

## СТАТЬИ

УДК 502.53(470.62+479.224)

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОД РЕКРЕАЦИОННЫХ  
ЗОН ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
И РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ**<sup>1</sup>Аракелов М.С., <sup>2</sup>Ахсалба А.К., <sup>1</sup>Долгова-Шхалахова А.В., <sup>3,4</sup>Липилин Д.А., <sup>1</sup>Яйли Е.А.<sup>1</sup>Филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
Туапсе, e-mail: kafirnigan@mail.ru;<sup>2</sup>Институт экологии Академии наук Абхазии, Сухум, e-mail: asida\_cen@mail.ru;<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: lipilin\_dmitrii@mail.ru;<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар

Побережье Черного моря в административных границах Краснодарского края и Республики Абхазия является единой целостной природно-экологической, геоморфологической и экономико-социальной системой. В рамках данного исследования были выполнены работы по оценке современного состояния морских вод акватории восточной части Черного моря у побережья Краснодарского края и Республики Абхазия. Проведена оценка гидрохимических показателей вод восточной части Черного моря: в районах городов Анапа, Новороссийск, Геленджик, Туапсе. В статье сравниваются концентрации основных загрязняющих веществ в фоновых точках акваторий исследуемых районов с аналогичными данными, полученными непосредственно в рекреационных зонах побережья. По итогам выполненного исследования становится очевидным, что при дальнейшем воздействии природных факторов и увеличении антропогенной нагрузки в большей части акватории будет наблюдаться деградация морских вод. Наибольший урон Черному морю наносят неканализованные сточные и дождевые воды, нефтепродукты, цементная пыль и остатки химических веществ, используемых в строительстве, поступающие в прибрежную акваторию со стоком рек, впадающих в море. Через речной сток от бытовых и промышленных источников с удобрениями и моющими средствами попадают соединения азота и фосфора. Возникающие периодически аварийные разливы нефти охватывают сравнительно небольшую площадь поверхности. При этом если уровень загрязнения в открытой части акватории (фоновые точки) сравнительно невелик, то в прибрежной зоне, в особенности в устьевой части рек, такого рода ситуации просто недопустимы, так как приводят к тяжелым последствиям для прибрежных экосистем. Кроме того, основные рекреационные объекты находятся именно на этих прибрежных участках. Таким образом, результаты проведенного исследования заключаются в комплексной оценке рисков природного и техногенного характера, возникающих в процессе берегопользования в регионе.

**Ключевые слова:** гидрохимические показатели, концентрации загрязняющих веществ, Краснодарский край, Республика Абхазия, экологические риски

**HYDROCHEMICAL INDICATORS OF WATERS OF RECREATIONAL  
ZONES OF THE BLACK SEA COAST OF KRASNODAR TERRITORY  
AND THE REPUBLIC OF ABKHAZIA**<sup>1</sup>Arakelov M.S., <sup>2</sup>Akhsalba A.K., <sup>1</sup>Dolgova-Shkhalakhova A.V., <sup>3,4</sup>Lipilin D.A., <sup>1</sup>Yayli E.A.<sup>1</sup>The Tuapse brunch of The Russian State Hydrometeorological University, Tuapse, e-mail: kafirnigan@mail.ru;<sup>2</sup>Institute of ecology of the Academy of Sciences of Abkhazia, Sukhum, e-mail: asida\_cen@mail.ru;<sup>3</sup>Kuban State University, Krasnodar, e-mail: lipilin\_dmitrii@mail.ru;<sup>4</sup>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar

The black sea coast within the administrative borders of the Krasnodar territory and the Republic of Abkhazia is a single integral natural-ecological, geomorphological, and economic-social system. The assessment of hydrochemical parameters of the waters of the Eastern part of the Black sea. The article compares the concentrations of the main pollutants in the background points of the water areas of the studied areas with similar data obtained directly in the recreational areas of the coast. Based on the results of the study, it becomes obvious that further exposure to natural factors and an increase in the anthropogenic load in most of the water area will be observed degradation of marine waters. The greatest damage to the Black sea is caused by non-channeled sewage and rainwater, oil products, cement dust and residues of chemicals used in construction that fall into the coastal waters with the flow of rivers that flow into the sea. Nitrogen and phosphorus compounds are supplied via river runoff from domestic and industrial sources with fertilizers and detergents. Occasional oil spills cover a relatively small surface area. At the same time, if the level of pollution in the open part of the water area (background points) is relatively small, then in the coastal zone and, in particular, in the estuaries of rivers, such situations are simply unacceptable, since they lead to severe consequences for coastal ecosystems. In addition, the main recreational facilities are confined to these coastal areas.

**Keywords:** hydrochemical indicators, concentrations of pollutants, Krasnodar territory, Republic of Abkhazia, environmental risks

«2018 год становится одним из самых жарких в истории, с новыми температурными рекордами во многих странах. Это не удивительно. Тепловые волны и высокая температура, которые мы испытываем, согласуются с тем, что мы ожидаем в ре-

зультате изменения климата, вызванного выбросами парниковых газов. Это не сценарий будущего. Это происходит сейчас» – с таким сообщением выступила Всемирная метеорологическая организация (ВМО), являющаяся ключевым специализированным

учреждением Организации Объединенных Наций, занимающимся исследованиями в области метеорологии.

Эпизоды экстремального тепла и осадков учащаются в результате изменения климата. Хотя невозможно связать отдельные экстремальные события 2018 г. с изменением климата, они совместимы с общей долгосрочной тенденцией, вызванной ростом концентрации парниковых газов, как считает ВМО.

Экстремальные погодные условия уходящего года напрямую сказались на результатах определения гидрохимических показателей прибрежных вод Черного моря на участке от Анапы до Туапсе [1].

Черное море является одним из основных рекреационных объектов Краснодарского края и Республики Абхазия, от экологического состояния которого зависит в том числе и экономика региона. Основным видом загрязнения акватории являются нефтепродукты. Факторами, влияющими на концентрацию нефтепродуктов в акватории, служат: сток рек, основное черноморское течение, метеорологические условия и антропогенная нагрузка [2].

Оценка уровня солености морских вод, особенно в относительно небольшой прибрежной акватории, крайне важна ввиду того, что получаемые в рамках таких исследований результаты в перспективе возможно использовать для достижения целей рационального использования туристско-рекреационных ресурсов в прибрежных зонах, развития кормовой базы и тем самым увеличения популяции промысловой морской фауны, формирования и развития бальнеологической составляющей как основы прибрежного туризма и рекреации.

Как известно, в поверхностном слое морских вод имеет место годичный цикл динамики содержания кислорода. Причина этого – влияние целого ряда факторов, таких как: годовой ход температуры воды, поступление или частичный отток кислорода в нижний слой атмосферы при избыточной его концентрации, использование кислорода для дыхания и окисления органических веществ.

Необходимо учитывать, что Черноморское побережье Краснодарского края характеризуется в определенной степени целостностью физико-географических особенностей, что является следствием его приморского положения, расположения на юго-западном макросклоне Главного Кавказского хребта, субтропического кли-

мата. Протяженность Черноморского побережья Краснодарского края составляет порядка 350 км, а ширина изменяется в интервале 10–70 км. Площадь территории указанного региона оценивается примерно в 9000 км<sup>2</sup>. При этом суммарная площадь региона, включая 12-мильную зону морских территориальных вод страны, почти в два раза больше – 16780 км<sup>2</sup> (рис. 1) [3].

С точки зрения широтной зональности регион находится в зоне умеренного климатического пояса, однако благодаря приморскому положению и наличию к северу от побережья мощной горной системы Большого Кавказа создаются все условия для формирования локальной азональности климатических и других природных его условий.

Надо отметить, что географические особенности региона оказывают колоссальное воздействие на его экономико-социальные характеристики. Это имеет место во всей прибрежной зоне региона, от Керченского пролива до границы с Республикой Грузия по реке Ингури. При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что Краснодарское Причерноморье и Республика Абхазия не только тесно связаны единообразием физико- и экономико-географических характеристик, но и характеризуются в определенной степени историко-культурной целостностью. Как следствие, имеет место взаимная схожесть природно-хозяйственных особенностей двух регионов.

Цель исследования: анализ пространственно-временной динамики состояния прибрежных вод восточной части Черного моря в пределах побережья Краснодарского края и Республики Абхазия в разрезе значений важнейших гидрохимических показателей.

#### Материалы и методы исследования

Мониторинг состояния морской акватории в прибрежной зоне производится на постоянной основе за счет деятельности сети станций Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу состояния окружающей природной среды (Росгидромета). Целью функционирования станции является текущий контроль над уровнем загрязнения морской среды. Как правило, станции размещаются в тех районах побережья, которые в большей степени подвержены интенсивной антропогенной нагрузке, с целью оперативного сбора и анализа информации о возникновении очагов загрязнения морских акваторий и устьев рек, а также для оценки динамики гидрохимических и иных параме-

тров в течение года и в многолетний период. Благодаря имеющейся у Росгидромета сети станций осуществляется мониторинг всей прибрежной акватории региона и устьевых участков крупнейших рек побережья, куда в конечном итоге поступают промышленные и хозяйственно-бытовые стоки и откуда они могут распространяться дальше [4].

Оценка проводилась на соответствие значений гидрохимических показателей установленным требованиям и предельно допустимым концентрациям.

К основным показателям, характеризующим качество морских вод в прибрежной акватории Черного моря, относятся фосфаты, нитриты, кремний, азот аммонийный, нефтяные углеводороды, СПАВ и растворенная ртуть – именно по этим веществам аккредитована лаборатория ГМБ–Туапсе, так как они являются актуальными для исследуемого района.

С июня 2018 г. по август 2019 г. анализ проб морских вод проводился в Лаборатории комплексного экологического мониторинга состояния окружающей среды на базе

ГБПОУ КК «Туапсинский гидрометеорологический техникум», гидрохимические съемки осуществлялись один раз в три месяца. Пробы воды отбирались непосредственно в рекреационных пляжных зонах, расположенных в устьях рек в исследуемых районах.

Отбор проб проводили для определения концентраций аммонийного азота, нитритов, нефтяных углеводов (НУ), СПАВ, биохимической потребности кислорода (БПК), взвешенных веществ, также рассчитывали водородный показатель среды. В настоящее время инфракрасный спектрофотометрический (ИК) метод является ключевым инструментом контроля над концентрацией нефтепродуктов в морской воде. Его применение позволяет осуществить скрупулезный анализ и дать оценку параметров нефтяного загрязнения, проводить постоянный мониторинг загрязнения морской акватории нефтяными углеводородами с учетом всех нефтяных фракций, что дает возможность говорить о достоверности и точности полученных результатов измерений [5].



Рис. 1. Карта Черноморского побережья Краснодарского края

**Таблица 1**

Среднегодовые значения концентрации химических соединений за 2013–2017 гг.

Территория	Фосфаты, мкг/дм <sup>3</sup>	Нитриты, мкг/дм <sup>3</sup>	Кремний, мкг/дм <sup>3</sup>	Азот ам- монийный мкг/дм <sup>3</sup>	Нефтяные углеводоро- ды, мг/дм <sup>3</sup>	СПАВ, мкг/дм <sup>3</sup>	Растворенная ртууть, мкг/дм <sup>3</sup>
ПДК	200	80	1000	400	50	100	0,1
2013 г.							
Анапа	9,2	4,0	243,0	43,5	0,010	5,8	0,000
Новороссийск	11,4	3,3	249,0	32,3	0,010	5,7	0,000
Геленджик	12,0	2,7	203,0	35,9	0,010	4,7	0,010
Туапсе	22,0	4,0	239,1	53,0	0,020	4,8	0,005
2014 г.							
Анапа	13,0	3,1	241,0	51,8	0,010	3,5	0,004
Новороссийск	15,8	2,9	234,0	63,0	0,020	5,0	0,010
Геленджик	13,6	3,3	227,0	37,2	0,010	4,2	0,004
Туапсе	13,7	1,5	228,0	31,9	0,010	2,5	0,005
2015 г.							
Анапа	11,0	1,3	297,0	104,0	0,010	5,5	0,000
Новороссийск	12,0	1,3	266,0	94,4	0,020	6,9	0,006
Геленджик	13,0	1,4	240,0	114,0	0,004	6,0	0,000
Туапсе	40,0	2,4	114,0	51,0	0,020	6,0	0,001
2016 г.							
Анапа	54,1	3,4	436,0	74,9	0,026	6,2	0,000
Новороссийск	58,3	2,8	471,0	78,4	0,034	5,2	0,000
Геленджик	48,6	2,4	339,0	72,4	0,013	5,1	0,000
Туапсе	37,3	2,1	303,0	53,6	0,025	11,9	0,000
2017 г.							
Анапа	12,8	1,9	203,7	100,8	0,013	10,0	0,005
Новороссийск	14,3	2,1	185,8	197,9	0,003	10,0	0,010
Геленджик	12,4	0,9	183,4	183,9	0,004	10,0	0,010
Туапсе	12,9	0,7	278,5	81,0	0,015	10,0	0,006

Для определения солености основным методом является аргентометрический, или метод оценки солености морской воды по концентрации хлора. Данный метод оценки «хлорности» воды основан на титровании отмеренной пробы морской воды (15 мл) раствором азотнокислого серебра (AgNO<sub>3</sub>) заданной концентрации. Эта процедура производится, пока не прекратится образование белого творожистого осадка хлорного серебра (AgCl), иными словами, до полного выпадения в осадок всех галогенидов.

Для оценки условий обитания морских организмов, прежде всего рыб, а также косвенной оценки качества морской воды, интенсивности процессов образования и разложения органических веществ, способности к самоочищению водоемов и иного определяется концентрация кислорода в поверхностных водах на основе метода Винклера, который также включен в программу наблюдений.

### Результаты исследования и их обсуждение

Среднегодовые значения концентрации вышеуказанных загрязнителей в период 2013–2017 гг. были рассчитаны на основе выполненных исследований в гидрохимической лаборатории ГМБ–Туапсе (табл. 1).

Характерной особенностью результатов анализа является тот факт, что все значения исследуемых показателей значительно ниже ПДК. При более детальном рассмотрении показателей в динамике наблюдаются относительные вариации. Так, видно, что 2017 г. характеризуется уменьшением концентрации углеводородов нефти, а также кремния, фосфатов и нитритов, при этом значения по аммонийному азоту и ртути, наоборот, увеличились по сравнению с 2016 г.

Состояние морских вод в исследуемом периоде анализировалось с помощью сопоставления полученных значений гидрохимических показателей с установленными

нормативами и предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Усредненные значения исследуемых гидрохимических показателей представлены в табл. 2.

На сегодняшний день Абхазским государственным центром экологического мониторинга (АГЦЭМ) 2 раза в месяц осуществляются мониторинг и комплексная оценка состояния акватории Сухумской бухты Черного моря на основании гидрохимических параметров (в первых числах и в середине месяца) следующим образом. В пунктах «Айтар», «Большой причал», в районе аварийного сброса «Эльбрус», «ГИАНА» (Сухумский мыс), Новый Афон отбираются пробы воды и затем направляются для анализа в лабораторию Института экологии АНА.

Независимо от времени года доля концентрации растворенного кислорода в пробах морской воды должна быть не ниже 4 мг/л. Минимальный предел выявления растворенного кислорода при этом составляет 0,05 мг/л.

БПК (биохимическая потребность кислорода) – количество кислорода в миллиграммах, требуемое для окисления находящегося в 1 л воды органических веществ в аэробных условиях, без доступа света, при 20 °С, за определенный период в результате протекающих в воде биохимических процессов [6].

Анализ полученных данных показывает, что наиболее критичным загрязняющим компонентом морских вод на исследуемом участке является аммонийный азот, который служит индикатором стока неканализованных вод суши. Так, в Анапе концентрация аммонийного азота составила 6,0 ПДК, в Новороссийске – 4,0 ПДК, в Геленджике – 4,5 ПДК, в Туапсе – 6,75 ПДК.

Концентрация нитритов превышена в Геленджике – 1,75 ПДК.

К сожалению, в 2018 г. нарушилась тенденция сокращения попадания НУ в прибрежные воды Черного моря: зафиксированы значительные превышения ПДК по концентрации НУ в Новороссийске (5,6 ПДК) и Туапсе (3,6 ПДК). Такое положение сохранялось в течение всего периода наблюдений.

Повышенная концентрация аммонийного азота вызвала, как следствие, повышение уровня биологического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>): во всех исследуемых точках среднегодовой показатель этого процесса превышен не менее чем в два раза.

Значительным колебаниям подвергся водородный показатель среды (рН), его максимальное значение зафиксировано на уровне 8,8 в сентябре 2018 г. в рекреационных водах г. Туапсе (центральный городской пляж, устье реки Туапсе) при допустимых верхних значениях – 8,5.

Что же касается основных источников пополнения поверхностного слоя морских вод кислородом, то здесь необходимо отметить процессы поглощения его из атмосферы и продуцирование в процессе фотосинтеза водными организмами, прежде всего синезелеными водорослями. Однако оба этих процесса имеют место только лишь в поверхностном слое воды. К тому же на их скорость оказывают сильное воздействие колебания температуры и атмосферного давления.

Наибольший урон Черному морю наносят загрязнения рек, попадающие в него с неканализованными сточными и дождевыми водами, нефтепродуктами, цементной пылью и остатками химических веществ, используемых в строительстве. Через речной сток от бытовых и промышленных источников с удобрениями и моющими средствами поступают соединения азота и фосфора (рис. 2).

Таблица 2

Усредненные значения гидрохимических показателей за период с июня 2018 г. по август 2019 г.

Показатель	V <sub>В</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	Нефтяные углеводороды, мг/дм <sup>3</sup>	СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>
ПДК	8,0 мг/дм <sup>3</sup>	0,08 мг/дм <sup>3</sup>	не более 3 мг/дм <sup>3</sup>	0,4 мг/дм <sup>3</sup>	0,05 мг/дм <sup>3</sup>	0,1 мг/дм <sup>3</sup>
Территория						
Анапа	8,2	0,07	6,2	2,4	0,04	0,04
Новороссийск	8,0	0,03	6,8	1,6	0,28	0,08
Геленджик	7,9	0,14	6,4	1,8	0,03	0,06
Туапсе	9,3	0,04	6,5	2,7	0,18	0,05

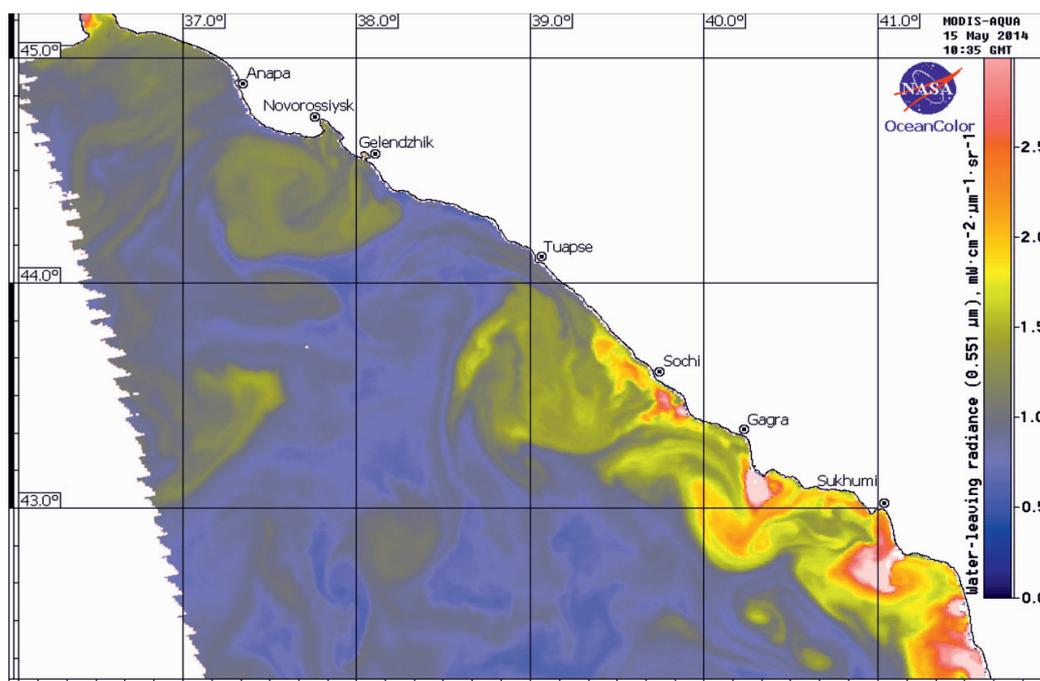


Рис. 2. Распределение концентрации взвешенного вещества, поступающего в прибрежные воды с речной водой, по данным MODIS-Aqua за 15 мая 2014 г. [7]

### Выводы

Обобщая полученные гидрохимические показатели рекреационных прибрежных вод Черного моря на участке от Анапы до Туапсе, можно сделать вывод, что в настоящий момент значения концентраций аммонийного азота и НУ значительно превышены, а значения БПК<sub>5</sub> и рН выходят за границы нормы.

Как показали исследования, в период с декабря по июнь в прибрежной акватории восточной части Черного моря наблюдается процесс снижения уровня солёности морской воды. При этом минимальный уровень солёности приходится на май, что связано, как правило, с прохождением паводковых явлений на реках Черноморского побережья региона. К тому же необходимо учитывать тот факт, что речной сток оказывает компенсирующее воздействие прежде всего на степень солёности морской воды именно в акватории, примыкающей к береговой зоне. Уровень солёности в «открытом море» в основном изменяется под влиянием ряда других факторов. В периоде с июня по сентябрь отмечается обратная ситуация – происходит снижение уровня содержания соли в прибрежных слоях морских вод, что объясняется уменьшением

объёмов стока рек побережья в летний засушливый период.

Полученные данные о годовой динамике уровня солёности прибрежных слоев морской воды свидетельствуют о том, что минимальное значение солёности (12,7‰) имеет место в весенний период, что объясняется, как было указано выше, увеличением объёмов речного стока и осадков в прибрежной зоне. Максимальное значение уровня солёности (17,6‰) отмечается в зимний сезон, ведь именно в этот период происходят значительное уменьшение объёма речного и поверхностного стока и, как следствие, повышение содержания солей в прибрежных водных слоях исследуемого региона.

Из сравнительного анализа среднемесячного распределения солёности можно сделать обобщающий вывод о том, что за последний год в целом показатель солёности морских вод снизился в сравнении с прошлым периодом примерно на 2,3‰.

Экологическая роль уровня солёности морской воды заключается в его влиянии на биологическую продуктивность моря, в частности на видовое разнообразие биоресурсов в целом и рыб в частности. Несмотря на сравнительную видовую обедненность Черного моря (что, кстати, является

следствием низкой солености), данный факт ни в коей мере не влечет за собой недостаток биоресурсов в целом (так называемого суммарного объема биомассы). Это происходит за счет притока органических и минеральных веществ, продуцируемого речными стоками, что в свою очередь нейтрализует негативное влияние замедленного вертикального водообмена, характерного для Черного моря [8].

В акватории исследуемого региона аварийные разливы нефтепродуктов – явление довольно частое. При этом уровень загрязнения нефтью и нефтепродуктами в открытой части акватории сравнительно невелик, тогда как в прибрежных областях и в устьевых зонах рек побережья он подчас бывает критическим, что совершенно недопустимо. Последствия этих и без того вопиющих чрезвычайных ситуаций усугубляются тем, что в прибрежной зоне сосредоточены основные туристско-рекреационные объекты.

*Исследование было выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 19-55-40007 Абх\_а) и Академии наук Абхазии (грант № 19-00-34) «Разработка научных основ комплексной оценки геоэкологических рисков природного и техногенного характера для целей обеспечения устойчивого развития береговых систем восточной части Черного моря при планировании хозяйственно-экономического комплекса»).*

#### Список литературы / References

1. Сергин С.Я., Цай С.Н., Магулян А.О., Земцов Р.В. Умеренный и субтропический типы климата Азово-Черноморского бассейна // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2018. № 51. С. 58–62.
1. Sergin S.Ya., Tsai S.N., Magulyan A.O., Zemtsov R.V. Temperate and Subtropical Climates of the Azov-Black Sea Basin // Uchenyye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta. 2018. № 51. P. 58–62 (in Russian).
2. Аракелов М.С., Долгова-Шхалахова А.В., Ахсалба А.К., Марандиди С.И. Комплексная оценка качества прибрежных вод восточной части Черного моря на участке от Анапы до Туапсе для снижения рисков природного и техногенного характера // Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты материалы международной научно-практической конференции: материалы международной научно-практической конференции. Воронеж, 2019. С. 59–62.
2. Arakelov M.S., Dolgova-Shkhalakhova A.V., Akhsalba A.K., Marandidi S.I. Complex assessment of the quality of coastal waters in the Eastern part of the Black sea from Anapa to Tuapse to reduce the risks of natural and technogenic nature // Teoreticheskiye i prikladnyye problemy geograficheskoy nauki: demograficheskiy, sotsial'nyy, pravovoy, ekonomicheskoy i ekologicheskoy aspekty materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Voronezh, 2019. P. 59–62 (in Russian).
3. Аракелов М.С., Ахсалба А.К., Гогоберидзе Г.Г., Долгова-Шхалахова А.В., Жиба Р.Ю., Яйли Е.А. К вопросу анализа геоморфологического и геоэкологического состояния и оценки природных и антропогенных рисков снижения устойчивости береговых систем восточной части Черного моря // Успехи современного естествознания. 2018. № 12–2. С. 333–338. DOI: 10.17513/use.37017.
3. Arakelov M.S., Ahava A.K., Gogoberidze G.G. Dolgova-Shkhalakhova A.V., Giba R.Yu., Yaili E.A. Analysis of geomorphological and geo-ecological condition and natural and anthropogenic risks reducing the resilience of coastal systems of the Eastern part of the Black sea // Advances in current natural sciences. 2018. № 12–2. P. 333–338 (in Russian).
4. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2017 / под ред. Коршенко А.Н. М.: Наука, 2018. 226 с.
4. The quality of marine waters according to hydrochemical indicators. Yearbook 2017 / pod red. Korshenko A.N. M.: Nauka, 2018. 226 p. (in Russian).
5. Церенова М.П., Музалевский А.А. К вопросу комплексной геоэкологической оценки урбанизированной территории в прибрежной зоне. Экологический и экономический аспекты // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2015. № 38. С. 189–200.
5. Tserenova M.P., Muzalevsky A.A. On the issue of complex geo-ecological assessment of urbanized territory in the coastal zone. Ecological and economic aspects // Uchenyye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta. 2015. № 38. P. 189–200 (in Russian).
6. Гицба Я.В., Экба Я.А. Оценка загрязнения нефтепродуктами Сухумской акватории Черного моря // Материалы всероссийской научной конференции: Экология 2011 – море и человек. Таганрог, 2011. С. 49–53.
6. Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A. Assessment of oil product contamination in the Sukhumi black sea area // Materialy vsersiyskoy nauchnoy konferentsii: Ekologiya 2011 – more i chelovek. Taganrog, 2011. P. 49–53 (in Russian).
7. Гицба Я.В., Экба Я.А. Гидрофизические процессы в Абхазской акватории Черного моря // Доклады Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова. Материалы Международного симпозиума. Серия «Научные Международные симпозиумы. Инженерная экология». Под ред. Ф.А. Мкртчяна. 2019. С. 237–242.
7. Gitsba Ya.V., Ekba Ya.A. Hydrophysical processes in the Abkhaz Black sea // Doklady Rossiyskogo nauchno-tekhnicheskogo obshchestva radiotekhniki, elektroniki i svyazi imeni A.S. Popova. Materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma. Seriya «Nauchnyye Mezhdunarodnyye simpoziumy. Inzhenernaya ekologiya». Pod red. F.A. Mkrtychyan. 2019. P. 237–242 (in Russian).
8. Экба Я.А., Гицба Я.В. Влияние регионального потепления климата на изменения температуры и солености поверхностных вод сухумской акватории Черного моря // Вестник Академии наук Абхазии. 2011. № 3. С. 201–207.
8. Ekba Ya.A., Gitsba Ya.V. Influence of regional climate warming on changes in temperature and salinity of surface waters of the Sukhumi water area of the Black sea // Vestnik Akademii nauk Abkhazii. 2011. № 3. P. 201–207 (in Russian).