

ГЕОГРАФИЯ

© Р.М.Мамедов, Ч.С.Алиев, А.А.Фейзуллаев, 2007

О РОЛИ РЕК В ЗАГРЯЗНЕНИИ КАСПИЯ

Р.М.Мамедов¹, Ч.С.Алиев², А.А.Фейзуллаев²*1 - Институт географии НАН Азербайджана**AZ1143, Баку, просп. Г. Джавида, 31**2 - Институт геологии НАН Азербайджана**AZ1143, Баку, просп. Г. Джавида, 29А*

Статья посвящена анализу роли различных рек в загрязнении Каспийского моря. На основании сбора и обобщения фондовых и опубликованных материалов, а также собственных исследований авторов осуществлена количественная и качественная оценка поступления загрязняющих веществ в море из Прикаспийских стран, а также отмечен долевого вклад в загрязнение моря различных рек Азербайджана. Приведены данные о загрязнении донных осадков прибрежной части Азербайджанского сектора Каспия. На примере стока р. Волги, а также сточных вод г. Баку приведены результаты модельных расчетов распространения в Каспии загрязнений в зависимости от климатических условий.

Введение

Каспийское море – самый крупный в мире внутриконтинентальный водоем, не связанный с мировым океаном, площадью более 398000 км³. Расположено оно во внутренней части Евразии и является удивительным созданием природы.

Каспийское море отличается безмерной красотой, многообразием экосистем и богатыми запасами природных ресурсов, до настоящего времени не изученных полностью и не используемых рационально. Каспийское море имеет климатообразующее значение и уникально тем, что сохранило до нашего времени реликтовую флору и фауну, в том числе крупнейшее в мире стадо осетровых рыб (90 % мирового запаса). В Каспийском море обитает более 500 видов растений и 850 видов животных. Каспий является главнейшим миграционным путем и местом обитания водоплавающих и береговых птиц.

Геологоразведочные работы в регионе позволили выявить ряд крупнейших нефтегазоносных участков в Каспийском море и прилегающей территории.

Экологические проблемы Каспия и его побережья приобрели в последние годы чрезвычайную остроту, что является следствием экстенсивного экономического развития

стран, расположенных по периметру Каспийского моря. Это Азербайджан, Россия, Казахстан, Иран и Туркменистан, которые принято называть государствами "бассейна Каспийского моря". На побережье Каспийского моря сосредоточено около 200 крупных городов и более 220 источников промышленных выбросов, достаточно интенсивно влияющих на состояние прибрежных вод.

Результаты исследований

Своеобразие Каспийского моря обуславливает высокую зависимость его водного баланса от воздействия внешних факторов, прежде всего от речного стока и испарения. В общем балансе речного стока в Каспий преобладающую роль играет река Волга, вбирающая в себя значительную часть промышленных отходов Европейской территории России. Годовой сток ее равен примерно 250 км³. Поэтому не случайно, что преобладающая доля в суммарном объеме загрязнителей, сбрасываемых в Каспий из Прикаспийских стран, приходится на Россию (табл.1). Общее количество техногенных примесей, стекающих с территории России (339,0 тыс. т/год), превышает их содержание в речном стоке Азербайджана (50,0 тыс. т/год), Казахстана (9,1 тыс. т/год) и Ирана (0,46 тыс. т/год).

Таблица 1

Поступление загрязняющих веществ в море с речным стоком из Прикаспийских стран
(средние значения в тоннах) (Гюль, 2003)

| Сток воды | | Нефтяные угле- водороды (НУ) | | Фенолы | | СПАВ | | NH ₄ ⁺ | | NO ₂ ⁻ | |
|-----------------------|----------|---------------------------------|------|--------|------|---------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| км ³ | % | | % | | % | | % | | % | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Р о с с и я | | | | | | | | | | | |
| 284,0 | 88, 7 | 76157,1 ^x | 95,5 | 716,4 | 73,3 | 5540,0 ^x | 80,6 | 59874 | 91,9 | 11721 | 56,9 |
| А з е р б а й д ж а н | | | | | | | | | | | |
| 19,3 | 6,0 | 1975,52 ^x | 2,5 | 171,0 | 16,5 | 656,3 ^x | 9,5 | 2716,1 | 4,1 | 8383 | 41,0 |
| К а з а х с т а н | | | | | | | | | | | |
| 12,6 | 3,9 | 1323,0 ^x | 1,7 | 101,0 | 9,7 | 618,0 ^x | 9,0 | 2646,0 | 4,0 | 428 | 2,1 |
| И р а н | | | | | | | | | | | |
| 4,5 | 1,4 | 210,0 ^x | 0,3 | 5,0 | 0,5 | 60,0 ^x | 0,9 | - | - | 3,0 | 0,01 |

| NO ₃ ⁻ | | PO ₄ ³⁻ | | Металлы | | Пестициды | | Взвеси | |
|------------------------------|------|-------------------------------|------|---------------------|------|-------------------|------|----------|------|
| | % | | % | | % | | % | Тыс. т. | % |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| Р о с с и я | | | | | | | | | |
| 165392 | 82,1 | 9250 | 87,0 | 8222,1 ^x | 64,2 | 15,4 ^x | 88,2 | 302332,3 | 63,4 |
| А з е р б а й д ж а н | | | | | | | | | |
| 31994 | 16,0 | 1447 | 12,8 | 2700,0 ^x | 21,0 | 1,20 ^x | 6,8 | 14646,0 | 30,6 |
| К а з а х с т а н | | | | | | | | | |
| 3906,0 | 1,9 | - | - | 1722,0 ^x | 13,4 | 0,8 ^x | 4,6 | 2800,0 | 6,0 |
| И р а н | | | | | | | | | |
| 18,5 | 0,01 | 17,0 | 0,2 | 164,0 ^x | 1,4 | 0,07 ^x | 0,4 | - | - |

Основное загрязнение Каспия речными стоками с территории Казахстана происходит по реке Урал. В море поступают ионы тяжелых металлов, концентрация которых превышает предельно-допустимые концентрации (ПДК) в 4-12 раз (Нысанбек, 2003).

Как следует из таблицы 1, Азербайджан занимает вторую позицию среди стран – загрязнителей бассейна Каспийского моря. В этой связи представляет интерес рассмотрение вклада отдельных рек Азербайджана в общий баланс загрязнения Каспия, который отражен в таблице 2.

Вполне понятно, что главным загрязнителем среди рек Азербайджана является главная речная артерия Азербайджана – Кура (вместе с впадающей в нее рекой Араз), которая среди всех впадающих в Каспий рек уступает лишь реке Волге. Ее влияние ощущается далеко за пределами приустьевой области (Ежегодные гидрохимические..., 1983-1994).

Второй по роли загрязнителя с территории Азербайджана является река Самур.

Следует отметить, что неблагоприятное экологическое состояние характерно для большинства рек, впадающих в Каспий. За последние 15-20 лет в стоках основных рек Каспия количество биогенных элементов и органического вещества увеличилось в среднем почти в 2 раза (Салманов, 1987). Масштабы загрязнения большинством рек бассейна моря в большей степени предопределяются антропогенным воздействием в пределах их акваторий. Нагрузка таких загрязнителей, как нефтепродукты, детергенты, нитритный азот в меньшей степени зависит от объема годового стока, а во многом определяется различного рода аварийными ситуациями, объемами сброса неочищенных сточных вод и качеством работы очистных сооружений. Так, например, объем сточных вод, сбрасываемых ежегодно в Волгу, составляет около 23 км³ в

год, из которых 12,9 – это так называемые «нормативно чистые» и 10,1 – «загрязненные» (Бухарицин и др., 1996). Эти воды ежегодно поставляют в Волгу (а далее в Каспий) 387 тыс.т органических соединений, 13 тыс.т нефтепродуктов, 396 тыс.т взвешенных веществ, значительное количество фенолов, тяжелых металлов, пестицидов и других загрязняющих веществ (Чуйков и Фишер, 1991). Содержание токсических веществ в сточных водах значительно превышает предельно-допустимые концентрации: нефтепродуктов – от 8 до 60 раз; фенолов – от 3 до 35 раз; тяжелых металлов – от 3 до 13 раз.

Большой объем сточных вод, а следовательно, и загрязняющих веществ, поступает в Каспий и с Абшеронского полуострова, характеризующегося как крупный агро-промышленный комплекс (Большой Баку). Это

наглядно видно из данных о содержании в донных осадках различных металлов, приведенных в таблице 3, которые показывают, что в сравнении с крайними северной (Набрань-Низовая) и южной (Лянкяран) частями азербайджанской акватории Каспия Бакинская бухта, примыкающая к полуострову с юга, выделяется относительно высокими концентрациями таких металлов, как ртуть, медь, никель, хром. Содержание вредных примесей в донных отложениях здесь повышено вблизи береговой черты и уменьшается в сторону открытого моря.

Модельный расчет распространения загрязнений, поступающих в Каспий от прибрежных городских хозяйств, на примере города Баку при северных и восточных ветрах со скоростью 6 м/с показан на рисунке 1.

Таблица 2

Долевой вклад отдельных рек Азербайджана в суммарный объем загрязнителей, поступающих в Каспийское море (среднегодовые значения) (Гюль, 2003)

| Водный сток, км ³ /год | Тонны/год (1978-1995) | | | | | | | | | Тыс. тонн |
|-----------------------------------|-----------------------|--------|-------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------|-----------|-----------|
| | НУ | Фенолы | СПАВ | NH ₄ ⁺ | NO ₂ ⁻ | NO ₃ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | Металлы | Пестициды | Взвеси |
| Самур | | | | | | | | | | |
| 2,2 | 220 | 4,4 | 39,6 | 902 | 63,8 | 1078 | 220 | 66,2 | 0,06 | 5002 |
| Кудиал-чай | | | | | | | | | | |
| 0,13 | 6,5 | 1,1 | 7,3 | 43,0 | 1,29 | 172 | 14,2 | 22,6 | 0,007 | 93,7 |
| Девечи-чай | | | | | | | | | | |
| 0,01 | 0,7 | 0,11 | 0,4 | 4,4 | 1,56 | 1,1 | 0,85 | 0,32 | 0,001 | 0,81 |
| Кура | | | | | | | | | | |
| 18,6 | 1860 | 167,4 | 632,4 | 2604 | 8370 | 31620 | 1392 | 2531 | 1,02 | 14505 |
| Виляжчай | | | | | | | | | | |
| 0,08 | 6,0 | 0,45 | 3,6 | 15,0 | 3,9 | 60,0 | 11,1 | 3,0 | 0,001 | 36,0 |
| Лянкяранчай | | | | | | | | | | |
| 0,26 | 5,2 | 1,55 | 7,2 | 18,6 | 4,13 | 113,52 | 19,36 | 5,5 | 0,004 | 5,9 |
| Тенгерючай | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 1,4 | 0,2 | 3,81 | 9,5 | 1,0 | 17,0 | 4,90 | 7,05 | 0,0005 | 0,14 |
| Истисучай | | | | | | | | | | |
| 0,044 | 1,8 | 0,22 | 1,0 | 21,6 | 1,0 | 11,0 | 4,84 | 1,4 | 0,0005 | 4,5 |
| Сефидруд | | | | | | | | | | |
| 4,5 | 200,0 | 5,0 | 60,0 | - | 3,0 | 18,5 | 17,0 | 156 | 0,06 | - |

Таблица 3

Изменение в пространстве содержания загрязняющих веществ в донных отложениях Азербайджанской акватории Каспия (Изучение уровня..., 2006)

| Значения | Ртуть мкг/г | Медь мкг/г | Свинец мкг/г | Никель мкг/г | Ванадий мкг/г | Бериллий мкг/г | Стронций мкг/г | Хром мкг/г |
|----------------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Набрань-Низовая | | | | | | | | |
| Среднее | 0,01 | 2,1 | - | 3,4 | Н/0 | Н/0 | Н/0 | 5,1 |
| Пределы | 0,04-0 | 4,0-0 | - | 6,0-1,7 | - | - | - | 8,0-2,0 |
| Число определений | 48 | 48 | - | 48 | - | - | - | 48 |
| Бакинская бухта | | | | | | | | |
| Среднее | 1,3 | 35,1 | 23,5 | 41,3 | 58,7 | 1,1 | 330,3 | 409,5 |
| Пределы | 4,3-0 | 55-20 | 10-100 | 63-14 | 83-25 | 2,0-1,0 | 420-087 | 580-0 |
| Число определений | 203 | 189 | 140 | 134 | 141 | 145 | | 125 |
| Лянкяран | | | | | | | | |
| Среднее | 0,1 | 2,1 | Н/0 | 0,3 | Н/0 | Н/0 | Н/0 | 5,0 |
| Пределы | 2,0-0 | 2,2-2,0 | - | 0,4-0,2 | - | - | - | 5,1-4,1 |
| Число определений | 15 | 15 | 5 | 15 | 5 | 5 | 5 | 15 |

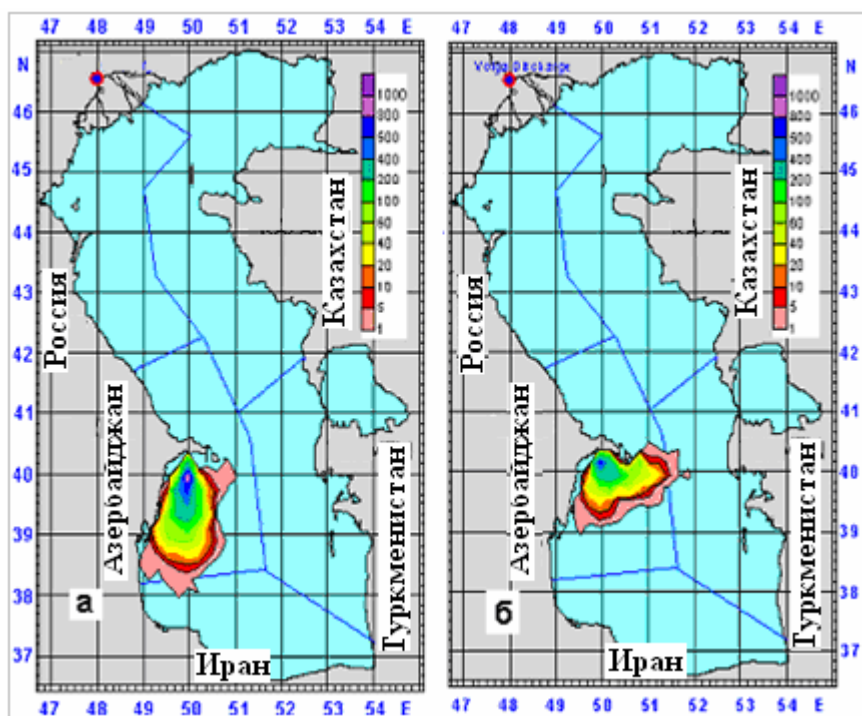


Рис. 1. Модельный расчет распространения сбросов гор. Баку:
а- при северных и б-восточных ветрах

Из этого рисунка видно, что при северных ветрах загрязнитель в основном распространяется в Азербайджанском секторе

моря. Только после 15 дней сброса он достигает условной границы Иранского сектора.

При восточных ветрах загрязнитель также в основном распространяется в Азербайджанском секторе моря и только через 20 дней достигает условной границы Туркменского сектора. Надо отметить, что во всех случаях содержание загрязнителя на коротком расстоянии от источника уменьшается до значений ПДК.

Ареал загрязнения речными водами акватории прослеживается в неширокой полосе от десятка метров до нескольких километров. Далее, уже на взморье, уровень загрязнения снижается, становясь таким же, как на остальной площади моря.

Водами рек Волги, Урала и др. выносятся большое количество биогенных элементов. Например, с территории республики Казахстан ежегодно в море смываются различные химические удобрения, используемые в сельском хозяйстве (до 80% фосфора антропогенного происхождения) (Нысанбек, 2003). Среди них опасными для биоресурсов моря являются пестициды. В Северном Каспии средние значения загрязнений по нитратам

возросли более чем в 2,5 раза, по фосфатам – в 2 раза и т.д. (Мамедов, 2000 а,б).

За последние 10 лет основным загрязняющим компонентом Каспия являются углеводороды нефти. Так, начиная с 80-х годов, среднегодовое загрязнение вод Северного Каспия нефтепродуктами шло по нарастающей и изменялось от 0,007 мг/л в 1985 г. до 0,21 мг/л в 1990 г. В 2000 г. содержание нефтепродуктов в водах Северного Каспия составляло 0,24 мг/л и определялось средним значением 4,8 ПДК. При этом произошли качественные изменения в характере загрязнения Каспия нефтепродуктами. Если с середины и до конца XX века доля поступления нефтепродуктов в море речным стоком была доминирующей (рис.2), то в настоящее время соотношение изменилось в сторону увеличения доли морской нефтедобычи за счет ее интенсификации.

Ниже в таблице 4 приведены ориентировочные ежегодные данные по попаданию нефтепродуктов речными стоками с территории отдельных Прикаспийских государств (тысячи тонн).

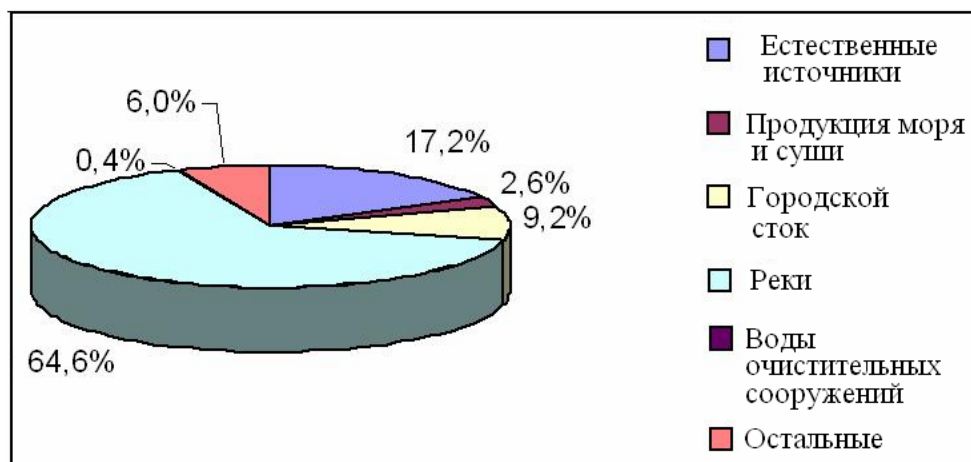


Рис. 2. Вклад различных источников в загрязнение Каспия нефтепродуктами

Таблица 4

Среднегодовые значения объема нефтепродуктов, поступающих в Каспий с территорий Прикаспийских государств

| Территория | Стоки рек | Нефтепродукты |
|-------------|----------------------------|---------------|
| Россия | Волга, Терек, Сулак, Самур | 143,5 |
| Азербайджан | Кура | 3,0 |
| Казахстан | Урал | 0,6 |

С территории Туркменистана речные стоки практически отсутствуют (река Атрек пересыхает, не доходя до моря), а что касается Ирана, то таких данных в литературе не имеется.

На рисунках 3 и 4 на примере реки Волги показаны результаты модельных расчетов распределения в пространстве и во времени загрязнения нефтепродуктами Каспия речным стоком в зависимости от климатических условий. Модельные расчеты для прогноза распространения загрязнений р. Волга были проведены для ветров разных направлений. Методика расчетов отражена в ранее опубликованных работах (Мамедов, 2000; Mamedov, 2002).

Из рис. 3 видно, что при южном ветре со скоростью 6 м/с (общее время расчета

равно 30 дням) основная масса нефтепродуктов остается в секторе Российской Федерации и только 25% вышеуказанной массы поступает в Казахстанский сектор. Однако при западных ветрах ситуация резко меняется (рис.4 а и б), и большое количество нефти в течение 15 дней пересекает границу указанных государств.

Увеличение загрязнения нефтепродуктами отрицательно сказывается на тепло-, газо-, влагообмене между водной поверхностью и атмосферой. Из-за распространения на значительных площадях нефтяной пленки скорость испарения снижается в несколько раз. Только 1 тонна нефти способна покрыть до 12 км² поверхности моря.

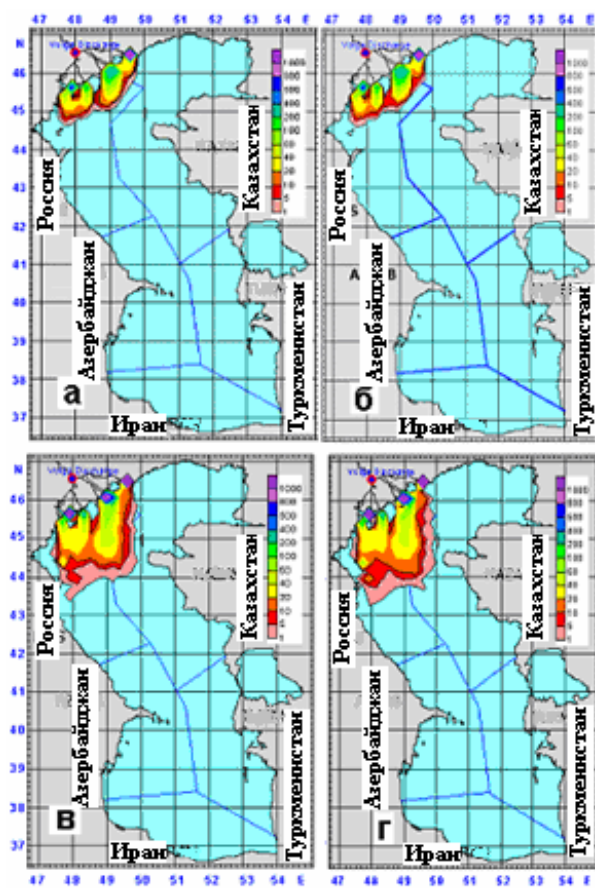


Рис. 3. Модельный расчет распространения нефтепродуктов, сбрасываемых в Каспий р. Волгой при южном ветре со скоростью 6 м/с в зависимости от времени: а) через 5 дней; б) через 10 дней; в) через 20 дней; г) через 30 дней

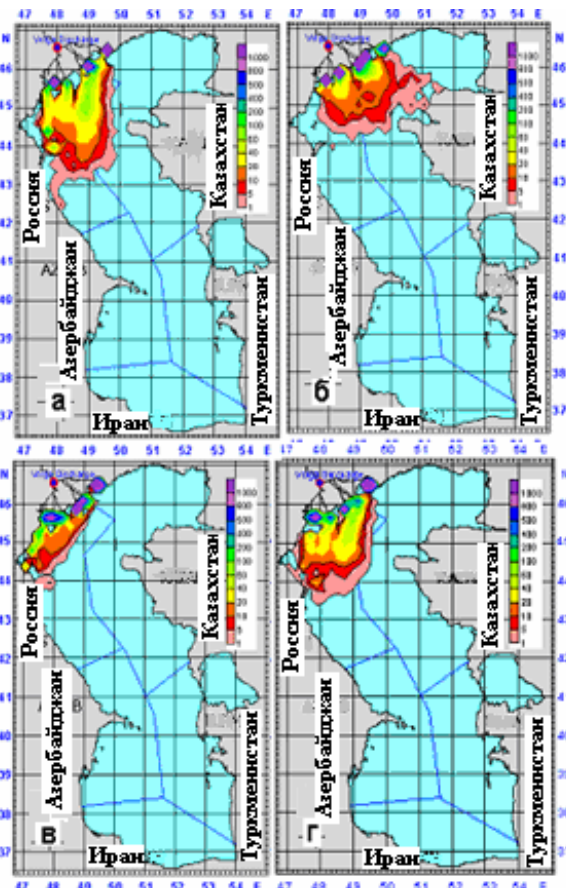


Рис. 4. Модельный расчет распространения нефтепродуктов, сбрасываемых в Каспий р. Волгой: направление ветра при скорости 6 м/с: а) северо-западное; б) западное; в) юго-восточное и г) северное.

В последние годы значительно увеличились концентрации тяжелых металлов, представляющих особую опасность для экосистемы Каспийского моря, таких как кадмий и свинец. Определенную роль в этом сыграл новый цикл повышения уровня моря, приведший к увеличению смыва с водосборной площади рек значительных количеств различных токсических веществ. Наряду с такими приоритетными тяжелыми металлами, как свинец, ртуть, кадмий, мышьяк распространенными загрязняющими веществами, поступающими в природные воды со сточными водами нефтеперерабатывающих и других предприятий, являются также фенолы – гидроксильные производные ароматических углеводородов (летучие и нелетучие). Очень опасными загрязняющими веществами антропогенного происхождения считаются соли ртути. Процесс сорбции и осаждения комплексных соединений с органическим веществом в Каспии ведёт к образованию значительных концентраций меди. Максимальные показатели приурочиваются к взвеси прирусловых участков рек.

В качестве примера на рис.5 показан вклад различных рек в снос в Каспийский бассейн кадмия.

Сравнение гидрохимических показателей Среднего и Южного Каспия (для водной толщи глубиной 0,5-850 м) показывает на их в целом хорошую сопоставимость. Отмечается некоторый повышенный уровень лишь в содержании в Южном Каспии азотистых соединений (табл.5).

Объемы сносимых реками загрязнителей подвержены сезонным колебаниям. Максимальные объемы загрязняющих веществ совпадают с паводками весной (в связи с таянием ледников и снежников) и увеличением атмосферных осадков (дождей) осенью.

Определенную опасность представляют и попадающие в Каспий радионуклиды. Сбросы радионуклидов с четырех расположенных в пределах Волжского бассейна АЭС (Обнинская, Калининская, Дмитроградская и Балаковская) вносят существенный вклад в суммарный сброс радиоактивности в этот бассейн и далее в Каспийское море, достигающий 99,165 млн. куб. метров в год (Изучение уровня..., 2006).

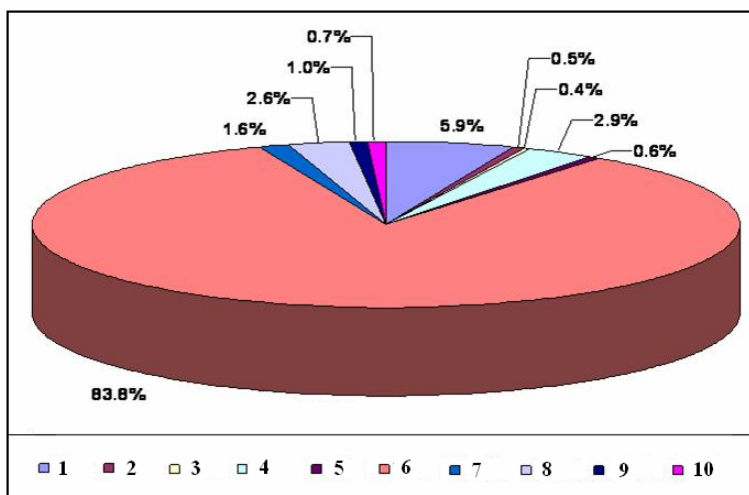


Рис. 5. Сброс кадмия в Каспий различными реками:
1-Кура; 2-другие реки Азербайджана; 3-реки Ирана; 4-Урал; 5-другие реки Казахстана; 6-Волга; 7-Сулак; 8-Терек; 9-Самур; 10-реки Туркмении.

Таблица 5

Гидрохимические показатели качества вод Каспийского моря
(Гюль, 2003; Ежегодники качества..., 1978-1992)

| O ₂ , мг/л | НУ, мг/л | Фенол, мг/л | СПАВ, мг/л | NH ₄ ⁺ , мг/л | NO ₂ ⁻ , мг/л | NO ₃ ⁻ , мг/л | P _{мин} , мг/л |
|--------------------------|-------------|----------------|------------|--|--|--|----------------------------|
| Северный Каспий | | | | | | | |
| 13,6-2,5 | 1,5-0 | 0,02-0 | 0,5-0 | 257-0 | 15-0 | 450-0,1 | 200-0 |
| Южный Каспий | | | | | | | |
| 12,4-2,3 | 7,1-0 | 0,05-0 | 0,72-0 | 3000-0 | 265-0 | 700-0 | 150-0 |

Поступающие в Каспийское море токсичные вещества, взаимодействуя со всеми элементами экосистемы моря, деформируют структуру экосистемы и нарушают ее функционирование. Все тяжелые металлы обладают одним общим свойством: они могут быть биологически активными. Вследствие этого, попадая в результате антропогенной деятельности в природную среду, они начинают мигрировать, включаясь в той или иной степени в биологический круговорот, и при определенных биогеохимических условиях и концентрациях начинают оказывать токсическое воздействие на живые организмы.

Так, например, происшедшие изменения в экосистеме Каспийского моря оказали отрицательное влияние на условия воспроизводства и существование здесь единственного морского млекопитающего – тюленя. Массовые выбросы тюленя на берег, возможно, являются негативным последствием этого процесса.

Морская биота Каспия, имея уникальный химический состав и набор химических элементов и соединений, является чутким индикатором загрязнения и экологического состояния среды. Нефтяные загрязнения подавляют развитие фитобентоса и фитопланктона Каспия, представленных сине-зелеными и диатомовыми водорослями, снижают выработку кислорода, отрицательно влияют на качество икры, личинок, молоди рыбы, уничтожают кормовую базу. Загрязнение Каспийского моря ведёт к гибели огромного числа редких рыб и других живых организмов. Наиболее наглядно влияние нефтяного загрязнения видно на водоплавающих птицах. Неуклонно сокращаются запасы осетровых рыб. Высокий уровень загрязнения моря и впадающих в него рек уже давно вызывают опасения формирования бескислородных зон в Каспии.

Вышеприведенный обзор позволяет заключить, что экология Каспия – это насущная проблема, и обеспечение экологической безопасности этого водоема, развитие экологического мониторинга являются приоритетными задачами каждого государства Каспийского бассейна и во многом зависят от их согласованных действий. Уникальность Каспийского моря, как крупнейшего в мире место-

обитания осетровых рыб, выводит его проблемы не только на межгосударственный, но и на глобальный уровень; сохранение биологического разнообразия Каспия становится предметом заботы всего мирового сообщества. Одним из возможных путей решения существующих и прогнозируемых экологических проблем Каспия может явиться создание международного Каспийского Экологического Фонда (МКЭФ).

Данная статья подготовлена в рамках гранта CRDF AZG2-2664-BA-05.

ЛИТЕРАТУРА

- БУХАРИЦИН, П.И., ЧУЙКОВ, Ю.С., КИСЕЛЕВА, Л.А., ФИЛЬЧАКОВ, В.А., САПРЫКИН, В.Н., ЛАБУНСКАЯ, Е.Н. 1996. Гидролого-гидробиологический режим Нижней Волги. *Экология Астраханской области*, 4, Астрахань, 253.
- ГЮЛЬ А.К. 2003. Проблемы загрязнения Каспия. *Muəlim nəşriyyatı*. Баку. 70.
- Ежегодники качества вод Каспийского моря за 1978-1992 гг. 1978-1992. Госкомгидромет СССР. Азкомгидромет. Баку.
- Ежегодные гидрохимические данные о качестве вод Каспийского моря за 1983-1994 гг. Азкомгидромет. Баку.
- Изучение уровня и характера радионуклидного и химического загрязнения и создание системы радиационного и гидрохимического мониторинга бассейнов рек Волга и Урала. 2006. Интернет источник.
- МАМЕДОВ, Р.М. 2000 а. Изменчивость гидрофизических полей и распространение загрязнителей в Каспийском море. *Элм*. Баку. 185.
- МАМЕДОВ, Р. 2000 а. Формирование Международного правового статуса Каспийского моря в постсоветский период. *Центральная Азия и Кавказ*, 2 (8).
- МЕХТИЕВ, А.Ш., ГЮЛЬ, А.К. 1999. Загрязнение грунтов Азербайджанской акватории Каспия. Азербайджанское Национальное Аэрокосмическое Агентство. Баку.
- НЫСАНБЕК, У.М. 2003. Концептуальные проблемы экологической безопасности в республике Казахстан. Информационно-аналитический журнал *Международные отношения и безопасность*.
- САЛМАНОВ, М.А. 1987. Роль микрофлоры и фитопланктона в продуктивных процессах Каспийского моря. Наука. Москва.
- ЧУЙКОВ, Ю.С., ФИШЕР, В. (под ред). 1991. Состояние природной среды дельты Волги, Волго-Ахтубинской поймы и западных подступных ильменей. МБИН. Специальное издание. 85.
- MAMEDOV, R.M. 2002. Model of the oil pollution transport process in the southwestern part of the Caspian Sea. 7-th International Conference Gas In Marine Sediments. Baki. October 7-12. 139-142.