

Я.В. Гицба, Я.А. Экба

ВЛИЯНИЕ РЕЧНОГО СТОКА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ БИОГЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ МОРСКОЙ АКВАТОРИИ АБХАЗИИ

Большое влияние на состояние прибрежных вод Черного моря в районах больших городов оказывают дождевые осадки, которые из-за отсутствия централизованной ливневой канализации и очистки смывают в море с тротуаров, дорог и почвы в городах большое количество загрязняющих веществ, среди которых нефтепродукты, фенолы, биогенные вещества. Все это приводит к тому, что в период интенсивного таяния снегов и ливневых осадков образуется значительный объем поступления загрязненных вод в море, дающий нагрузку на экологические системы моря, вследствие чего самоочистительная способность морских вод падает. Основными видами загрязнения акватории Абхазии являются нефтепродукты и биогенные элементы. К основным факторам, влияющим на концентрацию нефтепродуктов можно отнести: основное черноморское течение, метеорологические условия, поверхностный сток, морской транспорт. В летний период происходит наибольшее загрязнение акватории Абхазии нефтепродуктами, в связи их накоплением в прибрежной зоне. Среднегодовые значения концентрации нефтепродуктов превышают предельно допустимые нормы в 1,1–6,0 раз. Морские воды Гудаутского шельфа также испытывают нефтяное загрязнение, особенно в верхнем 20-метровом слое (1,1–5,2 ПДК). Распределение биогенных элементов в прибрежных водах акватории Абхазии не превышает предельно допустимой концентрации за исключением разовых случаев в летний период времени. Из всех исследованных рек превышение предельно допустимой нормы отмечалось для нитратов, фосфатов и аммония, остальные загрязнители находятся в пределах нормы.

Акватория; тенденция; коэффициент корреляции; устьевые створы; речной сток; биогенные элементы; нефтяное загрязнение; предельно допустимая концентрация; антропогенная нагрузка.

Ya.V. Gitsba, Ya.A. Ekba

INFLUENCE OF RIVER RUNOFF ON POLLUTION BY NUTRIENTS AND OIL PRODUCTS IN THE MARINE AREA OF ABKHAZIA

The aim of the work is to study the chemical composition of the estuarine zones of the rivers of Abkhazia and reveal their influence on the pollution of the coastal water area of Abkhazia. The state of the Black sea coastal waters in the regions of large cities is greatly influenced by rainfall, which, due to the lack of centralized storm sewage and cleaning, washes off a large number of pollutants, including petroleum products, phenols, nutrients to the sea from sidewalks, roads and soil. All this leads to the fact that during a period of intensive melting of snow and rainfall, a significant amount of polluted water enters the sea, which puts pressure on the ecological systems of the sea, as a result of which the self-cleaning ability of marine waters falls. The main types of pollution in the water area of Abkhazia are oil products and biogenic elements. The main factors affecting the concentration of petroleum products are the following: the main Black Sea current, meteorological conditions, surface runoff, sea transport. During the summer period, the greatest pollution occurs in the water area of Abkhazia with oil products, due to their accumulation in the coastal zone. The average annual values of the concentration of petroleum products exceed the maximum permissible standards by 1,1–6,0 times. According to data received in 2011, it can be noted that the sea waters of the Gudauta shelf are also experiencing oil pollution, especially in the upper 20-meter layer (1,1–5,2 EPCs). The distribution of biogenic elements in the coastal waters of the Abkhazian water area does not exceed the maximum permissible concentration, except sin-

gle cases in the summer period of time. Of all the rivers studied, the exceed of the maximum allowable rate is noted for nitrates and ammonium; the remaining pollutants are within normal limits. The most polluted are the rivers flowing through the densely populated points of the city of Sukhum and their pollution can be considered as a consequence of anthropogenic load.

The area; tendency; coefficient correlation; estuaries; river runoff; biogenic elements; oil pollution; maximum allowable concentration; anthropogenic load.

Введение. Нефть и нефтепродукты представляют собой очень сложную смесь углеводородов и их производных, содержащих серу, азот и кислород. Опасность загрязнения водных объектов нефтью и нефтепродуктами связана с присутствием в них соединений, представляющих опасность, как для жизни водных организмов, так и для их функционального состояния [1, 2]. Проблему оценки нефтяного загрязнения водных объектов наряду со сложностью аналитической задачи определения нефти и нефтепродуктов значительно усложняет присутствие в водных объектах углеводородов (УВ) из природных источников, не связанных со сбросами нефти и нефтепродуктов.

Загрязнение Мирового океана нефтепродуктами – наиболее яркий пример глобального антропогенного воздействия. В настоящее время в Черном море практически нет такой области, где не ощущалось бы нефтяное загрязнение. Согласно современным оценкам, ежегодно в Мировой океан из различных источников поступает 5–10 млн. т. нефти. Источники поступления нефтяных углеводородов в морскую среду можно разделить на природные и антропогенные [3].

Основными природными источниками нефтяного загрязнения морской среды являются естественные выходы нефти на дне моря и менее значительным источником – эрозийные процессы. Следует отметить, что природные потоки нефти в морскую среду составляют 0,025–2,5 млн. т. в год [4]. Мощным источником нефтяных загрязнений является морской транспорт. Так, например, ежегодно в акваторию Мирового океана в результате разлива при транспортировке и внештатных ситуациях по разным оценкам поступает 500–564 тыс. тонн нефтепродуктов, тогда как для Черного моря эта цифра составляет 136 т [5].

В результате спутникового мониторинга российского сектора Черного моря в течение 4 лет установлено, что акватория испытывает хроническое загрязнение нефтепродуктами, сбрасываемыми с проходящих судов [6]. Наиболее масштабный разлив нефтепродуктов в Черном море произошел в Керченском проливе в порту "Кавказ" 11 ноября 2007 г. Ориентировочно аварийное суммарное поступление нефтепродуктов в акваторию составил 1300–1500 т мазута [7].

Во второй половине XX века приток биогенных – питательных веществ в Черное море возрос очень сильно; это привело к частым вспышкам численности фитопланктона – цветениям, «красным приливам» – которые в свою очередь, стали причиной повторяющихся случаев массовой гибели морской флоры и фауны и долговременных изменений структуры прибрежных сообществ [8].

Избыток биогенных элементов приводит к *эвтрофикации* морских вод – это вредное, губительное для морской экосистемы явление [9]. Концентрации биогенных веществ группы азота в прибрежных морских водах Абхазии имеют сезонные колебания, не достигая уровня предельно допустимой нормы, принятой для рыбохозяйственных водоемов. Однако, в зонах влияния сброса сточных вод, особенно в летний период наблюдается повышенный уровень биогенных веществ. Концентрации биогенных веществ группы фосфора в поверхностных водах находятся на уровне ниже ПДК.

Постановка задачи. Отбор и химический анализ проб устьевых зон рек и поверхностных вод сухумской акватории проводится Абхазским государственным центром экологического мониторинга. При гидрохимических исследованиях опре-

делялись параметры, характеризующие состояние морской среды (биохимическое потребление кислорода БПК₅, перманганатная окисляемость, содержание биогенных элементов, определяющих степень эвтрофикации водоемов – минерального азота в нитратной форме, аммония, минерального фосфора в форме ортофосфатов). Проводилось определение веществ – загрязнителей (нефтепродукты) [10].

Отбор проб в устьевых зонах рек Абхазии проводился в летний период, в прибрежных морских водах – один раз в две недели во временном интервале с 7.00 до 10.00 в четырех пунктах побережья г. Сухума и в одном пункте г. Новый Афон. Стандартные гидрохимические характеристики определялись по «Руководству для морских гидрохимических исследований» и по «Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши» [10, 11].

В настоящее время основным методом контроля нефтепродуктов в водных объектах является инфракрасный (ИК) – спектрофотометрический. Определение содержания нефтепродуктов по этому методу основано на выделении нефтяных компонентов экстракцией четыреххлористым углеродом, хроматографическом отделении углеводородов от соединений других классов в колонке с оксидом алюминия и количественном их определении по интенсивности поглощения С-Н связей метиленовых (CH₂) и метильных (CH₃) групп в инфракрасной области спектра (2930 ± 70) см⁻¹ (3,42мкм) [12]. Предельно допустимой концентрацией нефтепродуктов (ПДК) является величина, принятая для рыбохозяйственных водоемов (0,05 мг/л) [10].

Определение фосфатов основано на реакции с молибдатом аммония в кислой среде. Образующаяся при этом желтая гетерополикислота молибдата фосфора под действием восстановителей (хлорид олова (II)) превращается в интенсивно окрашенное синее соединение [12].

Для определения нитратов в поверхностных водах рекомендуется метод восстановления нитратов металлическим кадмием до нитритов с последующим спектрофотометрированием окрашенных растворов образующихся нитритных ионов с реактивом Грисса [13].

С целью оценки влияния речного стока на состояние прибрежной абхазской акватории Черного моря исследованы 23 устьевые зоны Абхазии по гидрохимическому составу. Вода отбиралась в полиэтиленовые фляги объемом 1 л. Непосредственно на водоёме измерялись следующие показатели: прозрачность, температура, содержание растворённого кислорода. Для оценки качества воды использовался основной принцип, применяемый в водоохранной практике, состоящий в сопоставлении результатов определения с нормативными величинами. Использовались ПДК, предусмотренные для рыбохозяйственных водоёмов [10].

Использована эколого-санитарная классификация, по которой на основе 4 гидрофизических и 8 гидрохимических показателей можно отнести воду изучаемого объекта к определённому классу и разряду качества воды с соответствующими ранговыми показателями (РП) [11]. Рассчитаны также индексы загрязнения воды (ИЗВ), рекомендованные для формализованной комплексной оценки качества воды по 6 гидрохимическим показателям [14]. Расчет ИЗВ производится по строго ограниченному количеству ингредиентов:

$$\frac{\sum_{i=1}^6 Ci/ПДКи}{6}$$

где 6 строго лимитированное количество показателей, берущихся для расчета, и имеющих наибольшее численное значение, в независимости от того, превышают они ПДК или нет. В число этих 6 показателей в обязательном порядке входят БПК и растворенный кислород. В зависимости от значения ИЗВ, водному объекту присваивается определенный класс качества [14].

Результаты исследований: Среднемесячные значения нефтепродуктов в прибрежных поверхностных водах акватории г. Сухум превышают ПДК в несколько раз. Концентрация нефтепродуктов колеблется в пределах от 1,6 ПДК в декабре до 5,0 ПДК в июле (рис. 1).

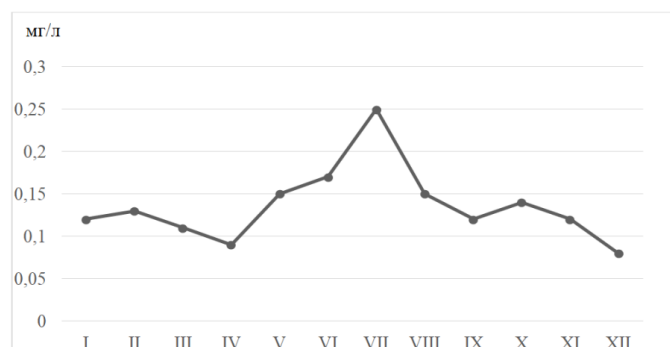


Рис. 1. Среднемесячные значения концентрации нефтепродуктов в акватории г. Сухум за 1998–2012 гг.

Наибольшие концентрации нефтепродуктов обнаружены в пробах, отобранных в летний период 1998–2002 гг., в них концентрация нефтепродуктов превышала норму в 7–8 раз. Следует отметить, что в период с 1998 по 2005 гг. при анализе пробы воды на содержание нефтепродуктов использовался гравиметрический способ, который является более грубым в отличие от инфракрасного спектрофотометрического применяемого в последнее время. Следовательно, при определении нефтепродуктов в пробах воды в разные периоды времени использовались разные методы, что могло отразиться на результатах измерений.

При исследовании сезонного хода распределения нефтепродуктов выявляется, что в летний период (3,8ПДК) наблюдается наибольшее загрязнение акватории, что в основном связано с уменьшением интенсивности гидродинамических процессов, в результате чего нефтепродукты накапливаются в прибрежной акватории. Также на значительное превышение концентрации нефтепродуктов предельно допустимой нормы в пробах воды взятых в отдельные летние и весенние сроки могут быть связаны с локальным разливом нефтепродуктов морским транспортом. В последующих пробах, взятых через две недели в одних и тех же пунктах отбора, наблюдалось существенное снижение концентрации нефтепродуктов, что свидетельствовало об антропогенном факторе.

Зимой, когда весь поверхностный слой моря охвачен вертикальной циркуляцией и имеет однородный характер распределения температуры, нефтепродукты распространяются в открытую часть моря, не накапливаясь в прибрежной части. Минимальная сезонная концентрация нефтепродуктов как в сухумской 0,11 мг/л (2,2 ПДК), так и в новоафонской акватории 0,07 мг/л (1,4 ПДК) наблюдается в зимний период, что объясняется интенсивными гидродинамическими процессами, происходящими в море, за счет которых происходит пространственное рассеивание нефтепродуктов [15].

В работе с целью выявления многолетней тенденции исследовано годовое распределение концентрации нефтепродуктов в сухумской акватории за период с 1998 по 2012 гг. Концентрация нефтепродуктов в сухумской акватории имеет тенденцию к снижению с 1998 по 2012 гг. на 2,52 ПДК (рис. 2) [16].

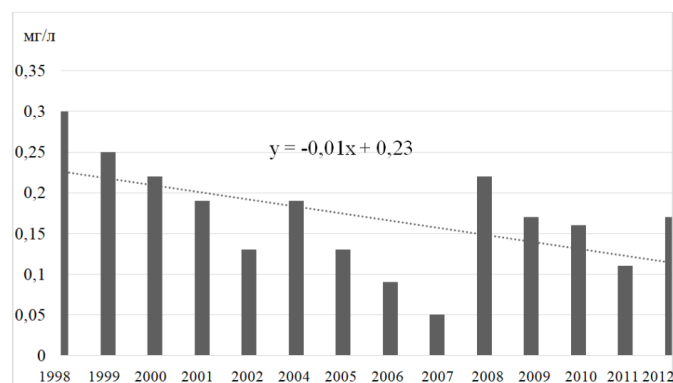


Рис. 2. Среднегодовое распределение нефтепродуктов в акватории г. Сухум

За период 2005–2007 гг. зафиксированы отдельные случаи, когда концентрация нефтепродуктов в отдельные сроки не превышала ПДК. В течение всего 2007 г. концентрация нефтепродуктов колебалась в пределах от 0,01 до 0,09 мг/л, и среднегодовая концентрация не превысила предельно допустимой нормы (см. рис. 2).

Из результатов анализа проб по содержанию нефтепродуктов в период с 2004 по 2012 гг. в акватории г. Нового Афона, расположенного в 20 км юго-западнее г. Сухума, следует тенденция уменьшения концентрации на 0,036 мг/л (0,72 ПДК) [17]. За этот период времени концентрация нефтепродуктов в акватории г. Сухума повысилась незначительно, и данное повышение составило 0,02 мг/л (0,4 ПДК) [17]. В 2007 и 2012 гг. среднегодовая концентрация нефтепродуктов в новоафонской акватории не превысила ПДК.

В отдельные сроки (сентябрь–октябрь) концентрация нефтепродуктов в новоафонской акватории колебалась в пределах 0,5–0,63 мг/л, что повлияло на среднемесячную и сезонную характеристику загрязнения моря [17]. В эти же сроки в акватории г. Сухума концентрация нефтепродуктов не превышала 0,19 мг/л, следовательно, в акватории г. Нового Афона в эти сроки имело место загрязнение антропогенного характера, и в течение месяца вследствие пространственного рассеяния нефтепродуктов в открытую часть моря, концентрация снизилась до 0,12 мг/л.

Из результатов распределения концентраций нефтепродуктов в обеих акваториях следует, что зафиксированные в одни и те же сроки максимумы нефтепродуктов (0,33–0,8 мг/л) наблюдались после ливневых осадков.

В работе приводятся результаты мониторинга, проведенного сотрудниками Института Экологии АНА на Гудаутском шельфе на 15 станциях в три календарных периода: марте, июле и октябре 2011 г. Пробы отбирались на глубинах 0, 5, 10, 20 м и на дне моря [18].

В марте 2011 года содержание нефтепродуктов в морской воде изменялось от 0,02 до 0,08 мг/л и в 29% проб наблюдалось превышение ПДК (0,05 мг/л) в 1,1–1,54 раза; максимальное превышение ПДК (в 1,54 раза) зафиксировано в придонном слое. Средние содержания НУ в слое 0–20 м составляли 0,04,–0,047 мг/л и не превышали ПДК, а в придонном слое составило 0,055 мг/л (1,1ПДК).

В июле 2011 года содержание НУ в морской воде изменялось от 0,02 до 0,16мг/л, в 90% проб наблюдалось превышение ПДК в 1,1–3,14 раза; максимальное превышение ПДК в 3,14 раза отмечено в слое 0–20 м. Средние содержания нефтепродуктов в слое 0–20 м изменялись в пределах 0,06–0,09 мг/л и были выше ПДК, среднее содержание нефтепродуктов в придонном слое составило 0,06 мг/л, что выше ПДК в 1,2 раза.

В октябре 2011 года содержание НУ в морской воде изменялось от 0,04 до 0,26 мг/л, в 92 % проб превышали ПДК в 1,1–5,24 раза; максимальное превышение – 5,24 раза приурочено к горизонту 20 м. Средние содержания НУ в слое 0–20 м составляли 0,06–0,09 мг/л и были выше ПДК. Среднее содержание НУ в придонном слое составило 0,07 мг/л и выше ПДК в 1,3 раза.

Таким образом, на всех горизонтах водной толщи прослеживается сезонная тенденция увеличения средних содержаний НУ от марта к октябрю и, пространственная, от поверхностного слоя к горизонту 20 м. В придонном слое среднее содержание НУ во все сезоны было меньше по сравнению со средним содержанием в слое 0–20 м [19]. В целом, по данным полученным в 2011 году, можно отметить, что морские воды Гудаутского шельфа загрязнены нефтяными углеводородами.

До 2005 года главным фактором загрязнения абхазской акватории Черного моря являлся Супсинский нефтяной терминал. Интенсивность работы Супсинского терминала была снижена после ввода в эксплуатацию нефтепровода Баку-Тбилиси-Джейхан в обход Черного моря. В результате концентрация нефтепродуктов с 2005 по 2007 гг. заметно снизилась, но в связи с циклонической циркуляцией вод и резким возрастанием количества морского транспорта произошло повышение концентрации нефтепродуктов, что отразилось на среднегодовых значениях [18].

Другим видом загрязнения акватории Абхазии являются биогенные элементы. В Черном море, особенно в его прибрежных водах, недостатка в биогенных элементах обычно нет – приносимые множеством рек, они попадают в море с частицами почвы, смываемыми с берега дождями, с городскими сточными водами, объем которых постоянно растет. Избыток биогенных элементов приводит к *эвтрофикации* морских вод – это вредное, губительное для морской экосистемы явление.

Динамика среднемесячного колебания концентрации азот нитратов показывает, что в мае – июне их содержание в морской воде наибольшее и достигает значения 2,5 мг/л (акватория Нового Афона), 3,0 мг/л (акватория Сухума), минимальное содержание концентрации азот нитратов наблюдается в октябре (0,92–1,4 мг/л) (рис. 3).

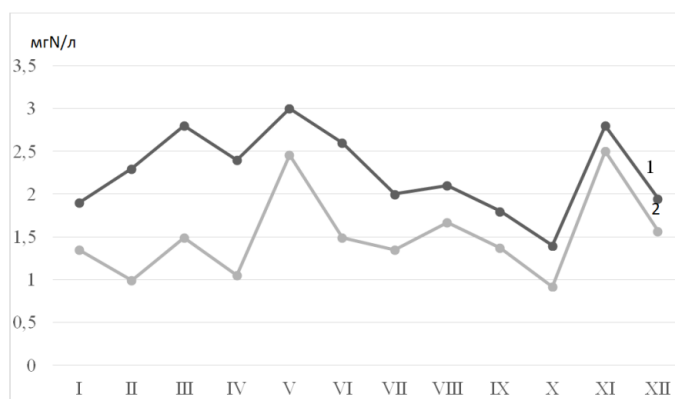


Рис. 3. Среднемесячное распределение нитратов в акватории Абхазии (1-сухумская акватория, 2 – новоафонская акватория)

В весенний период за счет применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве происходит их вынос в море с речным стоком. Этим можно объяснить, что в данный период времени наблюдается максимальная сезонная концентрация азот нитратов (1,7–2,7 мг/л). Минимальная концентрация азот нитратов наблюдается в зимний период (1,3–2,0 мг/л).

Сезонное колебание концентрации фосфор фосфатов таково, что их содержание в летний период наибольшее (20,1–21,3 мкг/л), максимум наблюдается в июле (22,4 мкг/л–24,2 мкг/л) (рис. 4).

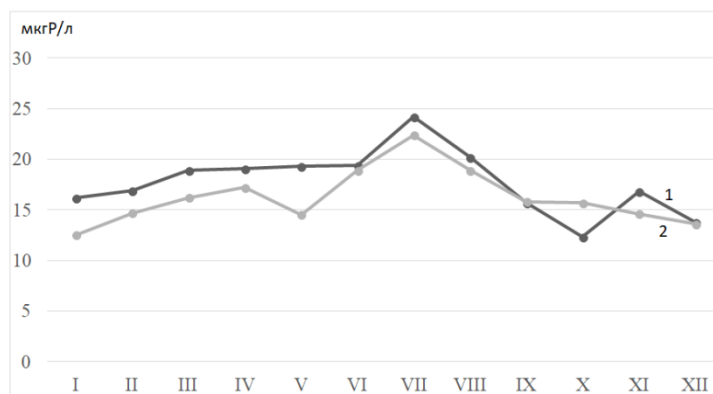


Рис. 4. Среднемесячное распределение фосфатов в акватории Абхазии (1 – сухумская акватория, 2 – новоафонская акватория)

Максимальная концентрация фосфатов летом видимо, связана с интенсивным таянием ледников в горах и попаданием фосфора вместе с речным стоком в море. Наименьшее сезонное значение фосфатов в акватории Абхазии наблюдается зимой (14 мкг/л–15,6 мкг/л). Минимальное значение фосфатов в сухумской акватории наблюдается в октябре (12,3 мкг/л), в новоафонской акватории – в январе (12,5 мкг/л) [19]. Исходя из анализа вод прибрежной акватории Абхазии, следует, что в акватории г. Сухум концентрация биогенных элементов больше, чем в акватории г. Нового Афона, в связи с тем, что в сухумскую акваторию попадает большее количество поверхностного и речного стока. Для новоафонской и сухумской акватории наблюдается синхронное распределение биогенных элементов.

Для характеристики тенденции изменения многолетнего распределения концентрации биогенных элементов, обработаны данные за период с 1999 по 2010 гг. За период с 1999 по 2010 гг. концентрация азот нитратов уменьшилась на 0,29 мг/л, максимум наблюдался в 2002 г (3,6 мг/л). Концентрация фосфатов также обнаруживает тенденцию к снижению за последние 11 лет на 5,5 мкг/л. Максимальная концентрация фосфатов наблюдается в 2004 г и составляла 24,2 мкг/л [19]. Таким образом, можно сделать вывод, что концентрация биогенных элементов сухумской акватории Черного моря не превышает предельно допустимой нормы.

С целью выявления степени влияния речного стока на состояние прибрежных морских вод проведено исследование устьевых зон рек Абхазии по содержанию в них загрязняющих веществ. Что касается качества воды в плане её загрязнения соединениями биогенных элементов, органическими веществами и нефтепродуктами, следует сказать, что большинство из исследованных рек являются чистыми (2 класс качества)

Превышений ПДК аммония наблюдалась в воде рек Репруа, Басла, Хашыпсы, Маникуара, нитратов – в воде реки Сухумка, фосфатов – в воде реки Адзапш. Превышений ПДК нефтепродуктов не отмечалось (табл. 1) [6].

Величины перманганатной окисляемости, являющейся показателем содержания в воде органических веществ, достигали наибольших значений в воде р. Адзапш и устьевом притоке р. Дгамш (к сожалению, этот показатель определялся только на 16-и водотоках). Значения БПК₅ (показатель содержания органических

веществ, легко усваиваемых микроорганизмами) превышает предельно допустимую норму в водах шести устьевых зон: Агудзера, Мчишта, Аапста, Псырдзха, Гнилушка, устьевой приток р. Дгамш; на остальных водотоках этот показатель был значительно ниже.

Наилучшим качеством воды характеризовалась р. Аалдзга («очень чистая» по обоим показателям). «Очень чистыми» по ИЗВ и «вполне чистыми» по средним РП являются также реки Репруа, Гуандра, Хашипса. Наиболее загрязненными оказались реки Адзапш, Сухумка и приток р. Дгамш [6]. Вода остальных рек характеризуется как «достаточно чистая» по средним РП и «чистая» по ИЗВ. Следует отметить, что данные выводы сделаны по результатам отборов проб в летние месяцы 2013–2014 гг. Для получения более достоверной информации необходимы дополнительные исследования.

Таблица 1

Загрязняющие вещества в речных водах

Реки	БПК ₅ мгО ₂ /л	Перманокисл мгО ₂ /л	PO ₄ ³⁺ Общ. мг/л	NH ₄ ⁺ мг/л	NO ₃ ⁻ мг/л	Нефтепродукты, мг/л
Псоу	1,76	1,33	0,071	0,50	2,0	-
Репруа	0,57	-	0,056	2,52	7,4	-
Бзып	3,1	0,39	0,037	<0,05	2,52	-
Мчишта	5,7	-	0,156	0,23	2,3	0,0001
Гудоу	2,5	1,25	0,075	0,30	6,0	-
Псырдзха	4,1	-	0,298	0,19	5,1	-
Гумиста	0,8	1,02	0,234	0,07	3,0	-
Басла	2,1	1,33	0,129	2,2	6,8	-
Агудзера	8,7	1,88	0,010	<0,05	0,4	-
Хашипсы	0,87	-	0,057	1,28	6,8	-
Устьевой приток р. Дгамш	3,6	11,29	0,177	0,3	3,4	-
Мыку	1,96	-	0,064	0,05	8,4	-
Аапста	5,5	0,47	0,052	0,1	3,6	-
Дгамш	0,9	-	0,055	0,06	9,2	-
Сухумка	2,9	3,29	0,435	0,18	12,6	0,0002
Адзапш	3,9	34,1	0,634	0,3	8,8	0,0010
Кодор	-	0,57	0,146	0,05	2,5	-
Маникуара	-	-	0,092	1,82	3,6	-
Кяласур	-	0,49	0,479	0,05	5,3	-
Гуандра	-	-	0,100	0,07	1,4	-
Аалдзга	-	1,56	0,051	0,9	2,0	-
Шицкуара	-	0,53	0,049	0,1	4,4	-
Хьпста	-	-	0,032	0,1	1,2	-

Заключение. Из всех исследованных рек наиболее загрязненными оказались реки, протекающие через густонаселенные пункты г. Сухум и их загрязнение может считаться следствием антропогенной нагрузки.

Прибрежные воды сухумской акватории Черного моря не испытывают хронического загрязнения биогенными элементами, загрязнение носит локальный характер и воды способны к самоочищению.

В летний период с связи с уменьшением интенсивности гидродинамического обмена вод наблюдается наибольшее накопление нефтепродуктов в морской акватории Сухума.

Поскольку загрязнения нефтепродуктами абхазской акватории превышает ПДК, разведка и возможная дальнейшая добыча нефти на шельфе могут нанести ущерб морским биоресурсам и отрицательно скажутся на курортной индустрии республики.

Основные рекомендации по снижению загрязнения прибрежных вод – контроль за ливневым и речным стоком, т.к. сток с суши вносит основной вклад в загрязнение прибрежной акватории моря.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сорокин Ю.И.* Черное море. – М.: Изд-во «Наука», 1982. – 216 с.
2. *Романенко В.Д., Окснюк О.А., Жукинский В.Н. и др.* Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. – Киев: Наукова думка, 1990. – 256 с.
3. *Губанов В.И., Рябинин А.И., Симов В.Г.* Проблемы балансовой оценки источников загрязнения Черного моря // Диагноз состояния экосистемы Черного моря и зоны сопряжения моря и суши: Сб. науч. тр. НАН Укр. МГИ: под ред. чл.-корр. НАН Украины В.Н. Еремеева. – Севастополь, 1997. – С. 23-24.
4. *Миронов О.Х.* Биологические ресурсы моря и нефтяное загрязнение. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 105 с.
5. *Патин Н.А.* Нефть и экология континентального шельфа. – М: Изд-во ВНИРО, 2001. – 249 с.
6. *Фащук Д.А., Шапоренко С.И.* Загрязнение прибрежных вод Черного моря: источники, современный уровень, межгодовая изменчивость // Водные ресурсы. – 1995. – Т. 22, № 3. – С. 271-281.
7. *Кузнецов А.Н., Федоров Ю.А., Заграничный К.А.* Нефтяное загрязнение побережья Черного моря в районе г. Новороссийска (по результатам многолетних исследований) // Известия ВУЗов Северо-кавказский регион. Естественные науки. – 2013. – № 1. – С. 71-77.
8. *Скопинцев Б.А.* Формирование современного химического состава вод Черного моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 336 с.
9. *Герлах С.А.* Загрязнение морей. Диагноз и терапия. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 264 с.
10. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М., 1999. – 304 с.
11. Методическое руководство по формализованной оценке качества вод. – М.: Гидрометеиздат, 1989.
12. *Семенов А.Д.* Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
13. *Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А.* Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометиздат, 1973. – 269 с.
14. *Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н.* Методы исследования качества воды водоемов / под ред. А.П. Шицковой. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
15. *Бедрицкий А.И., Асмус В.В., Кровотынцева В.А., Лаврова О.Ю., Островский А.Г.* Спутниковый мониторинг загрязнения российского сектора Черного и Азовского морей в 2003–2007 гг. // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 11. – С. 5-13.
16. *Гицба Я.В., Эмба Я.А.* Особенности распределения загрязняющих веществ в устьевых створах рек Абхазии // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий». Ч. 1. – Майкоп, 2017. – С. 187-195.
17. *Гицба Я.В., Эмба Я.А.* Особенности углеуглеродных загрязнений абхазской акватории Черного моря // Материалы II научно-практической конференции посвященной 20-летию МГТУ. – Майкоп, 2013. – С. 89-96.

18. *Гицба Я.В., Эмба Я.А.* Нефтеуглероды в абхазской акватории Черного моря // *Материалы Международного симпозиума «Инженерная экология.* – 2015. Вып. VIII. – М., 2015. – С. 77-82.
19. *Гицба Я.В., Эмба Я.А.* Динамика биогенных элементов сухумской акватории Черного моря // *Доклады российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. Попова.* Вып. VII. – М., 2013. – С. 89-93.
20. *Гицба Я.В., Эмба Я.А.* Изменение гидрохимических параметров устьевых зон рек Абхазии под антропогенным воздействием // *Материалы Международной конференции «Индикаторы климатических изменений в морских экосистемах».* Сухум – Ростов-на-Дону, 2016. – С. 45-49.

REFERENCES

1. *Сорокин Ю.И.* Черное море [Black Sea]. Moscow: Изд-во «Наука», 1982, 216 p.
2. *Romanenko V.D., Oksiyuk O.A., Zhukinskiy V.N. i dr.* *Ekologicheskaya otsenka vozdeystviya gidrotekhnicheskogo stroitel'stva na vodnye ob'ekty* [Ecological assessment of the impact of hydraulic engineering on water bodies]. Kiev: Naukova dumka, 1990, 256 p.
3. *Gubanov V.I., Ryabinin A.I., Simov V.G.* *Problemy balansovoy otsenki istochnikov zagryazneniya Chernogo morya* [Problems of balance estimation of pollution sources of the Black Sea], *Diagnoz sostoyaniya ekosistemy Chernogo morya i zony sopryazheniya morya i sushy: Sb. nauch. tr. NAN Ukr. MGI: pod red. chl.-korr. NAN Ukrainy V.N. Eremeeva* [Diagnosis of the status of the ecosystem of the Black Sea and the interface zone of the sea and land: Sat. sci. tr. NAS Ukr. MHI: Ed. member corr. NAS of Ukraine V.N. Eremeev]. Sevastopol', 1997, pp. 23-24.
4. *Mironov O.X.* *Biologicheskie resursy morya i neftyanoe zagryaznenie* [Biological resources of the sea and oil pollution]. Moscow: Pishch. prom-st', 1972, 105 p.
5. *Patin N.A.* *Neft' i ekologiya kontinental'nogo shel'fa* [Oil and ecology of the continental shelf]. Moscow: Izd-vo VNIRO, 2001, 249 p.
6. *Fashchuk D.A., Shaporenko S.I.* *Zagryaznenie pribrezhnykh vod Chernogo morya: istochniki, sovremennyy uroven', mezhgodovaya izmenchivost'* [Pollution of coastal waters of the Black Sea: sources, current level, interannual variability], *Vodnye resursy* [Water Resources], 1995, Vol. 22, No. 3, pp. 271-281.
7. *Kuznetsov A.N., Fedorov Yu.A., Zagranichnyy K.A.* *Neftyanoe zagryaznenie poberezh'ya Chernogo morya v rayone g. Novorossiyska (po rezul'tatam mnogoletnikh issledovaniy)* [Oil pollution of the Black Sea coast near Novorossiysk (based on the results of long-term studies)], *Izvestiya VUZov Severo-kavkazskiy region. Estestvennyye nauki* [Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskii region. Natural Sciences], 2013, No. 1, pp. 71-77.
8. *Skopintsev B.A.* *Formirovaniye sovremennogo khimicheskogo sostava vod Chernogo morya* [Formation of the modern chemical composition of the waters of the Black Sea]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1975, 336 p.
9. *Gerlakh S.A.* *Zagryaznenie morey. Diagnoz i terapiya* [Pollution of the seas. Diagnosis and therapy]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1985, 264 p.
10. *Perechen' rybokhozyaystvennykh normativov: predel'no dopustimyykh kontsentratsiy (PDK) i orientirovochno bezopasnykh urovney vozdeystviya (OBUV) vrednykh veshchestv dlya vody vodnykh ob'ektov, imeyushchikh rybokhozyaystvennoye znachenie* [List of Fisheries Management Norms: Maximum Permissible Concentrations (MPCs) and Estimated Safe Levels of Exposure (FOODs) for Harmful Substances for Water in Water Facilities with Fishery Values]. Moscow, 1999, 304 p.
11. *Metodicheskoe rukovodstvo po formalizovannoy otsenke kachestva vod* [Methodological guidelines for the formalized assessment of water quality]. Moscow: Gidrometeoizdat, 1989.
12. *Semenov A.D.* *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushy* [Manual for the chemical analysis of surface waters of the land]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977, 541 p.
13. *Alekin O.A., Semenov A.D., Skopintsev B.A.* *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu vod sushy* [Guidelines for the chemical analysis of land waters]. Leningrad: Gidrometizdat, 1973, 269 p.
14. *Novikov Yu.V., Lastochkina K.O., Boldina Z.N.* *Metody issledovaniya kachestva vody vodoemov* [Methods of water quality study of reservoirs], ed. by A.P. Shitskovoy. Moscow: Meditsina, 1990, 400 p.

15. *Bedritskiy A.I., Asmus V.V., Krovotyntsev V.A., Lavrova O.Yu., Ostrovskiy A.G.* Sputnikovyy monitoring zagryazneniya rossiyskogo sektora Chernogo i Azovskogo morey v 2003–2007 gg. [Satellite monitoring of pollution of the Russian sector of the Black and Azov Seas in 2003–2007], *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and hydrology], 2007, No. 11, pp. 5-13.
16. *Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A.* Osobennosti raspredeleniya zagryaznyayushchikh veshchestv v ust'evykh stvorakh rek Abkhazii [Features of the distribution of pollutants in the estuaries of the rivers of Abkhazia], *Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Prikladnye aspekty geologii, geofiziki i geoekologii s ispol'zovaniem sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy»* [Materials of the IV International Scientific and Practical Conference "Applied Aspects of Geology, Geophysics and Geoecology Using Modern Information Technologies"], Part 1. Maykop, 2017, pp. 187-195.
17. *Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A.* Osobennosti nefteuglerodnykh zagryazneniy abkhazskoy akvatorii Chernogo morya [Features of oil and carbon pollution of the Abkhazian water area of the Black Sea], *Materialy II nauchno-prakticheskoy konferentsii posvyashchennoy 20-letiyu MG TU* [Materials of the II scientific-practical conference devoted to the 20th anniversary of the Moscow State Technical University]. Maykop, 2013, pp. 89-96.
18. *Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A.* Nefteuglerody v abkhazskoy akvatorii Chernogo morya [Nefteuglerody in the Abkhazian water area of the Black Sea], *Materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma «Inzhenernaya ekologiya* [Materials of the International Symposium "Engineering Ecology], 2015, Issue VIII. Moscow, 2015, pp. 77-82.
19. *Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A.* Dinamika biogenykh elementov sukhumskoy akvatorii Chernogo morya [Dynamics of biogenic elements of the Sukhumi water area of the Black Sea], *Doklady rossiyskogo nauchno-tekhnicheskogo obshchestva radiotekhniki, elektroniki i svyazi im. Popova* [Reports of the Russian scientific and technical society of radio engineering, electronics and communications. Popova], Issue VII. Moscow, 2013, pp. 89-93.
20. *Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A.* Izmenenie gidrokhimicheskikh parametrov ust'evykh zon rek Abkhazii pod antropogennym vozdeystviem [Change in hydrochemical parameters of estuarine zones of the rivers of Abkhazia under anthropogenic influence], *Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii «Indikator klimaticheskikh izmeneniy v morskikh ekosistemakh»* [Materials of the International Conference "Indicators of climate change in marine ecosystems"]. Sukhum – Rostov-on-Don, 2016, pp. 45-49.

Статью рекомендовал к опубликованию к.б.н. Р.С. Дбар.

Гицба Яна Валиковна – Абхазский государственный университет, Институт экологии Академии наук Абхазии; e-mail: Yana_akyu@mail.ru; г. Сухум, ул. Красномаяцкая, 67; тел.: +79409934818; к.ф.-м.н.; доцент; с.н.с.

Экба Январби Алиевич – e-mail: ekba-yan@yandex.ru; тел.: +79409217190; д.ф.-м.н.; профессор; член-корр. АНА.

Gitsba Yana Valikovna – Abkhazian state university, Ecological Institute Academy of the sciences Abkhazia; e-mail: Yana_akyu@mail.ru; 67, Krasnomayatskaya street, Sukhum; phone: +79409934818; cand. of phis.-math. sc.; associate professor; senior researcher.

Ekba Yanvarbi A lievich – e-mail: ekba-yan@yandex.ru; phone: +79409217190; dr. of phis.-math. sc.; ccorresponding member of the Academy of Sciences of Abkhazia.