Материалы І-й Международной научно-практической конференции «Проблемы региональной экологии, экономики и географии», Астрахань, 28 марта 2018 г., страницы: 47 – 56.

https://elibrary.ru/item.asp?id=35422263

УДК 504.746

Сезонные и многолетние изменения пространственного распределения численности планктона и зообентоса в западной части Северного Каспия

Асаева К.И., Войнова М.В.

Резюме. В работе приводится пространственное распределение фитопланктона (млн.экз/м³), зоопланктона (тыс.экз/м³) и зообентоса (тыс.экз/м²) в западной части Северного Каспия в период 1961-2012 гг. Представлены данные в различные сезоны года половодье (май-июнь), летняя межень (июль-август) и осенняя (сентябрь-октябрь) и при различных состояниях гидрологического режима (регрессия, 1961-1977 гг., трансгрессия, 1978-1995 гг. и стабилизация уровня моря, 1996-2012 гг.). Полученные материалы могут быть использованы для оценки уязвимости морской биоты при нефтегазодобыче, а также для оценки возможного экологического ущерба в результате аварийных разливов нефти.

Ключевые слова. Северный Каспий, гидробионты, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, численность, пространственное распределения, нефтегазодобыча, гидрологический режим,

Введение

В области охраны окружающей среды при освоении морских нефтегазовых месторождений необходимо знание особенностей и закономерностей пространственного распределения морской биоты на акватории, подверженной (реально и/или потенциально) воздействию нефтегазодобычи, особенно разливам нефти, с целью уменьшить или предотвратить негативное воздействие на биоту и на качество состояния морских вод [Островская и др., 2016].

Очевидно, что результатами оценки пространственного распределения морской биоты являются обнаруженные особенности (отличительные признаки) и установленные закономерности (общие черты) этого распределения при различных уровнях количественного развития сообщества, которые представляют практический интерес не только для решения природоохранных задач, но также для оценки биопродуктивности и рыбохозяйственной значимости исследуемой акватории.

В западной части Северного Каспия идет освоение морских нефтегазовых месторождений. Для оценки экологической уязвимости акватории к нефтяным разливам необходимо определить районы распространения устойчивых во времени многочисленных скоплений фито-, зоопланктона и зообентоса в западной части Северного Каспия.

По литературным данным высокая численность фитопланктона в западной части Северного Каспия обеспечивается синезелеными водорослями (Cyanophyta), зоопланктона – коловратками (Rotatoria) и ветвистоусыми ракооб-

разными (Cladocera), зообентоса – олигохетами (Oligochaeta) [Азаренко, 2016; Ардабьева, 2007; Малиновская, 2005; Яблонская, 2007].

Методы и материалы

Материалами для исследования послужили данные гидробиологических исследований проводившихся в период 1961-2012 гг. ФГБНУ «КаспНИРХ» в западной части Северного Каспий, переданные ФГБУ «КаспМНИЦ» в рамках выполнения совместных исследований по оценке воздействия нефтяных разливов на экосистему Северного Каспия [Колмыков и др., 2016]. Для построения графиков и карт пространственного распределения численности фитопланктона, зоопланктона и зообентоса в различные сезоны года, рассматриваемый временной интервал (1961-2012 гг.) был разбит на три отрезка времени: 1961-1977, 1978-1995 и 1996-2012 гг. Первый из них соответствует периоду снижения уровня, второй — периоду повышения уровня, а третий — периоду колебаний уровня на фоне отрицательного тренда.

На основе сравнительного анализа табличных и картографических материалов определены особенности и установлены закономерности пространственного распределения при различных уровнях количественного развития зоопланктона применительно ко всему интервалу времени и отдельным периодам, соответствующим различным состояниям гидрологического режима моря.

Объектом исследований явилась западная часть Северного Каспия. Рассматриваемая акватория площадью 30 тыс. км², была разбита на 10-минутные квадраты (всего 126 квадратов), среди которых было выделено 24 реперных (рис. 1).

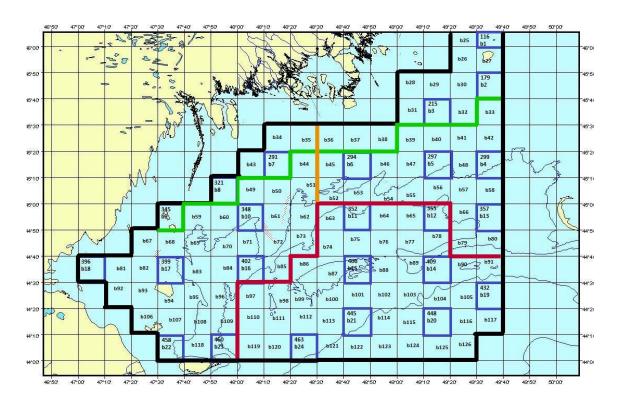


Рисунок 1. Карта-схема района исследований

Западная часть Северного Каспия, представляющая собой устьевое взморье Волги, была разбита на три зоны: 1) отмелое взморье с глубинами менее 5 метров; 2) свал глубин от 5 до 10 метров; 3) приглубое взморье с глубинами более 10 метров. Зона свала глубин была разделана на два района: восточный и западный. С отмелым взморьем ассоциируется зона транзита речных вод, со свалом глубин — зона смешения речных и морских вод, с приглубым взморьем — зона распространения морских вод.

Результаты

Общее представление о пространственном распределении численности фитопланктона в различные периоды времени, отличающиеся друг от друга гидрологическими условиями, дают данные, представленные в табл. 1. В период регрессии моря наибольшая средняя численность фитопланктона во время половодья (май-июнь), равная 480,5 млн. экз/м³, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень (июль-август) численность фитопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 1400,0 млн. экз/м³, достигла в западном районе зоны смешения. В этом же районе наибольшая средняя численность фитопланктона, равная 251,9 млн. экз/м³, наблюдалась в осеннюю межень (сентябрь-октябрь).

Таблица 1. Средняя численность фитопланктона (млн.экз/м³) в западной части Северного Каспия в различные периоды и в различные сезоны

Сезоны	Зона транзита	Зона смешения-Запад	Зона смешения-Восток	Приглубое взморье				
1961-1977 гг.								
ПЛ	480	382	81,2	75,7				
ЛМ	1158	1399	133	18,8				
OM	164	251	5,95	30,9				
	1978-1995 гг.							
ПЛ	396	790	367	81,7				
ЛМ	1460	609	341	85,6				
OM	-	-	-	-				
1996-2012 гг.								
ПЛ	861	450	475	56,0				
ЛМ	2045	351	224	33,4				
OM	2879	932	371	101				

Примечания. ПЛ – половодье; ЛМ – летняя межень; ОМ – осеняя межень.

В период трансгрессии моря наибольшая средняя численность фитопланктона во время половодья, равная 790,5 млн. экз/м³, была зарегистрирована в западном районе зоны смешения. В летнюю межень численность фитопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 1460,0 млн. экз/м³, достигла в зоне транзита. Данные о численности фитопланктона в осеннюю межень для этого периода отсутствуют.

В период стабилизации уровня моря наибольшая средняя численность фитопланктона во время половодья, равная 861,7 млн. экз/м³, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень численность фитопланктона возросла и

наибольшего среднего значения, равного 2045,5 млн. экз/м 3 , опять достигла в этой зоне. Здесь же наибольшая средняя численность фитопланктона, более высокая, чем летом, и равная 2880,0 млн. экз/м 3 , наблюдалась в осеннюю межень.

Общее представление о пространственном распределении численности зоопланктона в различные периоды времени, отличающиеся друг от друга гидрологическими условиями, дают данные, представленные в табл. 2. В период регрессии моря наибольшая средняя численность зоопланктона во время половодья, равная 82,9 тыс. экз/м³, была зарегистрирована в западном районе зоны смешения.

Таблица 2. Средняя численность зоопланктона (тыс.экз/м³) в западной части Северного Каспия в различные периоды и в различные сезоны

Сезоны	Зона транзита	Зона смешения-	Зона смешения-	Приглубое взмо-			
		Запад	Восток	рье			
1961-1977 гг.							
ПЛ	29,8	82,9	47,6	24,7			
$ \Pi M $	74,3	78,1	55,7	44,4			
OM	107	74,7	36,9	35,6			
1978-1995 гг.							
ПЛ	85,6	258	124	33,8			
ЛМ	289	108	96,6	33,6			
OM							
1996-2012 гг.							
ПЛ	139	128	67,3	16,9			
ЛМ	243	92,3	66,4	12,8			
OM	133	62,5	71,6	4,1			

Примечания. ПЛ – половодье; ЛМ – летняя межень; ОМ – осеняя межень.

В этом же районе наибольшая средняя численность зоопланктона, более низкая, чем весной, и равная 78,1 тыс. экз/м³, наблюдалась в летнюю межень. В осеннюю межень численность зоопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 107,2 тыс. экз/м³, достигла в зоне транзита.

В период трансгрессии моря наибольшая средняя численность зоопланктона во время половодья, равная 258,2 тыс. экз/м³, была зарегистрирована в западном районе зоны смешения. В летнюю межень численность зоопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 289,1 тыс. экз/м³, достигла в зоне транзита. Данные о численности зоопланктона в осеннюю межень для этого периода отсутствуют.

В период стабилизации уровня моря наибольшая средняя численность зоопланктона во время половодья, равная 139,2 тыс. 9кз/m^3 , была зафиксирована в зоне транзита. Здесь же наибольшая средняя численность зоопланктона, более высокая, чем весной, и равная 243,9 тыс. 9ks/m^3 , наблюдалась в летнюю межень. В осеннюю межень наибольшая средняя численность зоопланктона, равная 133,0 тыс. 9ks/m^3 , опять наблюдалась в этой зоне.

Общее представление о пространственном распределении численности зообентоса в различные периоды времени, отличающиеся друг от друга гидрологическими условиями, дают данные, представленные в табл. 3. В период регрессии моря наибольшая средняя численность зообентоса во время половодья, равная 14,2 тыс. $9к3/m^2$, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень численность зообентоса снизилась и наибольшего среднего значения, равного 9,7 тыс. $9k3/m^2$, достигла в западном районе зоне смешения. В осеннюю межень наибольшая средняя численность зообентоса, более высокая, чем летом, и равная 12,6 тыс. $9k3/m^2$, была зарегистрирована в восточном районе зоне смешения.

Таблица 3. Средняя численность зообентоса (тыс.экз/м²) в западной части Северного Каспия в различные периоды и в различные сезоны

Сезоны	Зона транзита	Зона смешения-Запад	Зона смешения-Восток	Приглубое взморье				
1961-1977 гг.								
ПЛ	14,1	12,3	7,94	9,58				
ЛМ	9,16	9,69	4,95	3,57				
OM	10,1	12,2	12,5	6,11				
1978-1995 гг.								
ПЛ	30,1	28,4	13,1	20,8				
ЛМ	18,7	21,1	10,9	11,6				
OM								
1996-2012 гг.								
ПЛ	15,4	8,16	9,41	6,19				
ЛМ	10,9	4,41	7,43	4,11				
OM	6,51	2,59	6,33	2,63				

Примечания. ПЛ – половодье; ЛМ – летняя межень; ОМ – осеняя межень.

В период трансгрессии моря наибольшая средняя численность зообентоса во время половодья, равная 30,1 тыс. $9\kappa3/m^2$, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень численность зообентоса снизилась и наибольшего среднего значения, равного 21,1 тыс. $9\kappa3/m^2$, достигла в западном районе зоне смешения. Данные о численности зообентоса в осеннюю межень для этого периода отсутствуют.

В период стабилизации моря набольшая средняя численность зообентоса во время половодья, равная 15,5 тыс. экз/м 2 , была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень численность зообентоса снизилась и наибольшего среднего значения, равного 11,0 тыс. экз/м 2 , опять достигла в этой зоне. Здесь же наибольшая средняя численность зообентоса, более низкая, чем весной и летом, и равная 6,5 тыс. экз/м 2 , наблюдалась в осеннюю межень.

Графики, представленные на рис.2, позволяют определить характер распределения численности фитопланктона по глубине. На этих графиках видно, что зона сгущения фитопланктона (так для удобства можно именовать пространство, где его численность превышает $1000 \, \text{млн.} \, 3 \, \text{кз/м}^3$) обычно располагается на глубинах от 1 до 6 м.

В многоводный период 1978-1995 гг. эта зона сжималась в своих размерах и располагалась на глубинах от 3,5 до 4 метров. Также на графиках видно, что зона сгущения фитопланктона состоит из трех подзон, располагающихся на глубинах 1,2-1,6; 2,4-2,6 и 4,9 метров. При этом первая и вторая подзоны носят устойчи-

вый характер, так как наблюдаются при всех состояниях гидрологического режима, а третья подзона выделялась только в периоды 1961-1977 и 1996-2012 гг. Также на графике видно, что средняя численность фитопланктона за пределами 6-метровой изобаты не превышает 500 млн.экз/м³.

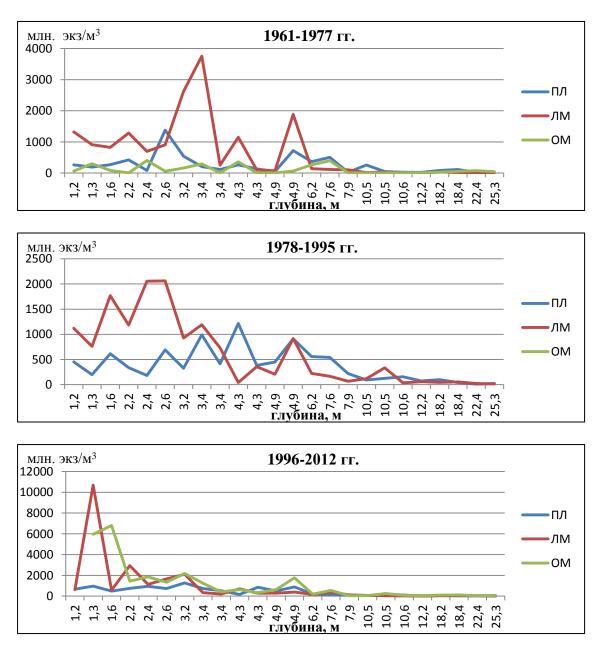


Рисунок 2. Распределение по глубине средних значений численности фитопланктона (млн. экз/м 3) в западной части Северного Каспия в 1961-2012 гг.

Из графиков представленных на рис.3 можно заметить, что средняя численность зоопланктона за пределами 7-метровой изобаты не превышает 100 тыс.экз./м³, а зона повышенных средних значений численности зоопланктона (свыше 100 тыс.экз./м³) располагалась, в основном, на глубине от 1,2 до 7 м. В период 1961-1977 гг. она сильно сжалась в своих размерах и располагалась только на глубинах от 2,2 до 3 м. На рис. также видно, что зона «сгущения» численности зоопланктона за период 1961-2012 гг. состоит из трех подзон, но устойчи-

вый характер имеет только одна из них, наблюдавшиеся на глубинах от 2,2 до 2,6 м.

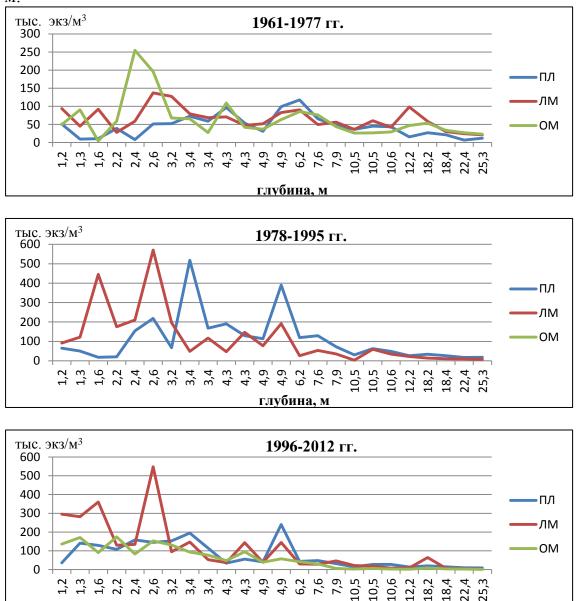
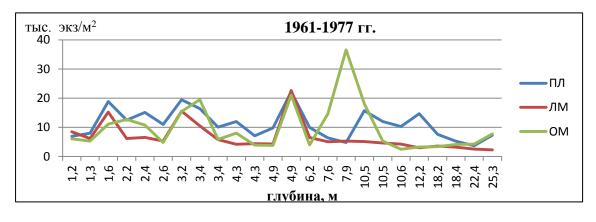


Рисунок 3. Распределение по глубине средних значений численности зоопланктона (тыс. экз/м 3) в западной части Северного Каспия в 1961-2012 гг.

глубина, м

Графики на рис. 4 показывают, что средняя численность зообентоса за пределами 18-метровой изобаты не превышает 10 тыс. 3×10^{12} . Таким образом, зона сгущения зообентоса (где его численность превышает 10 тыс. 3×10^{12}) располагается между 2-х и 17-ти метровыми изобатами. При сочетании средних и маловодных лет (1996-2012 гг.) она сжалась в сторону дельты Волги и занимала пространство глубиной до 3,4 м.



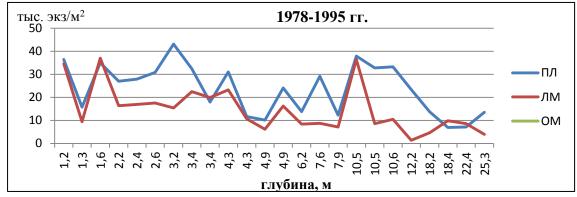




Рисунок 4. Распределение по глубине средних значений численности зообентоса (тыс.экз/м 2) в западной части Северного Каспия в 1961-2012 гг.

На графике также видно, что зона сгущения зообентоса состоит из трех подзон, располагающихся на глубинах 1,3-4,3; 4,9-7 и 7-10 метров. При этом только первая подзона носит устойчивый характер, так как наблюдаются при всех состояниях гидрологического режима.

На рис.5 представлены карты пространственного распределения численности фитопланктона. Из них видно, что наиболее устойчивым элементом структуры пространственной изменчивости численности фитопланктона являются ее повышенные значения (более 1000 млн.экз/м³) в районе, примыкающем к б. Тюленья.

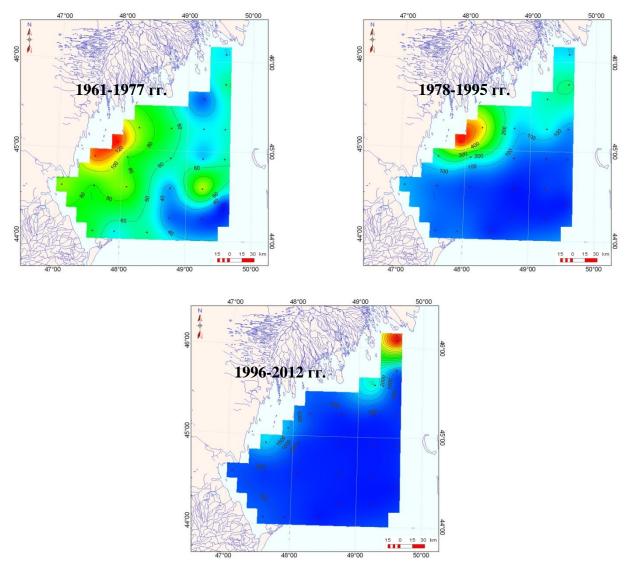


Рисунок 5. Пространственное распределение средних значений численности фитопланктона (млн.экз/м 3) в западной части Северного Каспия (июль-август) в 1961-2012 гг.

В маловодные годы (1961-1977 гг.) распространение повышенной численности фитопланктона огранивается этим районом. В многоводные годы (1978-1995 гг.) данный участок расширяется севернее до острова Чистая Банка и к нему добавляется еще мелководный район вблизи о. Укатный, где численность фитопланктона в среднем превышает 1000 мнл.экз/м³. В период средне- и маловодных лет география районов с повышенной численностью фитопланктона ограничивается этими двумя районами: первый на западе, вблизи о. Чистая Банка, второй на востоке, вблизи о. Укатный.

Из карт представленных на рис.6 видно, что наиболее устойчивый район, где численность зоопланктона устойчиво превышает 100 тыс.экз/м³, охватывает участок расположенный на западе в районе о. Чистая Банка. В маловодные годы (1961-1977 гг.) повышенная численность зоопланктона ограничивается этим районом. В многоводные годы (1978-1995 гг.) данный участок расширяется и численность зоопланктона в среднем превышает 200 тыс.экз/м³. В период колебаний уровня моря (1996-2012 гг.) к этой зоне добавляются еще два района, где

численность зоопланктона в среднем превышает 1000 тыс.экз/м³: один в районе Кизлярского залива, другой вблизи о. Укатный.

В приглубом районе численность зоопланктона в исследуемый период неизменно принимала самые низкие значения (менее 40 тыс.экз/м³).

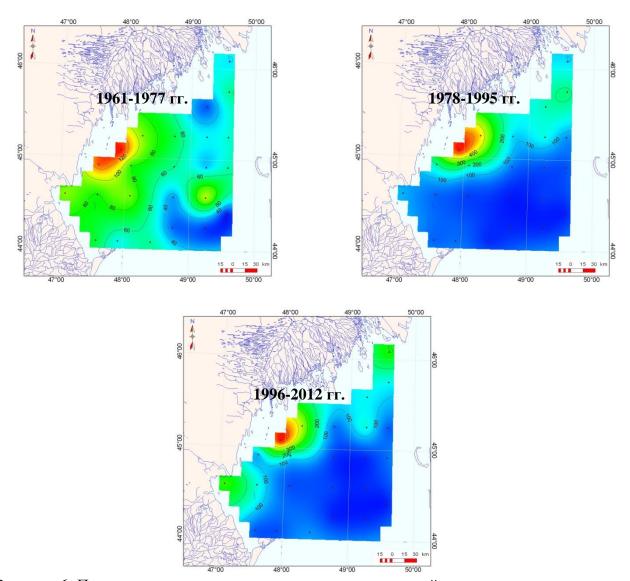


Рисунок 6. Пространственное распределение средних значений численности зоопланктона (тыс.экз/м 3) в западной части Северного Каспия (июль-август) в 1961-2012 гг.

Пространственное распределение средних значений численности зообентоса в летний период в 1961-2012 гг. (рис.7) показывает, что наиболее устойчивый район, где численность зообентоса устойчиво превышает 15 тыс.экз/м², охватывает мелководную зону исследуемой акватории. В маловодные годы (1961-1977 гг.) повышенная численность зообентоса ограничивается районом, расположенным на западе в районе о. Чистая Банка, где достигала 22 тыс.экз/м². В многоводные годы (1978-1995 гг.) численность зообентоса в среднем превышает 30 тыс.экз/м² в зоне мелководья (вблизи о. Чистая Банка, в районе Кизлярского залива), также отмечается участок с повышенной численностью и в центре глубоководной зоны. В период колебаний уровня моря (1996-2012 гг.) максимальная

численность зообентоса, превышающая в среднем 12000 мг/м^2 , отмечалась попрежнему вблизи о. Укатный.

В целом в приглубом районе численность зообентоса в исследуемый период неизменно принимала самые низкие значения (менее $10 \text{ тыс.} 9 \text{ кз/m}^2$).

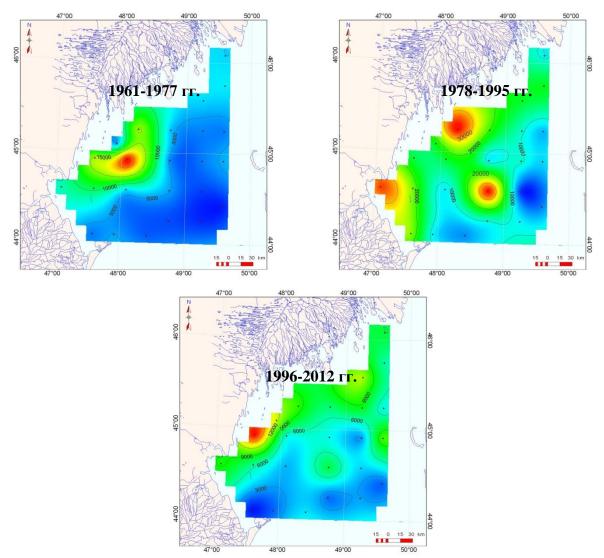


Рисунок 7. Пространственное распределение средних значений численности зообентоса (тыс.эк3/м^2) в западной части Северного Каспия (июль-август) в 1961-2012 гг.

На основании проведенного сравнительного анализа данных можно сделать вывод, что наиболее устойчивые по времени (т.е. наименее зависимые от состояния гидрологического режима моря) многочисленные скопления фито-, зоопланктона и зообентоса в западной части Северного Каспия локализуются в мелководной зоне устьевого взморья Волги.

Список литературы

- 1. Азаренко М.Н. Особенности формирования зоопланктона западной части Северного Каспия в 2014-2015 гг. / М.Н. Азаренко // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов и пути их рационального использования [Электронный ресурс]: Материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвящ. 85-летию Татарского отд. ГОСНИОРХ (Казань, 24-29 октября 2016 г.). Казань, 2016. С. 23-29.
- 2. Ардабьева, А.Г. Многолетние изменения фитопланктона Северного Каспия // Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке: Материалы докл. Международной научн.-практич. конф. 16-18 октября 2007 г. Астрахань, 2007. С.133-135.
- 3. Колмыков Е.В., Васильева Т.В., Монахова Г.А., Асаева К.И., Кашин Д.В. Методические аспекты охраны животного мира при освоении морских нефтегазовых месторождений // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. Июнь, 2016. С. 55-60.
- 4. Малиновская Л.В., Кочнева Л.А. Состояние донной фауны Каспийского моря в 2004 году/ Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2004 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2005. С. 140-148.
- 5. Островская Е.В., Колмыков Е.В., Холина О.И., Пронина Т.С., Войнова М.В. Углеводородное загрязнение северо-западной части Каспийского моря / Юг России: Экология, Развитие. Том 11. № 1. 2016. С. 137-148.
- 6. Яблонская Е.А. Биология Каспийского моря. М.: Изд-во ВНИРО, 2007. 142 с.

Seasonal and long-term developments of the areal distribution of the number of plankton and zoobentos In the western part of the Northern Caspian

K.I. Asaeva, M.V. Voynova Caspian Marine Research Center 14, Shiryaeva, 414045, Astrakhan, Russian; kaspmniz@mail.ru

Abstract. The spatial distribution of phytoplankton (million ex./m3), zooplankton (thousand ex./m3) and zoobenthos (thousand ex./m2) in the western part of the Northern Caspian during 1961-2012 is given in the work. Data are presented in different seasons of the year in high water (May-June), summer low-water (July-August) and autumn (September-October) and under different hydrological conditions (regression, 1961-1977, transgression, 1978-1995 and Stabilization of sea level, 1996-2012). The obtained materials can be used to assess the vulnerability of marine biota in oil and gas production, as well as to assess the possible environmental damage resulting from oil spills.

Keywords. Northern Caspian, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, abundance, oil production.