

V.I. Medinets<sup>1</sup>, T.V. Pavlik<sup>1</sup>, Ye.I. Gazyetov<sup>1</sup>, M.V. Rogenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> I.I. Mechnykov Odesa National University, Ukraine

<sup>2</sup> Niznednestroskiy National Park, Odesa, Ukraine

## INSTRUMENTAL RESEARCH OF OVERFLOW LANDS AND WATER PLANTS BORDERS CHANGES IN DNIESTER ESTUARY

Simple and efficient method for long-term and annual changes in reed-bed zone and aquatic vegetation range control in the Dniester estuary using historical maps, annual surveys with modern GPS devices and processing of results with ARCGIS software has been described. The results of field studies of changes in the acreage of the estuary area's coverage with reed-beds and aquatic vegetation have been presented and analyzed for different periods of time from 1 to 120 years long. It has been shown that during past 120 years the acreage of reed-bed zone in the Dniester Liman grew 5.7 km<sup>2</sup>, out of which 2.49 km<sup>2</sup> – for the past 30 years..

*Keywords: Dniester estuary, ARCGIS, water plants*

УДК: [574.5:58.035.7] (262.5)

Е.Б. МЕЛЬНИКОВА, Н.В. ЛЯМИНА

Институт природно-технических систем

ул. Ленина, 28, Севастополь, 299011, АР Крым

## СВЕЧЕНИЕ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ЧЕРНОГО МОРЯ

---

Исследованы особенности вертикальной структуры интенсивности свечения сообществ гидробионтов в летний период в прибрежных водах Черного моря и выделено шесть регионов, различающихся по ее вертикальному распределению. Определено положение слоя максимальной интенсивности поля биолюминесценции для каждого из выделенных регионов, показана его связь с гидродинамическими и гидрологическими характеристиками прибрежных вод Крыма.

*Ключевые слова: биолюминесценция, гидробионты, сообщества, Черное море, вертикальная структура, гидрологические особенности*

В исследованиях состояния морской экосистемы особое место занимает изучение изменения интенсивности поля биолюминесценции, являющегося важным элементом функционирования планктонного сообщества. Известно, что интенсивность поля биолюминесценции позволяет выявить пространственную структурированность планктонного сообщества, и является важным показателем экологического состояния морской экосистемы [1, 3, 4, 5]. Изменение интенсивности поля биолюминесценции может быть также достоверным индикатором сезонных и межгодовых процессов, проходящих в морской экосистеме в целом.

Изучение интенсивности поля биолюминесценции в Чёрном море проводили многие исследователи [1, 3, 4, 6], однако информация о региональных особенностях сезонной динамики вертикальной структуры интенсивности поля биолюминесценции в прибрежных водах Крыма, где существенное влияние на вертикальное распределение гидробионтов в толще воды оказывают местные течения, гидрологические характеристики и антропогенный пресс, практически отсутствует.

Цель работы – изучить региональные особенности и выявить общие закономерности вертикального распределения интенсивности свечения сообществ гидробионтов морской экосистемы прибрежных вод Крыма в летний период.

### Материал и методы исследований

Исследование вертикального распределения интенсивности свечения гидробионтов проводили в летний гидрологический период (июнь–сентябрь) 2010-2013 гг от мыса Тарханкут до Керченского предпроливного района в шельфовой и глубоководной зонах Крыма.

Пространственную структуру поля биолюминесценции исследовали методом многократного батифотометрического зондирования водной толщи, используя гидробиофизический комплекс «Сальпа-М». С его помощью кроме интенсивности биолюминесценции измеряли также температуру и электропроводность воды, которая пересчитывалась в соленость. Дискретность измерений в режиме зондирования составляла 1 м. Съёмки проводились в ночное время. На каждой станции выполнено по 10 зондирований с интервалом в 2 мин.

Статистическую обработку результатов экспериментальных исследований проводили с использованием кластерного анализа. В начале было выделено 36 отдельных монокластеров характеризующих станции, расположенные в районе исследования. Для каждой из станций была определена динамика интенсивности поля биолюминесценции, а также проведена группировка кластеров агломеративно-иерархическим методом.

В качестве меры сходства характера изменений интенсивности поля биолюминесценции, формируемого гидробионтными сообществами в различных слоях водной толщи, использовали манхэттенское расстояние, определяемое по формуле:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|, \quad (1)$$

где  $d_{ij}$  – расстояние между  $i$ -той и  $j$ -той группами;  $x_{ik}$  – численное значение  $k$ -той переменной для  $i$ -той группы;  $x_{jk}$  – численное значение  $k$ -той переменной для  $j$ -той группы.

При проведении кластеризации использовали метод Варда.

На каждой станции по результатам экспериментальных исследований выделяли диапазон глубин, в котором интенсивность поля биолюминесценции превышала половину от максимального значения для всей глубины зондирования на данной станции. Это диапазон глубин называли слоем с высоким уровнем интенсивности поля биолюминесценции. Затем находили связь слоя с высоким уровнем интенсивности поля биолюминесценции с термохалинной структурой вод исследуемого района.

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате кластеризации станций было выделено несколько морских регионов (кластеров), вертикальное распределение интенсивности поля биолюминесценции внутри которых имеет схожий характер: в кластер *A* вошли станции, расположенные в центральной области Севастопольского антициклонического круговорота; в кластер *B* – северо-восточной части моря напротив Керченского пролива; в кластер *B* – северо-западной шельфовой части моря в районе свала глубин; в кластер *Г* – периферийной области Севастопольского антициклонического круговорота; в кластер *Д* – периферийной области Крымского антициклонического круговорота; в кластер *E* – находящиеся на шельфе южного Крыма.

Приведена карта района исследований, отмечено, что прибрежные воды Крыма в целом характеризуются высокой динамической активностью, которая определяется близостью к струе Основного Черноморского Течения (ОЧТ), оказывающего существенное влияние на экологическое состояние прибрежных вод и вертикальное изменение интенсивности поля биолюминесценции в исследованных районах. Между ОЧТ и берегом формируется система антициклонических круговоротов, внутри которых в результате конвергенции происходят процессы накопления поверхностных, как правило, малопродуктивных вод и их последующее опускание на глубину, в то время как на периферии этих круговоротов и прилегающих участках развивается компенсационный подъём обогащенных биогенами глубинных вод, сопровождающийся развитием фито- и зоопланктонных организмов и, как следствие этого,

повышенной концентрацией морских биоресурсов [2]. Наибольшего развития эти вихри достигают вдоль Южного берега Крыма от Феодосии до Ялты и в северо-западной части моря.

В целом в исследуемой акватории Черного моря в летний период верхний хорошо прогретый до температуры 23<sup>0</sup>С слой составлял в среднем 16 м. Ниже располагался слой температурного скачка (сезонного термоклина), глубина которого в зависимости от района менялась от 10 до 35 м, а его ширина не превышала 14 м. Температурный градиент в термоклине в среднем составлял 0,8<sup>0</sup>С/м, максимальное значение градиента достигало 1,4<sup>0</sup>С/м. Следует отметить, что значение солёности в отличие от резкого изменения температуры в термоклине (перепад температур на его верхней и нижней границах составлял 9–10<sup>0</sup>С) не имело «скачка» как такового, а плавно возрастало с глубиной.

Под термоклином находился холодный промежуточный слой, температура которого с увеличением глубины (до максимальной глубины зондирования) менялась незначительно и составляла в среднем 8,7<sup>0</sup>С.

Приведены измеренные типичные вертикальные распределения интенсивности поля биолюминесценции, температуры, солёности и показано расположение слоя максимального свечения сообществ гидробионтов, а также выполнен анализ гидрологических и гидродинамических характеристик, влияния преобладающих ветров, сгонно-нагонных явлений и стока речных вод на особенности вертикального распределения поля биолюминесценции.

Анализ распределения солёности в исследованных акваториях Черного моря показал, что ее изменчивость в летний период не имеет ярко выраженного характера.

## Выводы

1. Методом кластерного анализа проведена структуризация пространственной изменчивости интенсивности поля биолюминесценции и выделено вдоль побережья Крыма шесть регионов, различающихся по ее вертикальному распределению, связанному с особенностями гидродинамических и гидрологических условий прибрежных вод регионов.
2. Слой с максимальным уровнем интенсивности поля биолюминесценции в прибрежных водах Крыма в летний период располагался в сезонном термоклине и ограничен диапазоном температур от 18<sup>0</sup>С до 20<sup>0</sup>С.
3. Минимальные значения интенсивности поля биолюминесценции наблюдались в центральной области Севастопольского антициклонического круговорота (1200 пВт·см<sup>-2</sup>·л<sup>-1</sup>), что было в 5 раз ниже, чем в местах подъема вод на его периферии (6000 пВт·см<sup>-2</sup>·л<sup>-1</sup>).
4. В северо-западной шельфовой части Черного моря, где велико влияние распреснения рек (солёность 17,4‰), интенсивность поля биолюминесценции в слое максимального свечения составляла 4000 пВт·см<sup>-2</sup>·л<sup>-1</sup>.
5. Наиболее широкий слой с высоким уровнем интенсивности поля биолюминесценции (11м) наблюдался на шельфе южного Крыма от м. Херсонес до района г. Феодосия в районе сильного влияния вдольбереговых ветров, а самый узкий (3м) на периферии Севастопольского антициклонического вихря.
6. В Керченском предпроливном районе перепад температур на верхней и нижней границах термоклина был наибольшим (13<sup>0</sup>С), интенсивность в слое максимального свечения составляла 4253 пВт·см<sup>-2</sup>·л<sup>-1</sup>, а средняя температура в этом слое была самой низкой (18<sup>0</sup>С).

1. Гительзон И. И. Биолюминесценция в океане / И. И. Гительзон, Л. А. Левин, Р. Н. Утюшев [и др.]. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 283 с.
2. Иванов В. А. Океанография Черного моря / В. А. Иванов, В. Н. Белокопытов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – 212 с.
3. Мельникова Е. Б. Применение кластерного анализа для структуризации сообществ биолюминесцентных гидробионтов / Е. Б. Мельникова, Н. В. Бурмистрова // Ученые записки ТНУ. Серия «Биология, химия». Симферополь. – 2011. – Т. 24 (63), № 4. – С. 156–165.
4. Токарев Ю. Н. К вопросу о влиянии гидрофизических параметров на интенсивность поля биолюминесценции Чёрного моря / Ю. Н. Токарев, Е. Б. Мельникова // Гидробиол. журн. – 2012. – Т. 48, № 2. – С. 97–104.

5. Токарев Ю. Н. Влияние физических и биологических факторов на формирование мелкомасштабной структуры биолюминесцентного и акустического полей в Черном и Средиземном морях / Ю. Н. Токарев, Б. Г. Соколов // Гидробиол. журн. – 2001. – Т. 37, № 2. – С. 3–13.
6. Melnikova E. B. Regularities of Changes of the Bioluminescence Field in the Black Sea Coastal Waters / E. B. Melnikova, Yu. N. Tokarev, N. V. Burmistrova // Hydrobiol. J. – 2013. – Vol. 49., № 3. – P. 105–111.

*О.Б. Мельнікова, Н.В. Ляміна*

Інститут природно-технічних систем, Севастополь

### СВІТІННЯ УГРУПОВАНЬ ГІДРОБІОНТІВ В ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДАХ ЧОРНОГО МОРЯ

Досліджено регіональні особливості вертикальної структури інтенсивності світіння угруповань гідробіонтів у літній період в прибережних водах Чорного моря та виділено шість районів, що розрізняються за вертикальним розподілом біолюмінесценції, пов'язаної з особливостями гідродинамічних і гідрологічних умов прибережних районів. Виконано аналіз гідрологічних і гідродинамічних характеристик, впливу переважаючих вітрів, згінно-нагінних явищ і стоку річкових вод на особливості вертикального розподілу інтенсивності світіння угруповань гідробіонтів кожного з виділених регіонів. Визначено положення шару максимальної інтенсивності поля біолюмінесценції та показана його зв'язок з гідродинамічними та гідрологічними характеристиками прибережних вод Криму.

*Ключові слова: біолюмінесценція, гідробіонти, угруповання, Чорне море, вертикальна структура, гідрологічні особливості*

*Ye.B. Melnikova, N.V. Lyamina*

Institute of Natural-technical Systems, Sevastopol

### LUMINESCENCE OF HYDROBIONTS COMMUNITIES IN THE COASTAL WATERS OF THE BLACK SEA

Investigated regional characteristics of the vertical structure of luminescence intensity of hydrobionts communities in the summer in the coastal waters of the Black Sea, and identified six areas distinguishing on its vertical distribution associated with the peculiarities of hydrodynamic and hydrological conditions of coastal waters areas. The analysis of hydrological and hydrodynamic characteristics, the influence of the prevailing winds, drive away – overtake waves and the flow of river water on the characteristics of the vertical distribution of the emission intensity of each of the communities hydrobiont isolated regions. Determine the position of the layer of maximum field intensity of bioluminescence and its connection with the hydrodynamic and hydrological characteristics of the coastal waters of Crimea.

*Keywords: bioluminescence, hydrobiont, community, the Black Sea, the vertical structure, hydrological features*