

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОСАДКОВ ОДЕССКОГО РАЙОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*В статье анализируется уровень загрязнения донных осадков Одесского района северо-западной части Черного моря нефтепродуктами и тяжелыми металлами в период 2005-2011 гг. Показаны особенности пространственного распределения и межгодовых изменений содержания этих загрязнителей.*

**Ключевые слова:** *загрязнение, нефтепродукты, тяжелые металлы, донные осадки, гидрометеорологические характеристики.*

**Вступление.** В 1991–1999 гг. и 2005–2011 гг. Одесский филиал Института биологии южных морей проводил в Одесском районе северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) мониторинговые исследования загрязнения вод и донных осадков нефтепродуктами (НП) и тяжелыми металлами (ТМ). Известно, что эти загрязняющие вещества, поступающие в море от различных источников, негативно влияют на все звенья морских экосистем.

Итоги исследований содержания НП и ТМ в водах и донных осадках Одесского района в 1991–1999 гг. опубликованы в нескольких работах [1–6].

Цель данной статьи - проанализировать уровень загрязнения и характер пространственного распределения содержания НП и ТМ в донных осадках Одесского района в период 2005–2011 гг. и показать изменения этих величин, связанные с колебаниями климатических и гидрологических характеристик последних лет.

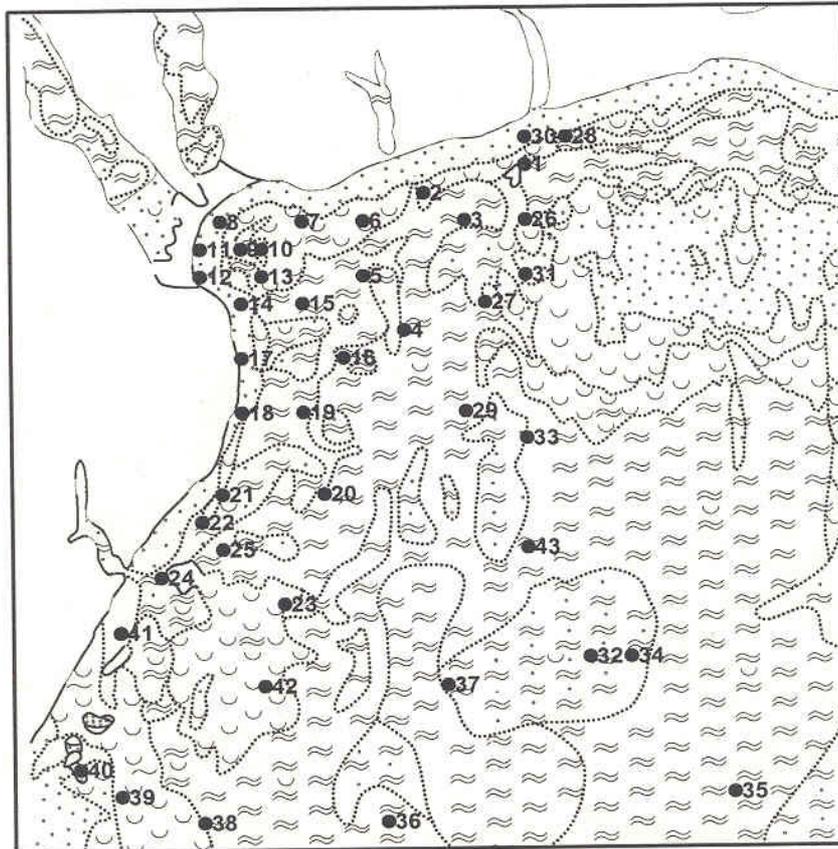
Донные осадки являются конечным пунктом миграции загрязняющих веществ в водоемах. По сравнению с толщей вод, в которой содержащиеся в ней загрязняющие вещества находятся в постоянной пространственной, сезонной и межгодовой динамике, связанной с соответствующими гидрологическими процессами, донные осадки – относительно консервативная среда, способная накапливать и сохранять информацию о состоянии и изменениях химических и динамических процессов, происходящих в водной среде в пространственно-временном измерении. Содержание загрязняющих веществ в донных осадках является важным показателем экологического состояния экосистемы.

Загрязняющие вещества поступают в донные осадки с оседающим на дно взвешенным веществом. Процессы осадконакопления, формирующие пространственную структуру донных осадков, напрямую связаны с динамикой вод данной акватории. Очевидно, что содержание загрязняющих веществ в донных осадках, будет зависеть от характера динамики вод, рельефа дна, и, соответствующей данному рельефу, структуры донных осадков.

**Район исследований.** Одесский район - это выделенная нами прибрежная зона СЗЧМ вдоль береговой линии от пос. Санжейка до г. Южный. Морские границы расположены на 46°15' с.ш. и 31°05' в.д. В рельефе дна района выделяются следующие зоны. Вдоль берега протянулась неширокая мелководная полоса шириной 1–1,5 км (от береговой черты до изобаты 10 м). К этому мелководью относится и Одесский залив, глубина которого также не превышает 10 м. На северо-востоке района расположена мелководная Одесская банка с глубинами менее 10 м. Одесская банка отделяется от прибрежной мелководной полосы Днепровским желобом, глубина которого около 20 м. Желоб, повернув на юг и расширяясь, превращается в Одесскую котловину. Котловина,

ограниченная изобатой 20 м, расположенной на расстоянии около 3 км от берега, занимает центральную часть Одесского района. Максимальная глубина центральной котловины и всего Одесского района - 28 м. Донные осадки мелководной прибрежной полосы и Одесской банки - это песок и ракушечник, Днепровского желоба и котловины - черный ил.

Литологическая карта донных осадков и схема станций отбора проб, представлена на рис.1.



Условные обозначения

	Ил		Песок
	Ракушечник		Станция отбора проб
	Ил алевритовый		Литологическая граница

Рис.1 – Карта донных осадков Одесского района и станций отбора проб.

**Методы исследований.** Отбор проб донных осадков производился с помощью дночерпателя Петерсена объемом 0,025 м<sup>3</sup> по стандартной сетке станций (см. рис.1). Всего в 2005–2011 гг. было отобрано и обработано 105 проб донных осадков для определения НП и 98 проб донных осадков для определения ТМ.

Определение НП в донных осадках производилось из сухого грунта по

стандартным методикам на приборе ИКС-29 [7, 8]. Определение всех форм металлов проводилось методом атомной абсорбции на спектрофотометре ААС-3. В качестве горючего газа использовался ацетилен, а газа-носителя - воздух. Для выделения ТМ из донных осадков использовалась сильная азотная кислота в смеси с окислителем - перекисью водорода [9].

Санитарно-гигиенические нормативы для оценки степени загрязнения морских донных осадков НП и ТМ не разработаны. Величины содержания загрязнителей в донных осадках обычно сравнивают с естественным фоном чистых акваторий. В табл.1 приведены данные, разработанные Черноморским центром по дампингу и ЧерноморНИИпроектом, которые будут использованы нами при характеристике загрязнения донных осадков Одесского района [10].

Таблица 1 - Классификация грунтов дноуглубления Азово-Черноморского бассейна по степени их загрязнения

Загрязняющее вещество	Классы				
	А	1	2	3	4
НП, мг/г	менее 0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–1,0	более 1,0
Медь, мкг/г	менее 30	30–50	50–100	100–250	более 250
Цинк, мкг/г	менее 60	60–80	80–150	150–400	более 400
Кадмий, мкг/г	менее 1	1–2	2–3	3–5	более 5

Класс А - природно-чистый грунт; класс 1 - условно-чистый грунт; класс 2 - умеренно-загрязненный и загрязненный грунт; класс 3 - сильнозагрязненный грунт; класс 4 - токсичный грунт.

Классификация загрязненности донных осадков никелем авторами таблицы не рассматривалась, но содержание никеля в естественных морских донных осадках редко превышает 50–100 мкг/г [11].

**Результаты исследований и их анализ.** Основными источниками загрязнения Одесского района являются сточные воды СБО “Северная” и “Южная”, дренажные воды, аварийные сбросы ливневых коллекторов, производственная деятельность Одесского, Григорьевского и Ильичевского портов и интенсивное судоходство. Загрязняющие вещества приносятся также с днепробугскими водами и поступают с атмосферными осадками.

Попадая в море различными путями, НП и ТМ сорбируются на частичках взвеси автохтонного органического и аллохтонного теригенного происхождения и, в конечном итоге, переходят из водной толщи в донные осадки. Донные осадки активно участвуют в общей системе круговорота, влияют на формирование качественного состава водной среды, входят в пищевую цепь морской биоты. НП, как составная часть органического вещества, претерпевают химическую и биологическую трансформацию как в воде так и в донных осадках. При этом температурный фактор является определяющим в кинетике распада НП. Повышение температуры воды на 10 °С увеличивает скорость разложения НП в общем случае в 2–4 раза [12]. В отличие от НП, для ТМ не существует механизмов самоочищения, в зависимости от окислительно-восстановительных условий среды они лишь переходят из одной формы в другую [13].

По данным Г.П. Гаркавой в 2005–2010 гг. органическое вещество (ОВ) в донных осадках Одесского района варьировало от 1,5 до 22,5 % при среднем содержании ОВ -

11,93 % сухого вещества, что говорит о большом поступлении в донные осадки как антропогенных стоков, так и аллохтонных веществ с терригенным стоком. Повышенное содержание ОВ в донных осадках само по себе ухудшает состояние донных биоценозов, а загрязнение таких донных осадков НП и ТМ может привести к их структурной перестройке. Минимальные значения ОВ отмечены в песках на глубинах до 20 м, а максимальные на глубинах более 20 м в черных илах. В донные осадки глубоководных районов ОВ поступает за счет отмирающего фитопланктона и продуктов его деструкции.

Терригенная часть донных осадков Одесского района почти полностью представлена мелкоалевритовыми фракциями. На мелководье донные осадки представлены мелкозернистыми песками с ракушниковым детритом и ракушечниками с примесью пелитового материала и ОВ. На Одесской банке основными типами донных осадков являются ракушечники и ракушечниковые пески. На склонах Днепровского желоба и Одесской котловины донные осадки представлены в основном мелкоалевритовыми илами, с глубиной переходящими в черные глинистые илы.

По данным некоторым исследованиям зона прибрежной аккумуляции и абразии ограничивается глубинами менее 10 м. На глубине 12–17 м снижается сила волн, но только на глубинах 17–18 м начинается зона седиментации частиц алеврито-пелитовой размерности [14–15]. К депрессиям дна Одесского района относятся судовые каналы к Одесскому, Южному и Ильичевскому портам, в которых происходит более интенсивная седиментация частиц пелитовой размерности. Исходя из этого, и для удобства интерпретации результатов, к мелководным станциям, помимо станций, расположенных до изобаты 10 м, были отнесены и станции, расположенные на склонах до изобаты 20 м. Т.е., мелководными мы будем считать станции 1, 2, 6, 7, 9, 12, 13, 17, 18, 21, 22, 24, 28, 41. Перечисленные станции расположены вблизи локальных береговых источников поступления загрязняющих веществ, а часть из них - вблизи зоны гидротехнических работ по расширению Одесского порта. Станции 3, 4, 5, 15, 16, 19, 20, 23, 26, 27, 29, 30, 33, 42 расположены на глубине более 20 м и являются глубоководными (см. рис.1).

Характер общей циркуляции вод в Одесском районе СЗЧМ, литологический состав донных осадков, морфология дна, распределение береговых локальных источников сброса загрязняющих веществ являются главными факторами в пространственном распределении загрязняющих веществ в донных осадках. В Одесском районе, при значительной изменчивости ветровых, термохалинных, стоковых и компенсационных течений, преобладает циклонический тип общей циркуляции. Такому типу циркуляции способствуют имеющие наибольшую повторяемость ветра северных и восточных румбов, а также морфометрические особенности дна. Над Одесской котловиной образуются круговороты, нередко препятствующие выносу взвешенного и загрязняющих веществ с водными массами за пределы района и способствующие оседанию их на дно котловины [3].

В табл. 2 и 3 показаны величины содержания НП в донных осадках мелководной и глубоководной зоны.

В 2005 г. почти 30 % отобранных в мелководной зоне проб донных осадков по содержанию НП являлись наиболее загрязненными и токсичными для гидробионтов. Наиболее загрязненными были донные осадки на станциях, расположенных в Одесском заливе и вблизи него (ст. 6, 7, 9), и в месте сброса вод СБО “Южная” и вблизи него (ст. 21 и 22). Содержание НП в донных осадках этих станций превышало 1,0 мг/г сух. в-ва. Донные осадки на остальных станциях в мелководной зоне были умеренно загрязнены НП.

В этот же год на глубоководных станциях более 50 % отобранных проб донных осадков по содержанию НП представляли опасность для донных биоценозов.

Максимальное содержание НП было обнаружено в мелкоалевритовых илах ст. 20 (более 4 мг/г сух. в-ва). Среднегодовая величина содержания НП в донных осадках глубоководной зоны была в 1,4 раза выше, чем в донных осадках мелководной зоны.

Таблица 2 - Содержание НП и ТМ в донных осадках и взвешенного вещества в придонном слое вод мелководной зоны (числитель - диапазон, знаменатель - среднее значение)

Год	НП, мг/г сух. в-ва	Медь, мкг/г сух. в-ва	Цинк, мкг/г сух. в-ва	Никель, мкг/г сух. в-ва	Кадмий, мкг/г сух. в-ва	Взвешенное вещество в придонном слое вод, мг/л
2005	<u>0,03–2,82</u> 0,94	<u>5,5–46,6</u> 19,5	<u>20,8–120,8</u> 49,4	<u>15,3–42,4</u> 25,2	<u>0–1,1</u> 0,6	<u>1,0–9,2</u> 6,02
2006	<u>0,04–0,72</u> 0,33	<u>7,6–23,7</u> 16,6	<u>22,7–93,8</u> 47,0	<u>14,5–37,2</u> 24,6	<u>0,4–2,5</u> 0,8	<u>3,1–27,8</u> 10,30
2007	<u>0,11–0,72</u> 0,36	<u>3,0–98,7</u> 40,8	<u>1,8–93,8</u> 47,9	<u>8,8–37,2</u> 25,3	<u>0,5–2,5</u> 1,1	<u>3,6–15,2</u> 7,95
2008	<u>0,02–1,87</u> 0,34	<u>2,3–19,7</u> 11,9	<u>12,4–75,4</u> 46,7	<u>7,0–27,0</u> 17,4	<u>0,3–3,1</u> 1,6	<u>3,0–15,2</u> 8,28
2009	<u>0,02–1,80</u> 0,53	<u>1,8–31,6</u> 13,1	<u>10,5–54,8</u> 40,5	<u>15,2–35,6</u> 25,0	<u>1,7–4,9</u> 2,7	<u>3,8–15,9</u> 9,75
2010	<u>0,02–1,17</u> 0,34	<u>0,0–59,7</u> 27,3	<u>3,9–75,8</u> 35,8	<u>12,6–62,8</u> 42,7	<u>0,3–2,3</u> 1,2	<u>3,0–8,1</u> 5,00
2011	<u>0,24–1,61</u> 0,96	<u>23,8–55,2</u> 39,6	<u>25,6–75,0</u> 47,8	<u>29,0–66,2</u> 51,0	<u>1,4–2,4</u> 2,0	<u>3,4–52,3</u> 13,80

В 2006–2008 гг. средний уровень содержания НП в донных осадках как мелководных, так и глубоководных станций был почти в 3 раза ниже по сравнению с 2005 г. Летние месяцы 2007–2008 гг. были жаркими, атмосферные осадки отсутствовали, температура морской воды была высокой. В этих условиях процессы самоочищения морской воды от НП были наиболее интенсивны, а снижение содержания НП в морской воде отразилось и на уровне загрязнения донных осадков. В то же время, в пробах донных осадков на отдельных станциях склонов Одесской котловины и в судовом канале Одесского порта содержание НП было высоким и являлось токсичным для донных биоценозов.

Летом 2009 г. все пробы мелководных и глубоководных донных осадков были условно чистыми по содержанию НП. Осенью в Одесском заливе на мелководной ст. 9, в районе сброса СБО “Южная” на ст. 21, а также на глубоководных ст. 16 и 21 отмечалось токсичное для донных биоценозов содержание НП.

В 2010 г. содержание НП в донных осадках мелководной зоны продолжало снижаться. В 90 % случаев оно было экологически незначимым. Содержание НП выше 1 мг/г сух. в-ва отмечалось только на ст. 21 вблизи сброса СБО “Южная”. На глубоководных станциях средняя величина содержания НП в донных осадках была почти в 2 раза больше, а максимальные величины содержания НП определялись в пробах, отобранных на рейдовой стоянке Одесского порта на ст. 16 и на ст. 20. За счет

повышенного стока Днепра в 2010 г. и значительных атмосферных осадков в поверхностном слое вод всего Одесского района отмечалось содержание НП на уровне ПДК (0,05 мг/л). Летом 2010 г. также отмечалось аномально активное развитие водорослей (фитопланктона) в поверхностном слое вод, что в следующем 2011 г. привело к увеличению концентрации взвешенного вещества в придонном слое вод и, как следствие, более высоким величинам содержания НП в донных осадках (см. табл.2, 3).

Таблица 3 - Содержание НП и ТМ в донных осадках и взвешенного вещества в придонном слое вод глубоководной зоны (числитель - диапазон, знаменатель - среднее значение)

Год	НП, мг/г сух. в-ва	Медь, мкг/г сух. в-ва	Цинк, мкг/г сух. в-ва	Никель, мкг/г сух. в-ва	Кадмий, мкг/г сух. в-ва	Взвешенное вещество в придонном слое вод, мг/л
2005	<u>0,22–4,0</u> 1,27	<u>12,0–68,2</u> 27,3	<u>32,0–84,6</u> 66,0	<u>23,3–73,4</u> 35,4	<u>0,2–1,3</u> 0,8	<u>0,9–23,4</u> 9,25
2006	<u>0,22–3,85</u> 0,85	<u>4,6–28,8</u> 19,7	<u>13,7–75,7</u> 56,4	<u>2,6–35,6</u> 25,8	<u>0,4–2,0</u> 1,0	<u>3,8–7,2</u> 4,70
2007	<u>0,22–1,34</u> 0,59	<u>12,0–39,7</u> 30,0	<u>21,6–71,4</u> 57,0	<u>16,0–37,9</u> 31,3	<u>0,2–1,5</u> 1,1	<u>3,0–6,6</u> 4,20
2008	<u>0,22–1,80</u> 0,68	<u>12,8–25,8</u> 19,8	<u>48,4–31,5</u> 21,8	<u>15,8–31,5</u> 21,8	<u>1,1–2,6</u> 1,7	<u>2,7–66,3</u> 9,42
2009	<u>0,11–1,34</u> 0,54	<u>9,1–47,4</u> 22,65	<u>27,1–73,1</u> 56,8	<u>22,3–37,8</u> 29,3	<u>1,2–3,2</u> 2,2	<u>2,6–5,7</u> 4,20
2010	<u>0,06–1,27</u> 0,62	<u>16,2–60,6</u> 50,2	<u>5,9–72,1</u> 51,8	<u>36,6–76,6</u> 61,8	<u>0,3–2,9</u> 1,3	<u>1,6–5,4</u> 3,20
2011	<u>0,42–2,62</u> 1,18	<u>10,2–65,2</u> 45,1	<u>13,6–67,6</u> 51,3	<u>22,1–79,6</u> 53,5	<u>0,2–2,9</u> 1,7	<u>2,0–116,9</u> 18,90

Существуют различия в качественном составе НП, выделенных из донных осадков мелководной и глубоководной зон Одесского района. В гексановых экстрактах проб донных осадков, отобранных вблизи берегов (ст. 5, 9, 15, 22) доля метано-нафтеновых углеводородов в общей сумме неполярных углеводородов выше, чем в пробах глубоководных осадков. В этой фракции преобладают тяжелые n-алкановые углеводороды, в ароматической фракции - незамещенные полиароматические углеводороды. В углеводородной фракции, экстрагируемой гексаном из проб донных осадков глубоководной зоны, идентифицируется высокое содержание продуктов деструкции органических соединений - гетероатомных структур, включающих кислород и азот [16].

Таким образом, в период 2005–2011 гг. пространственное распределение содержания НП в донных осадках мелководной зоны Одесского района носило мозаичный характер, связанный, очевидно, с локальным расположением постоянно действующих антропогенных источников загрязнения. В глубоководной части Одесского района основной причиной мозаичного пространственного распределения

содержания НП в донных осадках явилась динамика вод, определяющая также и вынос взвешенного вещества за пределы района и осаждение его в пелитовые илы шельфа СЗЧМ.

Ранее авторами была выявлена межгодовая тенденция уменьшения средней по площади величины содержания НП в донных осадках Одесского района в период 1988–2010 гг., что было связано с аналогичной тенденцией уменьшения содержания НП в толще вод [17]. Такое снижение было связано, во-первых, с сокращением поступления НП в море из-за ослабления хозяйственной деятельности в этот период, и, во-вторых, с увеличением среднегодовой температуры воды района, обусловленной, в свою очередь, климатическими факторами. Повышение температуры привело к увеличению самоочищения вод от НП. Однако, после аномально высокой температуры воды в 2009–2010 гг. в следующем 2011 г. температура воды понизилась, и в водах Одесского района наблюдалось повышение содержания НП, что привело к соответственному увеличению содержания НП и в донных осадках. Сейчас трудно судить о том, свидетельствует ли это о смене тенденции уменьшения содержания НП на тенденцию увеличения. Однако, это весьма вероятно, так как имеются предположения о том, что в ближайшее время в межгодовых и внутривековых колебаниях климатических и гидрометеорологических характеристик произойдет смена существующих в последние годы тенденций на противоположные. В частности, заканчивается период увеличения среднегодовой температуры воды и ожидается начало периода ее уменьшения [18]. Соответственно, будет уменьшаться и самоочищающая способность вод, и содержание НП в водах и донных осадках Одесского района будет увеличиваться.

Содержание меди, никеля и кадмия (Cu, Ni, Cd) в пробах донных осадков, отобранных в прибрежной зоне в 2005 г., находилось на уровне природных концентраций. Умеренно загрязненные цинком (Zn) донные осадки отмечались только в зоне влияния сбросов СБО “Южная”. Донные осадки глубоководных станций по содержанию в них Cu, Ni, Cd в 2005 г. были условно чистыми (см. табл.1). Незначительное превышение содержания Zn по сравнению с естественным фоном отмечалось в этом году в донных осадках склонов Одесской котловины.

Летом 2007 г. в донных осадках ст. 9 вблизи Одесского порта был зафиксирован значительный рост содержания Cu (почти в 14 раз по сравнению с 2005 г.). В донных осадках ст. 17 содержание Cu превышало естественный фон более чем в 2 раза, а Zn - почти в 1,5 раза. Такое точечное повышение уровня загрязнения донных осадков мелководной зоны связано, возможно, с активными дноуглубительными работами при строительстве новых гидротехнических сооружений в Одесском порту либо с интенсивной застройкой побережья пляжной зоны.

В 2006 г., 2008 г. и 2009 г. величины содержания всех ТМ в донных осадках мелководной и глубоководной зон находились на экологически-безопасном уровне, однако с 2008 г. в мелководной зоне моря отмечался рост содержания Cd от природных величин до умеренно загрязненных.

В 2010–2011 гг. во всех отобранных пробах донных осадков наблюдалось уменьшение содержания Zn и незначительное увеличение содержания Cu и Ni, особенно заметное в районе сброса недостаточно очищенных сточных вод СБО “Южная” (ст. 21, 22). Среднегодовая величина содержания Ni в мелководных донных осадках с 2008 г. по 2011 г. выросла больше чем в 2 раза, достигнув уровня 2005 г. Такое же увеличение содержания Ni наблюдалось и в донных осадках глубоководных станций. Содержание Cu на глубоководных станциях в 2010–2011 гг. увеличилось почти в 2 раза по сравнению с 2005 г., но было экологически незначимым (см. табл.2, 3).

Таким образом, можно отметить, что содержание ТМ в донных осадках Одесского района колеблется от года к году, однако, устойчивой тенденции увеличения или

уменьшения не наблюдается. Поэтому нет оснований связывать эти колебания с колебаниями климатических и гидрометеорологических характеристик. По-видимому, они обусловлены локальными антропогенными факторами.

**Выводы.** Межгодовые колебания содержания НП в донных осадках Одесского района СЗЧМ, наряду с антропогенными факторами, связаны с межгодовыми колебаниями температуры воды района, которые, в свою очередь, обусловлены колебаниями климата. Существующая в последние годы тенденция уменьшения содержания НП в ближайшее время, вероятно, сменится на противоположную, т.е. следует ожидать увеличения содержания НП в донных осадках из-за прогнозируемого понижения среднегодовой температуры воды Одесского района.

В пространственном распределении в исследуемый период наблюдалось преобладание содержания НП в донных осадках глубоководной зоны Одесского района.

Содержание Cu, Zn и Ni в донных осадках района колебалось от года к году, но связи этих колебаний с климатическими изменениями не выявлено. Повышенное содержание ТМ наблюдалось локально в донных осадках мелководной зоны, что можно связать только с антропогенными источниками поступления загрязнений. Пространственное распределение содержания ТМ мозаично. За весь период исследований содержание ТМ в донных осадках Одесского района не превышало естественного фона.

Наиболее мощными береговыми источниками загрязнения НП, по-прежнему, остаются плохо очищенные стоки СБО “Южная” и судоходство. Максимальное количество ТМ поступает в Одесский район СЗЧМ с атмосферными осадками и ливневыми стоками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Савин П.Т., Рясинцева Н.И., Подплетная Н.Ф. Загрязнение Черного моря углеводородами нефтяного происхождения // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: 2000. – С.142–153.
2. Савин П.Т., Доценко С.А., Подплетная Н.Ф. Особенности распределения нефтепродуктов и органического вещества в донных отложениях Одесского региона северо-западной части Черного моря. // Наукові записки Тернопільського педуніверситету. – Серія: біологія. – Спеціальний випуск: гідроекологія. – 2005. – 4(27). – С.205–207.
3. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – К.: Наукова думка, 2006. – 701 с.
4. Никулин В.В., Дятлов С.Е. Мониторинговые эколого-геохимические исследования донных осадков и водной толщи прибрежного района г. Одессы Одесским филиалом ИнБЮМ // Геология, география и экология океана: мат. междунар. конф., посвященной 100-летию со дня рождения Д.Г. Панина, 8–11 июня 2009 г., г. Ростов-на-Дону. – Ростов-на-Дону, 2009. – С.248–253.
5. Доценко С.А., Подплетная Н.Ф., Савин П.Т. Нефтяное загрязнение моря у берегов Одессы // Геология, география и экология океана: мат. междунар. науч. конф. – Ростов-на-Дону, 2009. – С.99–102.
6. Доценко С.А., Подплетная Н.Ф., Савин П.Т. Гидрологический режим и современное состояние нефтяного загрязнения моря у берегов Одессы // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Випуск 7. – 2009. – С.210–216.
7. Методические рекомендации по определению токсических загрязняющих веществ морских донных отложений. – М.: Гидрометеоиздат, 1979. – № 4. – С.25–28.

8. *Руководство по химическому анализу морских вод* РД 52.10.243–92. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. – 263 с.
9. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши*. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 532 с.
10. Андрианов А.М., Ковальчук Т.Н., Малиновский Е.К., Недоступ О.В., Безлуцкая И.В., Чеботарская И.И., Антонович В.П. О загрязнении объектов морской среды в портах Северного Причерноморья // *Вісник Одеського державного екологічного університету*. – Випуск 7. – 2009. – С.12–19.
11. Мур Дж.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1987. – 280 с.
12. Бронфман А.М., Рясинцева Н.И., Савин П.Т., Подплетная Н.Ф. Пространственно-временные особенности деструкции углеводов в море // *Химия и биология морей*. – М.: Гидрометеиздат, 1987. – С.79–91.
13. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 241 с.
14. Маковецкая Е.М., Никулин В.В., Ванштейн Б.Г., Маковецкая И.М. Моделирование геомиграционных процессов в донных осадках одесского региона Черного моря // Ежегодный сборник трудов юбилейной конференции "Сергеевские чтения", 23–24 марта 2009. – С.86–91.
15. Фесюнов О.Е. Донные ландшафты северо-западного шельфа Черного моря // *Природа*. – 1996. – № 2. – С.71–76.
16. Савин П.Т., Подплетная Н.Ф. Сравнительная характеристика нефтяного загрязнения прибрежных и мористых районов Одесского региона // *Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря: мат. междунар. береговой конф.* – Геленджик, 2007. – С.278–280.
17. Доценко С.А., Подплетная Н.Ф. Многолетняя изменчивость нефтяного загрязнения прибрежной зоны моря у Одессы // *Изучение и освоение морских и наземных экосистем в условиях арктического и аридного климата: мат. междунар. научн. конф., г. Ростов-на-Дону, Россия, 6–10 июня 2011 г.* – Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2011. – С.158–161.
18. Доценко С.А. Многолетняя изменчивость гидрометеорологических характеристик Одесского района северо-западной части Черного моря (в печати).

**Забруднення донних опадів Одеського району північно-західної частини Чорного моря нафтопродуктами і важкими металами.** Доценко С.А., Подплетна Н.Ф., Секундяк Л.Ю., Павлова О.А.

*У статті аналізується рівень забруднення донних опадів Одеського району північно-західної частини Чорного моря нафтопродуктами і важкими металами в період 2005-2011 рр. Показані особливості просторового розподілу і міжрічних змін вмісту цих забруднювачів.*

**Ключові слова:** забруднення, нафтопродукти, важкі метали, донні опади, гідрометеорологічні характеристики.

**Pollution by oil products and heavy metals of bottom sediments of the Odessa region North-western Black Sea.** Dotsenko S., Podplotna N., Sekundyak L., Pavlova E.

*The article analyzes the level of pollution of the bottom sediments of the Odessa region North-western Black Sea by oil products and heavy metals in 2005-2011. Features of the spatial distribution and interannual changes in the content of these pollutants are shown.*

**Key words:** pollution, oil products, heavy metals, bottom sediments, hydrometeorological parameters.