



УДК 591.148:574.52:582.276.(262.5)

И. М. Серикова, к.б.н., н.с., **Ю. В. Брянцева**, к.б.н., с.н.с., **В. И. Василенко**, вед. инж.

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

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ СТРУКТУРЫ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ И ЕЁ СОПРЯЖЁННОСТЬ С ПАРАМЕТРАМИ ДИНОФЛАГЕЛЛЯТ

На основе трехлетнего биофизического мониторинга в прибрежье Севастополя выявлены характерные особенности вертикальной структуры и сезонной динамики интенсивности поля биолюминесценции, обусловленные гидрофизическими параметрами среды, а также вариабельностью количественных и качественных характеристик динофлагеллят. Показано, что в годичном цикле существует 4 типа вертикальной структуры поля биолюминесценции, совпадающих с основными сезонами года. Каждый тип характеризовался специфическим набором доминирующих видов светящихся динофлагеллят с различными размерами клеток, что, наряду с их численностью, и определяло величины их биомассы в тот или иной месяц. Сравнение среднегодовых величин интенсивности поля биолюминесценции в слое 0 – 60 м и их вариабельности показало, что в 2009 г. они были в 2 раза, а в 2011 г. в 1.5 раза ниже, чем в 2010 г., который отличался более жарким летом и тёплой зимой. На основе уравнений линейной регрессии получена прогностическая модель для расчёта биомассы светящихся динофлагеллят по интенсивности биолюминесценции.

Ключевые слова: интенсивность поля биолюминесценции, численность, биомасса, динофлагелляты, температура, солёность.

Исследования пространственно-временной изменчивости поля биолюминесценции (ПБ) в связи с биотическими и абиотическими характеристиками среды, проводимые в отделе биофизической экологии, дают возможность расширить наши представления о структуре сообществ, их связи с гидродинамическими процессами, что важно для понимания механизмов их формирования и развития.

Ввиду известных трудностей и ограниченных возможностей традиционных планктонологических методов исследований трудно переоценить роль новых биофизических методов изучения пространственной организации планктонных популяций, в том числе метод многократных батифотометрических зондирований ПБ. Он обладает быстрым действием и позволяет наряду с регистрацией ПБ одновременно отслеживать распределение параметров гидрофизических полей. Применение этого метода совместно с традиционными методами исследований (отбор проб планктона) повышает уровень и качество оценки состояния экосистем.

В Чёрном море наиболее существенный

вклад в ПБ пелагиали вносят динофлагелляты [8], поэтому целью данной работы было выявить сопряжённость параметров ПБ с характеристиками динофитовых водорослей, а также исследовать особенности сезонной динамики этих параметров при проведении мониторинга состояния среды у берегов Севастополя.

Материал и методы. Исследования сезонной динамики ПБ проводили в рамках мониторинга Севастопольского взморья с ноября 2008 по декабрь 2011 гг. Интенсивность ПБ, а также температуру, солёность регистрировали с помощью зондирующего комплекса «Сальпа-М» на стандартной станции (44°38'N; 33°27'E) в 2-х милях от берега напротив бухты Круглая. Одновременно отбирали пробы фитопланктона. Работы выполняли в ночное время суток, соответствующее максимальному уровню развития ПБ. При работах с борта фелюги, как правило, выполняли одно или два зондирования приборным комплексом. При работах с борта НИС «Профессор Водяницкий» на станции осуществлялось от 10 до 30 зондирований.

Методика сбора и обработки информации комплексом «Сальпа-М» подробно описана ранее [7]. В результате обработки сигналов датчиков получали профили биолюминесценции, температуры, солёности, а также рассчитанной по этим параметрам условной плотности воды с осреднёнными показаниями по глубине через каждый метр. Профили биолюминесценции, температуры, солёности и условной плотности воды получены в диапазоне глубин от 0 до 60 м.

Пробы воды для определения характеристик фитопланктона отбирали 5-литровым батометром с приповерхностного горизонта (приблизительно 0.2 м), а также с горизонта, соответствующего максимуму биолюминесценции, определяемого предварительным зондированием водной толщи с помощью гидробиофизического комплекса «Сальпа-М».

В первый год исследований применяли модифицированную методику с целью получения репрезентативного материала по морфометрии клеток микроводорослей. Для этого пробу делили на две части – макрофракцию (сетную) и микрофракцию. В первой определяли виды, с размерами клеток более 35 мк, во второй – все мелкие формы. Сгущали 3 – 4 л через сито с диаметром пор 35 мкм. Один литр для обработки микрофракции сгущали по стандартной методике обратной фильтрации через мембранные фильтры (диаметр пор 1 мкм). В первом случае объём концентрата составлял 2.2 – 2.5, во втором – 50 – 100 мл. В макрофракции просчитывали все крупные клетки во всем объёме полностью (в камере объёмом 0.74 мл), а мелкие массовые – в объёме 0.37 – 0.74 мл. Микрофракцию обрабатывали в камере Нажжота объёмом 0.1 мл.

В последующие годы использовали традиционную методику обратной фильтрации, но в зависимости от размеров клеток подсчитывали их количество в камерах объёмом 0.1 (мелкие) и 0.37 мл (крупные и редкие, 1 – 3 порции).

Результаты обработки заносили на ПК с помощью специальной программы «Планктон» и автоматически рассчитывали основные параметры фитопланктона с помощью программ-надстроек [3]. Для расчёта объёмов и площади поверхности клеток использовали формулы из [4], а для сложных фигур – методику трёхмерного моделирования [5, 9]. Анализировали суммарные и средние значения параметров как для фракций отдельно, так и для пробы в целом. Из традиционных характеристик использовали: численность, биомассу, объём и площадь по-

верхности клеток.

Результаты. Анализ результатов ежемесячных наблюдений распределения ПБ и термохалинной структуры на протяжении 3 лет выявил их чёткую сопряженность в сезонной динамике для каждого годового цикла. Каждому из сезонов соответствовал свой тип вертикального распределения ПБ (рис. 1).

Рассмотрим каждый тип последовательно в соответствии с сезонами года. В зимний сезон, когда однородный перемешанный слой занимал весь исследуемый диапазон глубин и регистрировалась довольно однородная структура в распределении гидрологических параметров, ПБ также характеризовалось равномерным распределением слоёв повышенной светимости по глубине. Такая структура типична для января – февраля и может сохраняться вплоть до конца апреля.

В этих условиях среди светящихся динофлагеллят преобладают виды, которые имеют максимальные объёмы клеток относительно других месяцев года, благодаря чему возрастает их суммарная биомасса, несмотря на минимальную численность. К ним относятся два вида рода *Neoceratium* – *N. fusus* (Ehrenberg) F.Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia, 2009, *N. tripos* (O. F. Müller) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia, 2009, и представители рода *Protoperidinium*: *P. divergens* (Ehrenberg, 1841) Balech, 1974, *P. crassipes* (Kofoid, 1907) Balech, 1974, *P. pallidum* (Ostenfeld, 1899) Balech, 1973. Распределение видов равномерно по слоям и количество их мало. На январь – февраль приходится минимум видового богатства светящихся и не светящихся видов динофлагеллят.

С началом прогрева воды и формирования сезонного термоклина в приповерхностном слое начинается образование слоев повышенной интенсивности биолюминесценции. По мере увеличения толщины прогретого слоя в нем формируется серия слоев повышенной светимости (см. рис. 1).

В термоклине и нижележащих слоях биолюминесценция остаётся, как правило,

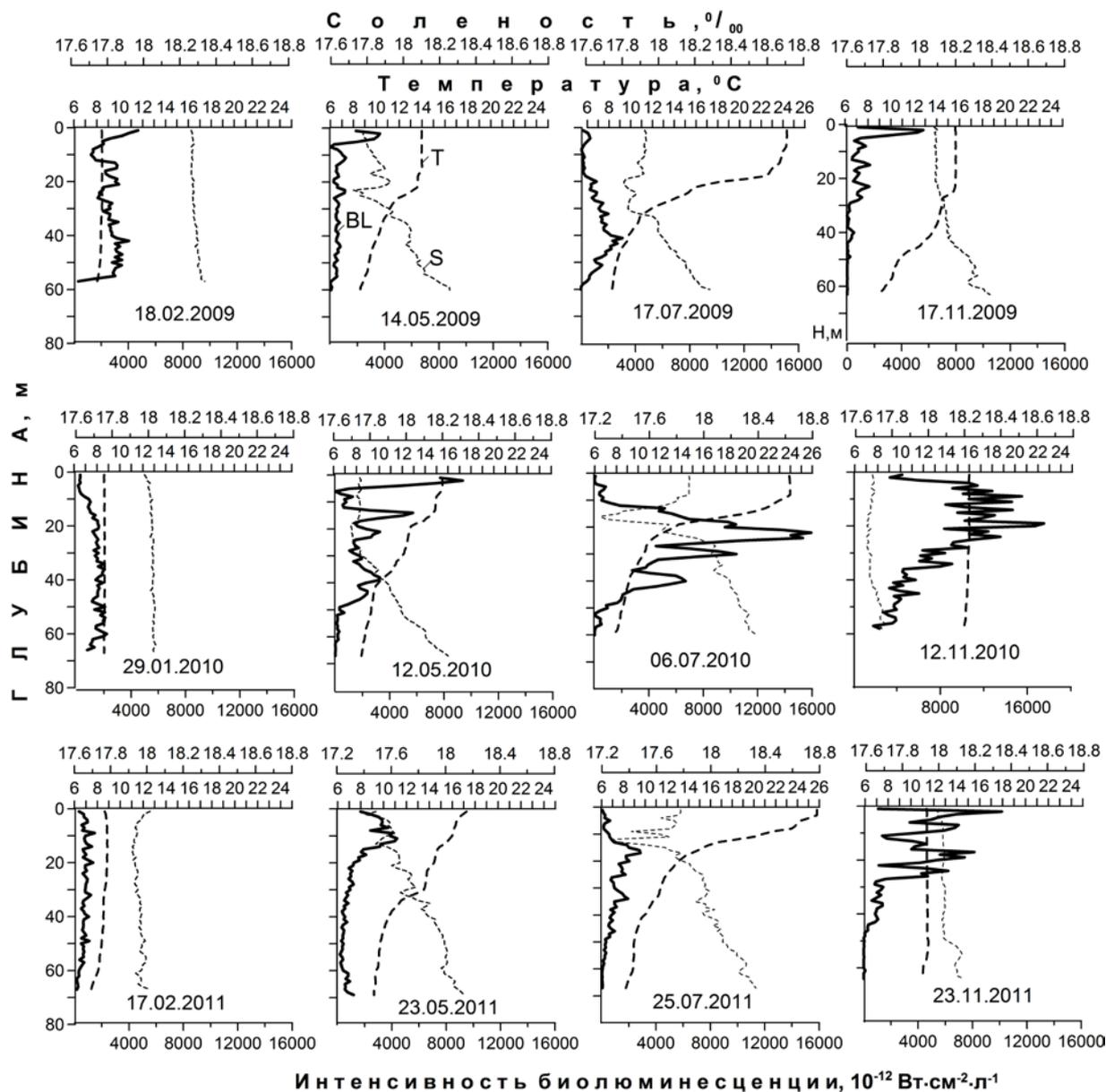


Рис. 1 Типичные профили интенсивности биолуминесценции (BL), температуры (T) и солёности (S) в различные сезоны 2009 – 2011 гг.
 Fig. 1 Typical bioluminescence intensity profiles (BL), temperature (T) and salinity (S) in different seasons of 2009 – 2011

сравнительно слабая. Такая структура типична для мая и может сохраняться до конца июня.

В это время происходит увеличение видового богатства, которое достигает своего первого максимума в мае (или в июне, как в 2009 г.) [2]. Можно говорить о «весеннем» типе, который характеризуется массовым развитием мелкоклочных представителей светящихся динофлагеллят: виды рода *Goniaulax*, а также *Scrippsiella trochoidea* (Stein, 1883)

Balech ex Loeblich III, 1965 и *Lingulodinium poliedrum* (Stein, 1883) Dodge, 1989. «Вспышка» этих видов приводит к значительному увеличению суммарной биомассы, особенно выраженному в 2010 г., когда наблюдали абсолютный за три года максимум биомассы светящихся динофлагеллят, и соответственно, интенсивности биолуминесценции в приповерхностном слое (рис. 2).

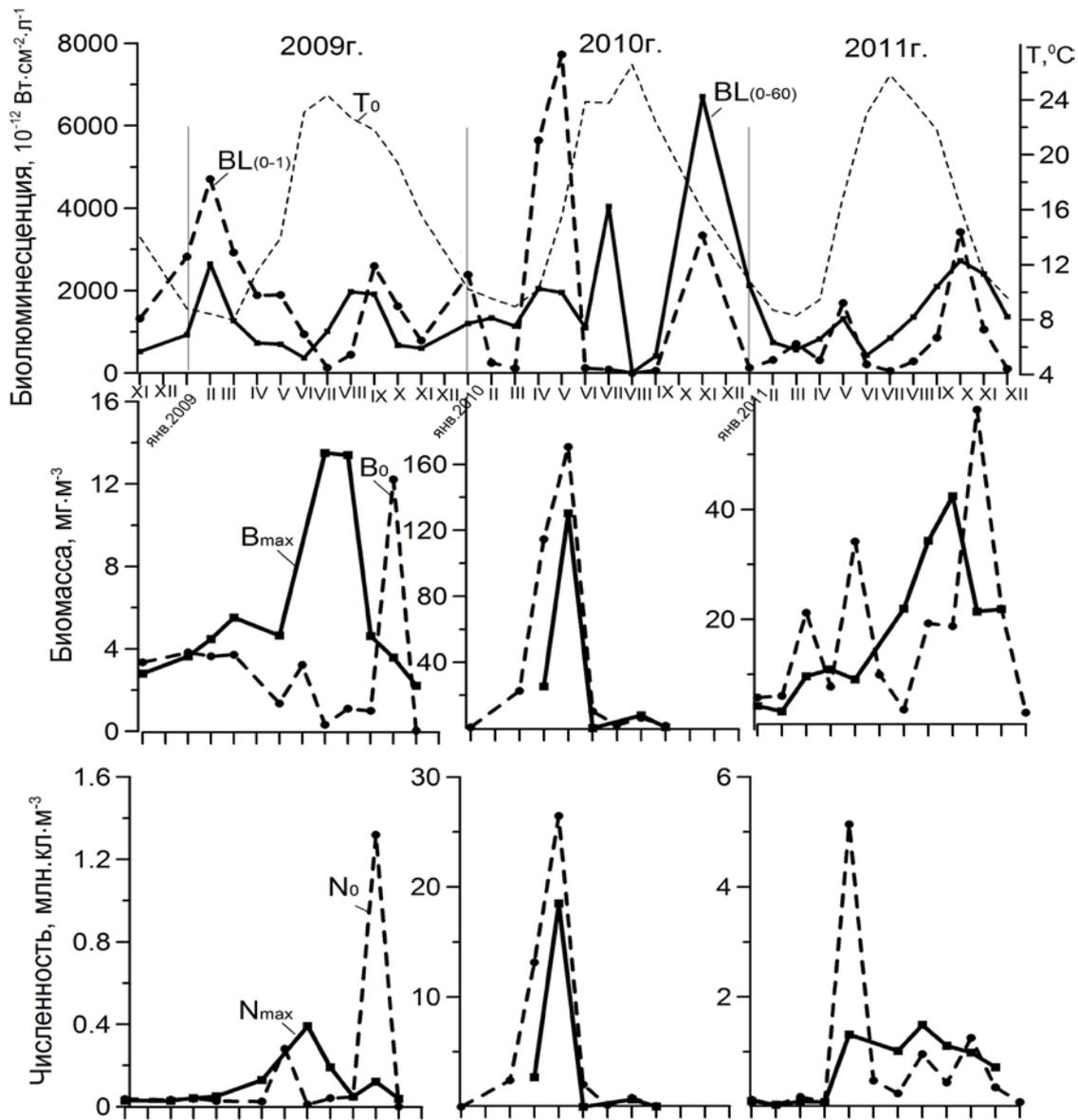


Рис. 2 Временная изменчивость средней интенсивности биолюминесценции в слое 0 – 60 м ($BL_{(0-60)}$) и в приповерхностном слое ($BL_{(0-1)}$), биомассы и численности светящихся динофлагеллят соответственно: B_0 , N_0 и B_{max} , N_{max} , на фоне изменения температуры у поверхности (T_0)

Fig. 2 Temporal changeability of the average intensity of bioluminescence in the layer of 0 – 60 m ($BL_{(0-60)}$) and in the surface layer ($BL_{(0-1)}$) because of the change of surface temperature (T_0), and the values of biomass and abundance of luminous dinoflagellates in the surface layer (B_0 , N_0) and in the layer of maximum bioluminescence (B_{max} , N_{max})

При этом средний объём клеток светящихся снижается до минимума в году. При повышении температуры в приповерхностном слое более 22°C начинается резкое уменьшение интенсивности биолюминесценции в верхнем квазиоднородном слое (ВКС) и её постепенное нарастание в термоклине. На протяжении 3 лет 90

в июле и августе слои с наибольшим уровнем биолюминесценции регистрировались преимущественно в термоклине и под ним. Август 2010 г. отличался от этой типичной схемы. Температура воды у поверхности достигла 26.6°C, в диапазоне глубин 25 – 37 м сформировался слой с резкими градиентами

Морський екологічний журнал, № 4, Т. XII, 2013

температуры ($dT/dZ = 1.24$ град/м), и соответственно, плотности воды. Однако значения интенсивности биолюминесценции были низкими во всей 60-метровой толще, и достигли абсолютного минимума за весь период исследований.

В июле наступила летняя стагнация в развитии динофлагеллят в приповерхностном слое. При этом их количество резко увеличилось в термоклине и нижележащих слоях. Процесс нарастания обилия и видового богатства в нижних слоях начинается в июле – августе и может достигать своего максимума, как это было в 2011 г., даже в сентябре. Эффект «заглубления» максимума биолюминесценции летом в слое термоклина мы уже описали на примере 2009 г. [6]. При устойчивой стратификации в этих слоях сохраняются гидрологические условия, характерные для зимнего периода, соответственно здесь продолжают развиваться «зимние» крупноклеточные виды, тогда как у поверхности преобладают мелкоклеточные формы, характерные для весеннего периода.

Четвёртый период, «осенний», начинается с ослаблением сезонного термоклина и притоком биогенных элементов в верхние слои, что снова приводит к перестройке структуры ПБ и способствует достижению максимальных за год значений биомассы светящихся динофлагеллят в ВКС. Соответственно слои максимальной интенсивности биолюминесценции сосредотачиваются преимущественно в ВКС. Такая структура ПБ сохраняется с сентября по ноябрь. При этом она может быть обусловлена, как интенсивным развитием мелкоклеточных форм, как в 2009 г. (*Lingulodinium poliedrum*, средний объём клеток 11.500 мк^3), так и обилием более крупного вида *Neoceratium furca* (Ehrenberg) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-García, 2009 (средний объём клеток около 50.000 мк^3), что обусловило увеличение биомассы светящихся в 2011 г. до $58 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$.

После осенней вспышки наступает период зимней стагнации, который сопровождается снижением видового богатства и всех ко-

личественных показателей светящихся динофлагеллят. Затем наступает новый цикл в их развитии.

Из 38 светящихся видов динофлагеллят, известных для Чёрного моря [1], на Севастопольском взморье встречался 21. В течение года их количество во всем 60-метровом слое изменялось в узком диапазоне – от 3 в декабре 2011-го до 17 в мае 2010 г. [2]. Поскольку плотность воды является интегральным показателем, отражающим в целом условия для плавучести клеток фитопланктона, мы сопоставили сезонную динамику среднего объёма клеток светящихся видов со значениями плотности воды у поверхности (рис. 3). Эта связь оказалась более значимая, чем связь среднего объёма с температурой и солёностью, соответственно. Средний объём клеток изменялся синхронно со значениями плотности воды и в период с января по апрель был в 2 раза больше, чем в тёплый период года (с мая по декабрь).

Обсуждение. Анализ данных ежемесячных наблюдений интенсивности биолюминесценции у поверхности, а также средних в слое 0 – 60 м, в течение трёхлетнего периода не выявил чётких закономерностей сезонной изменчивости абсолютных величин интенсивности ПБ (см. рис. 2). Однако нам удалось выявить закономерности сезонной изменчивости в распределении ПБ по глубине, чётко проявляющиеся при рассмотрении относительных величин интенсивности биолюминесценции в слоях естественной стратификации, сопряжённых с изменчивостью температуры и плотности воды в приповерхностном слое (рис. 4).

Для зимнего сезона характерно равномерное по глубине распределение ПБ. Величины $VL_{\text{ВКС}} / VL_{(0-60)}$ и $VL_{\text{терм}} / VL_{(0-60)}$ близки к 1, где $VL_{\text{ВКС}}$, $VL_{\text{терм}}$ – средний уровень биолюминесценции соответственно в ВКС и в слое термоклина, а $VL_{(0-60)}$ – средняя интенсивность биолюминесценции в слое 0 – 60 м. При летнем типе вертикальной структуры ПБ характерно превышение $VL_{\text{терм}} / VL_{(0-60)}$ над $VL_{\text{ВКС}} / VL_{(0-60)}$.

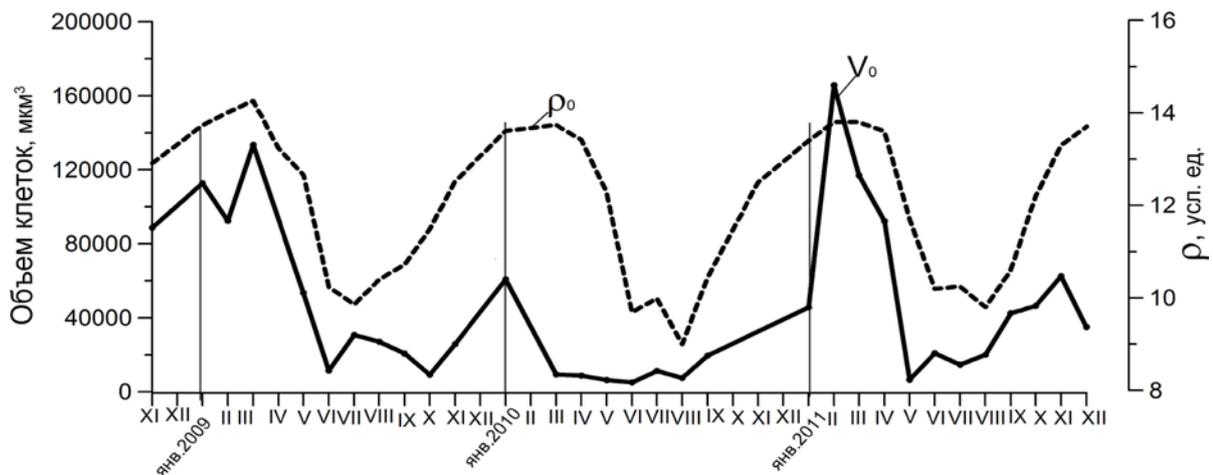


Рис. 3 Сезонная изменчивость среднего объёма клеток светящихся динофлагеллят (V_0) и условная плотность воды у поверхности (ρ_0)
 Fig. 3 Seasonal changeability of the average volume (V_0) of luminous dinoflagellates cells and the water conventional density at the surface (ρ_0)

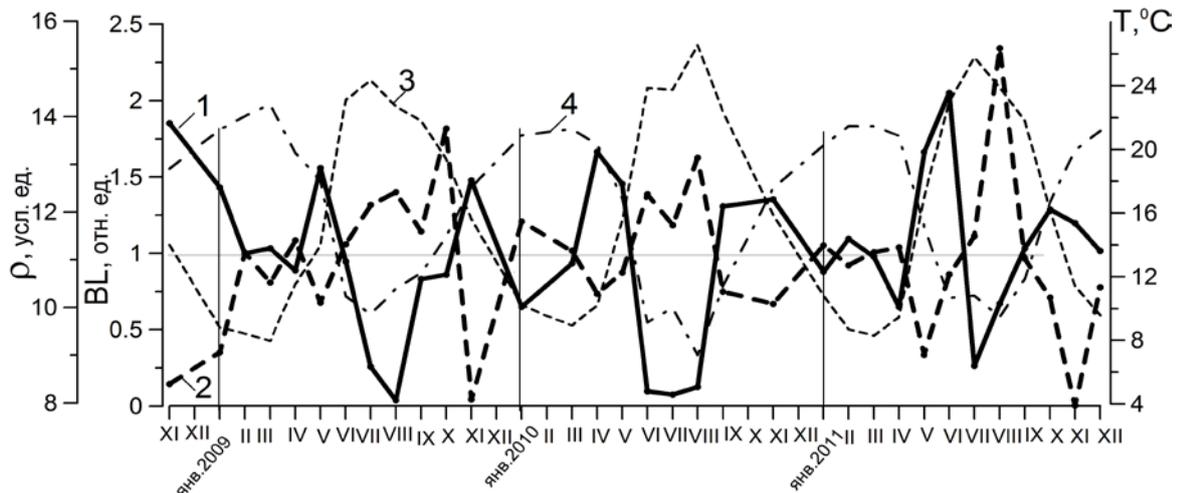


Рис. 4 Сезонная изменчивость нормированных величин интенсивности биолуминесценции в верхнем квазиоднородном слое ($BL_{\text{ВКС}} / BL_{(0-60)}$) - (1) и термоклине ($BL_{\text{терм}} / BL_{(0-60)}$) - (2), сезонный ход температуры (3) и плотности (4) у поверхности
 Fig. 4 Seasonal variability of normalized values of bioluminescence intensity in the upper mixed layer ($BL_{\text{UML}} / BL_{(0-60)}$) - (1) and the thermocline ($BL_{\text{терм}} / BL_{(0-60)}$) - (2), and seasonal variability of the temperature (3) and density (4) at the surface

В периоды резких изменений температуры и плотности воды у поверхности, т. е. в весенний и осенний сезоны, происходит перестройка структуры ПБ. При этом в противоположность лету величины отношений $BL_{\text{ВКС}} / BL_{(0-60)}$ превышают над $BL_{\text{терм}} / BL_{(0-60)}$.

Таким образом, в течение года структура ПБ меняется 4 раза. Летняя перестройка структуры ПБ, при которой слои биолуми-

несценции локализуются под термоклинном, начинается при таких гидрологических условиях: $T_0 \geq 23^{\circ}\text{C}$ и $\rho_0 \leq 10.2$ усл. ед. В осенний период при снижении температуры поверхностного слоя $T_0 \leq 22^{\circ}\text{C}$ и повышении плотности воды $\rho_0 \geq 10.5$ усл. ед. начинается формирование слоёв биолуминесценции в приповерхностном слое и их преимущественное распространение

в ВКС. При дальнейшем уменьшении температуры морской воды и увеличении её плотности ($T_0 \leq 11.7^\circ\text{C}$ и $\rho_0 \geq 13.7$ усл. ед.) наступает зимняя перестройка структуры ПБ, т.е. равномерное распределение слоёв повышенной светимости по глубине.

Максимальное значение интенсивности биolumинесценции в слое 0 – 60 м за 3-летний период, в 3 – 4 раза превосходящее средний уровень, зарегистрировано в мае и ноябре 2010 г. (рис. 2). В августе того же года наблюдался абсолютный минимальный уровень интенсивности биolumинесценции за весь период исследований. Таким образом, 2010 г. отличался не только максимальными величинами интенсивности ПБ, но и максимальной дисперсией их колебаний.

Сравнение среднегодовых величин интенсивности биolumинесценции в слое 0 – 60 м показало, что в 2010 г. средние величины в 2 раза превышали таковые в 2009-м и в 1.5 раза – в 2011 гг. По температурным показателям 2010 г. также отличался наиболее жарким летом и более тёплой зимой.

При сопоставлении вариабельности интенсивности биolumинесценции с таковой всех количественных характеристик фитопланктона получено наилучшее совпадение коэффициентов вариации биolumинесценции (C_{BL}) с биомассой светящихся видов ($C_{\text{свет.}}$) и биомассой всех динофитовых водорослей (C_{Df}). Так, за период 2010 – 2011 гг. их величины составляли:

$$C_{BL} = 1.65; C_{\text{свет.}} = 1.53; C_{Df} = 1.45.$$

На тесную связь между численностью, а также биомассой динофитовых и интенсивностью биolumинесценции указывают значимо отличные от нуля коэффициенты корреляции. При этом его максимальные величины были между интенсивностью биolumинесценции и биомассой светящихся видов в приповерхностном слое ($R_{BL \times \text{свет.}} = 0.95$). Доверительный интервал колебаний истинного коэффициента корреляции при $\alpha = 0.05$ составлял $R_{BL \times \text{свет.}} = [0.87 \div 1.00]$. Его величины между численностью и интенсивностью биolumинесценции – $R_{BL \times N_{\text{свет.}}} = 0.90$, а доверительный интервал – $[0.75 \div 0.96]$. Расчёт сделан для выборки двух-летнего периода наблюдений 2010 – 2011 гг., когда собранный материал по фитопланктону обрабатывался по единой методике. Достаточно тесная корреляционная связь наблюдалась между интенсивностью биolumинесценции и биомассой, а также численностью всех динофитовых водорослей – $R_{BL \times B_{Df}} = 0.66$ и $R_{BL \times N_{Df}} = 0.61$. Их доверительные интервалы – $[0.28 \div 0.87]$ и $[0.20 \div 0.84]$.

Прогностическая модель для расчёта биolumинесцентного потенциала по биомассе светящихся водорослей строится на основании уравнений регрессии (рис. 5):

$$BL = (46.2 \pm 7.4) \cdot B; B = (19.5 \pm 3.1) \cdot 10^{-3} \cdot BL$$

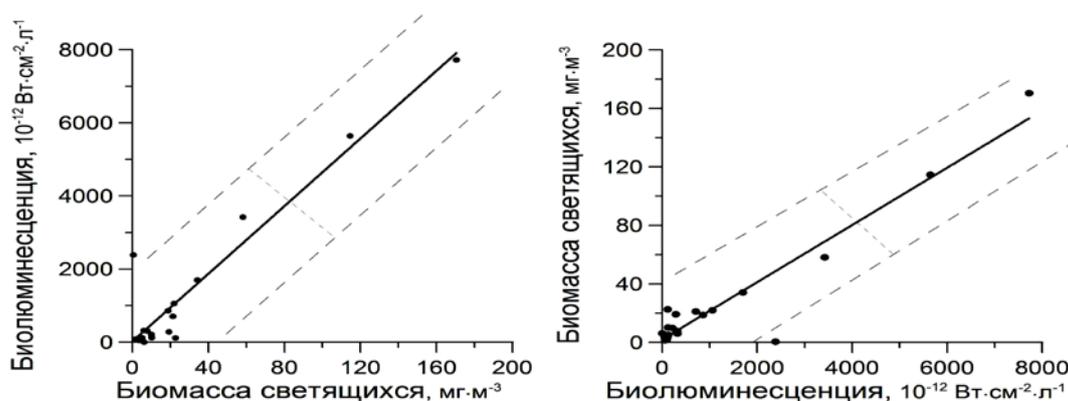


Рис. 5 Регрессионные зависимости между биомассой светящихся водорослей и интенсивностью биolumинесценции в приповерхностном слое

Fig. 5 Regression dependence of interaction between the luminous algae biomass and the bioluminescence intensity in the surface layer

В обоих уравнениях свободный член не отличается от нуля при уровне значимости $\alpha = 0.05$. Это указывает на то, что при отсутствии светящихся динофлагеллят поле биолюминесценции не будет регистрироваться.

Итак, на основе трёхлетнего мониторинга были выявлены характерные особенности сезонной динамики основных параметров светящихся динофлагеллят, которые в значительной степени определяли сезонный ход интенсивности ПБ в эти годы. Они заключались в наличии 4 типов распределения ПБ по глубине, соответствующих основным сезонам года, характеризующихся специфическим набором видов-доминантов, с различными размерами и, соответственно, объёмами клеток, что наряду с их численностью и определяло величины биомассы светящихся в тот или иной месяц. Значимая связь между биомассой светящихся динофлагеллят и интенсивностью биолюминесценции свидетельствует о том, что 90 % её дисперсии обусловлено именно этой группой водорослей.

Выводы: 1. Различия в вертикальной структуре поля биолюминесценции обусловлены гидрологической структурой вод, а также сезонной изменчивостью количественных и качественных характеристик светящихся динофлагеллят. 2. В годичном цикле существует четыре типа вертикальной структуры поля биолюминесценции, совпадающих с основными сезонами года. При температуре поверхностного слоя $T_0 \geq 23^{\circ}\text{C}$ и плотности $\rho_0 \leq 10.2$ усл. ед.

наступает летняя перестройка структуры поля биолюминесценции, при этом слои максимальной биолюминесценции сосредоточены преимущественно под термоклином. Распределение поля биолюминесценции преимущественно в верхнем квазиоднородном слое наблюдается в весенний и осенний периоды. При более низкой температуре и высокой плотности воды, т.е. $T_0 \leq 11.7^{\circ}\text{C}$ и $\rho_0 \geq 13.7$ усл. ед., наступает зимняя перестройка, при которой слои биолюминесценции равномерно распределены по глубине. 3. Сезонная динамика среднего объёма клеток светящихся видов изменяется синхронно со значениями плотности воды у поверхности. Высокие значения биомассы светящихся динофлагеллят в холодный период года обусловлены видами с относительно большим объёмом клеток (при малой численности), в остальное время преобладают клетки с относительно малым объёмом. 4. Сравнение среднегодовых величин интенсивности биолюминесценции в слое 0 – 60 м и их варибельности показало, что в 2009 г. они были в 2 раза, а в 2011 г. в 1.5 раза ниже, чем в 2010 г. По сравнению с предшествующим и последующими годами 2010 г. отличался более жарким летом и тёплой зимой. 5. На основе уравнений линейной регрессии получена прогностическая модель для расчёта биомассы светящихся динофлагеллят по биолюминесцентному потенциалу, и наоборот.

1. Битюков Э. П., Евстигнеев П. В., Токарев Ю. Н. Светящиеся Dinoflagellata Чёрного моря и влияние на них антропогенных факторов // Гидробиол. журн. – 1993. – 29, № 4. – С. 27 – 34.
2. Брянцева Ю. В., Крахмальский А. Ф., Горбунов В. П. Таксономический состав динофлагеллят у берегов Севастополя // Актуальные проблемы современной альгологии: Тез. докл. IV Междунар. конф. – К., 2012. – С. 42 – 43.
3. Брянцева Ю. В., Лях А. М., Силаков М. И., Георгиева Е. Ю. Использование новых методик обработки данных по фитопланктону при проведении биофизического мониторинга // Рыбне господарство України. – 2009. – № 4 (63). – С. 26 – 27.
4. Брянцева Ю. В., Лях А. М., Сергеева А. В. Расчёт объёмов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Чёрного моря. – Севастополь, 2005. – 25 с. (Препринт / НАНУ, ИнБЮМ).
5. Лях А. М., Брянцева Ю. В. Оптимизация измерений представителей трех видов динофитовых водорослей рода *Neoceratium* (Dinophyceae) // Морск. экол. журн. – 2011. – 10, № 2. – С. 66 – 72.
6. Серикова И. М., Брянцева Ю. В., Токарев Ю. Н., Жук В. Ф., Василенко В. И., Георгиева Е. Ю., Силаков М. И. Особенности сезонной динамики поля биолюминесценции и биомассы светящихся динофлагеллят у Севастополя (2008 – 2009 гг.) // Наук.

- зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., Спец. вип. Гідроекологія. – 2010. – № 3 (44). – С. 230 – 234.
7. Токарев Ю. Н., Битюков Э. П., Василенко В. И., Соколов Б. Г., Слипецкий Д. Я. Биофизические методы гидробиологических исследований. Ч. I. Методика изучения биолюминесцентного потенциала пелагиали. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2002. – Вып. 2 (7). – С. 111 – 121.
8. Токарев Ю. Н., Битюков Э. П., Василенко В. И., Евстигнеев П. В., Бородин Д. Н., Нарусевич Т. Ф., Соколов Б. Г., Машукова О. В., Серикова И. М., Побезжо Т. Н., Слипецкий Д. Я. Видовое разнообразие планктонных биолюминесцентных в Чёрном море и характеристики формируемого ими поля биолюминесценции в неитигической зоне Крыма // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). / ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 121 – 151.
9. Lyakh A.M. The free-form deformation of phytoplankton modes // Lecture Notes I Computer Science. – 2002. – **2331**, part 3. – P. 194 – 201.

Поступила 12 сентября 2012 г.
После доработки 05 августа 2013 г.

Особливості сезонної динаміки структури поля біолюмінесценції та її сполученість з параметрами дінофлагеллят. І. М. Серікова, Ю. В. Брянцева, В. І. Василенко. На основі трирічного біофізичного моніторингу в прибережжі Севастополя виявлено характерні особливості вертикальної структури та сезонної динаміки інтенсивності поля біолюмінесценції, обумовлені гідрофізичними параметрами середовища, а також варіабельністю кількісних та якісних характеристик дінофлагеллят. Показано, що в річному циклі існує чотири типи вертикальної структури поля біолюмінесценції, що збігаються з основними сезонами року. Кожен тип характеризується специфічним набором домінуючих видів дінофлагеллят що світяться, з різними розмірами клітин, що поряд з чисельністю й визначало величини їх біомаси в той чи інший місяць. Порівняння середньорічних величин інтенсивності поля біолюмінесценції в шарі 0 – 60 м і їх варіабельності показало, що в 2009 р. вони були в 2 рази, а в 2011 р. в 1.5 рази нижче, ніж в 2010 р., який відрізнявся більш спекотним літом і теплою зимою. На основі рівнянь лінійної регресії запропонована прогностична модель для розрахунку біомаси водоростей що світяться по інтенсивності біолюмінесценції.

Ключові слова: інтенсивність поля біолюмінесценції, чисельність, біомаса, дінофлагелляти що світяться

Seasonal dynamics of the bioluminescence field's structure and its connection with the dinoflagellates parameters. I. M. Serikova, Yu. V. Bryantseva, V. I. Vasilenko. Three-year biophysical monitoring in the coastal waters of Sevastopol has revealed the characteristic features of the vertical structure and seasonal dynamics of the field intensity of the bioluminescence caused by hydrophysical parameters of environment, as well as variability of quantitative and qualitative characteristics of luminous dinoflagellates. It is shown that there are four types of vertical structure of the field intensity of bioluminescence, coinciding with the seasons of the year in the annual cycle. Each type is characterized by a particular set of dominant species of luminous dinoflagellates, with varying sizes of cells, which, along with the number has been determining the value of their biomass in a given month. Comparison of average values of the bioluminescence field intensity in the layer of 0 – 60 m and their variability showed that in 2009, they were in 2 times, and in 2011, 1.5 times lower than in 2010, when summer was hotter and winter was warmer. A predictive model for calculating biomass luminous algae by bioluminescence intensity was proposed on the basis of the linear regression equation.

Keywords: intensity of bioluminescence field, abundance, biomass, luminous dinoflagellates