


Рис. 4 Характер пульсаций силы ветра и температуры воздуха на УАС Академик Вернадский (о. Галиндез, Антарктика) в 2002 и 2005 гг.

Fig. 4 Type of the wind force and air temperature pulsations in UAS Academic Vernadsky (Isl. Galindez, Antarctic) in 2002 and 2005

Для верхнего слоя вод типичны также дрейфовые течения, для придонного слоя – течения компенсационной природы. Приливно-отливная деятельность – ещё один весомый фактор, вызывающий изменчивость параметров водной среды исследуемого района на масштабе времени от нескольких суток до нескольких недель [1, 10]. Перечисленные факторы, несомненно, могут способствовать периодическому разрушению образовавшегося льда и обогащению водной среды компонентами

ледового микробного сообщества и в результате сильно влиять на общую численность микроорганизмов в воде.

Наличие существенной межгодовой вариабельности обилия планктонных бактерий в антарктических водах отмечается многими исследователями как по амплитудным (абсолютные величины общей численности и биомассы бактериопланктона, его морфологический состав и др.), так и по фазовым характеристикам сезонной динамики (в частности, варьирование

длительности лаг-периода между цветением фито- и бактериопланктона и др.). Одними из её важнейших причин могут являться вариации климатических и сопутствующих им гидрологических и гидрохимических факторов в разные годы [18]. На рис. 5 представлены данные

по численности бактериопланктона, биомассе фитопланктона и относительной к ней биомассе бактерий, а также величины некоторых абиотических показателей поверхностных вод во время исследований.

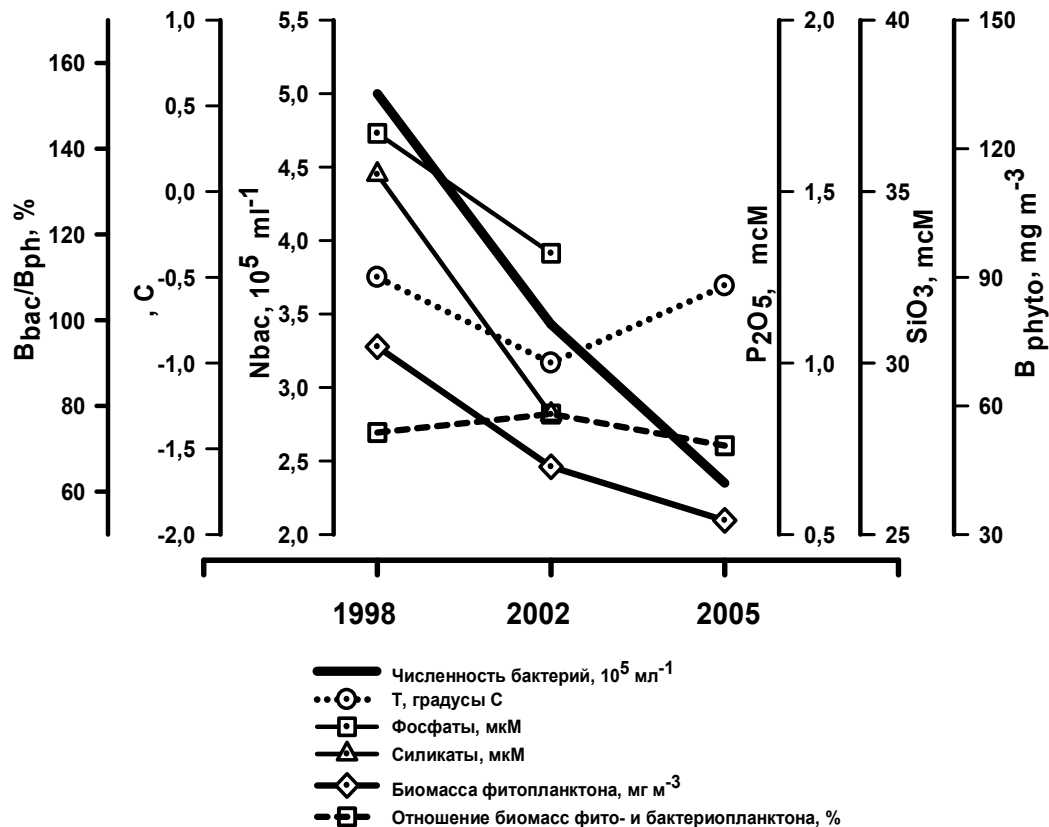


Рис. 5 Межгодовые изменения численности бактериопланктона (средние значения для осеннего периода) поверхностных вод на фоне некоторых биологических и гидролого-гидрохимических параметров в районе УАС Академик Вернадский

Fig. 5 Interannual changes in the number of bacterioplankton (average values for the autumn period) of surface water against the background of some biological and hydrological and hydrochemical parameters in the region of UAS Academic Vernadsky

Общий вектор межгодовой изменчивости численности и биомассы планктонных бактерий за изученный период характеризовался заметным снижением. Сходные по направлению изменения наблюдались для некоторых гидролого-гидрохимических показателей (концентрации фосфатов, кремния и, отчасти, температуры) водной среды, измеренных в одни и те же сроки с таковыми для бактериопланктона, а также в количественном развитии фитопланктона. Пониженное содержание биоген-

ных элементов в водах архипелага могло определить более низкий сезонный уровень развития фитопланктона: его численности, биомассы и, по-видимому, первичной продукции. Сравнение изменений обилия бактерий и «текущей» температуры водной среды не столь очевидно.

Температурные воздействия сказываются на больших временных масштабах и чаще опосредованно, в частности, через регулирование сезонного образования и разрушения

морского ледового покрова и далее, как уже упоминалось, через уровень развития фитопланктона. Общий поток вещества и энергии по трофической цепи определяется, в основном, фитопланктоном. По всей видимости, именно аналогичные по направленности изменения в обилии автотрофного компонента экосистемы являются ключевыми причинами в наблюдаемом многолетнем тренде численности планктонных бактерий.

По любезно предоставленным нам данным Л. В. Кузьменко о составе и количественном учете фитопланктона (2002 и 2005 гг.) нами были рассчитаны ориентировочные оценки его «углеродной» биомассы. Относительная к ней величина бактериальной биомассы для осеннего периода не претерпевала существенных изменений в течение рассматриваемого периода наблюдений и оставалась на одинаково высоком уровне: 70 – 78%. Полученные данные согласуются с общей схемой сезонных изменений планктонного сообщества антарктических вод, обобщенной Д. Карлом [28]. В ней автор выделяет 4 фазы, из которых 3-я фаза – поздне-летняя или осенняя. В этой фазе состав фитопланктона существенно изменяется в сторону нано- и пикоразмерных видов (криптофитовых, флагеллят и др.), замещающих крупных диатомовых. Их продукция утилизируется посредством микробальной пищевой цепи, а экспорт органики в глубокие слои практически отсутствует, поскольку она поглощается бактериями и рециркулирует в верхних слоях воды. Относительное обилие бактерий заметно возрастает на фоне редукции биомассы фитопланктона [7].

1. Артамонов Ю. В., Романов А. С., Внуков Ю. Л. и др. Особенности гидрологической и гидрохимической структуры вод в районе архипелага Аргентинские острова в феврале-марте 2002 г. // Укр. антарк. журн. – 2003. – №1. – С. 17 – 24.
2. Бондарь С. Б., Орлова И. Г. К вопросу об организации и отдельные результаты комплексного экологического мониторинга в районе антарк-

Выводы. 1. Общий сезонный тренд изменения численности свободноживущего бактериопланктона в водах Аргентинских о-вов характеризуется наличием периодов пониженных и повышенных концентраций бактерий. Первый из них наблюдается в позднелетний период года (август-сентябрь), когда численность бактериопланктона опускается до 100 и менее тыс. кл. в 1 мл. Максимальные абсолютные значения численности и биомассы наблюдаются в весенне-летний период; они превышают зимний минимум более чем на порядок. Относительные максимумы обилия бактериопланктона (в сравнении с фитопланктоном) характерны для осеннего периода. **2.** Межгодовые вариации сезонных изменений численности бактериопланктона проявлялись в изменении длительности зимнего минимума численности, в общем уровне обилия в разные сезоны и в непостоянстве локальных пиков численности, зависящих от массового развития отдельных групп фитопланктона. **3.** Направленность многолетних изменений на временном отрезке 1998 – 2005 гг. характеризовалась снижением абсолютной численности и биомассы планктонных бактерий. При этом относительная к фитопланктону биомасса бактерий в течение этого периода оставалась на одном уровне.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке Национального антарктического научного центра Министерства образования и науки Украины. Автор выражает искреннюю благодарность зимовщикам Игнатьеву С. (7 УАЭ) и Чесалину М. (10 УАЭ), а также участнику сезонных работ в 10 УАЭ Аннинскому Б., проводившим сбор и первичную обработку проб бактериопланктона.

- тической станции Академик Вернадский // Бюл. УАЦ. – 1998. - Вып. 2. – С. 160 – 170.
3. Кузьменко Л. В., Игнатьев С. М. Сезонная изменчивость количественного развития фитопланктона у Аргентинских о-вов (Антарктика) // Морск. экол. журн. – 2007. – 6, №3. – С. 47 – 60.

4. *Рейсовий звіт* заgonу океанографії 7-й Української антарктичної експедиції. Травень 2002 р. – 29 с.
5. Серегин С. А. Содержание бактерий в водах моря Скотия в предзимний период // Бюл. УАЦ. – 2002. – С. 97 – 103.
6. Серегин С. А. Численность и продукция бактериопланктона в западной части пролива Брансфилда в марте 2002 года // Укр. антарк. журн. – 2003. – №1. – С. 114 – 122.
7. Серегин С. А. Бактериопланктон антарктических вод и его функциональная роль // Системы контроля окружающей среды: Средства и мониторинг: Сб. науч. тр. – Севастополь, 2004. – С. 295 – 300.
8. Серегин 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.
9. Серегин С. А., Кузьменко Л. В., Сысоев С. А., Гаврилова Н. А. Микропланктон западной части пролива Брансфилда: структура численности и биомассы в марте 2002 года // Морск. экол. журн. – 2005. – 4, №2. – С. 68 – 81.
10. Украинский В. В., Попов Ю. И., Ломакин П. Д., Артамонов Ю. В. Структура и изменчивость термохалинного поля и кинематических характеристик вод архипелага Аргентинские острова в марте 1998 года // Бюл. УАЦ. – 1998. – Вып. 2. – С. 97 – 103.
11. Чмыр В. Д., Сысоев А. А. Первичная продукция в проливе Брансфилда в марте 2002 года // Укр. антарк. журн. – 2004. – №2. – С. 145 – 152.
12. Billen G., Fontignay A. Dynamics of a *Phaeocystis*-dominated spring bloom in Belgian coastal waters. II: Bacterioplankton dynamics // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1987. – 37. – P. 249 – 257.
13. Bird D. F., Karl D. M. Uncoupling of bacteria and phytoplankton during the austral spring bloom in Gerlache Strait, Antarctic Peninsula // Aquat. Microb. Ecol. – 1999. – 19, №1. – P. 13 – 27.
14. Bjørnsen P. K., Kuparinen J. Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the Southern Ocean // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1991. – 71. – P. 185 – 194.
15. Dawson R., Schramm W., Bölter M. Factors influencing the production, decomposition and distribution of organic and inorganic matter in Admiralty Bay, King George Island / Siegfried W. R. et al. Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. – Berlin: Springer, 1985. – P. 109 – 114.
16. Delille D. Seasonal changes of subantarctic heterotrophic bacterioplankton // Arch. Hydrobiol. – 1990. – 119. – P. 267 – 277.
17. Delille D., Fiala M., Rosiers C. Seasonal changes in phytoplankton and bacterioplankton distribution at the ice-water interface in the Antarctic neritic area. // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1995. – 123. – P. 225 – 233.
18. Delille D., Mallard L., Rosiers C. Inter-annual variability in marine coastal Antarctic bacterioplankton // Polar Biol. – 1996. – 16, N1. – P. 19 – 25.
19. Donachie S. P. A seasonal study of marine bacteria in Admiralty Bay (Antarctica) // Proc. NIPR Symp. – Polar Biol. – 1996. – 9. – P. 111 – 124.
20. Ducklow H., Carlson C., Church M. et al. The seasonal development of the bacterioplankton bloom in the Ross Sea, Antarctica, 1994 – 1997 // Deep-Sea Res., Part II. – 2001. – 48, Is. 19 – 20. – P. 4199 – 4221.
21. Franzmann P. D. Examination of Antarctic prokaryotic diversity through molecular comparisons // Biodiv. Conserv. – 1996. – 5. – P. 1295 – 1305.
22. Fukuda R., Ogawa H., Nagata T. et al. Direct Determination of Carbon and Nitrogen Contents of Natural Bacterial Assemblages in Marine Environments // Appl. Environ. Microbiol. – 1998. – 64, №9. – P. 3352 – 3358.
23. Gibson J. A. E., Garrick R. C., Burton H. R. Seasonal fluctuation of bacterial numbers near the Antarctic continent // Proc. NIPR Symp. – Polar Biol. – 1990. – 3. – P. 16 – 22.
24. Hanson R. B., Shafer D., Ryan T. et al. Bacterioplankton in Antarctic Ocean Waters During Late Austral Winter: Abundance, Frequency of Dividing Cells, and Estimates of Production // Appl. Environ. Microbiol. – 1983. – 45, №5. – P. 1622 – 1632.
25. Helbling E. W., Villafañe V. E., Holm-Hansen O. Variability of phytoplankton distribution and primary production around Elephant Island, Antarctica, during 1990 – 1993 // Polar Biol. – 1995. – 15, №4. – P. 233 – 246.
26. Helmke E., Weyland H. Bacteria in sea ice and underlying water of the eastern Weddell Sea in mid-winter // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1995. – 117. – P. 269 – 287.
27. Holm-Hansen O., El-Sayed S. Z., Franceschini G. A. et al. Primary productivity and the factors controlling phytoplankton growth in the Southern Ocean / Llano G. A. Adaptations within Antarctic ecosystems. – Houston: Gulf, 1977. – P. 11 – 50.

28. Karl D. M. Microbial processes in the Southern Ocean / Friedman E. I. Antarctic Microbiology. – Wiley: New York, 1993. – P. 1 – 63.
29. Karl D. M., Holm-Hansen O., Taylor G. T. et al. Microbial biomass and productivity in the western Bransfield strait, Antarctica during the 1986 - 87 austral summer // Deep-Sea Res. – 1991. – **38**, №8/9. – P. 1029 – 1055.
30. Karl D. M., Tien G. Bacterial abundances during the 1989 - 1990 austral summer phytoplankton bloom in the Gerlache Strait // Antarct. J. U.S. – 1991. – **26**, № 5. – P. 147 – 149.
31. Kottmeier S. T., Grossi S. W., Sullivan C. G. V. Sea ice microbial communities. VIII: Bacterial production in annual of McMurdo Sound, Antarctica // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1987. – **35**. – P. 175 – 186.
32. Lancelot C., Mathot S. Dynamics of a *Phaeocystis* - dominated spring bloom in Belgian coastal waters. I: Phytoplankton activities and related parameters // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1987. – **37**. – P. 239 – 248.
33. Moline M. A., Prezelin B. B. Long-term monitoring and analyses of physical factors regulating variability in coastal Antarctic phytoplankton biomass, in situ productivity and taxonomic composition over subseasonal, seasonal and interannual time scales // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1996. – **145**. – P. 143 – 160.
34. Perrin R. A., Lu P., Marchant H. J. Seasonal variation in marine phytoplankton and ice algae at a shallow antarctic coastal site // Hydrobiologia. – 1987. – **146**. – P. 33 – 46.
35. Ramaiah N. Role of heterotrophic bacteria in marine ecological processes. / Ramaiah N. Marine microbiology: facets and opportunities. – DRS at National Institute of Oceanography, India. – 2004. – P. 27 – 38.
36. Scott F.J., Davidson A.T, Marchant H. J. Seasonal variation in plankton, submicrometre particles and size-fractionated dissolved organic carbon in Antarctic coastal waters // Polar Biol. – 2000. – **23**, №9. – P. 635 – 643.

Поступила 18 декабря 2008 г.
После доработки 17 марта 2009 г.

Сезонні та міжрічні зміни чисельності бактериопланктона в районі Аргентинських островів, Антарктика. С. А. Серьогін. Уперше для району Української антарктичної станції Академік Вернадський (колишня британська станція Фарадей) представлені результати досліджень достатку бактериопланктона для різних тимчасових масштабів - сезонного й багаторічного. Загальні закономірності сезонних змін чисельності планктонних бактерій у досліджуваному районі характеризувалися мінімальними показниками в пізньозимовий період (липень - вересень), зростанням на порядок у весняно-літній час і величинами чисельності, близькими до середньорічних, - в осінній сезон (березень - травень). Спостережувані варіації загального тренда проявлялися в наявності або відсутності різких підйомів чисельності у весняний період, пов'язаних з виразністю «цвітіння» мікроводорості *Phaeocystis pouchetii*, у тривалості зимового періоду знижених значень чисельності і їх середніх величинах. Багаторічний тренд мінливості характеризувався вираженим загальним зниженням величин чисельності бактерій. Відношення біомас бактеріо- та фітопланктону, навпаки, показало стабільний характер у досліджений період.

Ключові слова: бактериопланктон, чисельність, біомаса, сезонні зміни, міжрічні варіації, багаторічний тренд

Seasonal and inter-annual changes in the number of bacterioplankton in the Argentine Islands area, Antarctica. S. A. Seregín. For the first time the results of the examinations of the bacterioplankton abundance for the region of Ukrainian Antarctic station Academic Vernadsky (former British station Faraday) are represented for the different temporary scales - seasonal and long-standing. General laws governing the seasonal changes of the number of planktonic bacteria in the region being investigated were characterized by minimum values in the late winter period (July - September), by growth on an order in the spring-summer time and with the values of number, close to the average annual, into the autumnal season (March - May). The observed variations in the seasonal changes were manifested in presence - absence of the sharp growth of number in the spring period, connected with the manifestation of *Phaeocystis pouchetii* bloom; in the duration of the winter period of the lowered bacterial number and their average values. The long-term trend of changeability was characterized by the expressed total reduction in the values of the bacteria number. The ratio of biomasses of bacterio- and phytoplankton, on the contrary, showed stable type in the investigated period.

Keywords: bacterioplankton, number, biomass, seasonal changes, year-to-year variations, the long-standing trend