

УДК 504.42

**А. И. ВОЛКОВ**, канд. геогр. наук, доц.  
Одесский государственный экологический университет, г. Одесса  
ул. Львовская, Одесса, 1565016,  
aandrew\_v@rambler.ru

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МОРСКИХ ВОД ПОБЕРЕЖЬЯ ОДЕССКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Выполнена оценка качества морских вод побережья Одесской агломерации на основании расчета модифицированного индекса загрязнения воды. Построены карты пространственного распределения значений для отдельных гидрохимических параметров и нефтепродуктов. Для улучшения экологического состояния прибрежных вод побережья необходима реконструкция очистных сооружений СБО «Южная» и внедрение новых технологий, направленных на улучшение качества очистки сточных вод.

**Ключевые слова:** качество морских вод, индекс загрязнения водной среды, цифровое картографирование, ГИС-технологии

### **Волков А. І. АНАЛІЗ ЯКОСТІ МОРСЬКИХ ВОД УЗБЕРЕЖЖЯ ОДЕСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ**

Виконано оцінку якості морських вод узбережжя Одеської агломерації на підставі розрахунку модифікованого індексу забруднення води. Побудовано карти просторового розподілу значень для окремих гідрохімічних параметрів і нафтопродуктів. Для покращення екологічного стану морських вод узбережжя необхідна реконструкція очисних споруд СБО «Южная» та втілення нових технологій спрямованих на покращення якості очищення стічних вод.

**Ключові слова:** якість морських вод, індекс забруднення водного середовища, цифрове картографування, ГІС технології

### **Volkov A. I. WATER QUALITY ASSESSMENT OF ODESSA AGGLOMERATION COASTLINE**

Water quality of Odessa agglomeration coastline was computed by the modified water pollution index. Digital maps which show spatial distribution of the individual hydrochemistry and petroleum products indexes were designed. In order to improve the ecological status of coastal waters of the coast needed reconstruction of treatment facilities SBO "South" and the introduction of new technologies to improve the quality of waste water.

**Key words:** marine water quality, water pollution index, digital mapping, GIS technology

### **Введение**

**Постановка проблемы.** Северо-западная часть Черного моря (СЗЧМ), находящаяся в зоне влияния крупных населенных пунктов и других береговых источников загрязнения, что обуславливает необходимость проведения постоянного контроля качества морских вод. Решение этой задачи усугубляется наличием значительного количества точечных источников, загрязняющих акваторию СЗЧМ и неоднородностью их распределения. Решение проблемы загрязнения морской среды требует выявления наиболее важных источников техногенного загрязнения, что может быть достигнуто посредством анализа полей значений отдельных гидрохимических параметров и загрязняющих веществ (ЗВ).

**Анализ последних исследований и публикаций.** В силу актуальности, пробле-

ме загрязнения СЗЧМ посвящены многие исследования, направленные на анализ состояния морских экосистем [1] и разработки подходов к сбору соответствующей информации [2, 3]. Некоторые исследователи останавливаются на подробном анализе состояния водной среды по отдельному виду загрязнения [4], однако больший интерес представляют работы, использующие комплексный анализ состояния рассматриваемых акваторий [5]. Особое внимание следует также уделить современному инструментарию, который может быть использован для обработки и анализа пространственно-ориентированной информации [6, 7].

**Цель работы** – оценка качества морских вод побережья Одесской агломерации и выявление основных источников техногенного загрязнения.

**Матеріали і методи досліджень**

Аналіз якості морських вод проводився на основі даних моніторингу якості вод Чорного моря в зоні діяльності Государственной инспекции по охране окружающей среды Северо-Западного региона Чорного моря за 2011 год. Для оцінки якості морських вод були використані середньорічні значення визначених показників. В якості вихідних даних для побудови картографічного матеріалу використані значення окремих гідрохімічних параметрів в наступних точках збору проб морської води: №1 (30° 44'вд., 46° 21'сш., СБО «Южная»); №2 (30° 45'вд., 46° 32'сш., нафтяна гавань); №3 (30° 46'вд., 46° 33'сш., Крыжановка); №4 (30° 38'вд., 46° 16'сш., Ильичевский судоремонтный завод); №5 (30° 39'вд., 46° 14'сш., Санжейка); №6 (30° 50'вд., 46° 22'сш., мыс Б.Фонтан); №7: 30° 46'вд., 46° 33'сш., Лузановка); №8 (30° 50'вд., 46° 22'сш., акватория моря напротив мыса Б. Фонтан).

В якості показників якості морської води розглянуті: біохімічне споживання кисню ( $BPK_5$ ); розчинений кисень ( $O_2$ ); іон амонію ( $NH_4^+$ ); нітрат-іон ( $NO_3^-$ ); нітрит-іон ( $NO_2^-$ ); нафтопродукти ( $НП$ ).

Модифікований індекс забруднення води (ІЗВ) розраховувався по двом

обов'язковим характеристикам ( $BPK_5$ ,  $O_2$ ), а інші чотири характеристики ( $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $НП$ ) розглядалися по найбільшим відношенням до ПДК:

$$ИЗВ = (1/6) \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (1)$$

де  $C_i$  – значення концентрації  $i$ -го інгредієнта.

Для створення електронних карт і візуалізації просторових даних в роботі використано ГІС пакет Idrisi for Windows, який відноситься до інструментальних ГІС настільного типу, має розширені аналітичні можливості і не поступає потужним професійним ГІС пакетам [8]. Основними достоїнствами пакету є: можливість проведення комплексного просторового аналізу, включаючи детальну статистичну обробку вихідного матеріалу; створення систем підтримки прийняття рішень; реалізація різних алгоритмів інтерполяції просторово-орієнтованих даних і т.д.

В роботі для отримання згладжених полів концентрацій використано модуль *INTERPOL*, основною функцією якого є побудова інтерполюваних поверхонь на основі точкових даних.

**Изложение основного материала**

База даних, що характеризує якість морських вод, сформована на основі аналізу проб води в мережі контрольних точок, розташованих вздовж узбережжя Одеської агломерації. Схема розташування точок збору проб води представлена на рис. 1.

На першому етапі досліджень по даним координатної прив'язки на карту нанесені точки збору проб морської води. Отримано шість векторних зображень, що містять точкові дані, що характеризують значення відповідних інгредієнтів



Рис. 1 – Схема расположения точек отбора проб воды

ентов за 2011 год. Нанесенные на карту точечные данные не позволяют сформировать общее представление о картине загрязнения, и следующий шаг предполагал расчет интерполированных полей по каждому из рассматриваемых показателей.

На рис. 2 представлено распределение биохимического потребления кислорода ( $BPK_5$ ). Как видно из карты максимальные значения наблюдаются в месте сброса сточных вод после станции биологической очистки (СБО) «Южная», где значения превышают ПДК более чем в 2 раза. Картина



Рис. 2 – Пространственное распределение  $BPK_5$

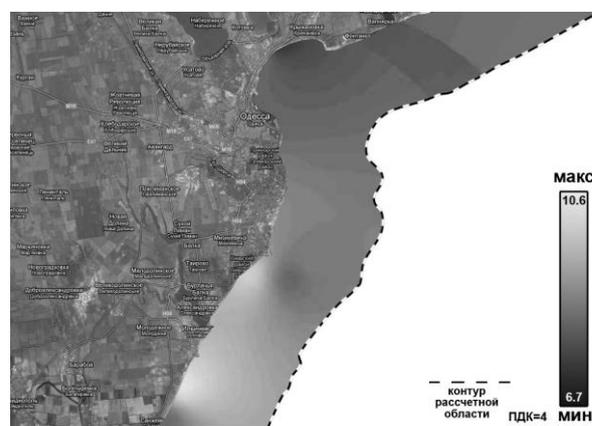


Рис. 3 – Пространственное распределение концентраций растворенного кислорода

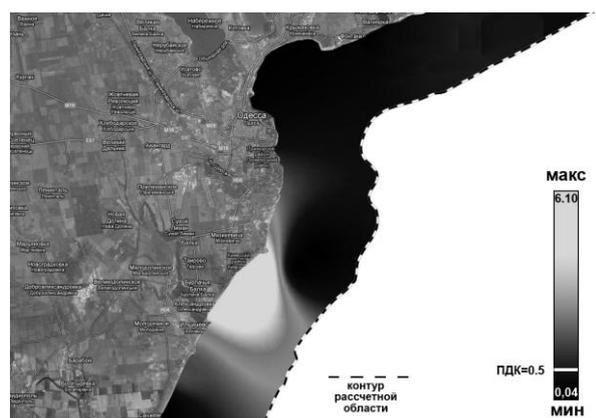


Рис. 4 – Пространственное распределение концентраций  $NH_4^+$



Рис. 5 – Пространственное распределение концентраций  $NO_3^-$

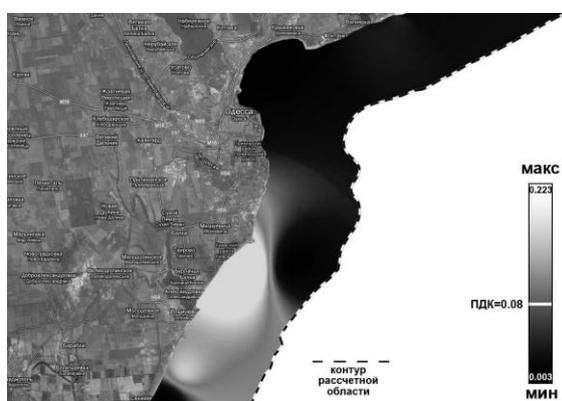


Рис. 6 – Пространственное распределение концентраций  $NO_2^-$

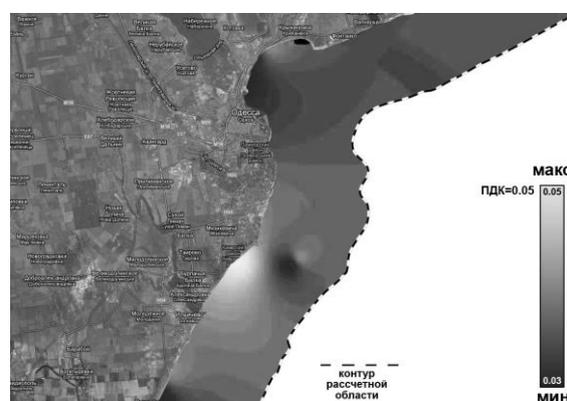


Рис. 7 – Пространственное распределение концентраций нефтепродуктов

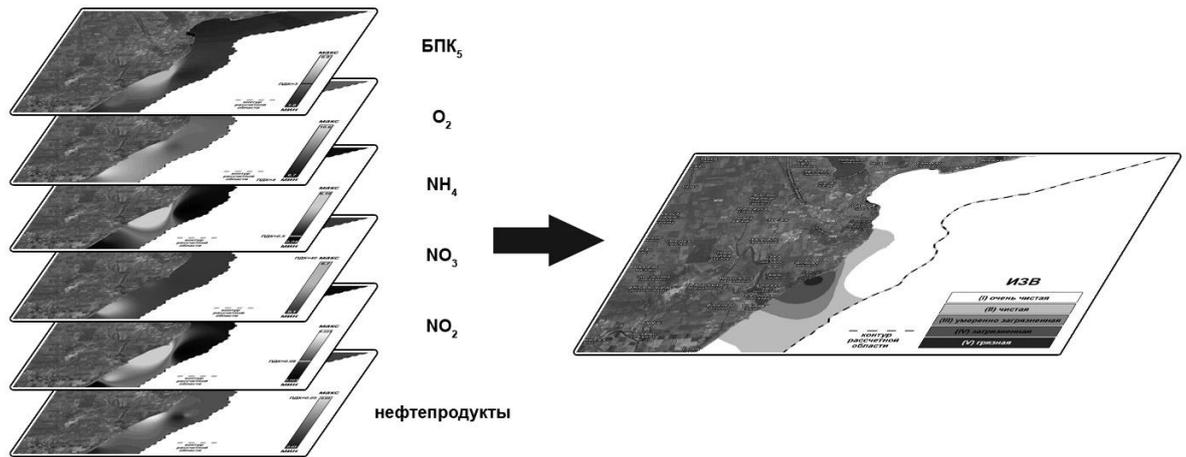


Рис. 8 – Схема наложения картографического материала

распределения растворенного кислорода ( $O_2$ ) является более сглаженной и представлена на рис. 3, представленный на карте диапазон во всех точках превышает минимально допустимое значение. Распределение иона аммония ( $NH_4^+$ ) представлено на рис. 4, максимальные значения также приходятся на первую точку отбора, т.е. в непосредственной близости от точки сброса сточных вод СБО «Южная». Важно отметить, что для данного ингредиента концентрации в пределах рассматриваемой акватории во много раз превышают ПДК. Концентрации нитратов ( $NO_3^-$ ) в воде рассматриваемой акватории минимальны. Как видно из рис. 5, максимум концентрации  $NO_3^-$  приходится на участок между с. Грибовка и г. Ильичевск, однако эти максимальные значения в 6 раз ниже установленной нормы (ПДК). Конфигурация поля распре-

ление нитрит-иона ( $NO_2^-$ ) повторяет поле концентрации  $NH_4^+$  (рис. 6) Однако по сравнению с концентрациями иона аммония в данном случае ПДК превышает в 3 раза. Последняя карта демонстрирует распределение нефтепродуктов (рис. 7) – превышений ПДК не наблюдалось.

Как видно из полученных полей концентраций, максимальные значения наблюдаются в непосредственной близости от сброса коммунальных сточных вод СБО «Южная», следовательно, являющейся основным источником загрязнения рассматриваемой акватории. Наложение полученных сглаженных растровых пространственного распределения шести показателей качества морской воды (рис. 8), позволило выполнить расчет модифицированного индекса загрязнения воды, представленного на рис. 9.

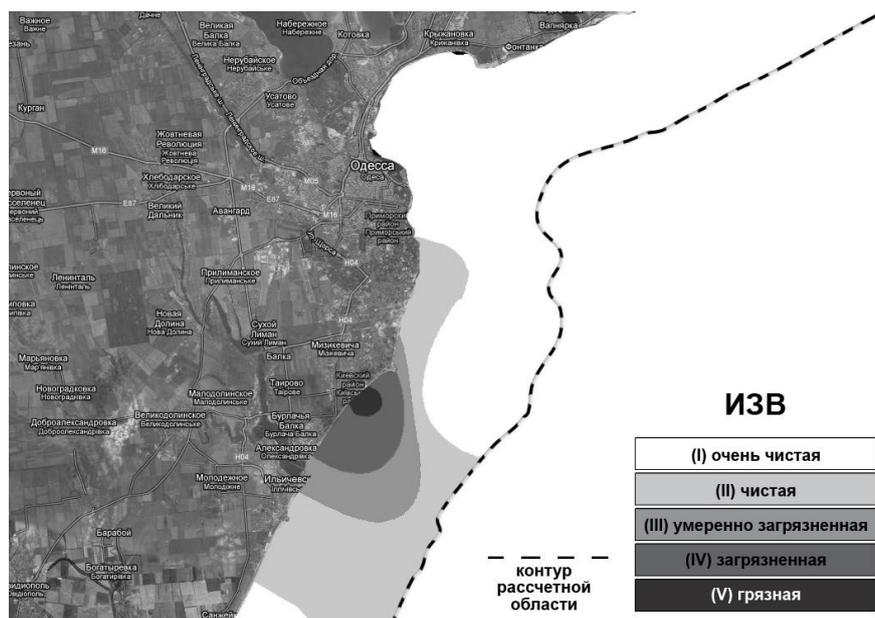


Рис. 9 – Пространственное распределение модифицированного индекса загрязнения воды

### Выводы

Источник, оказывающий максимальный вклад в загрязнение акватории исследования расположен в непосредственной близости с точкой отбора проб №1 (зона влияния СБО «Южная»). Также сравнительно высокие значения некоторых показателей наблюдались в точке №4 соответствующей зоне влияния Илличевского судоремонтного завода.

Проведенные исследования подтвердили, что наиболее мощными из идентифицированных источников загрязнения морской среды в пределах рассматриваемой акватории, является СБО «Южная» от которой по имеющимся статистическим данным в морскую среду поступает 38% нитратов, 79% – нитритов, 86% – аммонийного азота, 87% – фосфатов и 69% – органиче-

ских веществ от общего их количества, поступающего от антропогенных источников.

Однако, нельзя пренебрегать вкладом остальных рассматриваемых источников загрязнения. Так, например, с ливневыми стоками поступает около 13% от общего сброса органического вещества и 83% от сброса нефтепродуктов. Сток дренажных вод является существенным источником азота нитратов (около 18%).

На основании вышесказанного, можно сделать вывод, что для улучшения экологического состояния прибрежных вод побережья Одесской агломерации необходима реконструкция очистных сооружений СБО «Южная» и внедрение новых технологий, направленных на улучшение качества очистки сточных вод.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Губанов Е. П. Проект «Чистое Черное море»: итоги семинара рабочей группы научной поддержки / Е. П. Губанов. // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – № 5. – С. 21- 23.
2. Григорьева О. В. Опыт оценки экологических характеристик акваторий морских портов по данным видеоспектральной азосъемки. / О. В. Григорьева, Б. В. Шилин. // Современные методы листанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9. – №1. – С.156-166.
3. Иванов А. Ю. Геоинформационный подход к проблеме картографирования пленочных за- / В. И. Петухов, Д. Д. Минаев, И. Г. Лисицкая. // Подводные исследования и робототехника. – 2011. – №2(12) – С.69-74.
4. Литовченко К. Ц. Нефтяные загрязнения восточной части Черного моря: Космический мониторинг и подспуниковая верификация. / К. Ц. Литовченко, О. Ю. Лаврова, М. И. Митягина, А. Ю. Иванов, Ю. И. Юренко. // Исследования Земли из космоса. – 2007. – №1. – С. 81-94.
5. Петухов В. И. Комплексные исследования экологического состояния морских акваторий. космической радиолокации./ Н. В. Евтушенко, А. Ю. Иванов. // Исследование Земли из космоса. – 2012. – №3. – С. 24-30.
6. Андреев С. М. Анализ морских портов Украины с использованием геоинформационных технологий./ С. М. Андреев, А. С. Нечаусов, В. В. Радчук, И. В. Радчук. // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского Серия «География». – Том 25(64). – 2012. – №1 – С. 3-6.
7. Евтушенко Н. В. Нефтепроявления в юго-восточной части Черного моря по данным
8. Світличний О. О. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / О. О. Світличний, С. В. Плотницький. / За заг. ред. О. О. Світличного. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.

Надійшла до редколегії 22.06.2012 .