

ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 574.632(262.5)

Н. А. Берлинский, д-р геогр. наук, проф., зав кафедрой
кафедра океанологии и морского природопользования,
Одесский государственный экологический университет
ул. Львовская, 15, Одесса, 65016. Украина
nberlinsky@ukr.net

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УКРАИНСКОГО УЧАСТКА ЧЕРНОГО МОРЯ

Рассматривается концепция выполнения комплексного экологического мониторинга северо-западной части Черного моря для оценки современного состояния морской экосистемы. Проведено обоснование для выбора критериев оценки позитивных либо негативных перспектив развития экосистемы. Отмечен современный уровень техногенной нагрузки (по концентрациям тяжелых металлов и нефтепродуктов в донных осадках) на морской шельф.

Ключевые слова: шельф Черного моря, состояние морской экосистемы, мониторинг.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе актуальные проблемы океанологии обусловлены сложным комплексом причинно-следственных связей. Разработка теоретических и прикладных аспектов региональной океанологии должна занимать основную нишу исследований. Однако, экономическая и геополитическая ситуация в Черноморском регионе накладывает свой отпечаток, ограничивая возможности для проведения необходимых исследований.

Большое внимание к состоянию черноморской экосистемы уделяется странами Евросоюза. В настоящее время для подготовки и выполнения Европейских проектов «Horizon 2020» выделены значительные средства для проведения комплексных исследований в Черном море с целью оценки состояния морской среды и возможностью реабилитации и восстановления [29]. Анализ последних исследований и публикаций свидетельствует о крайней необходимости проведения регулярных комплексных наблюдений в Северо-Западной части Черного моря. Прежде всего, это экологический мониторинг Черного моря, проект «EMBLAS», с участием стран, расположенных на побережье. Главная цель проекта сводилась к оценке современного статуса экологического состояния морской среды – от эколого-биологических аспектов до энвайроментологических – характеризующих собственно среду обитания, качество водных масс и донных отложений, определение современных, наиболее характерных значений и их сопоставление с данными прошлых периодов. Второй,

не менее актуальный проект – это исследования и создание инфраструктуры для научных целей в сопряжении река – дельта – море «DANUBIUS», что для черноморской экосистемы имеет определяющее значение, поскольку именно сток рек и вынос биогенных и загрязняющих веществ во многом обуславливает степень антропогенной нагрузки на водную среду [29]. Кроме того, предусмотрена регулярная оценка степени нагрузки на дельту реки Дунай, которая служит своего рода биологическим фильтром на пути поступления растворенных и взвешенных веществ из реки в море, а также широкий спектр образовательных программ в создаваемом Центре исследований, расположенном в румынской части дельты. Образовательная составляющая проекта наряду с унифицированными методами исследований и методиками обработки данных, позволит на новом, качественном уровне, внедрять современные достижения в едином центре Нижнего Дуная, оборудованном техническими средствами и приборной базой для стран Центральной и Восточной Европы [29]. Участие украинских исследовательских организаций в Проектах Евросоюза весьма актуально. При этом следует обеспечить целесообразное и корректное, с научной точки зрения, выполнение работ в украинском секторе устьевой области реки. В работах [1-3,7-12,26,28,31] рассматриваются ключевые проблемы Северо-Западного шельфа Черного моря. К ним относятся, прежде всего, негативные последствия антропогенного эвтрофирования, отмеченные здесь в начале семидесятых годов прошлого столетия. В публикациях достаточно полно представлена основная причина формирования процесса эвтрофирования, придонной гипоксии и масштабной гибели донных организмов. Все результаты указанных работ опираются на данные многочисленных наблюдений, которые позволяли оценить статус исследуемой акватории в предыдущие периоды. Это одно из основных требований научной общественности Евросоюза для корректного проведения современных и дальнейших исследований.

Следует отметить нерешенные в настоящее время проблемы Черноморского шельфа. К ним относятся современные условия морской экосистемы, которые определяют условия обитания биологических объектов, состояние биоценозов, периодичность формирования придонной гипоксии и заморозов донных организмов. Этот пробел научных знаний обусловлен отсутствием регулярных наблюдений на протяжении последних полутора десятков лет. В настоящее время мониторинговые работы выполняются в узкой прибрежной части моря, на взморье Дуная, как правило, на небольших глубинах, до 20 м и в некоторых лиманах Северного Причерноморья. Данный, узкий спектр наблюдений не дает обобщенной картины современного состояния морской среды и динамики развития либо деградации морских организмов.

Цель статьи состоит в разработке научно-обоснованных рекомендаций для оптимального выполнения комплексного экологического мониторинга с учетом воздействия важнейших факторов влияния на экосистему Черноморского шельфа.

К объекту исследований относится экосистема северо-западного шельфа Черного моря. К предмету – статус, или современное состояние режимных характеристик водной экосистемы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использованы средние для исследуемой акватории значения концентрации ртути, меди, свинца, кадмия, никеля, цинка, мышьяка, фенолов и хрома в донных осадках за период с 1991 по 2013 гг., рассматриваемые в дальнейшем как фоновые. Выборка значений получена из массива данных, опубликованных в [14], дополнена данными наблюдений за 2000 – 2012 гг., результаты которых опубликованы в [4-5,10-11]. Общий объем массива данных по отдельным параметрам составляет 5416 значений. Осредненные значения исследуемых параметров обработаны методом линейной интерполяции и приведены к центрам квадратов, ранжированных по гидрологическим признакам согласно [6]. Обработка проб выполнялась по методикам [19-22]. Из литературных источников [11,27] работа дополнена информацией о формировании областей эвтрофирования и придонной гипоксии, гидрохимическим показателям. Для сопоставления с данными предыдущего периода, т.е. до середины 80-х годов прошлого столетия, использовались материалы, опубликованные в [13], а также данные о содержании загрязняющих веществ в грунтах северо-западного шельфа 90-х годов [18,23] и данные наблюдений на румынском участке моря [30, 32].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что к главной проблеме прибрежных и шельфовых экосистем относится процесс формирования придонной гипоксии и массовой гибели донных организмов. Это обусловлено крупномасштабным эвтрофированием вод Черного моря, начиная с 70-х годов XX века. В ряде публикаций детально описан процесс развития эвтрофирования и установлена зависимость придонной гипоксии от степени трофности вод и гидрометеорологических условий [11,15,24,25]. Прямыми измерениями в рамках комплексного экологического мониторинга шельфа [7-10] была определена межгодовая изменчивость пространственного распространения эвтрофных вод, участков гипоксии и замороз донной флоры и фауны. При этом были установлены так называемые импактные зоны, т. е. участки морской акватории, где антропогенное эвтрофирование проявлялось в большей степени.

На украинском участке моря к импактным зонам относятся акватория Дунайско-Днестровского междуречья и Приднепровско-Бугский район, включая Одесский залив.

Оптимизация комплексного экологического мониторинга должна выполняться с учетом локализации зон придонной гипоксии на относительно глубо-

ководье (на глубинах свыше 20 м), как наиболее долговременных и устойчивых формирований, с учетом аспектов сезонного развития планктонных сообществ и деструкции органического вещества, а также с применением методов комплексного изучения морской среды с наблюдениями за гидролого-гидрохимическими параметрами и показателями состояния биологических объектов.

На протяжении десятилетий пространственное распределение эвтрофных вод придонной гипоксии было достаточно неоднородным (рис. 1), что позволило выделить период максимального развития процесса – с конца 70-х по 90-е годы прошлого столетия.

Мониторинг Северо-Западной части Черного моря выполнялся на протяжении полувека различными морскими организациями. Прежде всего, это подразделения Гидрометеослужбы, Украинской академии наук, научно-производственные организации министерства рыбного хозяйства.



Рис. 1. Распространение придонной гипоксии в Северо-западной части Черного моря [3]

С начала XXI века регулярные наблюдения в открытом море в Украине практически отсутствуют. Эпизодические экспедиции с интервалом в 5 – 10 лет не позволяют получить целостную картину состояния морской экосистемы. Более или менее регулярные наблюдения в устьевой области Дуная дают представление только о мелководной – т. е. до изобаты 20 м прибрежной части. Здесь следует отметить, что такой феномен как антропогенное эвтрофирование и придонная гипоксия относится к глобальной проблематике. Эти процессы фиксируются на Балтике, в устьевых областях стран тихоокеанского бассейна. В каждом географическом районе существуют свои особенности в зависимости от широты места, гидрологического режима и характерных метеорологических условий. В связи с этим, в условиях средних широт северного полушария наблюдения следует проводить в начале половодья, когда одновременно активизируется процесс фотосинтеза и начинает бурно развиваться первичная продукция фитопланктона, т. е. В весенний период.

Второй и важнейший этап наблюдений должен выполняться в конце летнего – начале осеннего периода. В этот период на относительном глубоководье (глубины свыше 20 м) под сезонным термоклином уже четко выражено

отсутствие кислорода и наличие сероводорода, т.е. В данном случае, состояние экосистемы следует оценить, как негативное. В противном случае, при наличии достаточного содержания растворенного кислорода в морской воде (свыше 3 мл/л), можно дать заключение о позитивном состоянии экосистемы. Также индикатором процесса служит наличие живого или погибшего макрозообентоса. Это достаточно известные постулаты, которые должны выполняться для корректной научной интерпретации текущих обратимых или необратимых процессов, определяющих перспективу черноморского шельфа. В настоящее время перспективы сохранения и восстановления биологических ресурсов северо-западного шельфа не ясны и их определение, безусловно, относится к важнейшей государственной задаче. В этом смысле трудно согласиться с логикой выполнения Украиной (Украинский научный центр экологии моря Министерства экологии и природных ресурсов) комплексной морской экспедиции на выделенные средства международных организаций (UNDP Pro UN). Согласно международному проекту EMBLAS (Экологический Мониторинг Черного Моря) международное сообщество предоставило румынское научное судно для экспедиционных целей. Наблюдения выполнялись в период с мая по июнь 2016 г. Очевидно, что для адекватного представления состояния качества морской среды и донных биоценозов целесообразно было выполнить исследования в осенний период. Сформированные эвтрофные водные массы весеннего генезиса в результате активных синоптических процессов могут быть вынесены за пределы шельфа и замещены другими водными массами. Пелагиаль в конце весны – начале лета, характеризуется наличием высоких концентраций растворенного кислорода продуцируемого развитием фитопланктона весной и бентосные сообщества не подвержены гипоксии. Понижение растворенного кислорода, вплоть до полного его исчезновения в результате процессов минерализации органического вещества, происходит в конце лета – начале осени, что сопровождается массовой гибелью донных организмов. По этой причине нельзя по косвенным показателям концентраций первичной продукции пелагиали в весенний период сделать заключение о современном состоянии и условиях развития морских донных биоценозов Украинского шельфа в осенний период – период характерный для развития придонной гипоксии и гибели морских организмов.

Еще к одному фактору влияния на морскую экосистему относится прямое техногенное воздействие в результате деятельности морского транспорта, добычи минеральных ископаемых, влияние сбросов сточных вод крупных городских агломераций и использование береговой зоны в качестве рекреационного ресурса.

Из тяжёлых металлов наибольшую опасность для живых организмов представляет ртуть и её соединения. Она присутствует в сточных водах многих промышленных предприятий, как и свинец, кадмий и хром, а также в качестве примесей во многих технических реагентах, используемых в буровых

растворах [18,23]. До середины 80-х годов прошлого столетия в донных отложениях концентрации тяжелых металлов в основном находились в пределах естественного геохимического фона, и составляли в среднем для ртути, меди, свинца, кадмия, никеля и хрома, соответственно, 0,06, 3,4, 0,4, 0,17, 5,9 и 2,2 мкг/г сухого грунта [13].

За последующие 30 лет происходило накопление в грунтах ртути до 0,08 мг/кг, что создавало дополнительную угрозу бентосным организмам при процессе десорбции, когда происходит вторичное загрязнение придонного слоя вод. За тот же период содержание свинца увеличилось на два порядка: от фоновых геохимических значений 80-х годов от 0,4 мкг/г до 22 мкг/г в 2013 г. (табл. 1).

Для северо-западной части Черного моря в период с 1991 по 2013 гг. средние значения концентраций свинца в грунтах составляют 19,75 мг/кг при диапазоне колебаний от 15 до 34 мг/кг. Вероятная причина столь значительного повышения концентраций обусловлена интенсификацией разработки Штормового, Архангельского и Галицинского месторождений нефтяных углеводородов в северо-западной части шельфа. Так, концентрации свинца в компонентом содержании бурового раствора при добыче углеводородов в море достигает 505 мг/кг [18].

Таблица 1

**Изменчивость геохимических показателей
в Северо-западной части Черного моря**

Ингредиент	Фоновые значения (мг/кг) для середины 80-х годов [13]	Фоновые значения (мг/кг) для периода 1991 – 2013 гг.
Нефтепродукты	200	200
Hg	0.06	0,08
Cu	3,4	25,4
Pb	0,4	19,2
Cd	0,17	0,22
Ni	5,9	33,3
Zn	-	63,98
As	-	9,48
фенолы	-	0,56
Cr	2,2	-

Пик концентраций свинца отмечен в центральной части шельфа возле крымского полуострова. Также следует отметить значительное увеличение содержания следующих металлов в грунтах шельфа в целом: ртути, меди, свинца и никеля, при этом фоновые концентрации меди, свинца и никеля экстремально возросли.

Согласно [18,25] для фоновых величин нефтепродуктов характерные значения периода 80-х годов для незагрязненных районов Азово-Черноморского бассейна составляют 200 мг/кг сухого веса. Наименее загрязнена при этом была центральная его часть. Максимум содержания нефтепродуктов составлял 1000 мг/кг. В период с 1992 по 2012 гг. не отмечено превышения над фоновыми значениями концентраций в целом по СЗЧМ, однако тенденция роста нефтепродуктов достаточно стабильна и в дальнейшем следует ожидать увеличение фоновых значений.

Несколько отдельно можно выделить устьевую область Дуная, как область наиболее важных ресурсов, таких как транспортный, биологический, рекреационный и др. В отношении водного транспорта – судоходство по Дунаю относится к седьмому транспортному коридору в Мировой таблице о рангах. Дельта Дуная – составная часть устьевой области и благодаря своему географическому положению и богатым природным ресурсам играет особую роль среди других географических объектов и имеет важнейшее экологическое и экономическое значение. Дельты рек в целом обладают богатейшими природными ресурсами: водными, земельными, биологическими. Большинство дельт имеют плодородные почвы, что способствует в условиях теплого климата и обилия воды бурному развитию растительности. Дельты – районы нереста многих видов рыб, через дельты идут пути миграции проходных и полупроходных рыб, во многих дельтах зимуют перелетные птицы. Дельты – это царство воды, буйной растительности и богатейшего по разнообразию животного мира. Недаром в обиход вошли слова «дельтовый ландшафт», характеризующие специфический природный облик этого объекта. Экологическое значение дельт выходит далеко за их пределы и распространяется на обширные сопредельные районы суши и акватории морей. Дельты – одни из самых биопродуктивных районов суши. Отложения современных и древних дельт – места скопления нефти и газа [17].

В современный период наибольшие значения концентраций нефтепродуктов в донных осадках отмечаются в устьевой области Днестра (свыше 300 мг/кг) затем следует устьевая область Дуная со значениями немного ниже 200 мг/кг (198 мг/кг). Приднепровско-Бугский район и Одесский залив характеризуются наименьшими значениями – до 140 мг/кг. Центральная часть акватории – со значениями концентраций от 150 до 180 мг/кг. Следует отметить, что устьевая область Дуная отличается высокими показателями загрязняющих веществ, что обусловлено их выносом со стоком Дуная, процессом седиментации взвешенных веществ и аккумуляцией в донные отложения [22].

На приустьевом взморье Дуная было проведено сравнение средних концентраций ЗВ за отдельные периоды с 1993 по 2013 гг. по данным румынских и украинских исследователей [22,30,32]. При этом были использованы средние значения данных для участка румынского взморья Дуная, приведенных в [32] между рукавами Сулина и Св. Георгия. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Средние значения концентраций (мг/кг) загрязняющих веществ
в донных осадках Дунайской устьевой области**

Ингредиент	1993 – 1997 (Украинская часть) [2,12]	1995 – 2000 (Украинская часть) [11,13]	1995 – 2000 (Румынская часть) [17]	2001 – 2002 (Румынская часть) [16]	2011 – 2013 (Украинская часть)
Oil	1800	142,9	-	-	285
Hg	-	0,12	-	0,53	0,15
Cu	48,9	28,31	54,75	86,74	29,52
Pb		24,36	40,95	45,46	21,6
Cd	6,2	0,27	2,16	1,71	0,19
Ni i	50,8	-	65,15	71,31	34,86
Zn	138,5	75,64	90,3	161,71	79,74
As	-	10,35	-	13,19	7,6
Phenols	-	0,44	-	-	0,60
Cr	-	74,87	79,76	65,07	79,53
Co	-	-	-	16,77	17,59

Можно отметить, что на взморье Дуная временная динамика концентраций нефтепродуктов в грунтах в определенной степени отражает техногенную нагрузку за длительный 30 летний период, по крайней мере в украинском секторе. Если в период с 1993 по 1997 гг. концентрации явно отражали эффект активного судоходства и достигали высоких значений – 1800 мг/кг, то в дальнейшем, при отсутствии судоходства, в период с 1994 по 2005 гг., концентрации нефтепродуктов резко сократились и составляли всего 142,9 мг/кг (табл. 2).

ВЫВОДЫ

Современное состояние Черноморского шельфа требует корректной научной оценки и привлекает внимание не только отечественных специалистов, но и мировой научной общественности.

На протяжении полутора десятков лет не выполняются регулярные наблюдения центральной области шельфа. Для представления о современных процессах, происходящих в морской экосистеме, требуется проведение комплексного мониторинга, который следует выполнять в осенний период – наиболее вероятного проявления придонной гипоксии и заморов бентоса.

Сравнительный анализ доступных данных показал повышение нагрузки на морскую экосистему в последнее десятилетие тяжелыми металлами и нефтепродуктами, происхождение которых не всегда связано судоходством, как фактором прямого воздействия либо интенсификации аккумуляции за счет седиментации взвешенных веществ в районах известных природных квазистационарных вергенций и требует дополнительного изучения. Одной из возможных причин процессов накопления загрязняющих веществ в донных отложениях может быть усиление динамики вод на шельфе в результате активизации атмосферных процессов над Центральной Европой, т.е. эффектом глобальных климатических изменений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белевич Р. Р.* Особенности межгодовой изменчивости гидролого-гидрохимических характеристик вод на северо-западном шельфе Черного моря в последние десятилетия (60-90-е годы) [Текст] / Р. Р. Белевич, И. Г. Орлова // Морской гидрофизический журнал. – 1996. – № 2. – С. 62–73.
2. *Берлинский Н. А.* Механизм формирования придонной гипоксии в шельфовых экосистемах [Текст] / Н. А. Берлинский // Водные ресурсы. – Москва, 1989. – № 4. – С. 112–121.
3. *Берлинский Н. А.* К проблеме формирования придонной гипоксии в северо-западной части Черного моря [Текст] / Н. А. Берлинский, Ю. М. Дыханов // Экология моря, 1991. – Вып. 38. – С. 11–15.
4. *Берлинский Н. А.* Особенности формирования качества грунтов аквальных ландшафтов устьевой области Дуная / Геополитика и экодинамика регионов [Текст] / Н. А. Берлинский // Научный журнал. – Симферополь, 2014. – Том 10, вып. 1. – С. 359–365.
5. *Берлинский Н. А.* Мониторинг состояния водной среды и донных отложений взморья Дуная в процессе эксплуатации глубоководного судового хода «Дунай – Черное море» [Текст] / Н. А. Берлинский, Ю. И. Богатова, В. И. Борулько, Ю. М. Деньга, Ю. И. Попов // Вісник Одеського національного університету, 2009. – Том 14, вип. 16. – С. 7–21.
6. *Берлинский Н. А.* Районирование украинского сектора северо-западной части Черного моря (по гидрофизическим и гидрохимическим характеристикам) [Текст] / Н. А. Берлинский, Г. П. Гаркавая, Ю. И. Богатова, А. Ю. Гончаров // Сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2000. – С. 9–24.
7. *Берлинский Н. А.* Развитие придонной гипоксии в северо-западной части Черного моря [Текст] / Н. А. Берлинский, А. Н. Косарев, Б. С. Залогин // Экологические проблемы Черного моря: международная научно-практическая конференция (4–6 октября 1993, Севастополь): материалы. – Севастополь, 1993. – С. 33–37.
8. *Берлинский Н. А.* Проблемы антропогенного эвтрофирования и развития гипоксии в северо-западной части Черного моря [Текст] / Н. А. Берлинский, Г. П. Гаркавая, Ю. И. Богатова // Экология моря, 2003. – Вып. 63. – С. 17–22.
9. *Берлинский Н. А.* Влияние Дуная на экологические условия северо-западной части Черного моря [Текст] / Н. А. Берлинский, А. Н. Косарев, Ю. И. Богатова, Г. П. Гаркавая // Вестник МГУ, 2004. – № 5. – С. 17–21.
10. *Берлинский Н. А.* Изменчивость гидрофизических полей и придонной гипоксии [Текст] / Н. А. Берлинский, В. С. Тужилкин, А. Н. Косарев, Ю. Р. Налбандов // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология [отв. ред. Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева]. – К.: Наукова думка, 2006. – Раздел I, гл. 2 (2.1.1). – С. 32–52.
11. *Берлинский Н. А.* Динамика техногенного воздействия на природные комплексы устьевой области Дуная [Текст] / Н. А. Берлинский – Одесса : Астропринт, 2012. – 252 с.

12. *Гаркавая Г. П.* Современные источники эвтрофирования северо-западной части Черного моря [Текст] / Г. П. Гаркавая, Ю. И. Богатова // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. – Спеціальний випуск: Гідроєкологія. – 2001. – № 3(14) – С. 188–189.
13. Геология шельфа УССР Литология [Текст]. – Киев: Наукова думка, 1985. – 189 с. .
14. Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря / Відповід. ред. Лосєва. І.С. – Київ: ЗАТ «Віпол», 1998. – 616 с.
15. Зайцев Ю. П. Северо-западная часть Черного моря, как объект современных гидробиологических исследований [Текст] / Ю. П. Зайцев // Биология моря, 1977. – Вып. 43. – С. 3–6
16. Методы гидрохимических исследований океана [Текст]. – М.: Наука, 1978. – 261 с.
17. *Михайлов В. Н.* Речные дельты: строение, образование, эволюция [Текст] / В. Н. Михайлов // Соросовский образовательный журнал, 2001. – Т. 7, № 3. – С. 59–66.
18. *Панкратова Т. М.* Оценка распределения и пути миграции тяжелых металлов в экосистеме Каркинитского залива [Текст] / Т. М. Панкратова, И. К. Себах // Труды ЮгНИРО, 1994. – Т. 40. – С. 150–156.
19. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 725с.
20. Руководство по химическому анализу морских вод РД 52.10.243-92 [Текст] – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. – 263с.
21. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 532с.
22. *Рясинцева Н. И.* Особенности распределения загрязняющих веществ и продукции органического вещества фитопланктона в приустьевой зоне реки Дунай [Текст] / Н.И. Рясинцева, С. А. Саркисова, П. Т. Савин, Л. Ю. Секундяк // Экосистема взморья украинской части дельты Дуная / [отв. ред. Л. В. Воробьева]. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 63–111.
23. *Себах И. К.* Оценка загрязненности Черного и Азовского морей в современных антропогенных условиях / И. К. Себах, Т. М. Панкратова [Текст] // Труды ЮгНИРО, 1995. – Т. 41. – С. 91–93.
24. *Толмазин Д. М.* Анализ гидрологических и гидрохимических факторов формирования гипоксии в междуречье Дунай – Днестр [Текст] / Д. М. Толмазин, А. С. Острогин, А. П. Кудрянь, А. И. Балашов, З. Т. Буланая // Биология моря, 1977. – Вып. 43. – С. 7–11.
25. *Толмазин Д. М.* Гидролого-гидрохимическая структура вод в районах гипоксии и заморозов в северо-западной части Черного моря [Текст] // Биология моря, 1977. – Вып. 43. – С. 12–17.
26. *Berlinsky N.* Estuary of the Danube River [Текст] / N. Berlinsky, Yu. Bogatova, G. Garkavay // The Handbook of Environmental Chemistry (Estuaries). – Springer-Verlag: Berlin-Heidelberg, 2006. – Vol. 5, part H. – P. 233–264.
27. *Berlinsky N.* Eutrophication of the Black Sea [Текст] /N. Berlinsky, Yu Bogatova, G. Garkavaya // NEAR Curriculum in Natural Environmental Science. *Terre et Environment*, 2005. – Vol. 50. – P. 27–42, ISBN 2-940153-49-3.
28. *Bondar C.* Contribution to the hydraulics study of the outlet on the sea through the Danube mouth [Текст] / C. Bondar // Hydrological studies. – Bucharest, 1972. – Vol. XXXII.
29. Improving the Black Sea monitoring. The International Centre for Advanced Studies on River-Sea Systems [Электронный ресурс] URL: <http://emblasproject.org/> <http://www.danubius-ri.eu> (дата обращения 25 ноября 2015)
30. *Oaie Gheorghe.* Pollution state of sediments dredged from the Sulina distributary and their influence to the Danube delta front area [Текст] / Gh. Oaie, D. Secieru, S. Szobotka, A. Stănică, R. Soare // GEO-ECO-MARINA, 1999. – Vol. 4. – P. 37–41.
31. *Tolmazin. D.* Changing coastal oceanography of the Black Sea [Текст] / D. Tolmazin // Progress in Oceanography. – Pergamon Press, 1985. – Vol. 15, N 4. – P. 316.
32. *Ungureanu Viorel Gh.* Metals in the Danube river suspended sediments at the mouth of the Sf. Gheorghe distributary [Текст] / V. Gh. Ungureanu, R. Popescu, A. Stănică, V. Axente, C. Milu // GEO-ECO-MARINA, 2003-2004. – Vol. 9-10. – P. 17–22.

REFERENCES

1. Belevich, R. R. (1996), Osobennosti mezhgodovoy izmenchivosti gidrologo-gidrokhimicheskikh karakteristik vod na severo-zapadnom shelfe Chernogo morya v poslednie desyatiletiya (60-90-e gody) [Features of the interannual variability of hydrological and hydro-chemical characteristics of water in the north-western shelf of the Black Sea in the last decades (60-90-years)], *Marine Hydrophysical zhurnal*, No. 2, pp. 62–73.

2. Berlinsky, N. A. (1989), Mekhanizm formirovaniya pridonnoy gipoksii v shelfovykh ekosistemakh [The mechanism of formation of hypoxia in the bottom of shelf ecosystems], *Water Resources*, Moscow, No 4, pp. 112-121.
3. Berlinsky, N. A., Dykhanov, Yu. M. (1991), K probleme formirovaniya pridonnoy gipoksii v severo-zapadnoy chasti Chernogo moraya [On the problem of the formation of the bottom hypoxia in the northwestern part of the Black Sea], *Ekologiya morya*, Vol. 38, pp. 11-15.
4. Berlinsky, N. A. (2014), Osobennosti formirovaniya kachestva gruntov akval'nykh landshaftov ust'evoy oblasti Dunaja / Geopolitika i jekodinamika regionov [Features of formation of soil quality aquatic landscapes mouth area of the Danube. Geopolitics and ecodynamics regions], *Nauchnyy zhurnal*, Simferopol', Vol. 10, issue 1, pp. 359-365.
5. Berlinskiy, N. A., Bogatova, Ju. I., Borul'ko, V. I., Den'ga, Ju. M., Popov, Ju. I. (2009), Monitoring sostojaniya vodnoj sredy i donnyh otlozhenij vzmor'ja Dunaja v processe jekspluatatsii glubokovodnogo sudovogo hoda "Dunaj – Chernoe more" [Monitoring of aquatic and sediment seaside Danube during operation deepwater navigable channel "Danube – Black Sea"], *Visnik Odes'kogo nacional'nogo universitetu*, Vol. 14, issue 16, pp. 7-21.
6. Berlinskiy, N. A., Bogatova, Ju. I., Garkavaya, G. P., A. Ju., Goncharov, A. Ju. (2000), Rajonirovanie ukrainskogo sektora severo-zapadnoy chasti Chernogo moraja (po gidrofizicheskim i gidrohimicheskim harakteristikam) [Zoning Ukrainian sector of the north-western part of the Black Sea (in hydrophysical and hydrochemical characteristics)], *Sbornik Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa. – Sevastopol'*, pp. 9-24.
7. Berlinskiy, N. A., Kosarev, A. N., Zalogin, B. S. (1993), Razvitie pridonnoy gipoksii v severo-zapadnoy chasti Chernogo moraya. [The development of the bottom hypoxia in the northwestern part of the Black] *Proceedings of the: Ekologicheskie problemy Chernogo morya: mezhdunar. nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Sevastopol: October, 4-6, 1993)*, Sevastopol, pp. 33-37.
8. Berlinskiy, N. A., Garkavaya, G. P., Bogatova, Yu. I. (2003), Problemy antropogenno ego vtrofirovaniya i razvitiya gipoksii v severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [The problems of anthropogenic eutrophication and hypoxia in the northwestern part of the Black Sea], *Ekologiya morya*, Vol. 63, pp. 17-22.
9. Berlinskiy, N. A., Kosarev, A. N., Bogatova, Yu. I., Garkavaya, G. P. (2004), Vliyanie Dunaya na ekologicheskie usloviya severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [Influence of environmental conditions on the Danube north-western part of the Black Sea], *Vestnik MGU*, No. 5, pp. 17-21.
10. Berlinskiy, N. A., Tuzhilkin, V. S., Kosarev, A. N., Nalbandov, Yu. R. (2006), Izmenchivost gidrofizicheskikh poley i pridonnoy gipoksii. Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya (Otv. red. Yu. P. Zaitsev, B. G. Aleksandrov, G. G. Minicheva). [Variability hydrophysical fields and bottom hypoxia. The northwestern part of the Black Sea: Biology and Ecology. Holes. Eds. Yu. P. Zaitsev, B. G. Alexandrov, G. G. Minicheva], Kiev: Naukova Dumka, Section I, Chap. 2 (2.1.1), pp. 32-52.
11. Berlinskiy, N. A. (2012), Dinamika tekhnogenno ego vozdeystviya na prirodnye kompleksi ustevoy oblasti Dunaya [Dynamics of anthropogenic impact on the natural systems of the Danube estuary area], Odessa: Astroprint, 252 p.
12. Garkavaya G. P., Bogatova Yu. I. (2001), Sovremennye istochniki vtrofirovaniya severo-zapadnoy chasti Chernogo morya. [The modern sources of eutrophication of the northwestern part of the Black Sea], *Naukovi zapiski Ternopil'skogo natsional'nogo pedagogichnogo universitetu im. V. Gnatyuka. Seriya: Biologiya, Spetsialniy vipusk: Gidroekologiya*, No. 3(14), pp. 188-189.
13. Geologiya shelfa USSR. Litologiya (1985), [Shelf Geology of USSR. Lithology], Kiev: dumka, 189 pp.
14. Hidrolohichni ta hidrokhimichni pokaznyky stanu pivnichno-zakhidnoho shel'fu Chornoho moraya (1998), [Hydrological and hydro-chemical indicators of the northwestern Black Sea shelf (Ed. Loyeva. I. C.)], Kyiv: ZAT Vipol, 616 p.
15. Zaitsev, Yu. P. (1977), Severo-zapadnaya chast Chernogo morya, kak obekt sovremennykh gidrobiologicheskikh issledovaniy. [North-Western part of the Black Sea, as object of the modern hydrobiological research], *Biologiya morya. – 1977. – Vol. 43*, pp. 3-6.
16. Metody gidrokhimicheskikh issledovaniy okeana (1978), [Methods of hydrochemical ocean studies], M: Nauka, 261p.
17. Mikhaylov, V. N. (2001), Rechnye delty: stroenie, obrazovanie, evolyutsiya [River Delta: the structure, formation, evolution, *Sorosovskiy obrazovatelnyy zhurnal*, Vol. 7, No. 3, pp. 59-66.
18. Pankratova, T. M., Sebakh, I. K. (1994), Otsenka raspredeleniya i puti migratsii tyazhelykh metallov v ekosisteme Karkinit'skogo zaliva [Evaluation of distribution and migration patterns of heavy metals in the ecosystem of the Gulf Karkinit], *Trudy YugNIRO*, Vol. 40, pp. 150-156
19. Rukovodstvo po gidrologicheskim rabotam v okeanakh i moryakh (1977), [Guidelines for hydrological work in the oceans and seas], L.: *Gidrometeoizdat*, 725 p.

20. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu morskikh vod RD 52.10.243-92 (1993), [Guidelines for chemical analysis of sea water 52.10.243-92 RD], *Sankt-Peterburg: Gidrometeoizdat*, 263 p.
21. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi (1977), [Guidelines for chemical analysis of surface waters], *L.: Gidrometeoizdat*, 532p.
22. Ryasintseva, N. I., Sarkisova, S. A., Savin, Sekundyak, L. Yu. (1998), Osobennosti raspredeleniya zagryaznyayushchikh veshchestv i produktii organicheskogo veshchestva fitoplanktona v priustevoy zone reki Dunay. [Features of distribution of pollutants and organic matter production of phytoplankton in the estuary area of the Danube River] Ekosistema vzmorya ukrainskoy chasti delty Dunaya (otv. red. L. V. Vorobeva), Odessa: *Astroprint*, pp. 63–111.
23. Sebakh, L. K., Pankratova, T. M. (1995), Otsenka zagryaznenosti Chernogo i Azovskogo morey v sovremennykh antropogennykh usloviyakh [Assessment of pollution of the Black and Azov seas in modern anthropogenic environment], *Trudy YugNIRO*, Vol. 41, pp. 91–93.
24. Tolmazin, D. M. Ostrogin, A. S., Kudryan, A. P., Balashov, A. I., Bulanaya, Z. T. (1977), Analiz gidrologicheskikh i gidrokhimicheskikh faktorov formirovaniya gipoksii v mezhdureche Dunay – Dnestr [Analysis of hydrological and hydro-chemical factors in the formation of hypoxia in the area between the Danube – Dniester], *Biologiya moray*, Vol. 43, pp. 7–11.
25. Tolmazin, D. M. (1977), Gidrologo-gidrokhimicheskaya struktura vod v rayonakh gipoksii i zamorov v severo-zapadnoy chasti Chernogo morya [Hydrological and hydrochemical structure of water in areas of hypoxia and animal deaths in the northwestern part of the Black Sea], *Biologiya moray*, Vol. 43, pp. 12–17.
26. Berlinsky, N., Bogatova, Yu., Garkavay, G. (2005), Eutrophication of the Black Sea. NEAR Curriculum in Natural Environmental Science. *Terre et Environment*, Vol. 50, pp. 27–42, ISBN 2-940153-49-3.
27. Berlinsky, N., Bogatova, Yu., Garkavay G. (2006), Estuary of the Danube River. The Handbook of *Environmental Chemistry (Estuaries)*, Springer-Verlag: Berlin-Heidelberg, Vol. 5, part H., pp. 233–264.
28. Bondar, C. (1972), Contribution to the hydraulics study of the outlet on the sea through the Danube mouth, *Hydrological studies*. – Bucharest, Vol. XXXII.
29. Improving the Black Sea monitoring. The International Centre for Advanced Studies on River-Sea Systems, available at: <http://emblasproject.org/>, <http://www.danubius-ri.eu> [Accessed 25 November 2015]
30. Oaie, Gheorgh, Secieru, D., Szobotka, S., Stănică, A., Soare R. (1999), Pollution state of sediments dredged from the Sulina distributary and their influence to the Danube delta front area, *GEO-ECO-MARINA*, Vol. 4, pp 37–41.
31. Tolmazin. D. (1985), Changing coastal oceanography of the Black Sea *Progress in Oceanography. Pergamon Press*, Vol.15, No. 4, pp. 316.
32. Ungureanu, Viorel Gh., Popescu, R., Stănică, A., Axente, V., Milu, C. (2003-2004), Metals in the Danube river suspended sediments at the mouth of the Sf. Gheorghe distributary. (Ed. V.Gh. Ungureanu), *GEO-ECO-MARINA*, Vol. 9-10, pp. 17–22.

Надійшла 12. 12. 2016

М. А. Берлінський д. геогр.н., проф.
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська 15, Одеса, 65016 Україна
nberlinsky@ukr.net

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ УКРАЇНСЬКОЇ ДІЛЯНКИ ЧОРНОГО МОРЯ

Резюме

Розглядається концепція виконання комплексного екологічного моніторингу північно-західній частині Чорного моря для оцінки сучасного стану морської екосистеми. Проведено обґрунтування для вибору критеріїв оцінки позитивних або негативних перспектив розвитку екосистеми. Відзначено сучасний рівень техногенного навантаження (за концентраціями важких металів і нафтопродуктів в донних відкладах) на морський шельф.

Ключові слова: шельф Чорного моря, стан морської екосистеми, моніторинг.

N. Berlinsky

Odessa State Environment University,
Lvovskaya St. 15, Odessa, 65016 Ukraine
nberlinsky@uk.rnet

CURRENT PROBLEMS OF UKRAINIAN PART BLACK SEA AREA**Abstract**

The purpose of the paper is the scientific recommendations for corrected scheme of the Black sea shelf ecological monitoring. For the scientific base the generalization information concerning the main problems of human press to the Northwestern part of the Black Sea had been used. These are eutrophication phenomena and contamination input from the revering runoff and technogenic press. As a result, scientific recommendation for optimal and corrected monitoring can be done

Materials & Methods. The average concentration of mercury, copper, lead, cadmium, nickel, zinc, arsenic, chromium and phenols were presented for two periods: before 1985 and duration from 1991 up to 2013. The total data for the individual parameters is 5416 values. The averaged values of the studied parameters are processed by linear interpolation and given to the centers of the squares, ranked by hydrological features. The information about the formation and location of eutrophication and near bottom hypoxia areas from numerous publications was supplemented.

Results. The most important period for complexes monitoring is the end of summer up to the beginning of autumn, on the bottom more than 20 m depth when season thermo – cline is rather strong. The indicators of the near bottom hypoxia must be the concentration of dissolved oxygen (less 3.0 mg per l) and the condition of benthos. It is necessary to take into consideration the important factors of the negative input to marine environment are technogenic influence as a result of marine transport, extraction of mineral resources, the impact of discharges of large urban agglomerations, and the coastal zone using as a recreational resource. All of it is the reason of heavy metals and oil concentration increased in bottom sediments.

According the Europeans rules and water directives the modern state of the ecosystem of the of the Northwestern of the Black sea, fully located on the Ukrainian part of sea, needs to organize complexes ecological monitoring using the climatic specification and hydrology structure of water masse

Keywords: the Black sea shelf, marine environment condition, monitoring.