

УДК 551.464.3

КОМПЛЕКСНАЯ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

М. М. Османов, М. А. Гуруев, М. М. Алигаджиев,
Ф. Ш. Амаева, А. А. Абдурахманова

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

Показано, что химический состав прибрежных морских вод Республики Дагестан имеет зональные особенности и определяется стоком впадающих в море рек, прежде всего, Терека, Сулака и Самура, которые являются существенными источниками загрязнения каспийских вод. При этом сточные воды, формируемые на территории Республики Дагестан, также вносят значительный вклад в общий объем загрязняющих веществ. Анализ относительных величин сбросов показывает, что максимальная нагрузка по всем загрязняющим веществам приходится на Каспийско-Сулакский прибрежный район. Наименее подвержен нагрузке загрязнения Каспийско-Самурский прибрежный район, что обусловлено характерными для данной зоны относительно большими глубинами.

It has been shown that chemical composition of the coastal sea waters of the Dagestan Republic has zonal features and depends on the compound of the rivers flowing into the Caspian sea. First of all they are the Terek, the Sulak, and the Samur rivers which are the essential source of pollution of the Caspian waters. Thus, the runoff, formed in the Dagestan territory, also makes the significant contribution to the total amount of polluting substances. The analysis of the relative size of the wastewater shows that the Caspian-Sulak coastal area undergoes the maximum influence of all polluting substances. The Caspian-Samur coast is the least polluted area because of the big depths in this zone.

Ключевые слова: Каспийское море; дагестанское побережье; загрязняющие вещества; источники загрязнения; сточные воды.

Keywords: the Caspian Sea; Dagestan seaside; polluting substances; pollution sources; runoff.

Гидрохимический состав морских вод Каспия отличается непостоянством, как в пространстве, так и во времени, и определяется стоком впадающих в море рек, а также процессами их трансформации в зоне смешения. Наряду с этим, Каспийское море подвергается воздействию вследствие промышленного загрязнения, сброса токсичных отходов, сельскохозяйственных, коммунальных и иных сточных вод (СВ), а также из-за ведения на море транспортно-логистической деятельности. Уровень и характер этого воздействия различен, определяется территориальными и функциональными особенностями прибрежных экономических районов, но количественно весьма слабо исследован.

Одним из основных источников загрязнения прибрежных морских вод Дагестана считается адвекция загрязненных северо-каспийских вод [1, 2]. Однако уровень воздействия данного источника загрязнения (ИЗ) на прибрежные морские воды находится в тесной зависимости от направления переноса воздушных масс, и поэтому дать даже приблизительную количественную оценку не представляется возможным. Следует заметить, что с возросшим в 1990-е гг. поступлением органического вещества из дельты Волги в Северный Каспий связывается ежегодное возникновение летом обширных зон гипоксии [3]. В свою очередь, это непосредственным образом сказывается на эвтрофикации вод западной части Северного Каспия, где к 2000 г. 50% акватории составляли зоны с недостатком кислорода [4].

Гидрохимические параметры могут использоваться в качестве показателей биологической продуктивности и уровня загрязнения морских вод [5], а, например, содержание и отношение биогенных элементов [6] или разность растворимостью и содержанием кислорода в воде [7] – выступать также в качестве показателей функционального состояния биологических сообществ. Для объективного анализа и прогноза экологического состояния прибрежных морских вод важным является проведение комплексной количественной оценки основных параметров и показателей их загрязнения.

Прибрежная зона Дагестана, согласно границам рыбного промысла, подразделяется на Терско-Каспийский район (от устья р. Кума до о. Чечень), Сулакско-Каспийский район (от

о. Чечень до порта Махачкалы) и Самурско-Каспийский район (от порта Махачкалы до границы с Азербайджаном) (рис. 1).

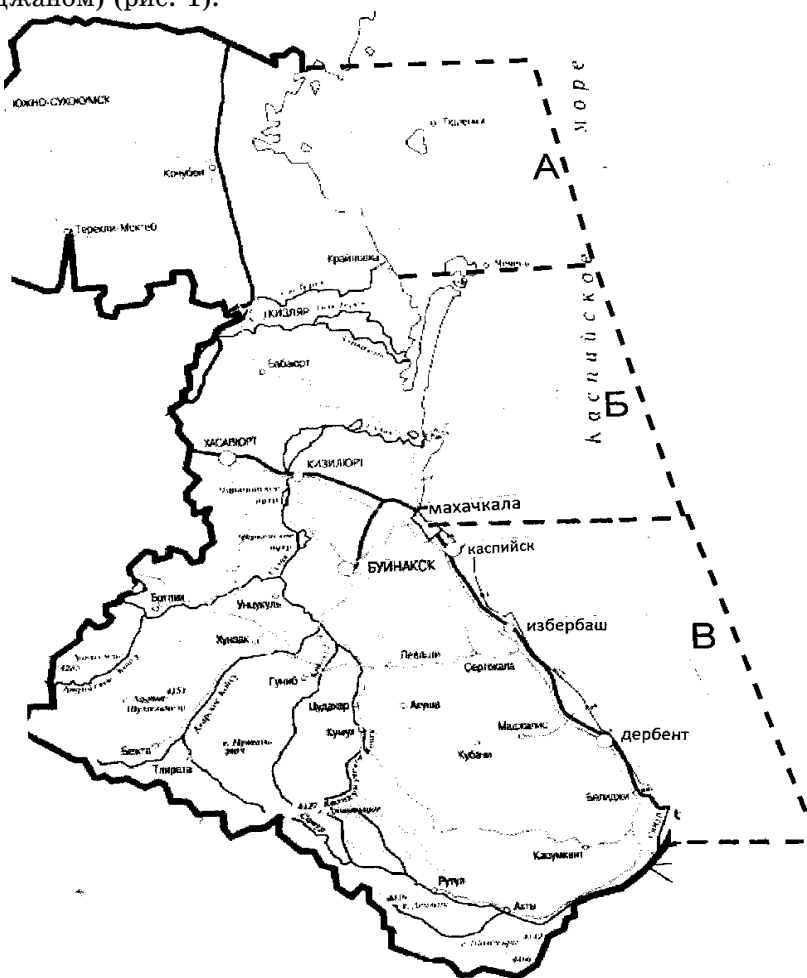


Рис. 1. Рыбопромысловые районы дагестанского побережья: А – Каспийско-Терский; Б – Каспийско-Сулакский; В – Каспийско-Самурский

Выявление особенностей экологического состояния каждого из названных участков побережья с точки зрения экономически эффективного использования их биологических и минеральных ресурсов, рекреационных и транспортных потенциалов имеет важное экономическое значение для республики. Прежде всего, это обусловлено существующими планами по развитию туристическо-рекреационного комплекса на территории Республики Дагестан.

В настоящей работе приведена обобщенная информация по различным загрязняющим факторам для рассматриваемой акватории с выделением укрупненных зон и сравнительной детализацией воздействий по зонам и видам источников загрязнения.

Объект и методика исследований

Основные методологические аспекты комплексной количественной оценки параметров источников загрязнения морской акватории разработаны при изучении прибрежных морских вод, прилегающих к Владивостоку [8]. В общем случае в качестве ИЗ морской среды рассматриваются процессы поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в море извне в количестве, достаточном для изменения существующих фоновых концентраций в ограниченной зоне. Согласно этому определению, выделяются следующие типы ИЗ морской среды в пределах береговой полосы Республики Дагестан:

1. Коллекторно-дренажные сточные воды СВ (ИЗ-1), относящиеся к условно-чистым и загрязненным водам.

2. Водовыпуски предприятий и жилых массивов (ИЗ-2), сбрасывающие условно чистые, недостаточно очищенные и загрязненные промышленные и хозяйственно-бытовые воды. К этой категории относятся морские глубоководные и береговые сбросы, которые оказывают прямое воздействие на прибрежные морские воды.

3. Впадающие в море реки и ручьи (водотоки), которые несут в море ЗВ природного происхождения и связанные с хозяйственной деятельностью (ИЗ-3).

4. Ливневая канализация (ИЗ-4). Это наиболее сложно учитываемый фактор загрязнения, связанный с климатическими условиями, рельефом местности и спецификой береговой полосы. Оценки годового расхода и загрязненности стоков сделаны экспертно-расчетными методами с использованием характеристик осадков, площадей водосбора, контрольных измерений загрязненности ливневых стоков и сравнения их с литературными данными, а также с использованием специализированных программных средств [5, 9, 10].

5. Стоки с рельефа (ИЗ-5). При сильных ливневых дождях и таянии снега значительное влияние на прибрежные морские воды оказывают стоки с рельефа, особенно в районах свалок, городов и прибрежных населенных пунктов необорудованных ливневой канализацией, а также других объектов с высокой концентрацией ЗВ. Качественно-количественные оценки могут быть сделаны экспертным путем по аналогии с предыдущим пунктом.

6. Сбросы с судов (ИЗ-6).

7. Неорганизованные или незарегистрированные источники (частный сектор, пригород, дачные участки, зоны рекреации, небольшие предприятия и другие неучтенные объекты) (ИЗ-7).

8. Аварийные ситуации, приводящие к поступлению больших количеств ЗВ в морскую среду (ИЗ-8).

В соответствии с собранной нами информацией и критериями ее достоверности корректную оценку интегральных характеристик ИЗ можно провести по следующим ЗВ: БПК, азот аммонийный, нефтепродукты, азот нитритный, железо, цинк, медь и фосфаты.

Для детального анализа параметров ИЗ прибрежная акватория условно разделена на три зоны с учетом географического расположения, особенностей хозяйственного воздействия, режима циркуляции вод и рыбохозяйственной значимости (рис. 1). Порядок нумерации зон соответствует наиболее характерному режиму переноса водных масс прибрежной зоны Каспийского моря [8, 11]. Полагая, что основное смешение стоков с морскими водами происходит вблизи береговой черты, зоны условно были ограничены примерно двумя милями со стороны моря [12]. Со стороны суши зоны охватывают площади водосбора впадающих водотоков.

В связи с тем, что существуют определенные трудности точной оценки объемов и концентраций ЗВ, поступающих в морскую среду от различных ИЗ, вводится ряд допущений. По коллекторно-дренажным сточным водам (ИЗ-1), водовыпускам предприятий и жилмассивов (ИЗ-2) используются данные химических анализов, проводимые предприятиями или обслуживающими их лабораториями. Используются многолетние статистические данные формы 2-ТП-водхоз, материалы лицензирования водопользования (7), а также официальные данные контроля качества сточных вод (СВ), выполненные ведомственной гидрохимической лабораторией. Для впадающих в море рек (ИЗ-3) технология определения объемов и концентраций поступающих ЗВ состоит в определении расходов рек и показателей концентрации ЗВ в контрольном устьевом створе. Для рек, имеющих гидрологические посты, расход определяется по наблюдаемым данным, для остальных (малые реки) оценки сделаны методом аналогов [13]. Количество исследуемых рек в выделенной нами зоне – 14. Среднегодовой объем речных вод, поступающих в море, по имеющимся кадастровым данным, составляет ориентировочно 18.3 км^3 [14]. Объемы вод, поступающих в море с ливневой канализацией и стоками с рельефа (ИЗ 4–5), рассчитывались с учетом климатических условий района, площади водосбора и технических характеристик (проектная пропускная способность коллекторов и другие данные). Учитывали выпуск ливневой канализации в море (ливнево-дренажный коллектор г. Махачкалы), через который отводится около 31 млн м^3 в год неочищенных ливневых вод.

Несмотря на предъявляемые требования и ограничения, фактическое загрязнение от судов имеет место, что подтверждается повышенным содержанием нефтепродуктов в районах рейда и портов (зоны Б, В). Влияние незарегистрированных источников (ИЗ-7) частично учитывается при расчете поступления ЗВ со стоками рек и ливневой канализацией (ИЗ-4, 5) и, за исключением зоны В, незначительно. Экспертные оценки, сделанные по ИЗ-6, 7, 8, показали, что ориентировочный объем сбросов составляет по различным зонам 1–2% от общего объема сбросов учитываемых источников.

Общая масса ЗВ оценивалась как сумма ингредиентов, поступающих за год в морскую среду из различных источников:

$$M = \sum V_{1i}C_{1i} + \sum V_{2i}C_{2i} + C_3H\sum S_kK_k + M_{6,7,8},$$

где V_{1i} и C_{1i} – годовой расход и концентрация загрязняющего ингредиента по i -му выпуску; V_{2i} и C_{2i} – годовой расход и концентрация загрязняющего ингредиента по j -му водотоку; C_3 –

средние концентрации загрязняющего ингредиента в ливневых стоках; H – средний уровень годовых осадков; S_k – площадь водосбора ливневых стоков для k -го участка береговой черты; K_k – коэффициент перехода выпавших осадков в ливневые стоки, учитывающий урбанизацию территории; $M_{6,7,8}$ – масса поступления загрязнений от ИЗ-6, 7, 8.

Результаты исследований

Согласно полученным результатам исследований распределение видов ИЗ неодинаково по зонам. Гидрохимический фон прибрежных морских вод зоны А в основном формируется сбросами коллекторно-дренажных СВ, паводковыми водами и сгонно-нагонными процессами, характерными для данной территории. На состояние прибрежных морских вод зон Б и В существенное воздействие оказывают водовыпуски промышленных объектов и жилищных массивов, речной сток, судоходство, стоки с рельефов и т.д.

Общий объем сбрасываемых в Каспийское море с территории Дагестана сточных вод превышает 900 млн м³. Основная их часть (более 90%), представленная коллекторно-дренажными СВ, поступает в Северный Каспий через сбросные каналы и коллектора оросительных систем. В пределах участка от устья р. Сулак до устья р. Самур (200 км) в море сбрасывается 55 млн м³ коммунально-бытовых СВ в год, из которых 21 млн м³ (38.2%) сбрасываются без очистки, а остальные недостаточно очищенными. Вместе со сточными водами в море сбрасывается целый комплекс таких загрязняющих веществ, как нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ, соли тяжелых металлов и др. [15].

Таблица 1. Оценочные объемы стоков загрязняющих веществ в воды дагестанского побережья Каспийского моря в 1998–2000 гг.

| Зона | Объем воды в зоне, млн м ³ | Водовыпуски | | | | Речной сток | | Поверхностный сток и ливневая канализация | | Все источники | |
|--------|---------------------------------------|---|-------|---|-------|---|---|---|---|---------------------------------------|---|
| | | Годовой расход, млн м ³ /год | | Отношение объема годового стока к объему зоны | | Годовой расход, млн м ³ /год | Отношение объема годового стока к объему зоны | Годовой расход, млн м ³ /год | Отношение объема годового стока к объему зоны | Объем стоков, млн м ³ /год | Отношение объема годового стока ко всему выделенному объему |
| | | КД | ЖКХ | | | | | | | | |
| Зона А | 366.3 | 471.8 | – | 1.29 | – | 272.0 | 0.74 | – | – | 743.8 | 2.03 |
| Зона Б | 1036.0 | 1207.8 | 15.82 | 1.16 | 0.015 | 11 904.0 | 11.5 | 31.0 | 0.03 | 13 158.62 | 12.7 |
| Зона В | 2146.0 | 7.4 | 56.54 | 0.0034 | | 2523.3 | 1.17 | 3.4 | 0.0016 | 2590.64 | 1.21 |
| Сумма | 3548.3 | 1687.0 | 72.36 | 2.45 | 0.041 | 14 699.3 | 13.41 | 34.4 | 0.032 | 16 493.1 | 15.94 |

Здесь и далее: КД – коллекторно-дренажные системы; ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство.

Сравнительные характеристики объемов загрязненных вод, поступающих в море от разных источников, и объемы воды в выделенных прибрежных зонах даны в табл. 1. В табл. 2 приводятся усредненные концентрации ЗВ в стоках, используемые для расчетов.

В результате несанкционированного сброса нефтепродуктов в реки Терек и Сунжа с территории Чеченской Республики в период 1995–2000 гг. наблюдались повышенные концентрации нефтяных углеводородов в речной воде устьевых водотоков р. Терек и прибрежных морских водах. Так, по данным ведомственной сети мониторинга поверхностных водных объектов (ФГУ «Дагводресурсы», Дагестанское ЦГСМ), в 1996 г. максимальная концентрации нефтепродуктов в р. Терек (створ мост Бабаюрт – Кизляр) составляла 36.28 мг/л (725.6 ПДК). Примерно такие же максимальные значения по содержанию нефтепродуктов в терской воде фиксировались и в 2000 г. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в речном стоке в период проведения наших исследований составляла 1.59 м/л. Как следствие, отмечены высокие количественные показатели сброса нефтепродуктов в прибрежные морские воды Республики Дагестан (табл. 2).

Необходимо отметить, что полученные среднегодовые данные по сбросу нефтепродуктов в прибрежные морские воды являются специфичными именно для периода проведения иссле-

дований, который характеризовался аварийным характером сброса нефтепродуктов. Имеющиеся литературные данные существенно отличаются от полученного объема оценочной массы сбрасываемых от различных источников нефтепродуктов в прибрежные морские воды [1]. При нормальных условиях водопользования в бассейне р. Терек среднегодовое содержание нефтепродуктов в низовье реки соответствует значениям 0.15–0.2 мг/л.

Таблица 2. Среднегодовые показатели массы и концентраций загрязняющих веществ, поступивших в воды дагестанского побережья Каспийского моря от различных источников загрязнения в 1998–2000 гг.

| Ингредиенты | Оценочная масса сбрасываемого вещества от всех источников т/год | Общие показатели по зонам (мг/л) | | | | Среднегодовые концентрации ЗВ в стоках (мг/л) | | | | |
|-----------------|---|----------------------------------|-------|-------|------------------|---|-------------------|------------------------|---|------------------|
| | | А | Б | В | Среднее Σ | КД | Предприятия и ЖКХ | Водотоки (реки, ручьи) | Поверхностный сток и ливневая канализация | Прочие источники |
| БПК | 32 260.5 | 6.7 | 1.3 | 2.7 | 1.96 | 3.15 | 47.3 | 1.53 | 35.85 | 1.95 |
| Нефтепродукты | 20 149.4 | 0.12 | 1.44 | 0.24 | 1.22 | 0.03 | 0.008 | 1.59 | 17.33 | 0.18 |
| Азот аммонийный | 3244.03 | 2.6 | 0.05 | 0.27 | 0.2 | 1.11 | 1.77 | 0.08 | 0.3 | 0.19 |
| Азот нитритный | 669.8 | 0.03 | 0.013 | 0.18 | 0.04 | 0.003 | 0.08 | 0.04 | 0.13 | 0.13 |
| Железо | 3957.65 | 0.28 | 0.15 | 0.67 | 0.24 | 0.24 | 0.26 | 0.23 | 2.02 | 0.48 |
| Цинк | 376.37 | 0.0 | 0.023 | 0.03 | 0.023 | 0.0003 | 0.00004 | 0.025 | 0.009 | 0.02 |
| Медь | 56.86 | 0.01 | 0.003 | 0.005 | 0.003 | 0.0015 | 0.004 | 0.004 | 0.03 | 0.004 |
| Фосфаты | 1632.67 | 0.33 | 0.05 | 0.3 | 0.1 | 0.086 | 3.99 | 0.08 | 1.18 | 0.21 |

В целом по исследуемому району структура стоков характеризуется следующими значениями: сброс коллекторно-дренажных СВ составляет 10.2%, водовыпуски предприятий ЖКХ – 0.4%, речной сток – 89.1%, ливневые стоки и другие поверхностные источники – 0.3%. При этом средние оценочные соотношения массы сбрасываемых ЗВ по восьми контрольным ингредиентам распределяются следующим образом: коллекторно-дренажные СВ – 12.5% (по отдельным компонентам минимальное значение – 1.87, максимальное – 68.1%), водовыпуски предприятий – 6.2% (3.3–88.6%), речной сток – 78.0% (3.1–62.4%), водовыпуски ливневой канализации и прочие ИЗ – 3.3% (1.9–65%). Согласно полученным результатам исследований наиболее широкий диапазон колебаний концентраций наблюдается в выпусках сточных вод предприятий вследствие большого разнообразия технологий производства и систем очистки. По содержанию биогенных веществ наибольшими значениями в составе стоков характеризуются сбросы предприятий ЖКХ, для которых данный вид загрязнения является специфическим.

Более детальные количественные оценки поступления ЗВ в выделенные прибрежные участки водоема восьми загрязняющих ингредиентов с анализом вклада различных ИЗ иллюстрирует рис. 2. Как видно из рисунка, в зоне А преобладает сток коллекторно-дренажных вод, в зоне Б – речной сток, а в зоне В – сток предприятий жилищно-коммунальной сферы.

Наши исследования показали, что основная масса ЗВ поступает в прибрежные морские воды Республики Дагестан с коллекторно-дренажными СВ и с речным стоком. В общей массе загрязняющих веществ БПК составляет 51.7%, нефтепродукты – 32.3%, биогенные вещества – 8.9%, металлы – 6.9% (рис. 2). Средние концентрации ЗВ в сбросных водах в десятки раз превышают ПДК. При этом по зонам соотношение масс ЗВ различное. Так, в зону Б поступает 32.6% БПК от общей массы ЗВ, или 62.6% от общей массы БПК, нефтепродуктов – 31.2%, или 96.4% соответственно, в том числе 29% поступает с речным стоком. Причем, 28.1% (87.1% – от общей массы нефтепродуктов) вносится в зону водами р. Терек. В период проведения исследований основным источником массового поступления нефтепродуктов в р. Терек была территория Чеченской Республики [16]. С водами ливневой канализации г. Махачкалы в эту зону сбрасывается 1.8% БПК, 0.8% нефтепродуктов, 0.2% биогенных веществ (от общей массы ЗВ по всем зонам). В зону В 5.3% БПК (10.2% от общей массы БПК) поступает с речным стоком и 5.5% с водовыпусками предприятий и жилищно-коммунального хозяйства. По нефтепродуктам здесь появляется дополнительный источник загрязнения – поверхностный смыв, который несет 0.2% нефтепродуктов и 0.22% БПК от общей массы ЗВ.

Основная масса металлов вносится в зоны Б и В. Так, с речным стоком в зону Б поступает 50.9% (от общей массы компонента по всем исследуемым зонам), а в зону В – 42.7% железа, цинка – 79.3% и 20.3%, меди – 65.9% и 22.9%, соответственно.

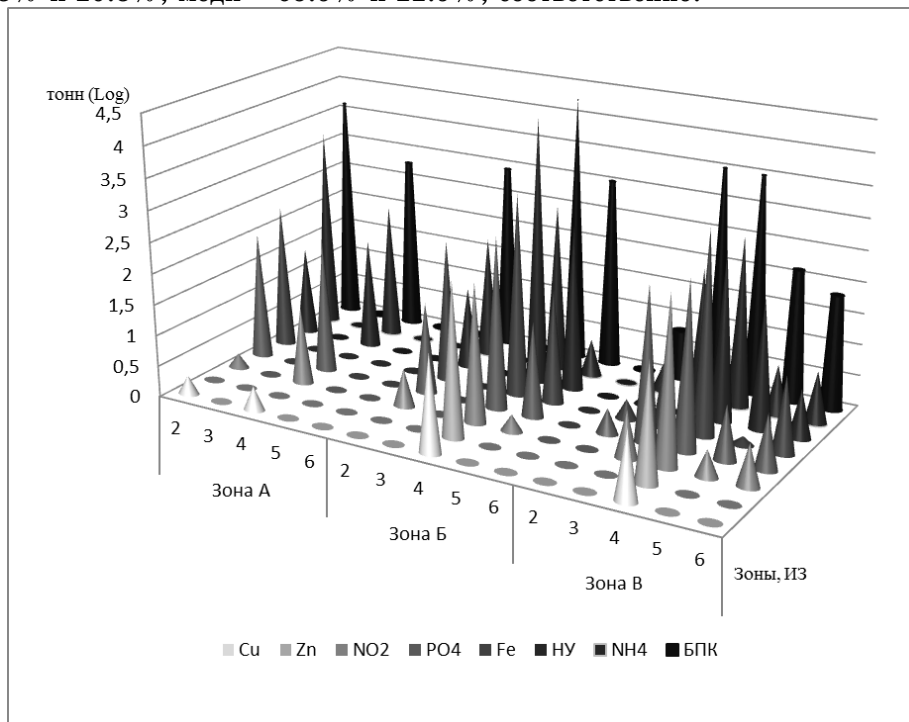


Рис. 2. Абсолютные массовые значения поступающих загрязняющих веществ в дагестанское побережье Каспийского моря от разных источников загрязнения: 2 – коллекторно-дренажные сточные воды; 3 – водовыпуски; 4 – речной сток; 5 – поверхностный сток и ливневая канализация; 6 – прочее

Анализ относительных величин сбросов (отношение массы поступающего со стоком вещества к объему жидкости в выделенной зоне) показывает, что максимальная нагрузка по всем ЗВ приходится на зону Б и оценивается в 41.9 тонн/млн м³, в том числе по BPK – 19.6 тонн/млн м³, аммонийному – 0.6 тонн/млн м³, фосфатам – 0.6 тонн/млн м³, нефтепродуктам – 18.6 тонн/млн м³. Второй по интенсивности воздействия большинства ингредиентов является зона А, основная масса ЗВ в которую поступает с загрязненными коллекторно-дренажными водами Суллу-Чубутлинского водосборного тракта и коллектора Кизляр – Каспий. Относительная нагрузка в этой зоне составляет 20.3 тонн/млн м³, в т.ч. по BPK – 13.5 тонн/млн м³, азоту аммонийному – 5.3 тонн/млн м³, фосфатам – 0.7 тонн/млн м³, нефтепродуктам – 0.24 тонн/млн м³. Несмотря на значительные абсолютные массы сброса ЗВ, наименее подвержена воздействию ИЗ зона В. Относительная нагрузка в этой зоне составляет 5.3 тонн/млн м³, в т.ч. по BPK – 3.25 тонн/млн м³, азоту аммонийному – 0.3 тонн/млн м³, фосфатам – 0.4 тонн/млн м³, нефтепродуктам – 0.3 тонн/млн м³. Прежде всего, это обусловлено относительно большими глубинами характерными для данной зоны прибрежных морских вод и, следовательно, меньшим соотношением объема годового стока к выделенному объему вод данной зоны.

Таблица 3. Относительные массовые значения величин сбросов загрязняющих веществ в воды дагестанского побережья Каспийского моря в 1998–2000 гг., тонн/млн м³

| Зоны | БПК | Нефтепродукты | NH ₄ | NO ₂ | Fe | Zn | Cu | PO ₄ | Всего (Σ) |
|------|------|---------------|-----------------|-----------------|-----|------|------|-----------------|-----------|
| А | 13.5 | 0.24 | 5.3 | 0.05 | 0.6 | 0.0 | 0.01 | 0.7 | 20.3 |
| Б | 19.6 | 18.6 | 0.6 | 0.17 | 1.9 | 0.29 | 0.04 | 0.6 | 41.9 |
| В | 3.25 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.04 | 0.6 | 0.4 | 5.3 |

На основе рассчитанных относительных воздействий на исследуемые зоны дагестанского побережья необходимо определить приоритет природоохранных мероприятий, обеспечивающих, в первую очередь, снятие экстремальных нагрузок на зону Б и снижение воздействия в зонах А и В. Проведенные выше оценки количества поступающих ЗВ с учетом ряда факторов (ассимиляционной емкости, слагающейся из естественных фоновых характеристик, водообмена на границах участка, деструкции и седиментации ЗВ и ЗВ, вносимых в результате ад-

векции) позволяют не только определить степень деградации различных участков исследуемой акватории, но и прогнозировать качество морской среды и особенности распределения биологических видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современное состояние и возможное направление развития экосистемы Каспийского моря / *А.М. Бутаев, А.З. Гаджиев, Ш.Ш. Гасанов, С.К. Монахов* // Вестн. Дагест. науч. центра. 1999. № 4. С. 85–95.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VI. Каспийское море. Вып. 1. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 360 с.
3. *Бухарицин П.И.* Гидрологические процессы в Северном Каспии в зимний период: автореф. дис. ... д-ра. географ. наук. М.: ИВП РАН, 1996. 62 с.
4. *Иванов В.П., Сокольский А.Ф.* Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтепродуктов. Астрахань, 2000. 182 с.
5. *Курапов А.А.* Особенности охраны природной среды Северного Каспия при освоении нефтегазовых месторождений: дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2000. 118 с.
6. *Сапожников В.В.* Гидрохимические основы биологической продуктивности Мирового океана // Химия морей и океанов: сб. науч. тр. М.: Наука, 1995. С. 61–74.
7. Экосистема и окружающая среда Каспийского моря / *С.К. Монахов, П.В. Поставик, Д.В. Соловьев, В.Н. Яготинцев.* Махачкала, 1997. 116 с.
8. Анализ экологического состояния Среднего Каспия и проблема воспроизводства рыб / *А.А. Гаджиев, М.М. Шихшабеков, Г.М. Абдурахманов, А.А. Мунгиев.* М.: Наука, 2003. 424 с.
9. *Гаврилевский А.В., Гаврилова Т.А., Кочергин И.Е.* Комплексная количественная оценка параметров источников загрязнения морской акватории, прилегающей к Владивостоку // Тр. ДВНИГМИ. Владивосток: Дальнаука, 1998, 102 с.
10. *Израэль Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984. 560 с.
11. Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. 262 с.
12. Правила охраны от загрязнения прибрежных вод морей. М., 1984. 79 с.
13. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 163 с.
14. Реки Дагестанской АССР / *К.К. Гюль, С.В. Власова, И.М. Кисин, А.А. Тертеров.* Махачкала, 1961. С. 110–151.
15. Государственная статистическая отчетность 2-ТП-водхоз. Многолетние данные о режимах и ресурсах поверхностных вод суши. Бассейны рек Терек, Сулак, Самур, внутренние морские воды и территориальное море Российской Федерации в границах береговой полосы Республики Дагестан. Махачкала: Западно-Каспийское БВУ МПР РФ, 1998–2004 гг.
16. *Гуруев М.А.* Каспий вне геополитики // Вода России. 2001. № 1. С. 3.

Поступила в редакцию 04.06.2013 г.
Принята к печати 28.09.2014 г.