

Д. В. ТАЙЧЕНАЧЕВ, Р. Я. МИНЬКОВСКАЯ, А. Н. ДЕМИДОВ

**ХАРАКТЕРИСТИКА АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОРТА НИКОЛАЕВ**

Дана характеристика экологического состояния акватории порта Николаев и факторов, его обуславливающих, на основе анализа загрязненности, гидрометеорологических и гидрохимических параметров водной среды, наблюдаемых сетевыми подразделениями Минэкоресурсов Украины.

Город Николаев – крупный промышленный центр юга Украины, с населением около 450 тысяч. В городе функционируют два порта – морской и речной, железнодорожный узел, аэропорт, развиты промышленность, сельское хозяйство и рыбный промысел. На качество воды акватории оказывают влияние как местные промышленные и хозяйственно-бытовые стоки, так и поступление загрязняющих веществ со стоком рек (р. Ю. Буг, площадь бассейна 63700 км<sup>2</sup>, р. Ингул – 9890 км<sup>2</sup>) и из Бугского лимана. Берега акватории имеют сложную конфигурацию (рис.) с множеством кос. Бугский лиман судноходен, на фарватере канала глубина 10 – 13 м. Около 50 % акватории имеет глубину 2 – 4 м. Средняя ширина лимана 2 км.

На основе анализа материалов наблюдений Николаевского центра по гидрометеорологии Министерства экологии и природных ресурсов (рис.) за гидрометеорологическими (с 1965 по 2000 гг.) и гидрохимическими характеристиками (включая загрязнение с 1976 по 2000 гг.) и данных МО УкрНИГМИ дана оценка современного режима и качества воды акватории порта Николаев.

Метеорологические условия обуславливают гидрологический режим акватории порта. Среднегодовая температура воздуха в Николаеве 9,7°C, среднегодовая скорость ветра – 3,6 м/с, за год в среднем выпадает 449 мм осадков. Среднегодовой уровень воды в порту – 482 см, межгодовой размах его среднегодовых величин – 25 см, абсолютный максимум – 586 см, минимум – 349 см. Повышение и понижение уровня относительно критических отметок относится к стихийным гидрологическим явлениям. В среднем за год они отмечаются 6 – 7 раз, повторяемость отклонения уровня воды на 30 см от критической отметки составляет 5 – 6 %. Повышение уровня приводит к затоплению прибрежных территорий, понижение лимитирует судноходство. Максимальное превышение уровня критической отметки – 61 см, максимальное понижение – 87 см. В поверхностном слое воды преобладают юго-западные, западные и южные направления течений, осенью увеличивается повторяемость течений северного направления. В придонном слое воды преобладают течения, направленные из Бугского лимана в р. Ю. Буг. Средняя скорость разнонаправленных течений – 20 – 30 см/с, максимальная – 40 – 60 м/с. Анализ стока рек Ю. Буг и Ингул выявил его влияние на гидрологический и гидрохимический режим в районе Николаева в период половодья и дождевых паводков. Суммарный среднегодовой за многолетний период объем стока этих рек составляет 3,42 км<sup>3</sup>. Он сопоставим с объемом Днепровско-Бугского лимана и в 33 раза больше объема воды рассматриваемого района, что способствует интенсивному водообмену данной акватории и самоочищению воды. Наибольший среднегодовой сток р. Ю. Буг достигал 6,27 км<sup>3</sup>, наименьший – 1,75 км<sup>3</sup>.

Мутность воды рек и сток наносов влияют на гидробиологический режим и обуславливают заиливание дна акватории. Мутность воды р. Ю. Буг изменялась от 0 до 640 г/м<sup>3</sup>, среднегодовая – 230 г/м<sup>3</sup>, р. Ингул – от 0 до 3000 г/м<sup>3</sup>, среднегодовая – 120 г/м<sup>3</sup>. Среднегодовой за многолетний период сток наносов р. Ю. Буг составил 830 тыс. т (размах изменений от 1,0 до 5100 тыс. т), р. Ингул соответственно 51 тыс. т (от 0,82 до 270 тыс. т). Среднегодовая температура поверхностного слоя воды на акватории порта 11,4°C, что на 1,7°C больше среднегодовой температуры воздуха. Следовательно,

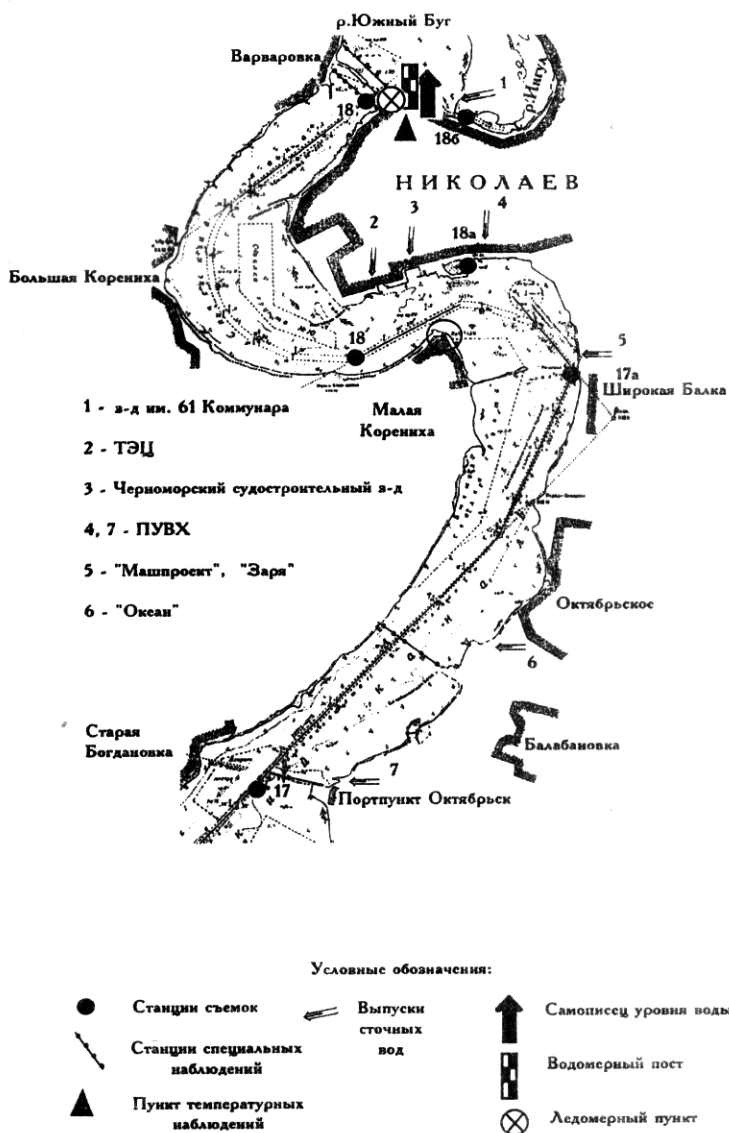


Рисунок. Схема района порта Николаев  
Figure. Scheme of Nikolaev's port

в районе Николаева преобладают потери тепла водной массой. Межгодовая изменчивость среднегодовой температуры характеризуется размахом  $2,5^{\circ}\text{C}$ , абсолютный максимум температуры достигал  $29,5^{\circ}\text{C}$ , минимум —  $0,5^{\circ}\text{C}$ . При перемещении термоклина вдоль судоходного канала из Днепровского лимана, температура воды на глубине 3 — 6 м иногда отличается от поверхностной на  $5 - 10^{\circ}\text{C}$ . Ветровое воздействие (сгоны-нагоны) приводит к аналогичному (на  $5 - 10^{\circ}\text{C}$ ) изменению и температуры поверхностного слоя воды. Вертикальные градиенты температуры воды иногда достигают  $5 - 8^{\circ}\text{C}$  на метр, а горизонтальные  $2 - 5^{\circ}\text{C}$  на километр. Среднегодовой сток тепла р. Ю. Буг за многолетний период равен  $128 \cdot 10^{15}$  Дж. Межгодовая изменчивость стока тепла лежит в пределах 30 %. Максимально возможная высота волны при южных и юго-западных ветрах в районе порта не превышает 0,8 м, средняя высота волны — 0,5 м. Ледовые условия являются лимитирующим фактором зимней навигации. Ледовые явления наблюдаются со 100 %-ной вероятностью в зимы любой суровости, средняя продолжительность ледового сезона 98 сут, наибольшая средняя толщина льда 23 см. Продолжительность ледового плавания в умеренные зимы составляет 88, в суровые — 110, в мягкие — 49 сут. Соленость воды Бугского лимана в районе г. Николаева формируется под влиянием притока более пресных речных вод Ю. Буга и Ингула и проникновения в этот район осолоненных вод Днепровского лимана. Среднемноголетняя среднегодовая соленость поверхностного слоя (0 — 0,5 м) воды акватории порта составляет 2,4 — 2,5 ‰, абсолютный максимум — 10,6 ‰, минимум — 0,09 ‰. Абсолютный максимум солености у дна — 13,3 ‰, что свидетельствует о возможности проникновения в район Николаева практически не трансформированной воды северо-западной части Черного моря.

Гидрометеорологические условия является важным фактором, обуславливающим изменчивость качества воды. Ее загрязненность зависит от поступления загрязняющих веществ с речными водами, водой центральной части Бугского лимана, из береговых источников, с судов и из атмосферы. Результатом воздействия всех указанных факторов на водную среду является концентрация загрязняющих веществ, определяемая в водной среде (см. табл.).

Минерализация воды у Николаева в районе смешения речных и лиманных вод в среднем достигает  $3900 \text{ мг/дм}^3$ , изменяясь от 2300 до  $7800 \text{ мг/дм}^3$ . В 75 — 95 % случаев содержание основных ионов больше предельно-допустимых значений (за исключением кальция, содержание которого редко превышает ПДК). Дефицит кислорода в районе порта отмечается в 44,3 % случаев, в 23 % отобранных проб концентрация растворенного кислорода была ниже ПДК. В среднем в каждой третьей придонной пробе обнаруживается сероводород, концентрация которого по данным сетевых наблюдений достигала  $3,96 \text{ мг/дм}^3$ , а по литературным источникам — 8 мг/л. В районе судоходного канала толщина слоя, зараженного сероводородом, иногда составляет 3 — 4 м. Обратные течения, характерные для придонного слоя, способствуют поступлению в район Николаева зараженной сероводородом воды из застойной центральной части Бугского лимана.

Среднее значение биологического потребления кислорода ( $\text{БПК}_5$ ) в 1,5 раза больше ПДК, повторяемость превышения которого составляет 55 %. Максимальное значение достигало  $10,4 \text{ мг/дм}^3$ , что свидетельствует о высоком уровне загрязненности воды. По уровню содержания биогенных веществ рассматриваемый район можно отнести к высокопродуктивным. За рассматриваемый период отмечается увеличение концентрации нитритов, нитратов, фосфатов и общего фосфора и уменьшение концентрации аммонийного азота. В основном, содержание биогенных веществ в среднем не превышает ПДК (за исключением нитритов). Повышенное содержание нитритов (см. табл.) свидетельствует об интенсификации процессов разложения органики в условиях замедленного процесса окисления нитритов в нитраты, что является показателем загрязненности воды и невысокой степени самоочищения водного объекта. Наибольшая концентрация нитритов достигала  $1450 \text{ мг/дм}^3$  (72 ПДК), общего фосфора —  $1280 \text{ мкг/дм}^3$ , общего

Таблица Характеристика гидрохимических условий и загрязненности воды в районе порта Николаев за 1976-2000 гг.

Table Characteristic of hydrochemical conditions and pollution of water in area of Nikolaevs port for 1976-2000.

| Ингредиент            | Предельно-допустимая концентрация (ПДК) | Единицы измерения      | Среднее | Максимум | Минимум | % превышения ПДК |
|-----------------------|-----------------------------------------|------------------------|---------|----------|---------|------------------|
| Щелочность            | -                                       | Мг-экв/дм <sup>3</sup> | 4,5     | 11,9     | 1,8     | -                |
| Жесткость             | -                                       | Ммоль/дм <sup>3</sup>  | 21,9    | 81,6     | 4,5     | -                |
| РН                    | -                                       | -                      | 8,3     | 9,5      | 7,4     | -                |
| Растворенный кислород | 4,0 – зимой<br>6,0 – летом              | Мг/ дм <sup>3</sup>    | 8,5     | 15,7     | 0       | 23               |
| % насыщения           | -                                       | %                      | 84      | 298      | 0       | -                |
| Сероводород           | отсутствие                              | Мл/ дм <sup>3</sup>    | 0,46    | 3,96     | 0       | 29               |
| БПК <sub>5</sub>      | менее 3                                 | Мг/ дм <sup>3</sup>    | 4,4     | 10,4     | 0       | 55               |
| Cl                    | 300                                     | Мг/ дм <sup>3</sup>    | 1678    | 4460     | 24      | 76               |
| SO <sub>4</sub>       | 100                                     | Мг/ дм <sup>3</sup>    | 426     | 1230     | 26      | 93               |
| Ca                    | 180                                     | Мг/ дм <sup>3</sup>    | 130     | 1336     | 4       | 9                |
| Mg                    | 40                                      | Мг/ дм <sup>3</sup>    | 191     | 806      | 17      | 92               |
| Фосфаты               | 3500                                    | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 224     | 750      | 0       | 0                |
| Фосфор общий          | -                                       | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 300     | 1280     | 0       | -                |
| Нитриты               | 20                                      | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 24      | 1450     | 0       | 37               |
| Нитраты               | 9100                                    | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 300     | 2900     | 0       | 0                |
| Азот аммоний-ный      | 390                                     | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 152     | 1590     | 0       | 12               |
| Азот общий            | -                                       | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 1225    | 3590     | 210     | -                |
| Кремний               | 10000                                   | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 2184    | 7200     | 0       | -                |
| Нефтепродукты         | 0,05                                    | Мг/ дм <sup>3</sup>    | 0,38    | 5,80     | 0       | 88               |
| Фенолы                | 1,0                                     | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 3       | 29       | 0       | 63               |
| СПАВ                  | 100                                     | Мкг/ дм <sup>3</sup>   | 70      | 1800     | 0       | 12               |
| ДДТ                   | отсутствие                              | Нг/ дм <sup>3</sup>    | 1       | 75       | 0       | 17               |
| ДДЕ                   | .*-                                     | Нг/ дм <sup>3</sup>    | 1       | 24       | 0       | 22               |
| ДДД                   | .*-                                     | Нг/ дм <sup>3</sup>    | 0,3     | 15       | 0       | 22               |
| α - ГХЦГ              | .*-                                     | Нг/ дм <sup>3</sup>    | 1       | 8        | 0       | 32               |
| γ - ГХЦГ              | .*-                                     | Нг/ дм <sup>3</sup>    | 10      | 270      | 0       | 38               |

азота – 3590 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовая за многолетний период концентрация общего азота, равная 1225 мкг/дм<sup>3</sup>, позволяет отнести воды рай-она к эвтрофным. Концентрация кремния ни разу не превысила ПДК и изменялась от 0 до 7200 мкг/дм<sup>3</sup>. Наиболее актуальным для района порта является загрязненность воды нефтепродуктами (НП), концентрация которых в 88 % случаев превышает ПДК и составляет в среднем 0,38 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальная концентрация (5,80 мг/дм<sup>3</sup>) достигала 116 ПДК, а при аварийном сбросе НП в районе порта – 10,1 мг/дм<sup>3</sup> (202 ПДК). Наибольшая концентрация НП отмечается в районе порта и по трассе судоходного канала. В то же время в этом районе осуществляются сбросы сточных вод, что также способствует увеличению концентрации НП. Многолетние изменения концентрации НП значимых тенденций не имеют.

Поверхность воды в районе порта покрыта нефтяной и масляной пленкой. Концентрация фенолов отмечается в 68 % случаев и в основном превышает ПДК, в среднем составляет 3 мкг/дм<sup>3</sup>, достигая максимума в районе порта (29 мкг/дм<sup>3</sup>). В основном, концентрация СПАВ не превышает ПДК и только в 12 % случаев она была больше 100 мкг/дм<sup>3</sup>. Средняя концентрация в рассматриваемом районе изменяется от 50 до 90 мкг/дм<sup>3</sup>. Максимальная концентрация достигала 18 ПДК (1800 мкг/дм<sup>3</sup>). Многолетнее изменение содержания СПАВ имеет тенденцию к уменьшению, что, возможно, связано со спадом производства. Основным источником пестицидов в рассматриваемом районе являются реки Ю. Буг и Ингул. В их бассейнах происходит смыв ядохимикатов в воду с сельскохозяйственных угодий. Наибольшая концентрация ХОП чаще всего отмечается

в устье р. Ю. Буг, наименьшая – в районе порта. Примерно в каждой 20-ой пробе из ста обнаруживаются ДДТ и его метаболиты, имеющие концентрацию, превышающую ПДК. Максимальная концентрация ДДТ достигала 75,  $\alpha$  - ГХЦГ – 8,  $\gamma$  - ГХЦГ – 270 нг/дм<sup>3</sup>. Анализ многолетних изменений концентрации ХОП показал, что для видов пестицидов, определяемых сетью Департамента по гидрометеорологии, характерна тенденция уменьшения их концентрации.

Проведенные исследования показали, что гидрометеорологический режим района порта не претерпел существенных изменений за исключением незначительного изменения уровня воды, который увеличивается в результате глобального потепления со скоростью 0,2 см в год. По судоходному каналу в Бугский лиман и район порта Николаев постоянно проникают более соленые воды из северо-западной части Черного моря, что приводит к устойчивой стратификации вод и затрудняет водообмен между поверхностным и придонным слоями. Стоковые течения в основном охватывают поверхностный слой. Такие гидрологические условия образуют устойчивую застойную зону в глубоководной части лимана. Часть промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, попадая сюда, способствует образованию дефицита кислорода и появлению сероводорода, накоплению загрязняющих веществ в донных осадках. Таким образом, гидрологический режим лимана лимитирует сброс неочищенных стоков. Качество воды в акватории порта неудовлетворительное, ее можно отнести к грязной и очень грязной. Это свидетельствует о том, что природные возможности к самоочищению ограничены.

При сбросе промышленных и бытовых стоков необходимо учитывать их плотность и соотносить ее с гидрологическими параметрами лимана. Например, если стоки легче лиманных вод, то их можно сбрасывать и в глубоководной части лимана, вдали от берега, что предпочтительнее, а если плотнее – то, наоборот, в мелководные районы. В любом случае сбросы предпочтительнее осуществлять ниже портпункта Октябрьск (рис.). Наиболее опасное загрязнение в районе Николаева – поступление нефтепродуктов с речным стоком, с берега и особенно с судов – существенно ухудшает рекреационные и рыбопромысловые возможности акватории.

Показателем неблагополучия акватории является высокое БПК<sub>5</sub> (1,5 ПДК) и низкое содержание растворенного кислорода (особенно в придонном слое). Однако гидробиологический контроль в районе не ведется. Состояние биоты является интегральным показателем качества среды и оно должно учитываться для объективной оценки экологических условий, поэтому здесь необходимо осуществлять гидробиологический мониторинг.

Севастопольский институт ядерной энергии и промышленности,

Получено 08.10.2001

Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института (МО УкрНИГМИ), г.Севастополь

ОГН

D. V. TAYCHENACHEV, R. YA. MINKOVSKAYA, A. N. DEMIDOV

#### CHARACTERISTIC OF ABIOTIC COMPONENTS OF NIKOLAEVS PORT WATER ECOLOGICAL CONDITION

##### Summary

The characteristic of port Nikolaev water area ecological condition and factors his causing based on the waters pollution, hydrometeorological and hydrochemical parameters of water environment analysis is given.