

УДК 574.587(265.53)

## ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СООБЩЕСТВА *NUCULANA PERNULA* КАК ИНДИКАТОР ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ БЕНТОСА СУБЛИТОРАЛИ В НИЖНЕ- БОРЕАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

**В. С. Лабай** (labay@sakhniro.ru),

**Ю. Р. Кочнев**

Сахалинский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск)

Лабай, В. С. Долговременные изменения сообщества *Nuculana pernula* как индикатор глобальных изменений бентоса сублиторали в нижнебореальной части Охотского моря / В. С. Лабай, Ю. Р. Кочнев // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2008. – Т. 10. – С. 173–182.

**Ил. – 3, библиогр. – 34.**

По научным, архивным и собственным данным описан факт длительной миграции сообщества *Nuculana pernula* с конца 40-х гг. XX века в направлении уменьшения глубины в заливах Анива и Терпения. Миграция сопровождается разрывом единого ареала, сменной структуры сообщества на уровне массовых видов и падением его биомассы. Описанные миграция и изменения сообщества *Nuculana pernula* проходят на фоне резкого снижения общей биомассы бентоса. Изменения связаны со снижением температуры поверхностного слоя воды, которое привело к уменьшению продуктивности фитопланктона в период максимального цветения и, как следствие, – к уменьшению поступления органики на дно.

Labay, V. S. Long-term changes in the community *Nuculana pernula* as the indicator of global benthic changes in sublittoral zone of the low-boreal part of the Okhotsk Sea / V. S. Labay, Yu. R. Kochnev // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2008. – Vol. 10. – P. 173–182.

**Fig. – 3, ref. – 34.**

The long-term migration of the community *Nuculana pernula* to lesser depths in Aniva and Terpeniya bays since the late 1940s is described by the research, archive and authors' data. This migration is accompanied by the break in an indivisible area, replacement of community structure at the level of mass species and decline in biomass. The migration and changes in the community *Nuculana pernula* take place along with the drastic decline in the total benthic biomass. The changes are related with the temperature fall in the surface water layer, which has resulted in decline of phytoplankton productivity during its maximal blooming and, as a consequence, in decline of organic deposit on the bottom.

По зоогеографическому составу Охотское море традиционно делится на высокобореальную и низкобореальную части, граница между которыми проходит по линии м. Терпения – о. Итуруп (обзор: Kussakin, 1990). Исследования, проведенные в верхнебореальной части Охотского моря, показали, что состав и структура бентоса здесь довольно устойчивы на протяжении как минимум нескольких десятков лет (Надточий, 1984; Кобликов и др., 1990; Надточий и др., 2004). В то же время исследования СахНИРО, проведенные в зал. Анива в мае 2005 г. и в зал. Терпения в октябре 2006 г., показали, что структура и количественные характеристики бентоса в этом районе претерпели значительные изменения. Так как сведения о составе и структуре бентоса этих заливов отрывочны и не всегда сопрягаются друг с другом, то наиболее значимым маркером эволюции бентоса выступают данные по сообществу леды обыкновенной – *Nuculana pernula pernula* (Müller, 1779), которые довольно полно освещены в имеющихся литературных и архивных источниках.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования СахНИРО в заливе Анива в 2005 г. проводились на 28 станциях стандартных океанологических разрезов. На каждой станции отбиралось по три пробы бентоса дночерпателем Ван-Вина площадью 0,2 м<sup>2</sup>. Дополнительные пробы отбирались на полигоне в районе дампинга в августе 2003 г., декабре 2004 г., августе 2004 г., августе 2005 г., августе 2006 г., августе 2007 г. и сентябре 2008 г. на 13 станциях; на каждой станции отбиралось также по три пробы бентоса дночерпателем Ван-Вина площадью 0,2 м<sup>2</sup>.

Средневзвешенная биомасса моллюсков рассчитывалась как отношение общей биомассы на площади исследования или в скоплении к общей площади исследования (скопления).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*N. pernula pernula* – двустворчатый моллюск семейства Nuculanidae, широко распространенный в арктической и бореальной зонах Мирового океана от Атлантики до Тихого океана (Скарлато, 1981; Кафанов, 1991). Сублиторально-элиторальный вид, заходящий в батиаль. Селится преимущественно на илистом и илисто-глинистом грунте, иногда с примесью гальки и камней. Реже встречается на илисто-песчаном и песчаном грунтах. По данным В. А. Скалкина и В. Д. Табункова (1968), встречается при температуре придонного слоя в летний период от 4,3 до –1,7°С с постоянным нарастанием биомассы при понижении температуры. Районы массовых скоплений вида у берегов Сахалина представляют собой открытое пространство с глубинами 50–100 м и ровным, без резких перепадов глубин рельефом дна. Соленость воды в местах обитания моллюска составляет 33,3‰. По нашим данным (Фоновая характеристика..., 2007), нукуляна в зал. Анива в мае 2005 г. была обнаружена в том же диапазоне грунтов в пределах изобат 21–97 м при температуре воды от 0,8 до –1,6°С и при солености воды в придонном слое 32,2–33‰. При этом максимальные биомассы (до 15 г/м<sup>2</sup>) характеризовали илистые грунты в пределах изобат 44–76 м при температуре придонного слоя воды –1,3––1,6°С и ее солености 32,9–33‰. Как и большинство видов семейства Nuculanidae, леды обыкновенная обладает ногой с хорошо развитой подошвой ползательного типа, что предполагает способность к активным перемещениям. По трофической характеристике *N. pernula* относится к собирающим детритофагам, подбирающим мелкую органику с поверхности грунта (Кузнецов, 1966).

Первые сведения о распространении сообщества *Nuculana pernula* в зал. Анива содержатся в «Атласе океанографических...» (1955). Сообщество с превалированием двустворчатых моллюсков *N. pernula* было локализовано в южной центральной части залива и на выходе из него на глубинах свыше 60 м на илах и жидких илах (рис. 1). Сообщество характеризовалось обилием полихет, офиур и двустворчатых моллюсков, включая такие виды, как *Lyocima fluctuosa*, *Macoma calcarea* и др. Биомасса бентоса достигала 869 г/м<sup>2</sup>, при средней 424 г/м<sup>2</sup>. Основную долю биомассы формировали моллюски (64%). В 1970 г. В. А. Скалкин по результатам съемки 1965 г. описал скопления нукуляны уже за пределами границ, выделенных в 1955 г. Леда была встречена в диапазоне изобат 48–112 м (см. рис. 1), причем биомасса не превышала 64 г/м<sup>2</sup>, составляя в среднем по скоплению 11,7 г/м<sup>2</sup>. В мае 2005 г. (Фоновая характеристика..., 2007) нукуляна была встречена еще на меньших глубинах – 21–97 м (см. рис. 1), ее биомасса достигала в максимуме 15,3 г/м<sup>2</sup>, составляя в среднем по сообществу 12,2±2,25 г/м<sup>2</sup>, или 61% от общей биомассы бентоса. Существенную долю биомассы создавали четыре вида многощетинковых червей: *Onuphis iridescens*, *Lumbrinereis heteropoda*, *Maldanidae* g. sp., *Proclea graffi*. Если В. А. Скалкин (1970) считал, что изменение распространения сообщества вызвано методической ошибкой при выделении сообществ в «Атласе океанографических...» (1955), то авторам на удалении видно, что наблюдалась миграция сообщества *Nuculana pernula* с 1947 по 2005 г. из центральной южной глубоководной части зал. Анива на его периферию в более мелководные районы, сопровождавшаяся снижением биомассы и изменением структуры сообщества.

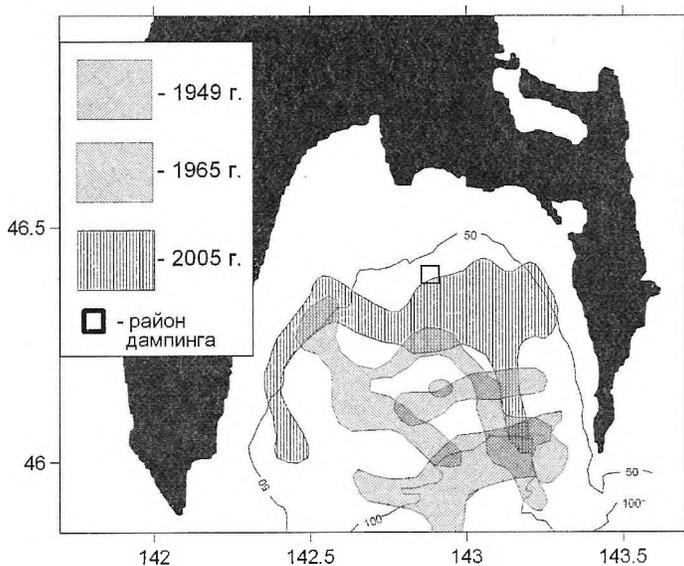
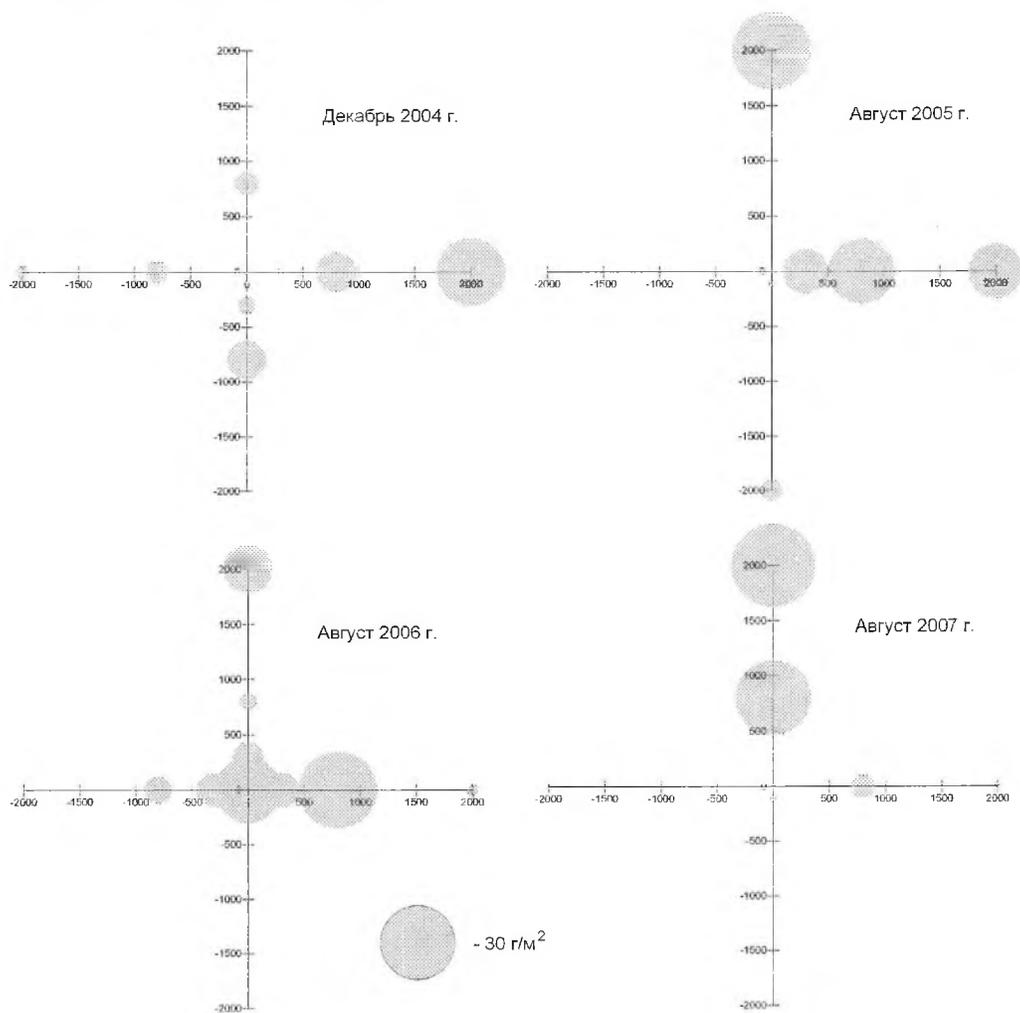


Рис. 1. Изменение ареала сообщества *Nuculana pernula* в зал. Анива

Подтверждением полученного вывода служит динамика биомассы нукуляны по площади дна в районе дампинга грунта при строительстве завода СПГ в пос. Пригородное на глубине около 60 м (см. рис. 1) (Дополнительный экологический..., 2005, 2006, 2006а, 2008). Если в августе 2003 г. в данном районе *N. pernula* в пробах отмечалась в незначительных количествах (0,236 г/м<sup>2</sup>) и относилась ко второстепенным видам (Лабай, Печенева, 2005), то уже в декабре 2004 г. этот вид стал доминировать в донном сообществе со средней биомассой 8,4 г/м<sup>2</sup>, причем на от-

дельных станциях биомасса достигала  $30 \text{ г/м}^2$ . В течение 2004–2005 г. наблюдалось продвижение скопления *N. pernula* в районе дампинга с юго-востока на северо-запад согласно вектору изменения глубины (рис. 2). К августу 2007 г. скопления леды прошло через район дампинга, отмечаясь только на станциях его северной части. Таким образом, результаты наблюдений на такой ограниченной площадке полностью подтверждают факт долговременной миграции скоплений нукуляны в сторону меньших глубин.



**Рис. 2.** Перемещение скопления *N. pernula* в районе дампинга грунта при строительстве завода СПГ в пос. Пригородное с 2004 по 2007 г.

Миграция скопления нукуляны в зал. Анива и изменение структуры и биомассы сообщества проходили на фоне значительных количественных изменений бентоса в целом по заливу. Если в 1949 г. биомасса бентоса по заливу варьировалась в пределах  $100\text{--}300 \text{ г/м}^2$  (максимальные значения – до  $700 \text{ г/м}^2$ ) (Атлас океанографических..., 1955) и средняя биомасса составляла около  $200 \text{ г/м}^2$ , то в 1980 г. колебания показателя составили уже  $3,6\text{--}282 \text{ г/м}^2$  при среднем значении  $74,4 \pm 11,2 \text{ г/м}^2$  (Распределение и калорийность..., 1980). В 2005 г. изменчивость биомассы была близка к таковой в 1980 г. –  $7\text{--}293 \text{ г/м}^2$ , но средняя биомасса была гораздо ниже –

37,6±9,9 г/м<sup>2</sup> (средневзвешенная биомасса была еще ниже – 28,5 г/м<sup>2</sup>) (Фоновая характеристика..., 2007). Таким образом, за период с 1949 по 2005 г. показатель снизился почти в пять раз!

Ближкие явления наблюдались в зал. Терпения. Первые описания распределения нукуляны также относятся к 1955 г. (Атлас океанографических..., 1955). В конце 40-х гг. XX века нукуляна доминировала в двух сообществах, локализованных на акватории зал. Терпения: в сообществе леды и йольдии и в сообществе леды (рис. 3). Первое сообщество было отмечено на илах в пределах изобат 50–90 м и имело высокую биомассу – до 1,5 кг/м<sup>2</sup>. Второе сообщество было локализовано на жидких илах на глубинах 60–85 м и характеризовалось еще более высокой биомассой – до 2 кг/м<sup>2</sup>, причем доля нукуляны составляла около 96%.

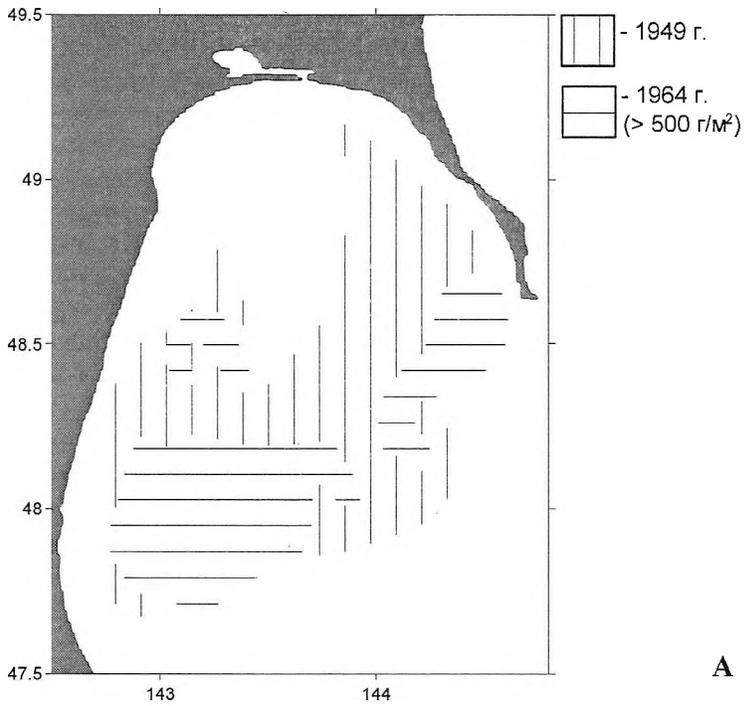
В отчетах В. А. Скалкина и В. Д. Табункова (Материалы по распределению..., 1966; Распределение биомассы..., 1970; Состояние органических..., 1975) описаны распределение, черты экологии и биологии нукуляны в зал. Терпения в 60–70-х гг. XX века. Анализ этих работ показывает, что с 1964 по 1975 г. наблюдалось несколько связанных между собой явлений. Во-первых, единое ранее скопление разбилось на несколько меньших, и пространственное распределение нукуляны стало мозаичным (см. рис. 3). Во-вторых, площадь скоплений с биомассой 500 г/м<sup>2</sup> и более сокращалась за годы наблюдений с 5250 км<sup>2</sup> в 1964 г. до 4550 км<sup>2</sup> в 1970 г. и до 4100 км<sup>2</sup> в 1975 г. Параллельно этому снижалась средняя биомасса моллюска с 1108 г/м<sup>2</sup> в 1964 г. до 625 г/м<sup>2</sup> в 1970 г. и до 552 г/м<sup>2</sup> в 1975 г. при снижении запаса от 5754 тыс. т в 1964 г. до 3384 тыс. т в 1975 г.

По данным съемки СахНИРО в 2006 г., пространственное распределение нукуляны стало еще более мозаичным (см. рис. 3). Средняя биомасса упала до 94,3 г/м<sup>2</sup>, а запас снизился до 1544 тыс. т, что почти в четыре раза меньше, чем в 1964 г. Если ранее около половины поселений этих моллюсков с повышенной плотностью и биомассой располагалось южнее 48° с. ш., то в 2006 г. южнее этой широты скоплений нукуляны не выявлено. Максимальная биомасса в 2006 г. характеризовала глубины 50–60 м, а не 60–85 м, как ранее.

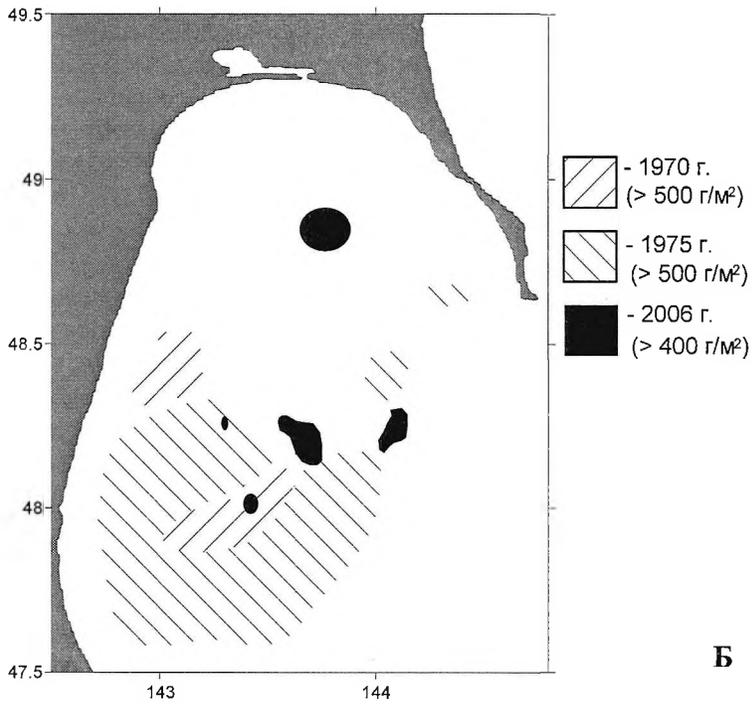
Таким образом, в зал. Терпения в сообществе нукуляны наблюдались изменения той же направленности, что и в зал. Анива: смещение сообщества на меньшие глубины, падение его биомассы, мозаичный распад единого ранее скопления.

Как видно, изменения биомассы сообщества нукуляны соответствовали аналогичным изменениям в бентосе нижней сублиторали зал. Анива, а смещения его ареала индизировали смену донных сообществ нижней сублиторали.

По данным В. А. Скалкина и В. Д. Табункова (1968), распределение нукуляны зависит от температуры воды: плотность вида увеличивается при понижении температуры до максимально возможных значений. Исходя из этого вывода, можно ожидать, что смещение скоплений нукуляны на меньшие глубины в зал. Анива вызвано потеплением наиболее глубоководного слоя. Данный холодный слой в зал. Анива наиболее четко выделяется в весенне-летние месяцы, а в осенне-зимний период разрушается, водная толща до самого дна прогревается до 4°С и более, что вызвано проникновением в залив вод Восточно-Сахалинского течения, распресненного стоком р. Амур (Шевченко, Частиков, 2004). Однако анализ многочисленных научных и архивных данных (Шелегова, 1958; Особенности температурного..., 1961; Краткая характеристика..., 1971; Гидрологический режим..., 1980; Обзор гидрологических..., 1986) показал, что за весь период наблюдений с середины XX по начало XXI века холодный подстилающий слой всегда проявляется в весенне-летний период, температура воды в нем составляет от 0 до –1,7°С.



**А**



**Б**

**Рис. 3.** Изменение распределения площади скоплений *Nisulana pernila* в зал. Терпениа: А – 1949 г., 1964 г.; Б – 1970 г., 1975 г., 2006 г.

В зал. Анива придонные холодные воды с отрицательной температурой занимают площадь (в зависимости от месяца) 22–48%. Расширение слоя не наблюдалось, более того, в отдельные периоды отмечались уменьшение площади холодного слоя и прогрев глубинного слоя вместе с поверхностным (Гидрологический режим..., 1980), что противоречит динамике смещения сообщества нукуляны. Следовательно, изменения ареала сообщества не вызваны изменениями гидрологического режима в нижнем слое.

Известно, что общая биомасса морских сообществ и экосистем в целом лимитируется исключительно количеством доступной кормовой органики (Буруковский, 2006). Следовательно, спад биомассы бентоса в целом и сообщества нукуляны в частности определяется изменениями кормового ресурса. Исходя из трофической характеристики вида – собирающий детритофаг, можно предположить, что за прошедшие годы сменились условия осадконакопления и продуцирования в пелагиали залива, что привело к снижению осаждения органических частиц в достаточном количестве в центральных областях залива. По данным В. Д. Табункова (Материалы по распределению..., 1966), скопления нукуляны приурочены к жидким илам, концентрация органического вещества в которых не меньше 3–5%, причем биомасса нукуляны возрастает по мере увеличения содержания детрита. Примем за рабочую гипотезу, что падение биомассы нукуляны связано с изменениями условий осадконакопления. Так как основным поставщиком органики в экосистемах морских водоемов является фитопланктон, проследим изменчивость биомассы фитопланктона.

Первые сведения о фитопланктоне зал. Анива опубликованы по материалам Курило-Сахалинской экспедиции, проведенной в июле–сентябре 1947 г. (Киселев, 1959). Позднее, в мае 1985–1986 гг., выполнены работы по изучению сообщества фитопланктона сетными сборами в зал. Анива (Характеристика планктонных..., 1986). По результатам исследований в последние годы получены данные о фитопланктоне, собранные в 1996–1998 гг., в июле 2000 г. (Гидробиологическая характеристика..., 2001), и в весенне-летний период 2001 и 2002 гг. (Кантаков и др., 2007) и мае 2005 г. (Фоновая характеристика..., 2007). Хотя данные о биомассе фитопланктона являются разрозненными и из-за большой вариабельности показателя в природе недостаточно репрезентативны, все же некоторые представления о динамике показателя они дают. Весенний период развития фитопланктона (май) характеризуют данные 1985–1986, 2001, 2002 и 2005 гг., по сравниваемым годам наблюдалось снижение биомассы фитопланктона от 3,9–6,3 г/м<sup>2</sup> до 0,74, 1,15 и 0,039 г/м<sup>3</sup> соответственно. Динамика летней биомассы фитопланктона (июль–сентябрь) такого снижения не обнаруживала: 0,1–0,2 г/м<sup>3</sup> в 1947 г.; 0,036 г/м<sup>3</sup> в 2000 г.; 0,12 г/м<sup>3</sup> в 2001 г.; 0,39–0,4 г/м<sup>3</sup> в 2002 г. Таким образом, весьма вероятной причиной наблюдаемых изменений в сообществе *N. pernula* может являться снижение продуктивности фитопланктона зал. Анива в весенний период, когда во время наиболее значительного весеннего максимума производится большая часть первичной продукции.

По данным Ж. Р. Цхай (2007), из известных факторов, лимитирующих развитие фитопланктона, в Охотском море основными являются доступность биогенов и температура воды. Концентрация биогенов в воде ограничивает развитие фитопланктона в летние месяцы, а в периоды весеннего и осеннего максимумов цветения лимитирующим фактором является температура воды. Наблюдается положительная зависимость концентрации хлорофилла-*a* от температуры воды. Следовательно, снижение температуры поверхностного слоя должно привести к снижению

продукции фитопланктона во время пиков цветения. Г. В. Шевченко с соавторами (Сезонная и межгодовая..., 2003, 2004) описал ретроспективную (1947–1999 гг.) изменчивость температуры поверхностного слоя моря в нижнебореальной зоне по данным Холмской и Южно-Курильской ГМС. За весь период наблюдений отмечено падение температуры поверхностного слоя, наиболее значительное – в 1950–1980 гг. Для ГМС Южно-Курильск изменение летней температуры (июль–август) аппроксимируется убывающей линейной зависимостью  $y = -0,04x + 93,48$ , а для ГМС Холмск – зависимостью  $y = -0,027x + 68,8$ . Это соответствует осредненному падению температуры воды за весь период наблюдений примерно на  $2,1^{\circ}\text{C}$  для ГМС Южно-Курильск и на  $1,4^{\circ}\text{C}$  для ГМС Холмск. Следовательно, падение температуры поверхностного слоя моря является общей закономерностью в нижнебореальной части Охотского моря. Для сравнения, в верхнебореальной части (ГМС Курильск) аналогичное падение температуры поверхностного слоя практически отсутствовало. Исходя из факта снижения температуры воды, снижение продуктивности фитопланктона вполне объяснимо.

Таким образом, отмечающееся в последней половине XX века снижение температуры воды в поверхностном слое нижнебореальной части Охотского моря привело к снижению продуктивности фитопланктона, которое, в свою очередь, вызвало изменение структуры бентоса, сопровождавшееся значительным падением биомассы. При этом наблюдается смещение ареала сообщества *Nuculana pernula*, только косвенно связанное с гидрологическим режимом поверхностного слоя, на меньшие глубины, где поступление органики на дно выше. Также имеет место мозаичный разрыв единого ареала и снижение средней биомассы. Следовательно, изменения в распространении и структуре сообщества нукуляны являются четким индикатором глобальных изменений в экосистеме Охотского моря.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас океанографических основ рыбопоисковой карты южного Сахалина и южных Курильских островов. – Л. : ЗИН АН СССР – ТИНРО, 1955. – Т. 1. – 91 с.
2. Буруковский, И. В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем / И. В. Буруковский. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2006. – 285 с.
3. Гидробиологическая характеристика шельфовой зоны северо-востока Сахалина и о. Тюлений : Отчет о НИР «Экологический мониторинг шельфовой зоны восточного Сахалина при освоении морских нефтегазовых месторождений» / СахНИРО; Отв. исполн. В. С. Лабай. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2001. – 305 с. – Арх. № 8602.
4. Гидрологический режим шельфовой зоны Сахалина и его влияние на биологическую продуктивность вод : Отчет о НИР / СахТИНРО; Отв. исполн. В. Д. Табунков. – Ю-Сах. : Сах. фил. ТИНРО, 1980. – 58 с. – Арх. СахНИРО, № 4565.
5. Дополнительный экологический мониторинг окружающей среды при дноуглубительных работах и сбросе грунта от дноуглубительных работ : Отчет по контракту № SEG-СТ-GO-CT-032 от 15.06.2003 / СахНИРО; Отв. исполн. В. С. Лабай. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2005. – 59 с. – Арх. № 9873.
6. Дополнительный экологический мониторинг окружающей среды при дноуглубительных работах в районе причалов завода СПГ и сбросе грунта в апреле и августе–ноябре 2005 г. : Отчет по контракту № SEG-СТ-GO-CT-032 от 15.06.2003 / СахНИРО; Отв. исполн. В. С. Лабай. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2006. – 61 с. – Арх. № 10107.
7. Дополнительный экологический мониторинг окружающей среды при дноуглубительных работах в районе причалов завода СПГ и сбросе грунта в августе 2006 г. : Отчет по контракту № SEG-СТ-GO-CT-032 от 15.06.2003 / СахНИРО; Отв. исполн. В. С. Лабай. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2006а. – 21 с. – Арх. № 10249.

8. **Дополнительный** экологический мониторинг окружающей среды при дноуглубительных работах в районе причалов завода СПГ и сбросе грунта в августе 2007 г. : Отчет по контракту № SEG-СТ-GO-СТ-032 от 15.06.2003 / СахНИРО; Отв. исполн. В. С. Лабай. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2008. – 15 с. – Арх. № 10748.

9. Адвекция, вертикальная устойчивость вод и особенности пространственно-временного распределения фитопланктона в заливе Анива Охотского моря в 2001–2003 гг. / **Г. А. Кантаков, И. В. Стоник, М. С. Селина, Т. Ю. Орлова** // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сах.-Курил. регионе и сопред. акваториях : Тр. СахНИРО. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2007. – Т. 9. – С. 295–324.

10. **Кафанов, А. И.** Двустворчатые моллюски и фаунистическая биогеография северной Пацифики / А. И. Кафанов. – Владивосток : ИБМ ДВО АН СССР, 1991. – 196 с.

11. **Киселев, И. А.** Качественный и количественный состав фитопланктона и его распределение в водах у южного Сахалина и южных Курильских островов / И. А. Киселев // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1959. – Вып. 6. – С. 58–77.

12. Кобликов, В. Н. Бентос континентального шельфа Охотского моря: состав, распределение, запасы / **В. Н. Кобликов, В. А. Павлючков, В. А. Надточий** // Изв. ТИНРО. – 1990. – Т. 111. – С. 27–38.

13. **Краткая** характеристика гидрологических условий в заливах Анива, Терпения, проливах Татарском, Лаперуза и юго-западной части Охотского моря в весенне-летний период 1970 г. : Отчет о НИР / СахТИНРО; Отв. исполн. В. Д. Будаева. – Антоново : Сах. отд-ние ТИНРО, 1971. – 48 с. – Архив СахНИРО, № 2158.

14. **Кузнецов, А. П.** О характере питания *Nuculana permla* (Müller) / А. П. Кузнецов // Экология и распределение морской донной фауны и флоры : Тр. Ин-та океанологии. – 1966. – Т. 81. – С. 132–143.

15. Лабай, В. С. Сезонная динамика обилия макробентоса сублиторали залива Анива / **В. С. Лабай, Н. В. Печенева** // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сах.-Курил. регионе и сопред. акваториях : Тр. СахНИРО. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2005. – Т. 7. – С. 317–363.

16. **Материалы** по распределению и биологии леды у юго-восточного Сахалина : Материалы НИР / СахТИНРО; Отв. исполн. В. Д. Табунков. – Антоново : Сах. отд-ние ТИНРО, 1966. – 23 с. – Архив СахНИРО, № 1567.

17. **Надточий, В. А.** О многолетней изменчивости в количественном распределении бентоса на западно-камчатском шельфе / В. А. Надточий // Изв. ТИНРО. – 1984. – Т. 109. – С. 126–129.

18. Современные данные о составе и количественном распределении макробентоса охотоморского шельфа о. Сахалин / **В. А. Надточий, Л. Л. Будникова, В. Н. Кобликов, Р. Г. Безруков** // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 139. – С. 317–339.

19. **Обзор** гидрологических условий, сложившихся на акваториях сахалинского шельфа с августа 1985 по август 1986 года : Отчет о НИР / СахТИНРО; Отв. исполн. С. М. Климов. – Ю-Сах. : Сах. отд-ние ТИНРО, 1986. – 10 с. – Архив СахНИРО, № 5321.

20. **Особенности** температурного режима вод залива Анива и Терпения : Отчет о НИР / Отв. исполн. Л. Е. Веселова. – Владивосток : ДВНИГМИ, 1961. – 213 с. – Архив СахНИРО, № 6146.

21. **Распределение** биомассы, уловов и запасы нукуляны обыкновенной у юго-восточного Сахалина : Отчет о НИР / СахТИНРО; Отв. исполн. В. А. Скалкин. – Антоново : Сах. отд-ние ТИНРО, 1970. – 24 с. – Архив СахНИРО, № 2167.

22. **Распределение** и калорийность бентоса в заливе Анива : Отчет о НИР / СахТИНРО; Отв. исполн. А. В. Алехнович. – Ю-Сах. : Сах. филиал ТИНРО, 1980. – 28 с. – Архив СахНИРО, № 4734.

23. **Сезонная** и межгодовая изменчивость океанографических условий южной части Татарского пролива : Отчет о НИР / СахНИРО; Отв. исполн. Г. В. Шевченко. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2003. – 105 с. – Арх. № 9518.

24. **Сезонная** и межгодовая изменчивость океанографических условий и зоопланктона на разрезе м. Анива–м. Докучаева и на охотском шельфе Южно-Курильских островов : Отчет

о НИР / СахНИРО; Отв. исполн. Г. В. Шевченко. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2004. – 131 с. – Арх. № 9742.

25. Скалкин, В. А. Некоторые черты биологии, распределения и запасы леды обыкновенной у юго-восточного Сахалина / В. А. Скалкин, В. Д. Табунков // Моллюски и их роль в экосистемах : Автореф. докл. – Л. : Изд-во «Наука», 1968. – Сб. 3-й. – С. 67–68.

26. Скалкин, В. А. Характеристика некоторых группировок бентоса залива Анива (Охотское море) / В. А. Скалкин // Зоол. журнал. – 1970. – Т. 49, вып. 9. – С. 1405–1407.

27. Скарлато, О. А. Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана / О. А. Скарлато. – Л. : Наука, 1981. – 480 с. – (Опред. по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР. № 126).

28. Состояние органических ресурсов, экология и продукционные свойства популяции нукуляны обыкновенной *Nuculana pernula* (Müll.) у юго-восточного Сахалина и в северной части Охотского моря : Отчет о НИР / СахТИНРО; Отв. исполн. В. Д. Табунков. – Ю-Сах. : СахТИНРО, 1975. – 32 с. – Архив СахНИРО, № 3207.

29. Фоновая характеристика отдельных компонентов водной биоты (фитопланктон, ихтиопланктон и бентос) залива Анива в мае 2005 г. : Отчет о НИР / СахНИРО; Отв. исполн. В. С. Лабай. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2007. – 133 с. – Арх. № 10402.

30. Характеристика планктонных сообществ шельфовых вод Сахалина в 1985–1986 гг. (промежуточный) : Отчет о НИР / СахТИНРО; Отв. исполн. Н. А. Федотова. – Ю-Сах. : СахТИНРО, 1986. – 102 с. – Архив СахНИРО, № 5401.

31. Цхай, Ж. Р. Анализ сезонных вариаций концентрации хлорофилла-*a* методом естественных ортогональных функций в Охотском море по спутниковым данным / Ж. Р. Цхай // Исслед. Земли из космоса. – 2007. – № 6. – С. 37–45.

32. Шевченко, Г. В. Динамические процессы в заливе Анива (о. Сахалин) по результатам инструментальных измерений осенью 2000 г. / Г. В. Шевченко, В. Н. Частиков // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 5. – С. 63–75.

33. Шелегова, Е. К. Влияние япономорских вод на термический режим и промысел рыб у юго-восточного берега Сахалина / Е. К. Шелегова // Бюл. техн.-экон. информ. – Ю-Сах., 1958. – № 5. – С. 7–9.

34. Kussakin, O. G. Biogeography of isopod crustaceans in the Boreal Pacific / O. G. Kussakin // Bull. Mar. Sci. – 1990. – Vol. 46. – P. 620–639.