

**Г.Ж. Кенжетаев<sup>1</sup>, А.К. Серикбаева<sup>1</sup>, П.Н. Маккавеев<sup>2</sup>,  
С. Сырлыбеккызы<sup>1\*</sup>, Н.Ш. Джаналиева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Каспийский государственный университет технологии и  
инжиниринга им. Ш.Есенова, Казахстан, г. Актау

<sup>2</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук,  
Россия, г. Москва, e-mail: Samal\_86a@mail.ru

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МОРСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА АКТАУ**

В статье представлены результаты этапов исследований морской части Каспийского моря в пределах территории города Актау. В настоящее время, несмотря на многочисленные исследования Каспия, до сих пор существуют районы моря, степень изученности и покрытия данными прямыми наблюдениями которых крайне мала. В этой связи исследования акватории Каспия являются актуальными и своевременными. Данные исследования могут способствовать мероприятиям по управлению качеством окружающей среды. Экосистема Каспия оценивается как предкризисная и может ухудшиться в результате крупномасштабного вторжения в природную среду из-за планируемого освоения мелководий северо-восточной части для добычи нефти. Гидрофизические измерения проводились с борта катамарана, находящегося в дрейфе, заякорена была только станция на разрезе 3 «Актау». Выполнено 4 разреза, каждый разрез состоял из четырех гидрологических станций (ГС), отбор проб проводился на поверхности воды с четырех точек-станций. Портативная метеорологическая станция была установлена на высоте 5 м над уровнем моря на причале яхт-клуба севернее порта Актау. На каждой ГС, проводились гидрофизические и гидрохимические измерения, а также отбор проб воды с последующими лабораторными анализами. Определение гидрохимических параметров определялись по стандартным методикам, принятым в экспедиционной практике. Определения проводились в нефилтрованных пробах. Величина рН определялась потенциометрическим методом. Определение общей щелочности проводилось методом прямого титрования с цветовым окончанием. Определение содержания растворенного неорганического фосфора проводилось колориметрическим методом. Данные исследования могут способствовать мероприятиям по управлению качеством окружающей среды.

**Ключевые слова:** Каспийское море, акватория, соленость, фенолы, углеводороды, мониторинг.

G.Zh. Kenzhetaev<sup>1</sup>, A.K. Serikbayeva<sup>1</sup>, P.N. Maccabev<sup>2</sup>,  
S. Syrlybekkyzy<sup>1</sup>, N. Sh. Janalieva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yessenov University, Kazakhstan, Aktau

<sup>2</sup>Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences,  
Russia, Moscow, e-mail: Samal\_86a@mail.ru

## **Environmental monitoring of the marine part o f the Caspian Sea within the territory of Aktau**

The article presents the results of the stages of research of the marine part of the Caspian sea within the territory of the city of Aktau. Currently, despite numerous studies of the Caspian sea, there are still areas of the sea, the degree of study and coverage of direct observations, which is extremely small. In this regard, studies of the Caspian sea are relevant and timely. These studies can contribute to environmental quality management activities. The Caspian ecosystem is assessed as pre-crisis and may deteriorate as a result of large-scale intrusion into the natural environment due to the planned development of shallow waters in the North-Eastern part for oil production. Hydrophysical measurements were carried out from the side of the catamaran, which was in the drift, only the station on section 3 "Aktau" was anchored. 4 sections were made, each section consisted of four hydrological stations (HS), sampling was carried out on the water surface from four points-stations. A portable weather station was installed at an altitude of 5 m above sea level at the Marina of the yacht club North of the port of Aktau. At each HS, hydrophysical and hydrochemical measurements were performed, as well as water sampling with subsequent labo-

ratory analyses. Determination of hydrochemical parameters was determined using standard methods adopted in expedition practice. Definitions were made in unfiltered samples. The pH value was determined by the potentiometric method. The total alkalinity was determined by direct titration with a color ending. The content of dissolved inorganic phosphorus (phosphates) was determined colorimetrically. These studies can contribute to environmental quality management activities.

**Key words:** Caspian Sea, water area, salinity, phenols, hydrocarbons, monitoring.

Г.Ж. Кенжетаев<sup>1</sup>, А.Қ. Серикбаева<sup>1</sup>, П.Н. Маккавеев<sup>2</sup>,  
С. Сырлыбекқызы<sup>1\*</sup>, Н.Ш. Джаналиева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ш. Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технологиялар және  
инжиниринг университеті, Қазақстан, Ақтау қ.,

<sup>2</sup>Ресей Ғылым академиясының П.П. Ширшов атындағы Океанология институты,  
Ресей, Мәскеу қ., e-mail: Samal\_86a@mail.ru

### Ақтау қаласы аумағының шегіндегі Каспий теңізінің теңіз бөлігінің экологиялық мониторингі

Мақалада Ақтау қаласы аумағының шегінде Каспий теңізінің теңіз бөлігін зерттеу кезеңдерінің нәтижелері берілген. Қазіргі уақытта Каспий теңізінің көптеген зерттеулеріне қарамастан, әлі күнге дейін теңіз аудандарының зерттелу дәрежесі және тікелей бақылаулардың деректері өте аз. Осыған байланысты Каспий акваториясын зерттеу өзекті және уақытылы болып табылады. Бұл зерттеулер қоршаған ортаның сапасын басқару бойынша іс-шараларға ықпал етуі мүмкін. Каспий экожүйесінің жағдайы дағдарыс алдында деп бағаланады және мұнай өндіру үшін солтүстік-шығыс бөлігінің таяз суларын игерудің жоспарлануына байланысты табиғи ортаға ірі ауқымды басып кіру нәтижесінде нашарлауы мүмкін. Гидрофизикалық өлшеулер дрейфтегі катамаран бортынан, «Ақтау» 3-ші учаскесіндегі станцияда ғана жүргізілді. Төрт тілік орындалды, әрбір тілік төрт гидрологиялық станциядан (ГС) тұрды, сынамаларды іріктеу су бетінде төрт нүкте станциялардан жүргізілді. Портативті метеорологиялық станция Ақтау портынан солтүстікке қарай яхт-клуб айлағында теңіз деңгейінен 5 м биіктікте орнатылды. Әрбір гидрологиялық станцияда гидрофизикалық және гидрохимиялық өлшеулер, сондай-ақ кейінгі зертханалық талдаулары бар су сынамаларын іріктеу жүргізілді. Гидрохимиялық параметрлерді анықтау экспедициялық практикада қабылданған стандартты әдістемелер бойынша анықталды. Анықтамалар сүзілмеген сынамаларда жүргізілді. рН шамасы потенциометриялық әдіспен анықталды. Жалпы сілтілікті анықтау түстік ұшымен тікелей титрлеу әдісімен жүргізілді. Еріген органикалық емес фосфордың мөлшері колориметриялық әдіспен жүргізілді. Бұл зерттеулер қоршаған ортаның сапасын басқару бойынша іс-шараларға ықпал етуі мүмкін.

**Түйін сөздер:** Каспий теңізі, акватория, тұздылық, фенолдар, көмірсутектер, мониторинг.

## Введение

Загрязнение окружающей среды, и в частности акватории Каспийского моря, оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье как настоящего, так и последующих поколений, ибо человек в процессе своей хозяйственной деятельности в ряде случаев уже нарушил и продолжает нарушать некоторые важные экологические процессы, от которых зависит его существование. Сложность и противоречивость отношения человека с окружающей средой, нарастающая урбанизация, высокие темпы развития нефтедобычи на морском шельфе, потребительское, бездумное использование природных богатств недр земли, в ряде регионов страны, включая и Мангистаускую область, могут привести к экстремальным экологическим ситуациям, выражающихся в экологических кризисах [7]. В целом, экосистема Каспия оценивается как

предкризисная и может ухудшиться в результате крупномасштабного вторжения в природную среду из-за планируемого освоения мелководий северо-восточной части для добычи нефти.

В настоящее время несмотря на многочисленные исследования Каспия, до сих пор существуют районы моря, степень изученности и покрытия данными прямых наблюдений которых крайне мала. В данных районах возникает целый ряд вопросов фундаментального и прикладного характера, требующих регионального подхода к изучению состояния почв в прибрежных зонах Каспийского моря. Данная ситуация особенно усугубилась в последние три десятилетия, когда наблюдалось резкое сокращение числа научных исследований по этой проблеме [8]. Одним из таких районов является восточное побережье Среднего Каспия, а именно акватория моря в районе областного центра Мангистауской области, г. Актау и его пригородных территорий. Кроме

того, порт Актау является единственным портом Казахстана, используемым для международных перевозок сырой нефти и нефтепродуктов. В этой связи исследования акватории Каспия и прибрежной зоны областного центра являются актуальными и своевременными. Данные исследования могут способствовать мероприятиям по управлению качеством окружающей среды [9].

### Материалы и методы исследований

Основной источник фактической информации – материалы исследований кафедры «Экология и химический инжиниринг» (ЭХИ) (рук. д.т.н., профессор Г.Ж. Кенжетаяев) Каспийского государственного университета технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова (КГУТИ) совместно с Институтом океанологии им. П.П. Ширшова (рук. д.г.н., член-корр. РАН П.О.Завьялов). Мониторинг морской среды в мелководной зоне в районе г. Актау Мангистауской области Республики Казахстан и прилегающей к ней территории был проведен в сотрудничестве с Институтом океанологии РАН РФ, с 23 по 27 апреля 2018 года. Гидрофизические измерения проводились с борта катамарана, находящегося в дрейфе, закорена была только станция на разрезе 3 «Актау». Выполнено 4 разреза, каждый разрез состоял из четырех гидрологических станций (ГС), отбор проб проводился на поверхности воды с четырех точек-станций 14, 15 16 и 17. Портативная метеорологическая станция была установлена на высоте 5 м над уровнем моря на причале яхт-клуба севернее порта Актау [7].

#### *Гидрофизические и гидрохимические измерения*

На каждой ГС проводились гидрофизические и гидрохимические измерения, а также отбор проб воды с последующими лабораторными анализами. Для проведения анализов и консервации проб воды в лаборатории кафедры «Экология и химический инжиниринг» была оборудована и обустроена временная лаборатория. Пробы морской воды обрабатывались в день их отбора. Для аналитических исследований были использованы: Фотоколориметр Эксперт-003 (НПП Эконикс-Эксперт) РФ), Анализатор жидкости, рН-метр-иономер 4-канальный, шприцевые дозаторы LABMATE, объемом 1 и 5 мл (Польша).

#### *Отбор проб морской воды*

Отбор проб воды проводился согласно ГОСТ 17.1.5.05-85 «Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод». Сразу

после отбора пробу воды переливали в посуду для хранения проб по ГОСТ 17.1.5.04-81. Отбор воды проводился пластиковым батометром типа «Hydro Bios», объемом 1.7 л. [1, 2].

#### *Определение гидрохимических параметров*

Указанные параметры определялись по стандартным методикам, принятым в экспедиционной практике [3]. Величина рН определялась потенциометрическим методом по РД 52.10.243-92 в практической шкале NBS. Определения проводились в нефилтрованных пробах. Определение общей щелочности проводилось методом прямого титрования (метод Бруевича) с цветным окончанием. Определения проводились в нефилтрованных пробах. Определение содержания растворенного неорганического фосфора (фосфаты) проводилось колориметрически в соответствии с РД 52.24.382-2006 «Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом». Всего выполнено 26 гидрохимических анализов, в том числе определений рН – 12, растворенного неорганического фосфора – 12, нитритного азота – 12, нитратного азота – 14, аммонийного азота – 12, общего азота – 12 и растворенного кислорода – 12. Регистрация значений температуры и солености морской воды выполнялась с помощью проточной зондирующей системы с использованием зонда YSI 6600. Зондирующая система состоит из насоса производительностью около 1 л/с, подающего заборную воду в специальный контейнер емкостью 30 литров [5].

Скорость течения моря измерялась доплеровским акустическим измерителем течений (ADCP) RDI Work Horse 600kHz, который вывешивался за борт судна и выдерживался в поверхностном слое воды 10 минут.

#### *Содержание фенолов, углеводов и СПАВ в морской воде*

Анализ содержания фенолов нефтепродуктов и СПАВ в пробах воды выполнен в лаборатории «ЭХИ» с использованием газового хроматографа с масс-селективным детектором AGILENT 6890 (США). Для анализа синтетических поверхностно-активных веществ СПАВ и фенолов, использованы Нафталин-d8, Фенантрен-d10, Пирен-d10, Кризен-d12 and Перилен d12. Гептаметилнонан, Гексадекан, 1-Хлороктадекан, Сквалан использованы в качестве внутреннего стандарта для анализа наличия нефтепродуктов в морской воде [6].

Для анализа полициклических ароматических углеводов и фенолов использова-

лись Нафталин-*d8*, Фенантрен-*d10*, Пирен-*d10*, Кризен-*d12* and Перилен-*d12*.

### Результаты и обсуждение

**Морская часть.** Станции отбора проб были расположены в морской части поселков Акшукур и С. Шапагатова, являющихся пригородными поселками областного центра и удаленных от г. Актау на 13 км и 21 км соответственно. Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 «Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод». Работы проводились с борта катамарана (рис. 1) и при этом было осуществлено четыре однодневных выхода в море.

В целом было выполнено 4 разреза, состоящих из 17 станций. Если отсчет вести с севера на юг, то 1 разрез – станции (14, 15, 16 и 17), 2 разрез станции (4, 5, 6 и 7), 3 разрез (3, 8, 2 и 1,

а также заякоренная станция), 4 разрез (9, 10, 11 и 12).

В данной работе рассматривается 1 разрез со станциями ГС-14, ГС-15, ГС-16 и ГС-17. Станция ГС-14 (гидрологическая станция) была расположена на расстоянии 1153,85 метров от берега в районе частных построек пос. Акшукур. Станция ГС-15 отстояла от берега на расстоянии 3627,17 м, а от станции ГС-14 на удалении 2180 м. Станция ГС-16 располагалась от берега на расстоянии 6406,71 метров, при этом удаление ее от ГС-15 составило 2500 м. Станция ГС-17 была удалена от берега на 8745,93 метров, а от ГС-16 на 2300 м. В таблице 1 приведены рассматриваемые гидрологические станции (ГС), их местоположение, координаты, глубина и расстояние от берега. Карта-схема расположения рассматриваемых четырех ГС приведена на рисунке 1 [8, 9].

**Таблица 1** – Местоположение, координаты, глубина воды и расстояние от берега гидрологических станций (ГС). Весна 2018 г.

Станция №	Местоположение	Широта	Долгота	Расстояние от берега, м
ГС-14	Район пос. Акшукур	43°48'04.00»	51°00'35.00»	1153,85
ГС-15	Район пос. Акшукур	43°46'58.00»	51°00'00.00»	3627,17
ГС-16	Район пос. С. Шапагатова	43°46'00.00»	50°59'02.00»	6406,71
ГС-17	Район пос. С. Шапагатова	43°45'00.00»	50°58'00.00»	8745,93

### *Физико-химическая характеристика и качество морской воды*

Гидролого-гидрохимические условия. Апрель и май месяцы 2019 г. Территория, прилегающая к г. Актау. Район пос. Акшукур. Глубина воды на гидрологических станциях ГС-14 – ГС-17 варьировала в пределах 11,9-19,8 м. Прозрачность воды изменялась в пределах 9-13,6 м, при этом прозрачность воды в апреле незначительно отличалась от таковой в мае месяце. Диапазон показателей мутности составлял 3-5,5 NTU. Причиной также незначительного увеличения мутности в мае воды является увеличение толщины перемешанного слоя под воздействием ветра [7].

Температура воды в поверхностном слое составляла 13,8-15,3. Следует отметить, что на ис-

следуемых станциях (ГС-14 – ГС-17), наблюдалось увеличение температуры воды в мае месяце в приповерхностном слое до 15,3°С, что объясняется интенсивным прогревом за счет солнечной радиации, а также низкой интенсивностью воздействия ветровых нагрузок в эти дни. Концентрация растворенного кислорода варьировала от 10,57 до 10,63.

Значения рН морской воды находились в пределах 8,27-8,49, для апреля месяца наблюдалась пониженная величина. Соленость воды составила в среднем 9,8 ‰ и практически была одинакова для 2 месяцев исследований. Электропроводность воды изменялась в узких пределах – 18,3-18,5 мС/см. Гидролого-гидрохимические условия морской воды на исследуемых ГС для апреля и мая месяца представлены в таблице 2 [9].

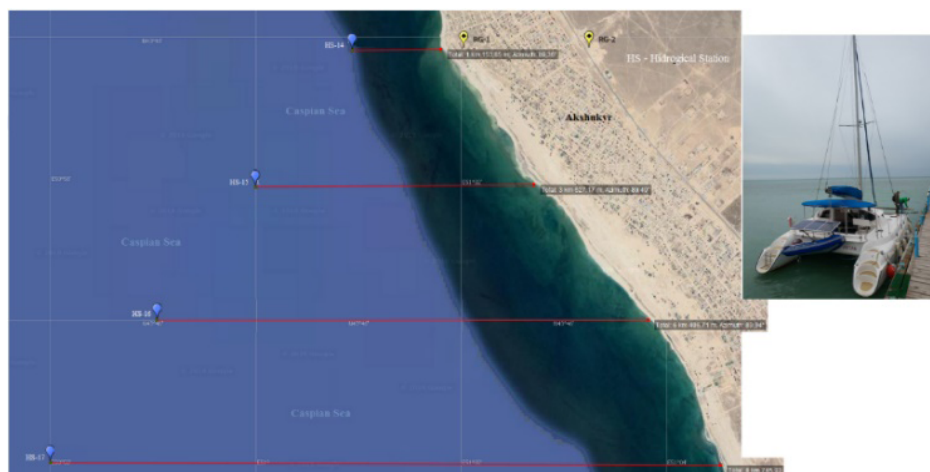


Рисунок 1 – Справа: карта-схема, выполненная в среде SAS Planet, слева: катамаран, использованный для гидрологических исследований Каспийского моря

Таблица 2 – Гидролого-гидрохимические условия морской воды на ГС

Станция	Глубина воды	Прозрачность воды	Мутность воды NTU	Температура воды °С	O <sub>2</sub>	pH	Соленость воды ‰	Эл-сть мС/см
ГС-14	11,9	9,0*(9,3**)	4,2* (4,5**)	13,9*(15,3**)	10,62	8,3*(8,4**)	10,43	18,3
ГС-15	17,8	10,8*(10,9**)	3,5*(3,7**)	14,1*(14,8**)	10,57	8,4*(8,5**)	10,57	18,4
ГС-16	18,5	11,3*(11,7**)	4,9* (5,1**)	14,3*(14,9**)	10,63	8,27*(8,3**)	10,61	18,5
ГС-17	19,8	12,5*(13,6)	5,5*(5,6**)	13,9*(14,9**)	10,41	8,49*(8,5**)	10,63	18,5
Макс	19,8	12,5*(12,6**)	5,5*(5,6**)	15,30*(15,4**)	10,63	8,49*(8,56**)	10,63	18,5
Минимум	11,9	9,30*(9,4**)	3,5*(3,7**)	13,80*(14,2**)	10,41	8,27*(8,31**)	10,43	18,3
Среднее	17,0	10,98*(11,3**)	4,53*(4,7**)	14,60*(14,8**)	10,56	8,38(8,51**)	10,56	18,43
Mean±SD	17,0±3,49	10,98±1,32*	4,53±0,86*	14,60±0,62	14,56±0,101	8,38±0,09	10,56±0,09	18,4±0,09
Mean±SD	17,0±3,49	12,73±1,19**	4,67±0,91**	14,73±0,49	14,56±0,101	8,39±0,093	10,56±0,09	18,4±0,09

\* Результаты исследований. Апрель 2019 г.

\*\* Результаты исследований. Май 2019 г.

**Содержание биогенных элементов в воде. Апрель, май 2019 г.** Содержание аммонийного азота в мае варьировало в пределах 0,043-0,109, что превышало значения, чем в апреле месяце. Содержание нитратного азота в воде в апреле месяце было низкое 0,026-0,087 и варьировало в пределах 0,092-0,103 мг/л в мае. Содержание нитратного азота в апреле так же было низкое, в сравнении с результатами в мае месяце. Среднее содержание общего азота как для апреля, так и для мая составило 1,63 мг/л. Концентрация фосфатов в воде в апреле была более повышенной по сравнению с результатами в мае месяце. Ре-

зультаты содержания биогенных элементов в воде ГС приведены в таблице 3 [4, 12].

Что касается течений, то на рассматриваемом разрезе 1 (ГС-14 – ГС-17) у берега наблюдались высокие скорости течения воды в поверхностном слое моря до 22 м/с в апреле месяце. При этом, скорости течения вод, в зависимости от глубины моря, а также удаления от его берега убывали до 3-4 см/с, и до 4-5 см/с соответственно. Если направления течений в поверхностном слое Каспийского моря в основном западное и северо-западное, то в глубинных слоях моря – юго-западное направление (рис. 2).

Таблица 3 – Концентрация биогенных элементов в воде ГС.

Станция №	Аммонийный азот, мг/л	Нитритный азот, мг/л	Нитратный азот, мг/л	Общий азот, мг/л	Фосфаты, мг/л.
ГС-14	0,087*(0,096**)	0.047*(0,0084**)	0,083*(0,092**)	1,63	0,067*(0,005**)
ГС-15	0,026*(0,043**)	0,026*(0,0088**)	0,085*(0,097**)	1,55	0,053*(0,047**)
ГС-16	0,064*(0,081**)	0,063*(0,0092**)	0,089*(0,101**)	1,58	0,052*(0,049**)
ГС-17	0,085*(0,109**)	0,079***(0,001**)	0,091*(0,103**)	1,60	0,051*(0,049**)
Макс.	0,79*(0,109**)	0,079*(0,01**)	0,87*(0,98**)	1,63	0,052*(0,05**)
Мин.	0,26*(0,04**)	0,0026*(0,09**)	0,084*(0,091**)	1,55	0,05*(0,04**)
Среднее	0,69*(0,087**)	0,063*(0,085**)	0,087*(0,98**)	1,59	0,55*(0,04**)
Mean±SD	0,063±0,0293*	0,067±0,0041*	0,89±0,0043*	1,59±0,033*	0,057±0,032*
Mean±SD	0,08±0,028**	0,01±0,003**	0,10±0,0051**	1,59±0,033**	0,04±0,021**

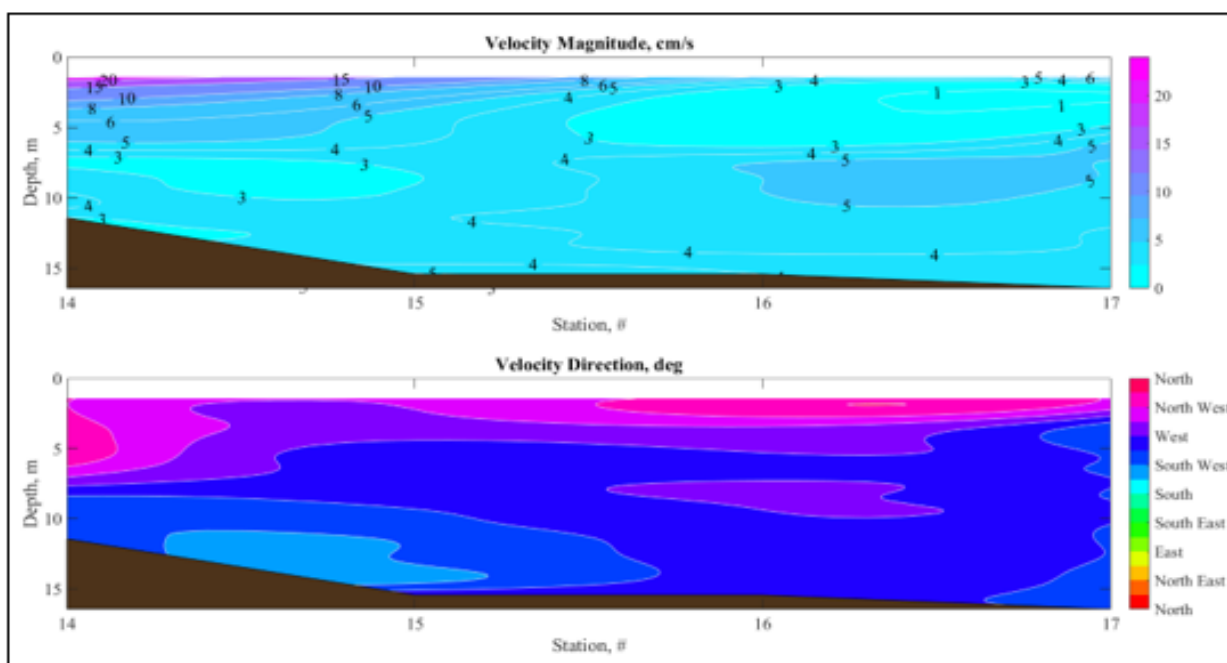


Рисунок 2 – Изменчивость скорости (верхняя диаграмма) и направления (нижняя диаграмма) течений вод Каспийского моря на разрезе 1 «Северный» по данным измерений ADCP

**Содержание фенолов, углеводородов и СПАВ в морской воде. Май 2019 г.**

Концентрация фенолов зафиксирована в пределах 0,0007-0,0016 мг/л. При этом, концентрация фенолов на станции ГС-17 превышает уровень ПДК (в 1,2 раза). Концентрация нефтепродуктов в воде зафиксирована в пределах от 0,005 до 0,008 мг/л, что намного меньше значения ПДК (табл. 4). Содержание СПАВ (< 0.05) в морской воде ниже определяемого уровня и не превышает ПДК.

**Содержание тяжелых металлов в воде. Результаты за май месяц 2019 г.**

Анализ проб морской воды проводился в аккредитованной экологической лаборатории УПРиРП Мангистауской области, на содержание металлоида мышьяка (As), и металлов бария (Ba), кадмия (Cd), хрома (Cr), меди (Cu), железа (Fe), ртути (Hg), никеля (Ni), свинца (Pb), ванадия (V), алюминия (Al) и цинка (Zn). По результатам анализов проб воды, содержание мышьяка, железа, ртути, ванадия и алюминия

было ниже предела обнаружения. Превышение ПДК зафиксировано в среднем для кадмия (в 2,1 раза), для хрома (в 4,0 раза), для меди (в 3,7 раза), никеля (в 5,2 раза) и свинца (в 4,6 раза).

Содержание бария и цинка оставалось в норме. Значения концентрации тяжелых металлов (ТМ) и металлоида (М) мышьяка представлены в таблице 5.

**Таблица 4** – Концентрация фенолов и нефтепродуктов в воде

Станция	мг/л		
	Фенолы	Нефтепродукты	СПАВ
ГС-14	0,0082	0,007	< 0.05
ГС-15	0,0075	0,008	< 0.05
ГС-16	0,0093	0,006	< 0.05
ГС-17	0,0012	0,005	< 0.05
Макс.	0,0093	0,008	-
Мин.	0,0075	0,006	-
Среднее	0,0084	0,007	-
ПДК рыбохоз.	0,001	0,05	0,5

**Таблица 5** – Концентрация тяжелых металлов и металлоида в воде

Станции	мг/л											
	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Zn	V	Al
ГС-14	< 0.005	0.008	0,017	0,11	1,9	< 0.1	< 0.0002	0,37	0,092	0.03	<0.001	< 0.04
ГС-15	< 0.005	0.007	0,015	0,20	2,3	< 0.1	< 0.0002	0,51	0,097	0.03	<0.001	< 0.04
ГС-16	< 0.005	0.008	0,021	0,13	3,7	< 0.1	< 0.0002	0,45	0,138	0.02	<0.001	< 0.04
ГС-17	< 0.005	0.007	0,019	0,18	1,85	< 0.1	< 0.0002	0,39	0,117	0.03	<0.001	< 0.04
Макс.	-	0,008	0,021	0,20	3,7	-	-	0,45	0,078	0,03	-	-
Мин.	-	0,007	0,015	0,11	1,85	-	-	0,29	0,028	0,02	-	-
Среднее	-	0,0075	0,018	0,155	2,775	-	-	0,37	0,053	0,025	-	-
ПДК рыбохоз*	0.01	2.0	0.01	0.001	0.005	0.05	0.0001	0.01	0.01	0.05	0.001	0.04
ПДК п. воды**	0.05	0.1	0.01	0.05	1.0	0.3	0.0005	0.1	0.03	5.0	0.1	0.1
Mean±SD	-	-	0,02± 0,0223	0,16± 0,0017	2,44± 0,748	-	-	0,43± 0,004	0,11± 0,020	-	-	-

\*Сводный список ПДК и ориентировочно-допустимых уровней воздействия (ОБУВ) опасных веществ для вод рыбохозяйственных водоемов. 1990

\*\*Санитарные требования к безопасности питьевых вод (Приказ № 147. 229.506)

Необходимо отметить, что концентрация ТМ в морской воде распределена неравномерно. Такая неравномерность объясняется высокими течениями в поверхностном слое, и расстоянием до судоходных путей. Так, минимальная концентрация кадмия 1,07 ПДК на ГС-15 (удаление от берега 3627 м, глубина 17,8 м), максимальная – порядка 2 ПДК на ГС-16 (удаление 6407 м от

берега, глубина 18,5 м), в районе судоходных путей.

Более низкое содержание хрома 2,1 ПДК – в береговой части моря, максимум 4 ПДК на ГС-15 на удалении 3627 м. Концентрация меди на удалении 8,74 км от берега оказалась более низкой около 2 ПДК, чем на ГС-16, расположенной на удалении 6,4 км от береговой линии Ка-

спийского моря. Высокая концентрация никеля 5,1 ПДК, зафиксирована на ГС-15, но вместе с тем на ГС-14 и ГС-17, была более ниже 3,7 и 3,8 ПДК соответственно [2].

Концентрация свинца 4,6 ПДК свинца наблюдалась на ГС-16 (судоходные пути), и более низкое содержание Pb – около 3 ПДК зафиксировано на ГС-14 (1,15 км от берега).

### Выводы

Причиной увеличения температуры воды в мае месяце в приповерхностном слое до 15,3°C, усиление солнечной радиации в эти дни. Соленость воды составила в среднем 9,8 ‰ и практически была одинакова для 2-х этапов исследований. Содержание нитратного азота в воде в апреле месяце было низкое 0,026-0,087, при этом величина нитритного азота в апреле также была ниже, чем в мае. Высокие скорости течения воды наблюдались в поверхностном слое моря – до 22 м/с в апреле месяце.

Концентрация ТМ в морской воде распределена неравномерно. Такая неравномерность объясняется высокими течениями в поверхностном слое и расстоянием до судоходных путей. Так, минимальная концентрация кадмия 1,07 ПДК на ГС-15 (удаление от берега 3627 м, глубина 17,8 м), максимальная – порядка 2 ПДК на ГС-16 (удаление 6407 м от берега, глубина 18,5 м), в районе судоходных путей [10, 11].

Более низкое содержание хрома 2,1 ПДК – в береговой части моря, максимум 4 ПДК на ГС-15 на удалении 3627 м. Концентрация меди на удалении 8,74 км от берега оказалась более низкой – около 2 ПДК, чем на ГС-16, расположенной на удалении 6,4 км от береговой линии Каспийского моря. Высокая концентрация никеля 5,1 ПДК, зафиксирована на ГС-15, но вместе с тем на ГС-14 и ГС-17, была более ниже 3,7 и 3,8 ПДК соответственно.

Концентрация свинца 4,6 ПДК свинца наблюдалась на ГС-16 (судоходные пути), и более низкое содержание Pb – около 3 ПДК зафиксирована на ГС-14 (1,15 км от берега).

### Литература

1. Alca N., Karanik S., Ödemiş B. Assessment of ammonium, nitrate, phosphate, and heavy metal pollution in groundwater from Amik Plain, southern Turkey // *Environ. Monit. Assess.* – 2014. – Vol. 186, № 9. – P. 5921-5934.
2. Kazem D.B., Mahmoud R.N., Farzaneh S. Heavy metal pollution assessment in relation to sediment properties in the coastal sediments of the Southern Caspian Sea // *Marine Pollution Bulletin.* – 2015. – Vol. 92, № 1-2. – P. 237-243. doi.: 10.1016/j.marpolbul.2014.12.035.
3. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. – М.: Мир. 1992. – 403 с.
4. Luis R.V., Fernando M., António J.A., Amadeu M.V., Soares M. Integrated multivariate approach of ecological and ecotoxicological parameters in coastal environmental monitoring studies // *Ecological Indicators.* – 2018. – Vol. 95. – P. 1128-1142. doi.: 10.1016/j.ecolind.2017.11.004.
5. Xiaohu W., Jian L., Jun W. Influence of coastal groundwater salinization on the distribution and risks of heavy metals // *Science of The Total Environment.* – 2019. – Vol. 652. – P. 267-277. doi.: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.250
6. Yifei Zh., Min X., Qing L., Zaifeng W., Lin Zh., Ye Ch. Study of heavy metal pollution, ecological risk and source apportionment in the surface water and sediments of the Jiangsu coastal region, China: A case study of the Sheyang Estuary // *Marine Pollution Bulletin.* – 2018. – Vol.137. – P. 601-609. doi.: 10.1016/j.marpolbul.2018.10.044.
7. Суюнова А.Б., Заболотных М.В. Экологический мониторинг загрязнения ихтиофауны нефтепродуктами и тяжелыми металлами Казахстана сектора Каспийского моря // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета.* – 2016. – №5. – С. 83-89.
8. Крошенко А.Н., Крошенко А.Н., Постнов А.А., Островская Е.В. Международный экологический мониторинг Каспийского моря // *Астраханский Вестник экологического образования.* – 2010. – Vol.4, № 46. – С. 60-69.
9. О состоянии экологической обстановки Мангистауской области и источниках его загрязнения / Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Мангистауской области. – Актау, 2011. – 62 с.
10. Kenzhetaev G. Zh., Syrlybekkyzy S., Suleimenova N.Sh., Permyakov V.N. Investigation into the Physico-Chemical Properties of Soils of Caspian Sea Coastal Area in Mangystau Province // *Oriental journal of chemistry.* – 2014. – № 4. – P. 1631-1638. doi.: 10.13005/ojc/300422.
11. Алексеенко В.А. Геохимия окружающей среды. – Пермь, 2013. – 359 с.
12. Liu S., Zhang Y., Bi S., Zhang X., Li X., Lin M., Hu G. Heavy metals distribution and environmental quality assessment for sediments off the southern coast of the Shandong Peninsula, China // *Marine Pollution Bulletin.* – 2015. – Vol.100, № 1. – P. 483-488. doi.: 10.1016/j.marpolbul.2015.09.028.



### References

1. Alca, N., Karanik, S., Ödemiş, B. "Assessment of ammonium, nitrate, phosphate, and heavy metal pollution in groundwater from Amik Plain, southern Turkey". *Environ. Monit. Asses.* 186 (2014): 5921-5934.
2. Kazem, D.B., Mahmoud, R.N., Farzaneh, S. "Heavy metal pollution assessment in relation to sediment properties in the coastal sediments of the Southern Caspian Sea". *Marine Pollution Bulletin* 92 (2015): 237-243. doi.: 10.1016/j.marpolbul.2014.12.035.
3. Deroum, E. *Sovremennyye metody YAMR dlya himicheskikh issledovaniy* [Modern NMR methods for chemical research]. M.: Mir, 1992.
4. Luis, R.V., Fernando, M., António, J.A., Amadeu, M.V., Soares, M. "Integrated multivariate approach of ecological and ecotoxicological parameters in coastal environmental monitoring studies". *Ecological Indicators* 95 (2018): 1128-1142. doi.: 10.1016/j.ecolind.2017.11.004.
5. Xiaohu, W., Jian, L., Jun, W. "Influence of coastal groundwater salinization on the distribution and risks of heavy metals". *Science of The Total Environment* 652 (2019): 267-277. doi.: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.250.
6. Yifei, Zh., Min, X., Qing, L., Zaifeng, W., Lin, Zh., Ye, Ch. "Study of heavy metal pollution, ecological risk and source apportionment in the surface water and sediments of the Jiangsu coastal region, China: A case study of the Sheyang Estuary". *Marine Pollution Bulletin* 137 (2018): 601-609. doi.: 10.1016/j.marpolbul.2018.10.044.
7. Suyunova, A.B., Zabolotnyh, M.V. "Ekologicheskij monitoring zagryazneniya ihtiofauny nefteproduktami i tyazhelymi metallami Kazahstanskogo sektora Kaspijskogo morya" [Ecological monitoring of ichthyofauna pollution by oil products and heavy metals in the Kazakh sector of the Caspian Sea]. *Bulletin of the Krasnoyarsk state agrarian University* 5 (2016): 83-89.
8. Kroshenko, A.N., Kroshenko, A.N., Postnov, A.A., Ostrovskaya, E.V. "Mezhdunarodnyj ekologicheskij monitoring Kaspijskogo moray" [International environmental monitoring of the Caspian Sea]. *Astrakhan Bulletin of environmental education* 46 (2010): 60-69.
9. O sostoyanii ekologicheskoy obstanovki Mangistauskoj oblasti i istochnikah ego zagryazneniya zagryazneniya [About the state of the ecological situation in the Mangistau region and the sources of its pollution]. Upravlenie prirodnyh resursov i regulirovaniya prirodopol'zovaniya Mangistauskoj oblasti. Aktau, 2011.
10. Kenzhetaev, G. Zh., Syrlybekkyzy, S., Suleimenova, N.Sh., Permyakov, V.N. "Investigation into the Physico-Chemical Properties of Soils of Caspian Sea Coastal Area in Mangystau Province". *Oriental journal of chemistry* 4 (2014): 1631-1638. doi.: 10.13005/ojc/300422.
11. Alekseenko, V. A. *Geohimiya okruzhayushchej sredy* [Geochemistry of the environment]. Perm, 2013.
12. Liu, S., Zhang, Y., Bi, S., Zhang, X., Li, X., Lin, M., Hu, G. "Heavy metals distribution and environmental quality assessment for sediments off the southern coast of the Shandong Peninsula, China". *Marine Pollution Bulletin* 100 (2015): 483-488. doi.: 10.1016/j.marpolbul.2015.09.028.