

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0223U002165

Державний реєстраційний номер: 0122U002356

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-02-2023

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Дослідження механізмів масового розвитку планктонних і бентосних водоростей в морських екосистемах України (МЕХАНІЗМИ).

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2022

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Державна установа Інститут морської біології Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534529

Місцезнаходження: вул. Пушкінська, буд. 37, м. Одеса, Одеська обл., 65011, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380677147721, 380487250918

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.2 - прикладні дослідження і розробки

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541230

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 752.400
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Оцінка екологічних ризиків та механізмів масового розвитку водоростей за умови кліматичних і антропогенних змін в морських екосистемах України (шифр: Цвітіння водоростей)

Назва роботи англійською:

Assessment of ecological risks and mechanisms of mass development of algae under the conditions of climatic and anthropogenic changes in marine ecosystems of Ukraine

Реферат українською:

Об'єктом дослідження наукової роботи є виявлення сукупності реакцій біологічних угруповань морських екосистем в умовах аномальних кліматичних та антропогенних змін. Метою досліджень було виявити механізми масового розвитку планктонних і бентосних водоростей та оцінити вплив на біологічні угруповання в умовах північно-західної частини Чорного моря. В ході виконання роботи підготовлена база даних, що об'єднує пелагічні (фіто- та зоопланктон) та бентосні (флагеляти, мейо-, макрозообентос) угруповання, а також абіотичні фактори. База даних включає інформацію головним чином з району Одеського морського регіону в різні періоди 2005-2022 рр. В звіті проаналізований зв'язок кліматичних аномалій зі спалахами «цвітіння» мікро- і макроводоростей в морських акваторіях України та на основі історичних і сучасних даних представлені просторові особливості виникнення цвітіння. Виявлені акваторії, що найбільш схильні до явищ масового розвитку фітопланктону, які знаходяться в зоні максимального впливу річкового стоку. За статистичними показниками аномалій відхилення виявлені потенційно небезпечні регіони. На основі багатолітніх спостережень описані механізми масового розвитку короткоциклічного (фітопланктон) і довгоциклічного (фітобентос) компонентів водної рослинності. Проаналізовані зв'язки фіто- та зоокомпонентів планктону, виявлені певні закономірності розвитку копепод в залежності від розміру клітин мікроводоростей. Надані оптимальні характеристики розвитку копепод по відношенню до об'єму клітин мікроводоростей. В ході роботи методами біотестування виявлені токсичні концентрації комплексу ціанобактерій. Продемонстровані відгуки бентосних угруповань за станом гетеротрофних флагелят, мейо-, макрозообентосу та іхтіофауни на цвітіння водоростей в окремих районах північно-західної частини Чорного моря.

Реферат англійською:

The object of research is to identify the totality of reactions of biological communities of marine ecosystems in the conditions of abnormal climatic and anthropogenic changes. The purpose of the research was to identify the mechanisms of harmful algal blooms (HABs) in plankton and benthos and to assess the impact on biological communities in the conditions of the northwestern part of the Black Sea. In the course of the work, a database was prepared that combines pelagic (phyto- and zooplankton) and benthic (flagellates, meio-, macrozoobenthos) communities, as well as abiotic factors. The database includes data mainly in the area of the Odesa Maritime Region in various periods from 2005 to 2022. The relationship between climatic anomalies and outbreaks of micro- and macroalgal blooms in the marine waters of Ukraine is analyzed in the report, and spatial features are presented on the basis of historical and modern data of the occurrence of HABs. The water areas, which are located in the zone of maximum influence of the river runoff, and are most liable to the phenomena of HABs, have been identified. According to statistical indicators of deviation anomalies, potentially dangerous regions were identified. Based on long-term observations, the mechanisms of mass development of short-cycle (phytoplankton) and long-cycle (phytobenthos) components of aquatic vegetation are described. The interrelation between phyto- and zoocomponents of plankton are analyzed, and certain regularities of the development of copepods are revealed depending on the size of microalgae cells. Optimal characteristics of copepod development in relation to the volume of microalgae cells are given. In the course of work, biotesting methods revealed toxic

concentrations of a cyanobacteria complex. Responses of benthic communities based on the state of heterotrophic flagellates, meio-,macrozoobenthos,and ichthyofauna to algae blooms in certain areas of the northwestern part of the Black Sea are presented

Індекс УДК: 574.5, 572.1/4:582.26:504.455(262.5)

Коди тематичних рубрик: 34.35.33

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Снігір'ова Анастасія Олександрівна

Науковий ступінь: к. б. н.

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Науковий звіт про виконання НДР Оцінка екологічних ризиків та механізмів масового розвитку водоростей за умови кліматичних і антропогенних змін в морських екосистемах України

Назва НТП англійською: Scientific report on the implementation of the research work: Assessment of ecological risks and mechanisms of mass development of algae under the conditions of climatic and anthropogenic changes in marine ecosystems of Ukraine

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Аналітичні матеріали

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки в галузі інших природничих і технічних наук

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Звіт про НДР: 143 с., 15 табл., 56 рис., 130 джерел. Об'єктом дослідження наукової роботи є виявлення сукупності реакцій біологічних угруповань морських екосистем в умовах аномальних кліматичних та антропогенних змін. Метою досліджень було виявити механізми масового розвитку планктонних і бентосних водоростей та оцінити вплив на біологічні угруповання в умовах північно-західної частини Чорного моря. В ході виконання роботи підготовлена база даних, що об'єднує пелагічні (фіто- та зоопланктон) та бентосні (флагеляти, мейо-, макрзообентос) угруповання, а також абіотичні фактори. База даних включає інформацію головним чином з району Одеського морського регіону в різні періоди 2005-2022 рр. В звіті проаналізований зв'язок кліматичних аномалій зі спалахами «цвітіння» мікрої макроводоростей в морських акваторіях України та на основі історичних і сучасних даних представлені просторові особливості виникнення цвітіння. Виявлені акваторії, що найбільш схильні до явищ масового розвитку фітопланктону, які знаходяться в зоні максимального впливу річкового стоку. За статистичними показниками аномалій відхилення виявлені потенційно небезпечні регіони. На основі багатолітніх спостережень описані механізми масового розвитку короткоциклічного (фітопланктон) і довгоциклічного (фітобентос) компонентів водної рослинності. Проаналізовані зв'язки фіто- та зоокомпонентів планктону, виявлені певні закономірності розвитку копепод в залежності від розміру клітин мікроводоростей. Надані оптимальні характеристики розвитку копепод по відношенню до об'єму клітин мікроводоростей. В ході роботи методами біотестування виявлені токсичні концентрації комплексу ціанобактерій. Продемонстровані відгуки бентосних угруповань за станом гетеротрофних флагелят, мейо-, макрзообентосу та іхтіофауни на цвітіння водоростей в окремих районах північно-західної частини Чорного моря

Соціально-економічна спрямованість НТП: Поліпшення стану навколишнього середовища

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2022

Споживачі продукції: Наукові установи Відділення загальної біології НАН України, природоохоронні органи

Перспективні ринки: Моніторинг стану екосистеми Чорного моря, охорона та відновлення біорізноманіття морських екосистем

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Адобовский В. В. Океанографические особенности функционирования марихозийств в прибрежной зоне северо-западной части Черного моря. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2001. 2. С. 357–362.
2. Адобовский В.В., Александров Б.Г., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Доценко С.А., Говорин И.А., Зотов А.Б., Миничева Г.Г., Теренько Л.М., Хомова Е.С., Шацилло Е.И. Экологические последствия гидрометеорологических аномалий в прибрежной зоне Одесского региона (2009–2011 гг.). Причорноморський екологічний бюлетень. №1 (43). березень 2012. С. 112–127.
3. Александров Б. Г., Теренько Л. М., Нестерова Д. А. Первый случай «цветения» в Черном море *Nodularia spumigena* Mert. ex Bom. et Flah. (Cyanoprokaryota). Альгология. 2012. Т. 22, № 2. С. 152–164.
4. Баева Ю. И., Черных Н. А. Оценка экологического состояния прибрежных вод Черного моря методами биоиндикации. Вода и экология: проблемы и решения. 2020. Т. 3, № 83. С. 22–31.
5. Белокопытин Ю.С. Энергетический обмен морских рыб. Наук. думка Киев. 1993. 128 с.
6. Берлинский Н. А., Большаков В. Н. 2.1. Шельфовая зона. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / отв. ред.: Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. Киев, 2006. С. 25–31.
7. Берлинский Н.А. Механизм формирования придонной гипоксии шельфовых экосистем. Водные ресурсы. 1989. № 4. С. 112–121.
8. Берлинский Н.А., Богатова Ю.И., Гаркавая Г.П. О развитии гипоксии в северо-западной части Черного моря в современный период. Наук. зап. Тернопольського пед. ун-та, Серія: біологія, Спец. випуск: гідроекологія, 2001. 4 (15). С. 114–116.
9. Берлинский Н.А., Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И. Проблемы антропогенного эвтрофирования и развития гипоксии в северо-западной части Черного моря. Экология моря. 2003. Вып. 63. С.17–22.
10. Берлинский Н.А., Дыханов Ю.М. К проблеме формирования придонной гипоксии в северо-западной части Черного моря. Экология моря. 1991. № 38. С. 11–15.
11. Биология северо-западной части Черного моря. Отв. ред. К.А. Виноградов. Киев: Наукова думка. 1967. 268 с.
12. Богатова Ю.И. Результати гідрохімічного моніторингу Куяльницького лиману (північно-західне Причорномор'я, Україна) у 2015–2019 роках. The 3rd International scientific and practical conference «Modern research in world science» (June 12–14, 2022) SPC «Sci-conf.com.ua», Lviv, Ukraine. 2022. С. 658–664.
13. Богатова Ю.И. Секундяк Л.Ю., Кирсанова Е.В. Качество водной среды Хаджибейского лимана летом 2016 года. Вісн. Одес. держ. екол. унів. 2017. №21. С. 79–87.

14. Визначення біотехнологічних показників для проектування і розміщення екопозитивних конструкцій в морських екосистемах України : метод. реком. С. В. Стадніченко, Г. Г. Мінічева, В. О. Демченко та ін. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 70 с.
15. Винникова, М.А. Состояние прибрежного ихтиопланктона Одесского залива. Екологічні проблеми водних екосистем та забезпечення безпеки життєдіяльності на водному транспорті. Одеса, 2001. С. 81–82.
16. Волошко Л. Н., Плющ А. В., Титова Н. Н. Токсины цианобактерий (Cyanobacteria, Cyanophyta). Альгология. 2008. Т. 18, № 1. С. 3–21.
17. Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Берлинский Н.А. Особенности формирования гидрохимических условий украинской части устьевой области Дуная. Экосистема взморья украинской дельты Дуная. Одесса: Астропринт. 1998. С. 21–62.
18. Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Берлинский Н.А. Формирование гидрохимических условий на устьевом взморье Дуная. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Сб. научн. тр. НАН Украины. МГИ. ИнБЮМ. Севастополь. 2000. С. 133–141.
19. Гершанович Д.Е., Елизаров А.А., Сапожников В.В. Биопродуктивность океана. Москва: Агропромиздат. 1990. 236 с.
20. Говорин И. А., Шацко Е. И. Перифитонные поселения мидий *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 и мителастера *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) в условиях аномально высокой температуры прибрежных морских вод. Ruthenica. 2012. Т. 22, № 2. С. 101–110.
21. Гольдин Е. Б. Биологическая активность микроводорослей и ее значение в межвидовых взаимоотношениях. Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2013. Вып. 9. С. 49–76.
22. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Киев: Гл. ред. МСЭ, 1990. С.103.
23. ДСТУ 4173:2003. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD). [Чинний від 2004-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 18 с.
24. Зайцев Ю.П. Самое синее в мире: Черноморская экологическая серия. Нью-Йорк: Из-во ООН. 1998. Т. 6. 142 с.
25. Зайцев Ю.П. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (обзор). Гидробиологический журнал. 1992. Т. 28. Вып. 4. С. 3–18.
26. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г. Северо-западная часть Чёрного моря: биология и экология. Киев: Наук. думка, 2006. 701 с.
27. Золотарев В. Н., Шурова Н. М. Соотношение призматического и перламутрового слоев в раковинах мидий *Mytilus trossulus*. Биология моря. 1997. Т. 23, № 1. С. 26–30.
28. Зотов А.Б., Богатова Ю.И. Влияние изменчивости содержания биогенных веществ на обилие фитопланктона Тилигульского лимана в весенне-летний период. Наук. Вісн. Ужгородського унів. Серія Біологія. Випуск 32. 2012. С. 24–34.
29. Копылов А. И., Косолапов Д. Б. Микробная «петля» в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем / Отв. ред. В. Т. Комов; Учреждение Рос. акад. наук. Ин-т биологии внутрен. вод им. И. Д. Папанина. Ижевск: КнигоГрад, 2011. 332 с.
30. Лосовская Г. В., Синегуб И. А., Шурова Н. М. Список видов макрозообентоса. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / отв. ред. Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. К. : Наукова думка, 2006. Приложение I. Список водных организмов, обитающих в СЗЧМ (Таблица 1.7). С. 602–615.
31. Миничева Г. Г., Зотов А. Б., Калашник Е. С. Сопоставление механизмов «цветения» и пожара на примере альгосистемы фитопланктон –макрофиты. Альгология. 2014. Т. 24, № 3. С. 243–249.

32. Миничева Г.Г., Тучковенко Ю.С., Большаков В.Н., Зотов А.Б., Руснак Е.М. Реакция альгосообществ северо-западной части Черного моря на локальные, региональные и глобальные факторы. Альгология. 2013. Т. 23, № 1. С. 19–36.
33. Мыльников А. П., Мыльников А. А. *Colpodella pseudoedax* sp. n. (Colpodellida, Protista) – новый альвеолятный жгутиконосец. Вестник зоологии. 2007. Т. 41, № 2. С. 123–129.
34. Нестерова Д. А. «Цветение» воды в северо-западной части Чёрного моря (обзор). Альгология. 2001. Т. 11, № 4. С. 502–513.
35. Нестерова Д.А. Пространственно-временная изменчивость фитопланктона Жебриянской бухты. Экосистема взморья украинской дельты Дуная. Одесса: Астропринт. 1998. С. 159–181.
36. Нестерова Д. А., Снигирева А. А. Общая характеристика фитопланктона. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали / отв. ред. чл.-корр. НАНУ Б. Г. Александров. Одесса, 2017. С. 11–22.
37. Новосельска Л. П. Вплив біологічно активних сполук синьозелених водоростей на гідробіоти та теплокровні організми. Екологічні науки. 2013. Т. 1, № 3. С. 38–41.
38. Полищук Л.Н., Настенко Е.В. Мезо- и макрозоопланктон. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / отв. ред.: Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева. Киев, 2006. С. 229–237.
39. Поляк Ю. М., Сухаревич В. И. Токсигенные цианобактерии: распространение, регуляция синтеза токсинов, способы их деструкции. Вода: химия и экология. 2017. № 11–12. С. 125–139.
40. Сальский В.А. О массовых заморах бентоса на шельфе Черного моря. Биология шельфовых зон мирового океана. Тез докл. Второй Всесоюзн. Конф. По морской биологии Ч.1. Владивосток. 1982. С. 62–63.
41. Стадниченко С. В. Косвенные оценки смертности и выживаемости мидий северо-западной части Черного моря. Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. Серія Біологія. 2010. Т. 15, вип. 17. С. 82–87.
42. Сухаревич В. И., Поляк Ю. М. Глобальное распространение цианобактерий: причины и последствия (обзор). Биология внутренних вод. 2020. № 6. С. 562–572.
43. Теренько Г. В. Аномальное «цветение» воды в Одесском заливе Черного моря водорослью *Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet et Flahault (Cyanoprokaryota) в июне 2019 года. Цианопрокариоты/цианобактерии: систематика, экология, распространение : материалы докладов II Международной научной школы-конференции, г. Сыктывкар, 16–21 сентября 2019 г. Сыктывкар: ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019. С. 263–267.
44. Теренько Г.В. Массовое развитие планктонной диатомеи *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström в Черном море в летний период 2009 г. Мат. XII международной научной конференции диатомологов «Диатомовые водоросли: морфология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия», Москва, 19–24 сентября, 2011. Москва. 2011. С. 208–211.
45. Теренько Г.В. Цветение *Aphanizomenon flos-aquae* (Linné) Ralfs ex Bornet et Flahault (Cyanoprokaryota) и *Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet et Flahault (Cyanoprokaryota) в северо-западной части Черного моря в мае 2015 г. Мат. межд. науч. конф. молодых ученых «Современные вопросы экологического мониторинга водных и наземных экосистем». Ростов-на-Дону. 26–29 Октября. 2015. С. 267–271.
46. Теренько Г.В., Гущина Е.Г. «Цветение» воды, вызванное синезеленой водорослью *Dolichospermum flosaquae* (Brébisson ex Bornet et Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann et J.Komárek в Одесском заливе Чёрного моря в мае-июне 2013 г. Мат. межд. науч. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды». Нарочь, Беларусь. 12–17 сентября 2016. С. 185–187.
47. Теренько Л. М., Нестерова Д. А. Cyanoprokaryota планктона северо-западной части Черного моря (Украина). Альгология. 2015. Т. 25, № 3. С. 278–296.

48. Теренько Л. М., Теренько Г. В. Многолетняя динамика «цветений» микроводорослей в прибрежной зоне Одесского залива (Чёрное море). Морской экологический журнал. 2008. Т. VII, № 2. С. 76–86.
49. Теюбова В. Ф., Ефимова О. В. Макрофитобентос урезовой зоны Новороссийской бухты (Черное море) в условиях антропогенного воздействия. Экология моря. 2003. Т. 64. С. 67–71.
50. Ткаченко Ф. П., Ковтун О. О. Нові знахідки макрофітів у Тилігульському лимані Чорного моря. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія. 2004. Вип. 1, № 4. С. 108–115.
51. Тучковенко Ю.С., Богатова Ю.И., Тучковенко О.А. Гидрохимический режим Тилигульского лимана в современный период. Вісн. Одес. держ. екол. унів. 2015. №19. С. 126–135.
52. Хуторной С.А. Изменения видового состава и численности морской ихтиофауны у берегов Одессы за период 1996–2001 г. В: Структура и функциональная роль животного населения в природных и трансформированных экосистемах. ДНУ, Днепропетровск. 2001. С. 53–54.
53. Хуторной С.А. Любительское рыболовство у берегов Одессы. Рибне господарство. 2002. 61. С. 100–104.
54. Шурова Н. М., Золотарев В. Н. Анализ фенотипической структуры поселений мидий Черного моря по окраске наружного призматического слоя их раковин. Морской экологический журнал. 2008. Том. 7, № 4. С. 88–97.
55. Экология человека. Словарь справочник (под общей редакцией Н.А. Агаджаняна). Москва: ММП «Экоцентр». Из-во «Круг». 1997. 2,8 с.
56. Ajani P., Larssona M., Woodcock S., Rubioc A., Farrelld H., Brette S., Murray S. Bloom drivers of the potentially harmful dinoflagellate *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller in a south eastern temperate Australian estuary. Estuarine, coastal and shelf science. 2018. Vol. 215. P. 161–171. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.09.029>.
57. Alva-Martínez A. F., Sarma S. S. S., Nandini S. Effect of mixed diets (cyanobacteria and green algae) on the population growth of the cladocerans *Ceriodaphnia dubia* and *Moina macrocopa*. Aquatic ecology. 2007. Vol. 41, no. 4. P. 579–585. URL: <https://doi.org/10.1007/s10452-007-9115-1>.
58. Anderson C.R., Moore S.K., Tomlinson M.C., Silke J., Cusack C.K. Living with harmful algal blooms in a changing world. Coastal and marine hazards, risks and disasters. 2015. P. 495–561. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-396483-0.00017-0>.
59. Apeldoorn M. E., van Egmond H. P., Speijers G. J. A., Bakker G. J. I. Review toxins in Cyanobacteria. Molecular Nutrition & Food Research. 2007. Vol. 51. P. 7– 60.
60. Arroyo N. L., Aarnio K., Mäensivu M., Bonsdorff E. Drifting filamentous algal mats disturb sediment fauna: Impacts on macro-meiofaunal interactions. Journal of experimental marine biology and ecology. 2012. Vol. 420–421. P. 77–90. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.03.020>.
61. Atkins J. P., Burdon D., Elliott M., & Gregory A. J. Management of the marine environment: integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. Marine pollution bulletin, 2011. 62. 2. 215–226.
62. Atkinson M.J., Smith S.V. C : N : P ratios of benthic marine plants. Limnol. Oceanogr. 1984. Vol. 28, N 3. P. 568–574.
63. Bae S., Seo D. Changes in algal bloom dynamics in a regulated large river in response to eutrophic status. Ecological modelling. 2021. Vol. 454. P. 109590. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109590>.
64. Berlinsky N, Bogatova Yu., Garkavaya G. Estuary of the Danube. Estuaries, Hdb Env. Chem. Vol. 5, Part H. 2006. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. P. 233–264
65. Blomster J., Bäck S., Fewer D. P., Kiirikki M., Lehvo A., Maggs C. A., Stanhope M. J. Novel morphology in Enteromorpha (Ulvophyceae) forming green tides. American Journal of Botany. 2002. Vol. 89. 11. P. 1756–1763. URL: <https://doi.org/10.3732/ajb.89.11.1756>.

66. Brockmann C.; Doerffer R.; Peters M.; Kerstin S.; Embacher S.; Ruescas A. Evolution of the C2RCC neural network for Sentinel 2 and 3 for the retrieval of ocean colour products in normal and extreme optically complex waters. In: Living Planet Symposium. 2016. p. 54.
67. Callender E., Hammond D.E. Nutrient exchange across the sediment-water interface in the Potomac River estuary. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 1982. V. 15. P. 395–413.
68. Chantangsi C., Leander B. S. Ultrastructure, life cycle and molecular phylogenetic position of a novel marine sand-dwelling cercozoan: *Clautriavia biflagellata* n. sp. *Protist.* 2010. Vol. 161, no. 1. P. 133–147. URL: <https://doi.org/10.1016/j.protis.2009.09.001>.
69. Choi T. S., Kang E. J., Kim J.-H., Kim K. Y. Effect of salinity on growth and nutrient uptake of *Ulva pertusa* (Chlorophyta) from an eelgrass bed. *Algae.* 2010. Vol. 25, no. 1. P. 17–26. URL: <https://doi.org/10.4490/algae.2010.25.1.017>.
70. Ciliberti S. A., Grégoire M., Staneva J., Palazov A., Coppini G., Lecci R., ... Agostini P. Monitoring and Forecasting the Ocean State and Biogeochemical Processes in the Black Sea: Recent Developments in the Copernicus Marine Service. *Journal of Marine Science and Engineering.* 2021. 9 (10). 1146. doi.org/10.3390/jmse9101146
71. Clarke K. R., Gorley R. N., Somerfield P. J., Warwick R. M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 3rd edition. PRIMER-E. Plymouth. 2014. 256 p.
72. Directive 2000/60/EC of 23 October 2000 of the European Parliament and of the Council of the European Union establishing a framework for Community action in the field of water policy. OJ L 327, 22 December 2000.
73. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). Official Journal of the European Union L 164:19–40.
74. Duarte C.M. Nutrient concentration of aquatic plants: Patterns across species. *Limnol. Oceanogr.* 1992. Vol. 37. N 4. P. 882–889.
75. Elser J.J., Marzolf E.R., Goldman C.R. Phosphorus and nitrogen limitation of phytoplankton growth in the freshwaters of North America: A review and critique of experimental enrichments. *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.* 1990. Vol. 47. P. 1468–1477.
76. EMBLAS Final scientific report / Ed: J. Slobodnik, M. Arabidze, M. Mgeladze, A. Korshenko, A. Mikaelyan, V. Komorin, G. Minicheva. Dnipro: Seredniak T.K. 2022. 462 p.
77. Fareed A. Kh., Abid A. Eutrophication: an ecological vision. *Bot. Rev.* 2005. Vol. 71. N 4. P. 449–482.
78. Fletcher R. L. The occurrence of «green tides»: a review. Marine benthic vegetation: recent changes and the effects of eutrophication / eds. W. Schramm, P. H. Nienhuis. Ecological Studies. Vol. 123. Berlin, Heidelberg: Springer, 1996. P. 7–43. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-61398-2_2.
79. Friedrich J., Dinkel C., Friedl G., Pimenov N., Wijsman J., Gomoiu M.-T., Cociasu A., Popa L., Wehrli B. Benthic Nutrients Cycling and Diagenetic Pathways in North-western Black Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 2002. V. 54. P. 369–383.
80. Grégoire M., Vandenbulcke L., Capet A. (2020). Black Sea Biogeochemical Reanalysis (CMEMS BS-Biogeochemistry) (Version 1) Data set. Copernicus Monitoring Environment Marine Service (CMEMS).
81. Gu P., Zhang G., Luo X., Xu L., Zhang W., Li Q., Sun Y., Zheng Z. Effects of different fluid fields on the formation of cyanobacterial blooms. *Chemosphere.* 2021. Vol. 283. P. 131219. URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131219>.
82. Hallegraeff G. M. Harmful algal blooms in the Australian region. *Marine pollution bulletin.* 1992. Vol. 25, no. 5–8. P. 186–190. URL: [https://doi.org/10.1016/0025-326x\(92\)90223-s](https://doi.org/10.1016/0025-326x(92)90223-s).

83. Harmful algal blooms: a compendium desk reference / eds. S. E. Shumway, J. M. Burkholder, S. L. Morton. New York: Wiley-Blackwell, 2018. 696 p.
84. Heil C. A., Muni-Morgan A. L. Florida's harmful algal bloom (HAB) problem: escalating risks to human, environmental and economic health with climate change. *Frontiers in ecology and evolution*. 2021. Vol. 9. URL: <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.646080>.
85. Ibelings B. W., Havens K. E. Cyanobacterial toxins: a qualitative meta-analysis of concentrations, dosage and effects in freshwater, estuarine and marine biota. *Advances in experimental medicine and biology*. New York, NY, 2008. P. 675–732. URL: https://doi.org/10.1007/978-0-387-75865-7_32.
86. Jeong H.J., Yoo D.Y., Kim J.S., Seong K.A., Kang N.S. and Kim T.H. Growth, feeding and ecological roles of the mixotrophic and heterotrophic dinoflagellates in marine planktonic food webs. *Ocean science journal*. 2010. Vol. 45, no. 2. P. 65–91. URL: <https://doi.org/10.1007/s12601-010-0007-2>.
87. Jiang W., Yu Z., Cao X., Jiang K., Yuan Y., Anderson D., Song X. Effects of soluble organics on the settling rate of modified clay and development of improved clay formulations for harmful algal bloom control. *Environmental pollution*. 2021. Vol. 289. P. 117964. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117964>.
88. Kahru M., Savchuk O. P., Elmgren R. Satellite measurements of cyanobacterial bloom frequency in the Baltic Sea: interannual and spatial variability. *Marine ecology progress series*. 2007. 343. 15–23.
89. Kajiyama T., D'Alimonte D., Zibordi, G. Algorithms merging for the determination of chlorophyll-a concentration in the Black sea. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 2018. 16 (5). 677–681.
90. Khanaychenko A. N., Telesh I. V., Skarlato S. O. Bloom-forming potentially toxic dinoflagellates *Prorocentrum cordatum* in marine plankton food webs. *Protistology*. 2019. Vol. 12, no. 3. URL: <https://doi.org/10.21685/1680-0826-2019-13-3-1>.
91. Kleppel G. On the diets of calanoid copepods. *Marine ecology progress series*. 1993. Vol. 99. P. 183–195. URL: <https://doi.org/10.3354/meps099183>.
92. Krakhmalnyi A.F., Okolodkov Y.B., Bryantseva Yu.V., Sergeeva A.V., Velikova V.N., Derezyuk N.V., Terenko G.V., Kostenko A.G. Revision of the Dinoflagellate species composition of the Black Sea // *Algologia*. 2018. 28 (4). P. 428–448. <https://doi.org/10.15407/alg28.04.428>
93. Krakhmalnyi O.F., Terenko G.V. *Chimonodinium lomnickii* (Wołosz.) Craveiro et al. (Dinoflagellata) – Agent of Winter Water “Bloom” in the Odessa Bay (the Black Sea) – *Hydrobiol. Journ*. 2019. Vol. 55, № 4. P. 55–62.
94. Kristensen E. Benthic fauna and biogeochemical processes in marine sediments: microbial activities and fluxes. *Nitrogen Cycling in Coastal Marine Environments*. Scope.Chichester. 1988. P. 275–299.
95. Leliaert F., Zhang X., Ye N., Malta E. J., Engelen A. E., Mineur F., Verbruggen H., De Clerck O. Research note: Identity of the Qingdao algal bloom. *Phycological research*. 2009. Vol. 57. no. 2. P. 147–151. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1440-1835.2009.00532.x>.
96. Li J., Yao Y., Hu X., Wang J., Yin L., Zhang Y., Ni L., Li S., Fengxiao Zhu F. Inactivation mechanism of algal chlorophyll by allelochemical quercetin. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s00128-022-03524-4>.
97. Maltseva I.A., Maltsev Y.I., Bren O.G., Yarova T.A., Pavlenko O.M., Yakoviichuk O.V. Algae as indicators of the ecological state of marine ecosystems in the coastal part of the Azov Sea. *Advances in modern phycology : abstracts of the VI international conference*. Kyiv, 15–17 May 2019. Kyiv, 2019. P. 65–67.
98. Manea E., Di Carlo D., Depellegrin D., Agardy T., Gissi E. Multidimensional assessment of supporting ecosystem services for marine spatial planning of the Adriatic Sea. *Ecological Indicators*. 2019. 101. 821–837.
99. Marampouti C., Buma A. G. J., de Boer M. K. Mediterranean alien harmful algal blooms: origins and impacts. *Environmental science and pollution research*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10383-1>.

100. Minicheva G. G., Kosenko M. N., Kalashnik K. S. Reaction of the Tiligulskiy liman macrophytes to abnormal climatic conditions. 4th Bi-annual Black Sea Scientific Conference : book of abstracts, Constanta, Romania, 28–31 October 2013. Constanta, 2013. P. 77–78.
101. Minicheva G. G., Zotov A. B., Kalashnik E. S. Comparison of water bloom and fire on the phytoplankton-macrophytes algal system. International journal on algae. 2014. Vol. 16, no. 3. P. 263–270. URL: <https://doi.org/10.1615/interjalgae.v16.i3.60>.
102. Olvera-Ramírez R., Centeno-Ramos C., Martínez-Jerónimo F. Toxic effects of *Pseudanabaena tenuis* (Cyanobacteria) on the Cladocerans *Daphnia magna* and *Ceriodaphnia dubia*. Hidrobiológica. 2010. Vol. 20, Nº 3. P. 203–212.
103. Redfield A.C. On the proportion of organic derivatives in seawater and their relation to the composition of plankton. James Johnston Memorial Volume, University Press, Liverpool. 1934. P. 177–192.
104. Refsnider J., Garcia J., Holliker B., Hulbert A., Nunez A., Streby H. Effects of harmful algal blooms on stress levels and immune functioning in wetland-associated songbirds and reptiles. Science of the total environment. 2021. Vol. 788. P. 147790. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147790>.
105. Richards F. A. Anoxic basins and fjords: J. Chemical Oceanography. 1. London. Acad. Press. 1965. P. 611–645.
106. Rodríguez-Rodríguez D., Malak D. A., Soukissian T., Sánchez-Espinosa A. Achieving Blue Growth through maritime spatial planning: Offshore wind energy optimization and biodiversity conservation in Spain. Marine Policy. 2016. 73. 8–14.
107. Rodríguez-Villegas C., Lee M., Salgado P., Figueroa R., Baldrich A., Pérez-Santos I., Tomasetti S., Niklitschek E., Díaz M., Álvarez G., Marín S., Seguel M., Fariás L., Díaz P. Drivers of dinoflagellate benthic cyst assemblages in the NW Patagonian Fjords System and its adjacent oceanic shelf, with a focus on harmful species. Science of the total environment. 2021. Vol. 785. P. 147378. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147378>.
108. Rutgers van Loeff M.M., Anderson L.G., Hall P.O.J., Inerfeldt A., Josefson A.B., Sundby B., Westerlund S.F.G. The asphyxiation technique: An approach to distinguish between molecular diffusion and biologically mediated transport at the sediment-water interface. Limnology and Oceanography. 1984. V. 29. P. 775–786.
109. Sha J., Xiong H., Li C., Lu Z., Zhang J., Zhong H., Zhang W., Yan B. Harmful algal blooms and their eco-environmental indication. Chemosphere. 2021. Vol. 274. P. 129912. URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129912>.
110. Smetacek V., Zingone A. Green and golden seaweed tides on the rise. Nature. 2013. Vol. 504, no. 7478. P. 84–88. URL: <https://doi.org/10.1038/nature12860>.
111. Song Y., Guo Y., Liu H., Zhang G., Zhang X., Thangaraj S., Sun J. Water quality shifts the dominant phytoplankton group from diatoms to dinoflagellates in the coastal ecosystem of the Bohai Bay. Marine pollution bulletin. 2022. Vol. 183. P. 114078. URL: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114078>.
112. Stadnichenko S. V., Shurova N. M. Estimating productivity of the Black Sea mussels from their density and biomass. The Black Sea ecological problems: collected papers. Odessa: SCSEIO, 2000. P. 297–300.
113. Stelmakh L.V., Georgieva E.Yu.. *Emiliania huxleyi* spring bloom in the Black Sea: a tentative investigation. International Journal of Marine Science. 2014. Vol. 4, Nº 17. P. 160–165. URL: <https://doi.org/10.5376/ijms.2014.04.0017>.
114. Stoecker D.K., Li A., Coats D.W., Gustafson D.E., Nannen M.K. Mixotrophy in the dinoflagellate *Prorocentrum* minimum. Marine ecology progress series. 1997. Vol. 152. P. 1–12. URL: <https://doi.org/10.3354/meps152001>.
115. Terenko G.V., Hushchyna Planktothrix agardhii (Cyanoprokaryota) toxic blooms in Khadzhibey Estuary (Ukraine). International Scientific Conference “Marine ecosystems: research and innovations” Odesa. Ukraine. October 27–29. 2021. P.80.

116. Terenko G., Krakhmalnyi A. Red tide of *Lingulodinium polyedrum* (Dinophyceae) in Odesa Bay (Black Sea). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2022. 22 (4). TRJFAS20312. <http://doi.org/10.4194/TRJFAS2031>
117. Terenko G.V. The influence of red tide on the contour biotopes of the sea // International scientific conference, dedicated to 95th Anniversary of Academician of the NAS of Ukraine Yuvenaly Zaitsev «Achievements in studies of marginal effect in water ecosystems and their practical significance», 13-14 June, Odessa, Ukraine. 2019. P. 57-58.
118. Terenko L., Terenko G. Dynamics of *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Balech 1988 (Dinophyceae) blooms in Odessa Bay of the Black Sea (Ukraine). J. "Oceanological and Hydrobiological Studies. Phycologica Polonica 2". 2009. Supplement 2. P. 107-112.
119. Tillmann U. Interactions between planktonic microalgae and protozoan grazers. The journal of eukaryotic microbiology. 2004. Vol. 51, no. 2. P. 156-168. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2004.tb00540.x>.
120. Vahtera E., Conley D. J., Gustafsson B. G., Kuosa H., Pitkänen H., Savchuk O. P., ... Wulff F. Internal ecosystem feedbacks enhance nitrogen-fixing cyanobacteria blooms and complicate management in the Baltic Sea. AMBIO: A journal of the Human Environment, (2007). 36 (2), 186-194.
121. Van Alstyne K. L., Nelson T. A., Ridgway R. L. Environmental chemistry and chemical ecology of "green tide" seaweed blooms. Integrative and comparative biology. 2015. Vol. 55, no. 3. P. 518-532. URL: <https://doi.org/10.1093/icb/icv035>.
122. Vanella D., Longo-Minnolo G., Belfiore O. R., Ramírez-Cuesta J. M., Pappalardo S., Consoli S., ... Gandolfi C. (2022). Comparing the use of ERA5 reanalysis dataset and ground-based agrometeorological data under different climates and topography in Italy. Journal of Hydrology: Regional Studies. 42. 101182.
123. Wan W., Gadd G., Gu J., He D., Liu W., Yuan W., Ye L., Yang Y. Dredging alleviates cyanobacterial blooms by weakening diversity maintenance of bacterioplankton community. Water research. 2021. Vol. 202. P. 117449. URL: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117449>.
124. WHO. Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 2011. 564 p. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>.
125. Wilson A. E., Sarnelle O., Tillmanns A. R. Effects of cyanobacterial toxicity and morphology on the population growth of freshwater zooplankton: meta-analyses of laboratory experiments. Limnology and oceanography. 2006. Vol. 51, no. 4. P. 1915-1924. URL: <https://doi.org/10.4319/lo.2006.51.4.1915>.
126. Ye Nai-hao Zhang, Xiao-wen, Liang Yu-ze Mao Cheng-wei, Xu Dong, Zhuang Jian ZouZhi-meng, Wang Qing-yin. 'Green tides' are overwhelming the coastline of our blue planet: taking the world's largest example. Ecological research. 2011. Vol. 26. 3. P. 477-485. URL: <https://doi.org/10.1007/s11284-011-0821-8>.
127. Zhang Y., He P., Li H., Li G., Liu J., Jiao F., Zhang J., Huo Y., Shi X., Su R., Ye N., Liu D., Yu R., Wang Z., Zhou M., Jiao N. *Ulva prolifera* green-tide outbreaks and their environmental impact in the Yellow Sea, China. National science review. 2019. Vol. 6, no. 4. P. 825-838. URL: <https://doi.org/10.1093/nsr/nwz026>.
128. Zhao Z., Sun W., Ray M. B. Adsorption isotherms and kinetics for the removal of algal organic matter by granular activated carbon. Science of the total environment. 2022. Vol. 806. P. 150885. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150885>.
129. Zheng Y., Gong X., Gao H. Selective grazing of zooplankton on phytoplankton defines rapid algal succession and blooms in oceans. Ecological modelling. 2022. Vol. 468. P. 109947. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.109947>.
130. Zinder S. H., Doemel W. N., Brock T. D. Production of volatile sulfur compounds during the decomposition of algal mats. Applied and environmental microbiology. 1977. Vol. 34, no. 6. P. 859-860. URL: <https://doi.org/10.1128/aem.34.6.859-860.1977>.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Мінічева Галина Григорівна

д. б. н., 03.00.17, 091

Перелік осіб-виконавців

Богатова Юлія Іллівна

(к. геогр. н.)

Бондаренко Олена Спирідонівна

(к. б. н., 03.00.17, 091)

Дядічко Василій Генадійович

(к. б. н., 03.00.17)

Калашнік Катерина Сергіївна

(к. б. н., 03.00.17)

Кошелев Олександр Вікторович

(к. б. н., 03.00.17)

Кулакова Ірина Іванівна

(к.б.н., 03.00.17, 091)

Ніконова Світлана Євгенівна

(03.00.17, 091)

Соколов Євген Володимирович

(к. б. н., 03.00.17, 091)

Стадніченко Світлана Валентинівна

(к. б. н., 03.00.17, 091)

Теренько Галина Вікторівна

(к. б. н., 03.00.07, 03.00.17)

Узун Олена Євгенівна

(03.00.16, 03.00.17)

Хуторной Сергій Олексійович

(к. б. н., 03.00.17, 091)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Марчевська Марина Миколаївна

Телефон

+38 (096) 128-45-61

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

