

NEWS**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN****SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 2, Number 314 (2016), 89 – 95

QUANTITATIVE CHANGES OF PHYTOPLANKTON IN NORTHWEST PART OF THE CASPIAN SEA

L. H. Seydalieva¹, A. F. Sokolsky², I. V. Volkova³¹Caspian State University of Technology and Engineering named after Yesenov, Aktau, Kazakhstan,²Astrakhan State University of Civil Engineering, Russia,³Astrakhan State Technical University, Russia.

E-mail: leilaaktau71@mail.ru

Keywords: the Caspian Sea, the sea port, oil field, environmental monitoring, marine life, salinity, lower plants, phytoplankton, species composition, abundance, biomass.

Abstract. Long-term dynamics of number and phytoplankton biomass has been studied, spatial distribution of a phytoplankton to the given water area is considered and the dimensional structure of a phytoplankton is investigated. For the study of phytoplankton samples were taken from the surface and bottom horizons in August 2012, 2013, 2014.

The study area is a vast area of about 9 thousand km², stretching from north to south from Astrakhan raid to the entry of the Sulak river. Field studies were carried out in August 28 squares by 40 evenly spaced points on the surveyed area.

УДК 52.656.030

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Л. Х. Сейдалиева¹, А. Ф. Сокольский², И. В. Волкова³¹Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан,²Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, Россия,³ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Россия

Ключевые слова: Каспийское море, морской порт, нефтяной промысел, экологический мониторинг, морская флора, соленость, низшие растения, фитопланктон, видовой состав, численность, биомасса.

Аннотация. Была изучена многолетняя динамика численности и биомассы фитопланктона, рассмотрено пространственное распределение фитопланктона на данной акватории и исследована размерная структура фитопланктона.

Для исследования были взяты пробы фитопланктона с поверхности и придонного горизонтов в августе 2012, 2013, 2014 гг. Район исследований представляет собой обширную акваторию площадью около 9 тыс. км², протянувшуюся с севера на юг от Астраханского рейда до устья р. Сулак.

Введение. В связи с тем, что в Северном Каспии в последние годы ведутся обширные геологоразведочные работы по поиску нефти и газа, важно дать оценку фоновому состоянию фитопланктона с целью контроля его изменения в будущем. Нами были изучены многолетняя динамика численности и биомассы фитопланктона, пространственное распределение и размерная структура фитопланктона данной акватории, а также влияние факторов среды на его развитие.

Материалы и методы исследований

Для исследования были взяты пробы фитопланктона с поверхностного и придонного горизонтов в августе 2012, 2013, 2014 гг. Район исследований представляет собой обширную акваторию площадью около 9 тыс. км², протянувшуюся с севера на юг от Астраханского рейда до устья р. Сулак. Экспедиционные исследования проводились в августе в 28 квадратах на 40 равномерно распределенных по исследуемой акватории точках.

Сбор и обработка материалов проводились по унифицированным методикам, все гидробионты определялись до вида [7]. Все расчеты численности и биомассы проводились на 1 м³ воды для каждого вида водорослей, по каждой станции и в среднем по всему участку [5, 8]. Таким образом, нами были проанализированы результаты сбора 240 проб фитопланктона.

Многолетняя динамика количественных показателей фитопланктона на исследуемом участке Каспия показала перманентное уменьшение значений количественных показателей развития фитопланктона (как по численности, так и по биомассе фитопланктона). Так, в период с 2012 по 2014 годы численность фитопланктона уменьшилась в 9,6 раз (и составила 89,5 млн. экз./м³ в 2014 году против 859,6 млн. экз./м³ в 2012 году). Биомасса водорослей на исследуемой акватории сократилась в 8,8 раз (и составила 226,1 мг/м³ в 2014 году против 2,0 г/м³ в 2012 году) (рисунок 1).

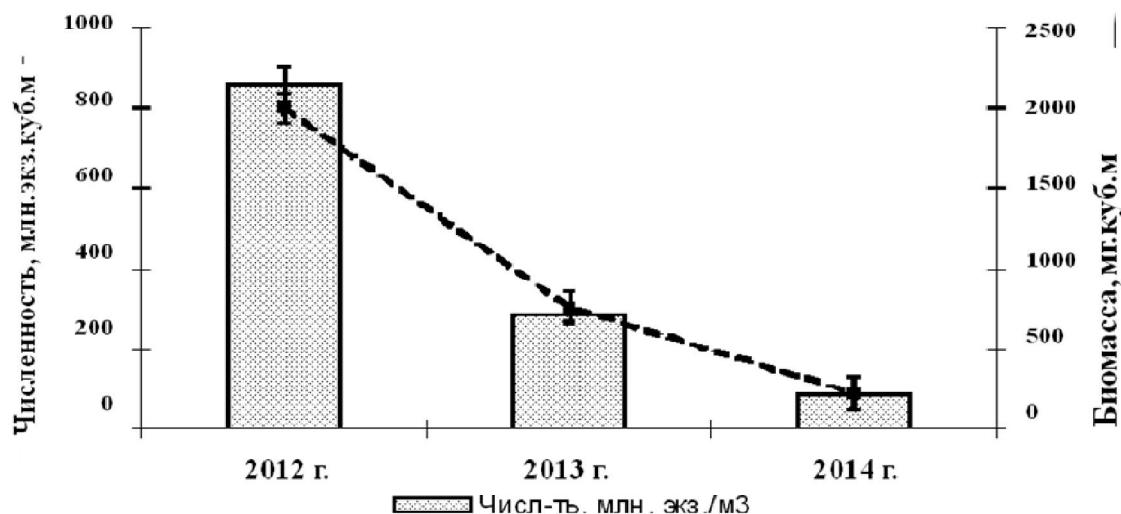


Рисунок 1 – Многолетняя динамика средних значений численности и биомассы

Результаты исследований

Рассматривая многолетние изменения структуры фитопланктона, мы отметили, что это снижение характерно и для всех групп фитопланктона [9–11]. На исследуемом участке Каспия в 2012–2014 гг. ведущее положение по числу водорослей занимали сине-зеленые, по биомассе – диатомовые, а в 2014 г. – сине-зеленые водоросли. По частоте встречаемости среди сине-зеленых доминировали виды *Oscillatoria sp.*, *Anabena spiroides f.contracta*, *Microcystis aeruginosa*, *Lyngbya limnetica*. Среди диатомовых водорослей преобладали виды рода *Fragilaria*, *Cyclotella*, *Actinocyclus*. В комплексе зеленых водорослей доминировали по массе *Scenedesmus quadricauda*, *Mougeotia sp.*, по численности – *Ankistrodesmus pseudomirabilis v. Spiralis*, *Binuclearia lauterbornii*. Среди пирофитовых и эвгленовых водорослей формировали количественные показатели ценные в кормовом отношении водоросли – виды рода *Prorocentrum*, *Exuviaella cordata*, *E. Marina*, *Euglena*, *Trachelomonas verrucosa*.

Пространственное распределение фитопланктона на исследуемом участке в 2012–2014 гг. было неоднородным и показало, что самые высокие показатели биомассы характерны для северной части исследуемого участка Каспия, расположенной на выходе из Волго-Каспийского канала, а также в районах о-ва Тюлений и о-ва Чечень. В остальных участках, находящихся в зоне

смещения северо- и среднекаспийских вод, концентрации фитопланктона были более разреженными. Самые низкие показатели биомассы водорослей отмечались на востоке акватории и южнее о. Чечень, где воздействие волжского стока ослабевает.

При исследовании планктонных сообществ и их роли в экосистеме большое внимание в настоящее время уделяется размерному составу организмов, так как считается, что основная доля органического вещества создается мелкоразмерными организмами фитопланктона [6]. Усиленное образование органического вещества – это результат более высокой фотосинтетической активности мелкого планктона и большой скорости его воспроизведения [2, 3].

При исследовании фитопланктона изучаемого района Каспия обращено внимание на изменения видового состава и увеличение численности мелких клеток. В исследуемом периоде (2012–2014 гг.) отмечалось уменьшение общей численности клеток фитопланктона.

Следовательно, изменилось количество мелких и крупных форм [4], а также их соотношение. Дифференциация на мелкие и крупные формы стала еще более выраженной. Так, соотношение между мелкими и крупными формами в 2012 году составило 6,4:1, а в 2014 году – 8,6:1 (таблица). Преобладание мелких клеток было характерно для всех отделов водорослей, кроме диатомовых в 2012 году. Ведущими по численности среди мелких видов были сине-зеленые водоросли, составляющие 70% от численности мелких форм, среди крупных форм – так же сине-зеленые, зеленые и диатомовые водоросли. [18].

Изменение размерной структуры фитопланктона

Группы водорослей	2012			2014		
	менее 30 мкм	более 31 мкм	соотношение м:б	менее 30 мкм	более 31 мкм	соотношение м:б
Сине-зеленые	1101,6	103,4	10:1	117,6	9,5	12:1
Диатомовые	61,6	83	1:1,3	12,5	4,8	2,6:1
Зеленые	337	46	7:1	22,6	3	7,5:1
Пирофитовые	8	3,5	2,3:1	2,7	1,1	2,5:1
Эвгленовые	0,9	–	–	0,3	–	–
Всего	1509,1	235,9	6,4:1	155,7	18,4	8,6:1

Таким образом, дифференциация клеток на мелкие и крупные в изучаемый период стала более резкой, что выразилось в значительном увеличении числа мелких форм. С одной стороны, это можно расценивать как реакцию приспособления фитопланктона на недостаточное поступление биогенов в водоем, с другой – на загрязнение вод Северного Каспия.

Следовательно, все это с одной стороны имеет положительный момент для питания выше-стоящих организмов (мелкие по размерам водоросли в свою очередь являются основным источником питания каспийских моллюсков, мизид, коловраток, веслоногих раков), а с другой способствует снижению показателей общей биомассы и биологической продуктивности Каспийского моря.

Таким образом, в составе фитопланктона в исследуемые годы наблюдалось уменьшение как общих среднегодовых значений численности и биомассы водорослей, так и количественных показателей внутри всех групп фитопланктона. [19].

Это вызвано значительным уменьшением концентрации биогенных элементов, а также увеличением пресса со стороны потребителей растительного планктона, особенно соленолюбивых и солоноватоводных моллюсков, использующих до 20 % общей массы фитопланктона, и ракообразных, на продуцирование которых идет до 10 % фитопланктона [1]. Во все исследуемые годы стабильно высокие значения биомассы фитопланктона характерны для северной части исследуемого участка и восточнее о-ва Тюлений. А стабильно низкие биомассы – для участков южнее о-ва Чечень.

На уровень развития планктонных сообществ в Северном Каспии оказывает влияние множество факторов [13, 14]. Одним из ведущих факторов, определяющих количественное развитие растительных клеток в море, являются биогенные элементы. Так, при определении зависимости величины биомассы диатомовых водорослей от содержания кремния в районе проведенных

исследований была выявлена заметная связь ($r = 0.64$), а в весенне-летний период, когда в составе фитопланктона преобладают мелкоклеточные формы водорослей, главным образом диатомовых, эта связь была достаточно высокой ($r = 0.94$).

Повышенный приход фосфатов в Северный Каспий также вызывает быстрый рост продукции фитопланктона. Распространение отдельных экологических групп водорослей определяет и соленость воды, которая зависит от объема волжского стока. По многолетним данным в районе проведения исследований в многоводные годы биомасса фитопланктона была ниже в 1,8 раза по сравнению со средневодными и 2,1 раза – с маловодными [12]. Что касается зависимости численности фитопланктона от изменений солености воды, то, следует отметить заметную отрицательную связь между этими показателями ($r = -0.57$), т.е. с понижением солености численность водорослей повышается (рисунок 2).

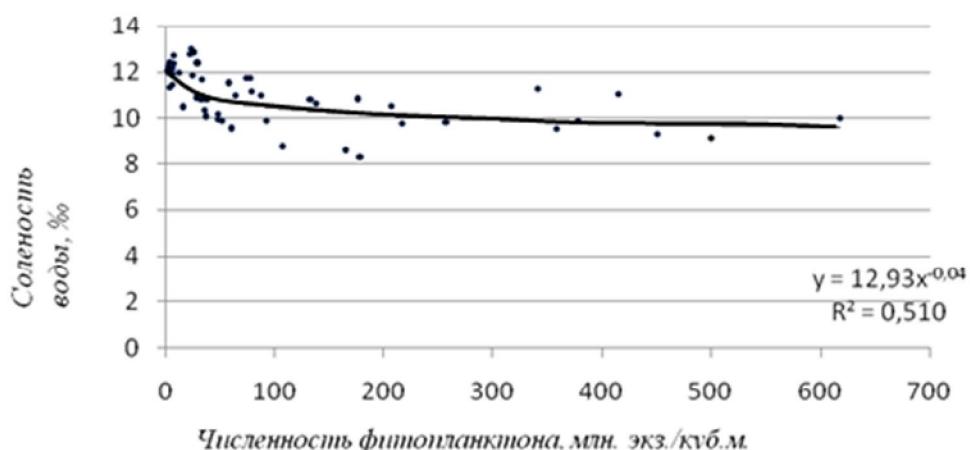


Рисунок 2 – Зависимость численности фитопланктона от солености воды

Соленость воды является одним из основных факторов сезонной динамики развития планктонных сообществ в Северном Каспии. Так, количество видов пресноводных водорослей уменьшалось к концу осени.

Также по мере снижения солености воды в районе исследований численность морских беспозвоночных резко снижалась (в 7,7 раза) после половодья, в августе-сентябре они достигали минимальных величин численности (в 4,9 раза меньше чем в июне), к октябрю-ноябрю их численность возросла вдвое по сравнению с предыдущими месяцами, хотя и была значительно ниже по сравнению с весенним периодом. Также прослеживалась обратная зависимость количества водорослей от прозрачности воды ($r = -0,57$). Численность фитопланктона была тем выше, чем ниже была прозрачность воды (рисунок 3).

Важным фактором, влияющим на формирование фитопланктона, является температура воды. Температурный фактор оказывает существенное влияние как на состав фитопланктона, так и его динамику. В Северном Каспии биологический сезон начинается с момента освобождения моря ото льда, обычно в конце марта при температуре воды 4–7°C. В это время года фитопланктон отличается качественной бедностью. В нем присутствуют холодолюбивые, в основном, диатомовые водоросли [19].

С повышением температуры воды ранневесенний комплекс водорослей увеличивался качественно и обогащается видами поздневесеннего сезона. В районе исследований доля зеленых водорослей возрастала с 24 до 30 %. Летний биологический сезон наступает в начале июня и длится до начала сентября. В июне на обследованной акватории число видов в 1,1–3,7 раза было выше, чем в другие месяцы исследований. В летний сезон своего максимального развития достигали сине-зеленые. Среди них преобладали в основном мелкие формы, которые обычно доминируют по численности, не создавая значительных биомасс. Переход к осеннему биологическому сезону характеризовался усилением развития диатомовых водорослей.

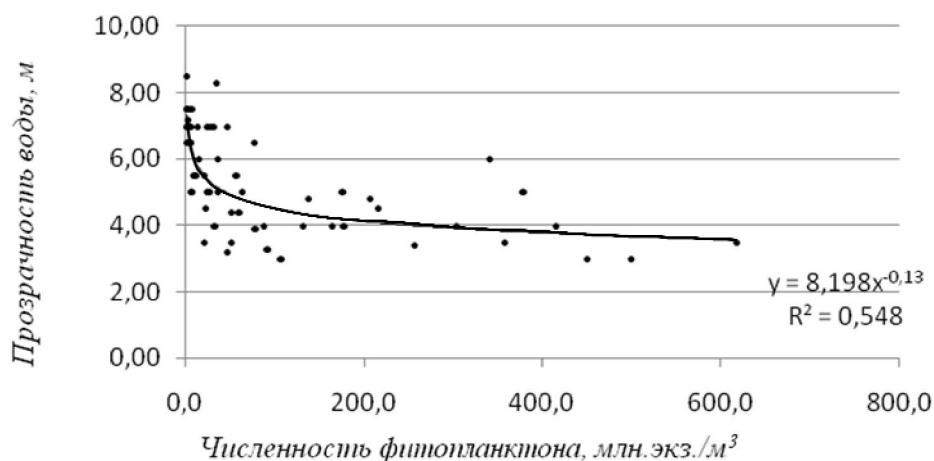


Рисунок 3 – Связь численности фитопланктона и прозрачности

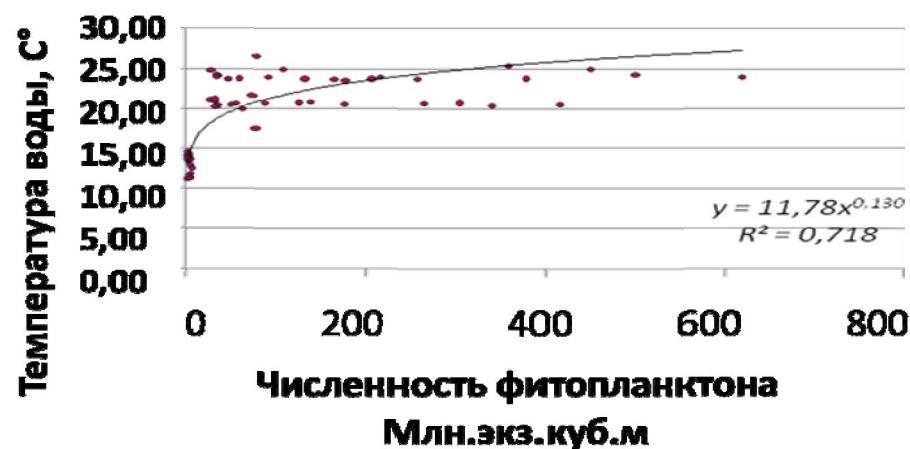


Рисунок 4 – Зависимость численности фитопланктона от температуры воды

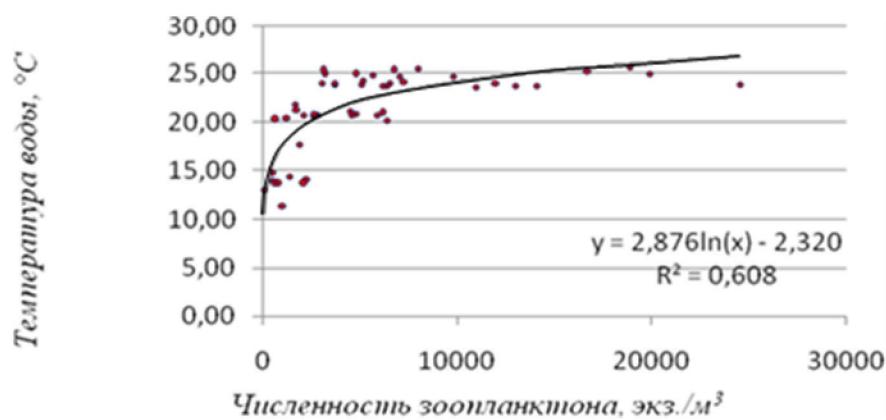


Рисунок 5 – Зависимость численности зоопланктона от температуры воды

В конце осени интенсивность развития фитопланктона снижалась, и уменьшалось видовое разнообразие водорослей. Таким образом, в обследованном районе по мере роста температур наблюдалось повышение качественного разнообразия и количественных показателей развития фитопланктона. Численность фитопланктона в районе исследований имела заметную связь с температурой воды ($r = 0,53$) (см. рисунок 4).

Качественные и количественные изменения в связи с изменением температуры воды в разные сезоны отмечаются и в структуре зоопланктона. В районе исследований от весны к лету происходил рост численности теплолюбивых форм, изменились доминирующие виды. Так, видовое разнообразие зоопланктона летом по сравнению с весной возросло до 80 таксонов. Также увеличилась и биомасса планктонеров.

Рост биомассы зоопланктона происходил вследствие более интенсивного развития эвригалинных веслоногих и ветвистоусых раков, а также слабосолоноватоводных коловраток. [20].

Осенью при понижении температуры воды в планктоне ведущее положение занимают эвригалинные копеподы с преобладание взрослых форм. Отмечена также зависимость численности зоопланктона от температуры воды ($r = 0,57$) (см. рисунок 5).

Вывод. Таким образом, рассчитанные коэффициенты корреляции между количественными показателями развития планктонных организмов и характеристиками морской среды показали существование прямой связи численности фито- и зоопланктона с температурой воды, численности диатомовых водорослей с концентрацией кремния в воде, а также обратной связи между численностью фитопланктона с соленостью и прозрачностью воды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ардабьева, А.Г. Многолетние изменения фитопланктона Северного Каспия. Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке // Мат-лы докл. Международной научно-практ. конф. 16–18 октября 2007 г. – Астрахань, 2007. – С. 133-135.
- [2] Крупаткина Д.К. Сезонные изменения физиологических показателей фитопланктона Севастопольской бухты // Биология моря. – Киев, 1977. – № 42. – С. 69-73.
- [3] Крылова О.И. Удельная продукция фитопланктона Вислинского залива Балтийского моря // Биол. продуктив. сырьев. ресурсы Балтийского моря и их рациональное использование. Тезисы докладов конференции молодых ученых. – Рига, 1979. – С. 23-24.
- [4] Садчиков А.П. Продуцирование и трансформация органического вещества размерными группами фито- и бактериопланктона (на примере водоемов Подмосковья): Автореф. док. дис. – М., 1997. – 53 с.
- [5] Сенечкина, Л.Г. Вычисление объемов клеток видов рода *Exuviaella* // Гидробиолог. журнал. – М., 1986. – Т. 2, № 3. – С. 92-94.
- [6] Сеничева М.И., Роухийнен М.И. Продукция мелких жгутиковых водорослей Севастопольской бухты // Биология моря. – Киев, 1978. – № 47. – С. 34-39.
- [7] Усачев, П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВНИРО, АН СССР. – 1961. – Т. 11. – С. 411-415.
- [8] Яшинов В.А. Инструкция по сбору и обработке планктона. – М., 1934. – 142 с.
- [9] Samal Syrlybekkyzy., Gusman Z. Kenzhetayev., Aliya R. Togasheva. Layyilim S. Tayzhanova. 17-Year Periods of Rising and Falling Water Levels in the Kazakhstan Section of the Caspian Sea // European Researcher. – 2014. – Vol. (69), № 2-2. – P. 401-412.
- [10] Syrlybekkyzy S., Suleimenova N.Sh., Kenzhetayev G.Z. Снижения и повышения уровня в Казахстанской части Каспийского моря // Мат-лы III Междунар. научно-практ. конф. «Наука, образование, инновации». – Республика Болгария, г. Шумен, 21–23 мая 2014 г. – С. 293-310.
- [11] Сыдыков Ж. С., Бочкарев В.П. Гидрогеологические и инженерно- геологические условия прибрежной зоны Каспийского моря и прогноз их изменений // Доклады НАН РК. 1995. № 6. С. 43-48.
- [12] Абильгазиев А.А., Кенжегалиев А., Сокольский А.Ф. Исследование состояния фитопланктона в районе акватории структуры Жамбай восточной части Каспия // Вестник Астраханского Государственного технического университета. – 2006. – № 5. – С. 365.
- [13] Умербаева Р.И., Попова Н.В., Саркисян Н.А. Характеристика фитопланктона мелководной части Северного Каспия, Юг России // Экология и развитие. – Махачкала, 2012. – № 1. – С. 43-49.
- [14] Сыдыков Ж. С., Бочкарев В.П. Гидрогеологические и инженерно- геологические условия прибрежной зоны Каспийского моря и прогноз их изменений // Доклады НАН РК. – 1995. – № 6. – С. 43-48.
- [15] ИСО 5667/1-82. Качество воды. Отбор проб. – Ч. 1. Руководство по составлению программы отбора проб.
- [16] ИСО 5667-2:1991(E). Качество воды. Отбор проб. – Ч. 2. Руководство по методам отбора проб.
- [17] ИСО 5667-3:1991(E). Качество воды. Отбор проб. – Ч. 3. Руководство по хранению проб и обращению с ними.
- [18] ИСО 5667-9:1992(E). Качество воды. Отбор проб. – Ч. 9. Руководство по отбору проб морской воды.
- [19] Ардабьева А.Г., Татаринцева Т.А. Сезонные изменения фитопланктона Северного Каспия в условиях зарегулирования волжского стока // Теоретическая экология. – МГУ, 1987. – С. 111-116.
- [20] Иванов В.П., Власенко А.Д., Мажник А.Ю., Сидорова М.А., Попова А.А., Седов С.И., Сальников Н.Е. Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. – Астрахань, 2001. – С. 408.

REFERENCES

- [1] Ardabeva, AG Long-term changes in phytoplankton of the Northern Caspian, The study, preservation and restoration of aquatic biological resources in the XXI Century: Proceedings of the reports. International scientific-practical conference on 16-18 October 2007 Astrakhan, 2007, S.133-135.
- [2] Krupatkin DK Seasonal changes in physiological characteristics of phytoplankton of Sevastopol Bay, Marine Biology., Kiev., 1977, № 42.-S.69-73.
- [3] Krylova O. Specific production of phytoplankton of the Vistula Lagoon of the Baltic Sea, Biol.produktiv.syrev.resursy the Baltic Sea, and their rational use Abstracts Conference of Young Scientists, Riga, 1979.-S.23-24.
- [4] Sadchikov AP Production and transformation of organic matter size groups of phytoplankton and bacterial (for example, water reservoirs near Moscow), Avtoref.dok.diss., M., 1997, 53C.
- [5] Senechkina, LG The calculation of the volume of cell species Exuviaella, Hydrobiology.magazine., M, 1986, TS-2., number-3, C-92-94.
- [6] Senicheva MI, Rouhiyaynen MI Production of small flagellated algae Sevastopol Bay, Marine Biology., Kiev., 1978., №47., S.34-39.
- [7] Usachev, PI Quantitative methods of data collection and processing of phytoplankton, Tr. VNIRO., USSR Academy of Sciences, 1961, T.11, S.411-415.
- [8] Yashnov, VA Instructions for the collection and processing of plankton., M., 1934. 142 c.
- [9] Samal Syrlybekkyzy., Gusman Z. Kenzhetayev., Aliya R. Togasheva. Lyaylim S. Tayzhanova. 17-Year Periods of Rising and Falling Water Levels in the Kazakhstan Section of the Caspian Sea, European Researcher, 2014, Vol. (69), № 2-2, p. 401-412.
- [10] Syrlybekkyzy S., Suleimenova N.Sh., Kenzhetayev GZ lowering and raising the level of the Kazakh part of the Caspian Sea, Proceedings of the III International scientific-practical conference "Science, education and innovation." The Republic of Bulgaria, Shumen, 21-23 May 2014, S: 293-310.
- [11] JS Sydykov, Bochkarev, VP Hydrogeological and geotechnical conditions of the coastal zone of the Caspian Sea and the forecast of their changes., Reports of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. "Gylim", №6,1995, pp 43-48.
- [12] Abilgaziev AA Kenzhegaliev A. Sokolsky AF Investigation of the phytoplankton in the water area of structure Zhambai eastern part of the Caspian Sea, Bulletin of the Astrakhan State Technical University, 2006, № 5, p. 365. (in Russ.).
- [13] Umerbaeva RI, Popov NV, Sargsyan NA Characteristics of phytoplankton shallow part of the North Caspian, South of Russia: Ecology and development. Number 1, 2012, Makhachkala, 2012, p. 43-49. (in Russ.).
- [14] JS Sydykov, Bochkarev, VP Hydro geological and geotechnical conditions of the coastal zone of the Caspian Sea and the forecast of their changes., Reports of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. "Gylim" №6., 1995, S. 43-48 (in Russ.).
- [15] The ISO 5667 / 1-82. Water quality. Sample selection. Part 1: Guidance on the sampling program. (in Russ.).
- [16] ISO 5667-2: 1991 (E). Water quality. Sample selection. Part 2: Guide to sampling techniques. (in Russ.).
- [17] ISO 5667-3: 1991 (E). Water quality. Sample selection. Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples with them. (in Russ.).
- [18] ISO 5667-9: 1992 (E). Water quality. Sample selection. Part 9: Guidance on sampling of seawater. (in Russ.).
- [19] Ardabeva AG, TA Tatarintseva Seasonal changes in phytoplankton of the Northern Caspian Sea under the regulation of the Volga flow, theoretical ekologiya, MGU, 1987, 111-116. (in Russ.).
- [20] VP Ivanov A.D. Vlasenko, A.Y Mazhnik, M.A. Sidorova, A.A. Popova, S.I. Sedov, N.E. Salnikov. State reserves of commercial facilities in the Caspian Sea and their use. Astrakhan, 2001: - 408.

ҚАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ СОЛТУСТІК БӨЛІГІНДЕГІ ФИТОПЛАНКТОННЫҢ САНДЫҚ ӨЗГЕРИСТЕРИ

Л. Х. Сейдалиева¹, А. Ф. Сокольский², И. В. Волкова³

¹Ш. Есенов атындағы Қаспий мемелекеттік технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау, Қазақстан,

²Астрахань мемлекеттік архитектуралық құрылым университеті, Ресей,

³Астрахань мемлекеттік техникалық университеті, Ресей

Түйін сөздер: Қаспий теңізі, теңіз порты, мұнай кәсіпшілігі, экологиялық мониторинг, теңіз флорасы, тұздылығы, төменгі өсімдіктер, фитопланктон, саны, салмағы.

Аннотация. Фитопланктонның көпжылдық динамикасы және биомасса саны зерттелген, фитопланктонның берілген акваториядағы кеңістіктік жайылуы қаралған және фитопланктонның өлшемдік құрылымы зерттелген.

2012, 2013, 2014 жылдарының тамыз айларында фитопланктонның үлгілері суусті және суасты жиегінен зерттеу үшін алынған. Солтүстіктен онтүстікке қарай Астрахан айлағынан Сулак өзені сағасына дейін созылған зерттеу ауданының көлемі шамамен тоғыз мың кв. километрді қамтиды.

Поступила 05.04.2016 г.