

УДК 551.352:551.464(262.81)  
ББК 26.221

*Л. В. Дегтярёва*

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ  
НА МЕЖГОДОВУЮ ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА  
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ**

*L. V. Degtyareva*

**IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS  
ON INTERANNUAL DYNAMICS OF ORGANIC CARBON CONTENT  
IN SEDIMENTS OF THE NORTHERN CASPIAN**

Направленность многолетней динамики содержания органического углерода в донных отложениях в различных районах Северного Каспия неодинакова и зависит от источников питания осадков органическим материалом. В мелководной зоне восточной части предустьевое пространство дельты р. Волги и в районе Смирновского осередка содержание органического углерода в грунтах зависит от объема органического стока и стока взвешенных веществ. Это означает, что данные районы являются областью аллохтонного питания осадков органическим материалом. Осадки глубоководной (приглубой) части моря имеют автохтонное питание органикой, что подтверждается зависимостью содержания органического углерода от показателей интенсивности продукционных процессов (прозрачность, кислород, pH).

**Ключевые слова:** органический углерод, донные отложения, динамика, аллохтонное органическое вещество, автохтонное органическое вещество.

The orientation of long-term dynamics of organic carbon content in sediments of different zones of the Northern Caspian is irregular and depends on sediments source of nourishment with organic matter. The organic carbon content in subsoil of the shoal water zone of the Eastern part of the Volga Delta pre-estuarine stretch and midstream sandbank Smirnovskiy depends on the organic flow rate and suspended material flow rate. It means that these areas are allochthonous organic materials nourishment of sediments. Abyssal sea (steep-bottom) sediments have autochthonous organic nourishment, that is confirmed by dependence of the organic carbon content on the rate of production intensity (transparency, oxygen, pH).

**Key words:** organic carbon, sediments, dynamics, allochthonous organic material, autochthonous organic material.

**Введение**

Органическое вещество в донных отложениях (ДО) является основой питания большинства организмов каспийского бентоса [1]. Его накопление в грунтах стимулирует переход биогенных веществ в придонный горизонт воды, тем самым увеличивая трофность водоема [2]. В современный период, в условиях развития эвтрофикации, увеличения скорости новообразования органического вещества и преобладания деструкционных процессов в водоеме [3], становится актуальным изучение как многолетней динамики уровня накопления органики в ДО, так и факторов, его определяющих.

Органическое вещество в Каспийском море формируется главным образом за счет органики автохтонного происхождения, основным продуцентом которой является фитопланктон. Следующая по значимости статья приходной части баланса органического вещества – поступление органического материала с речными водами [4]. Условия осадконакопления в разных районах Северного Каспия неодинаковы, что обусловлено разноудаленностью от речных устьев, а также различиями гидрологических, гидрохимических и биопродукционных параметров отдельных участков моря [5].

Целью исследований являлось выделение районов, подверженных влиянию аллохтонной и автохтонной органики на уровень накопления органического вещества в ДО, и выявление факторов, обуславливающих закономерности в его временной динамике.

Степень влияния аллохтонного органического вещества на накопление органики в ДО оценивалась по зависимости от объема волжского стока (основного источника поступления аллохтонных биогенных веществ в Северный Каспий) – растворенного органического и стока взвешенных веществ.

Для оценки вклада автохтонной органики были проанализированы данные по прозрачности (определяющей глубину фотического слоя), относительному содержанию кислорода и водородному показателю (рН) поверхностного слоя воды (косвенных показателей интенсивности первичной продукции).

Материалом для исследований послужили пробы, собранные в летне-осенний период 1994, 1996–1999, 2005–2011 гг. в западной части Северного Каспия. Органический углерод (наиболее репрезентативный показатель органического вещества) в ДО определяли методом Тюрина [6] и по ГОСТ 26213-91. Всего было исследовано 776 образцов донных отложений. Кислород определяли методом Винклера [7]. Гранулометрический состав определяли по ГОСТ 12536-79.

В ходе исследований было использовано районирование Северного Каспия, принятое Д. Н. Катуниним и др. [8].

Донные отложения западной части Северного Каспия представлены в основном песками различной крупности. В виде локальных пятен встречаются оолиты, заиленные пески, песчаные и алевритовые пески. На большей части акватории механический состав ДО дополняет примесь раковинного материала, содержание которого изменяется от следовых количеств до 62 %. Очень часто и песчаная фракция представлена ракушечным детритом.

Концентрация органического углерода ( $C_{орг}$ ) в ДО западной части Северного Каспия в 1994–2011 гг. изменялась от 0,01 до 2,82 %.

Наибольшим уровнем накопления  $C_{орг}$  характеризуются ДО, залегающие в зоне влияния волжского стока, в местах осаждения аллохтонных взвешенных частиц, а также в тонкодисперсных осадках (заиленные пески, песчаные и алевритовые илы).

Результаты исследований показали зависимость содержания  $C_{орг}$  в ДО от содержания пелитовой ( $d < 0,01$  мм) и алевритовой ( $d = 0,01–0,1$  мм) фракций осадка. Коэффициент корреляции между исследуемыми компонентами достигал соответственно + 0,73 и + 0,76 (2008 г.). Наличие данной зависимости указывает на то, что наиболее высокая интенсивность накопления органического материала свойственна мелкодисперсным грунтам, обладающим большей активной площадью поверхности и, соответственно, лучшей способностью к депонированию органики.

Зависимость накопления  $C_{орг}$  в грунтах от объема органического стока р. Волги прослеживается в зоне влияния волжского стока; в области стока восточных рукавов – на мелководье (до 3 м) предустьевого пространства дельты р. Волги. Влияние западной, более мощной ветви р. Волги, отмечено южнее, в районе Смирновского осередка (рис. 1).

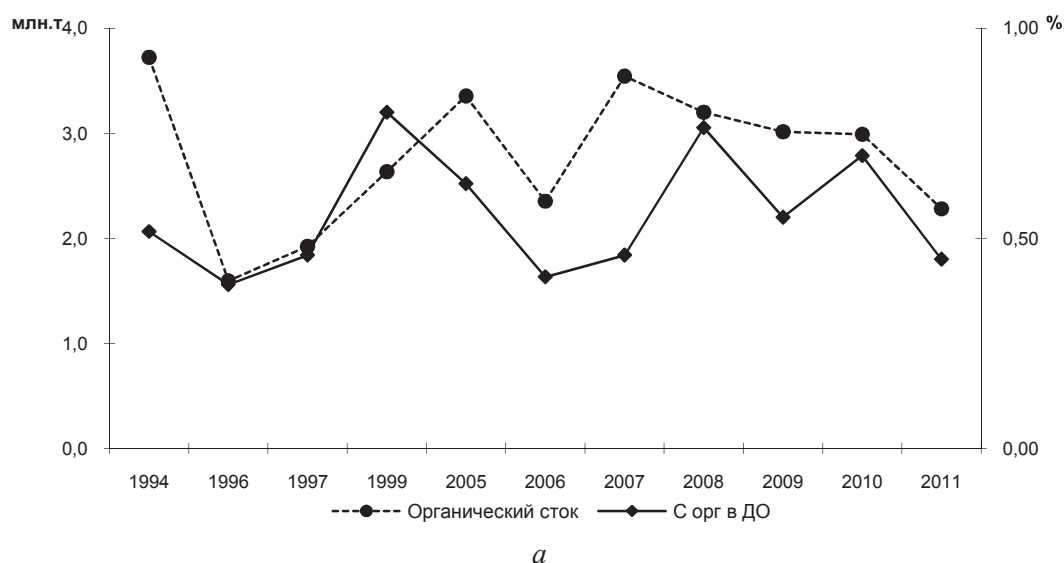


Рис. 1. Динамика содержания  $C_{орг}$  в ДО в зависимости от объема органического стока за период половодья: а – в восточной части зоны влияния волжского стока

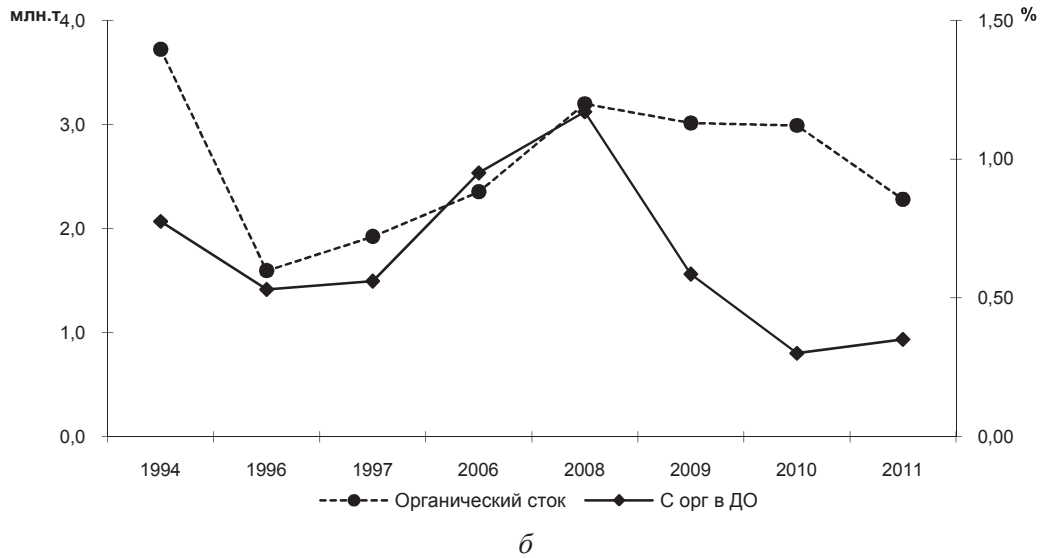


Рис. 1. Динамика содержания  $C_{\text{орг}}$  в ДО в зависимости от объема органического стока за период половодья:  $\bar{b}$  – в западной части зоны влияния волжского стока

Воздействие стока взвешенных веществ (твердого стока) на межгодовые изменения содержания органики в ДО зафиксировано только в восточной части предустьевое пространства р. Волги (рис. 2). На западе, в области влияния Волго-Каспийского канала, данной закономерности не прослеживается, что обусловлено повышенной гидродинамикой водных масс в условиях более мощного стока западной ветви р. Волги, препятствующей седиментации взвешенных частиц.

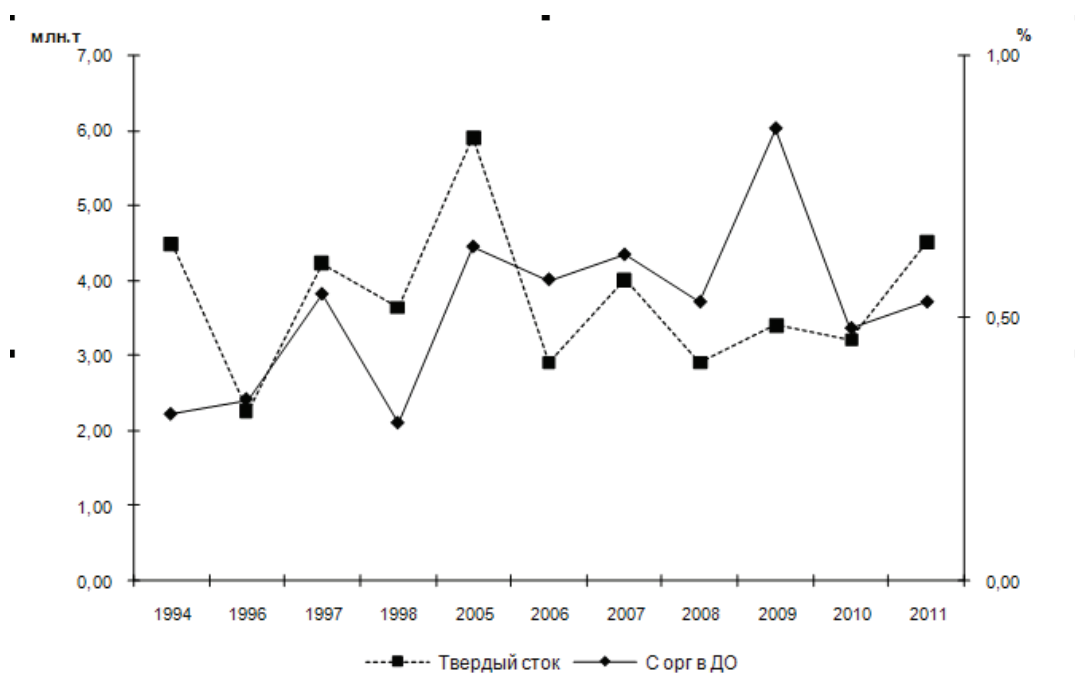


Рис. 2. Динамика содержания  $C_{\text{орг}}$  в ДО в восточной части предустьевое пространства р. Волги в зависимости от объема твердого стока за период половодья

Изменчивость уровня накопления  $C_{\text{орг}}$  в ДО от факторов, определяющих интенсивность продукционных процессов (прозрачность, насыщение вод кислородом и рН), выявлена в районах, рас-

положенных в приглубой зоне, южнее зоны влияния волжского стока. На востоке – на свале глубин (4–6 м) и на акватории, расположенной за свалом, на западе – южнее о. Тюлений.

Многолетние вариации концентрации  $C_{орг}$  в зависимости от прозрачности, определяющей глубину фотического слоя, выявлены в восточной части приглубой зоны Северного Каспия (рис. 3).

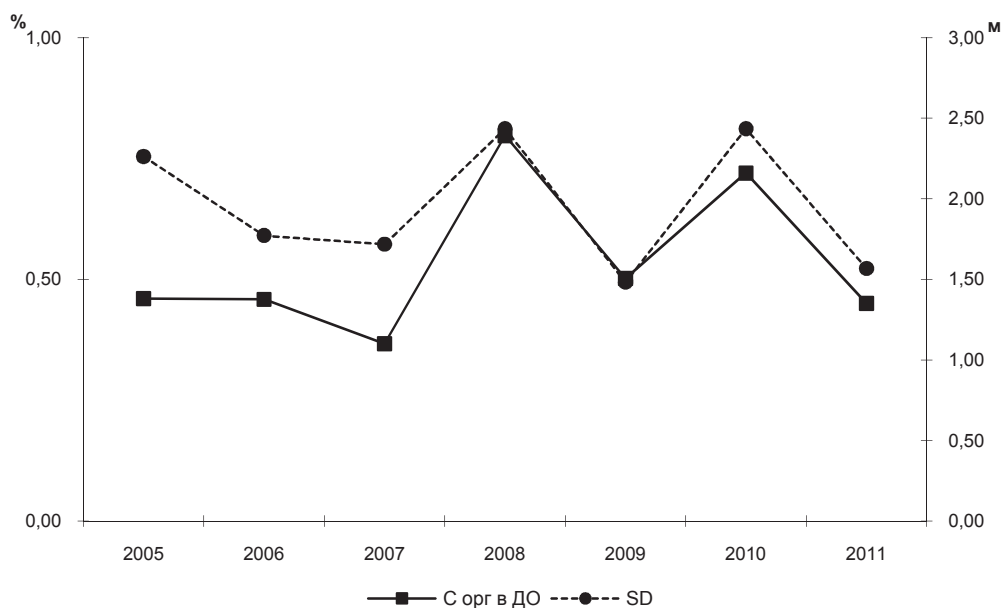


Рис. 3. Динамика содержания  $C_{орг}$  в ДО в восточной части приглубой зоны Северного Каспия в зависимости от прозрачности воды

При сравнении многолетней динамики концентрации  $C_{орг}$  в ДО и процентного насыщения вод кислородом (косвенного показателя новообразования органики) выявлены закономерности как в восточной, так и в западной частях приглубой зоны (рис. 4).

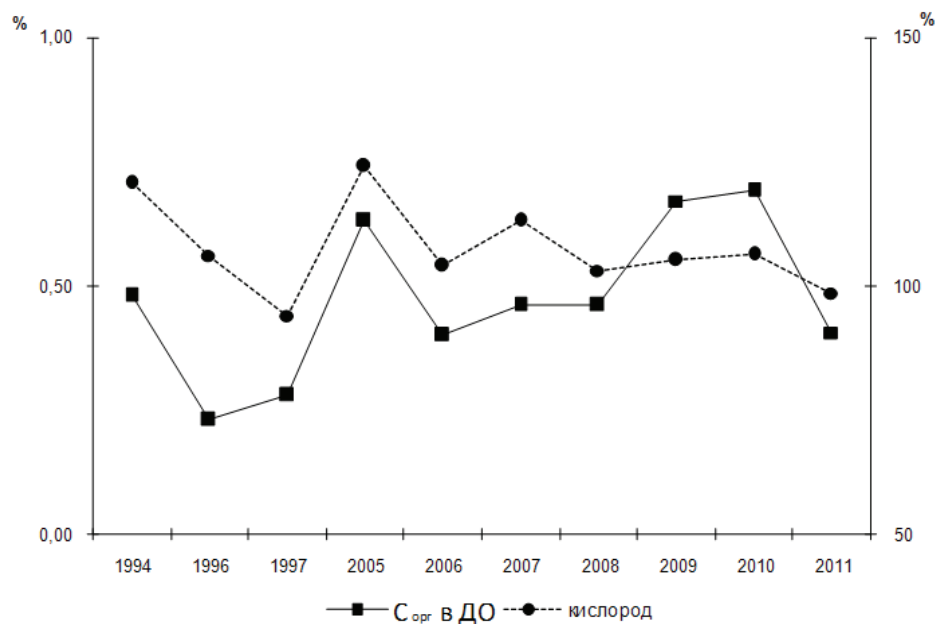


Рис. 4. Динамика содержания  $C_{орг}$  в ДО в зависимости от насыщения вод кислородом:  
а – в восточной части приглубой зоны Северного Каспия

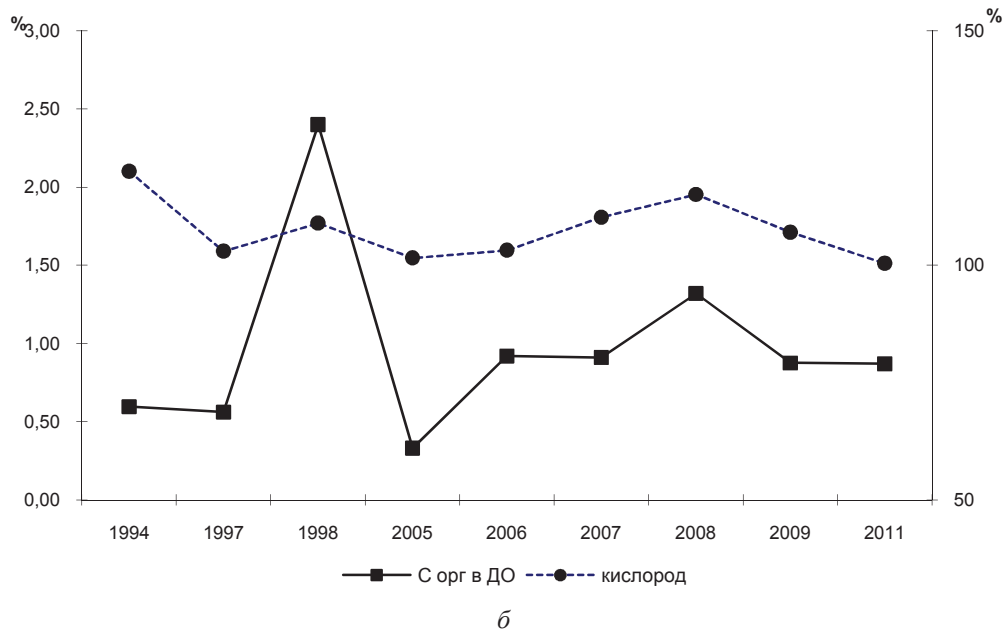


Рис. 4. Динамика содержания  $C_{орг}$  в ДО в зависимости от насыщения вод кислородом:  $\bar{b}$  – в западной части приглубой зоны Северного Каспия

Зависимость накопления органики в грунтах от водородного показателя pH, служащего критерием оценки интенсивности первичного продуцирования органического вещества, обнаружена в западной части приглубой зоны (рис. 5).

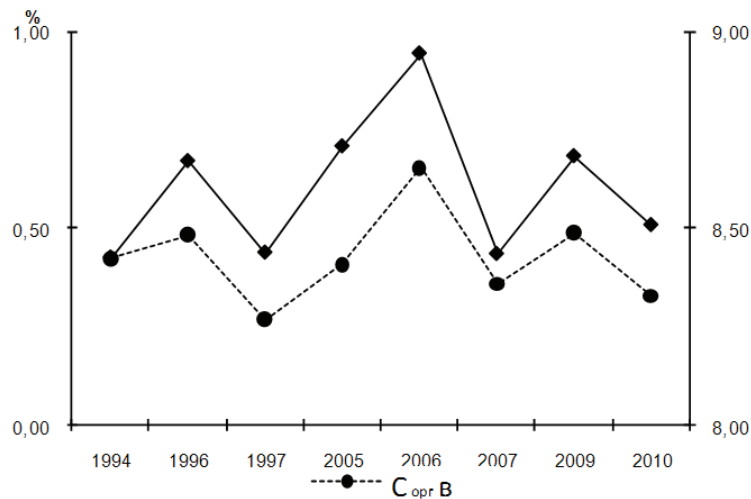


Рис. 5. Динамика содержания  $C_{орг}$  в ДО в зависимости от pH в западной части приглубой зоны Северного Каспия

На участках исследуемой акватории, где не обнаружено влияния изученных параметров среды на накопление органического вещества в ДО (западная часть предустьевое пространство р. Волги и граница Северный Каспий – Средний Каспий), вероятно, имеет место влияние антропогенных факторов и повышенной гидродинамической активности водных масс.

За исследуемый период наблюдалось незначительное увеличение содержания  $C_{орг}$  на выходных участках Волго-Каспийского канала (с 0,26 % в 1994 г. до 0,56 % в 2011 г.) и Кировского канала (с 0,22 до 0,40 % соответственно), что обусловлено снижением водного стока, наблюдае-

мым в последние годы, и осаждением тонкодисперсных взвесей, основного носителя органического материала непосредственно у выходов речных рукавов. По этой же причине наблюдалось снижение концентрации  $C_{орг}$  в ДО, подстилающих акваторию у о. Тюлений (с 0,73 % в 1994 г. до 0,04 % в 2011 г.)

Увеличение уровня накопления  $C_{орг}$  в ДО, залегающих севернее о. Чечень (район, являющийся областью автохтонного питания осадков органическим материалом), в течение многих лет с 0,37 % (1994 г.) до 1,08 % (2011 г.) свидетельствует об усилении интенсивности продукционных процессов в данной части моря.

Большой диапазон годовых изменений содержания  $C_{орг}$  в ДО, а следовательно, и непостоянность интенсивности осадконакопления присущи отложениям, подстилающим западную часть исследуемой акватории. Слабая годовая динамика и, соответственно, более стабильные условия накопления органического вещества характерны для осадков восточной части моря.

Исходя из того, что автохтонное органическое вещество, состоящее из легкогидролизуемых компонентов, является главным источником пищи для бентосных организмов, а аллохтонная органика, характеризующаяся значительной устойчивостью к деструкции, имеет второстепенное значение в их питании [9], наиболее благоприятной для обитания донных беспозвоночных следует считать приглубую зону Северного Каспия.

### Заключение

Результаты исследований показали, что направленность межгодового хода содержания органического углерода в донных отложениях в различных районах Северного Каспия неодинакова. Изменения концентраций исследуемого компонента зависят от источников питания осадков органическим веществом. Районирование акватории позволило выделить участки, подверженные влиянию аллохтонной органики, привносимой в море в растворенном виде и с твердым стоком, а также интенсивности продукционных процессов.

Восточная часть предустьевого пространства дельты р. Волги и район Смирновского осередка являются областью аллохтонного питания осадков органическим веществом. Органический материал в донных отложениях, залегающих южнее зоны влияния волжского стока, имеет автохтонный генезис.

Учитывая биохимическую природу аллохтонного органического вещества, большую долю труднорастворимых компонентов в его составе и его устойчивость к деструкции, следует считать, что более благоприятным районом для обитания донных беспозвоночных является приглубая зона Северного Каспия – область автохтонного питания осадков органическим материалом.

Из основных закономерностей многолетней динамики необходимо отметить сокращение области активной седиментации аллохтонной органики в связи с периодом маловодных лет, что обусловило расширение ареала распространения донных отложений, образованных за счет органического вещества автохтонного происхождения, более ценного для питания донных биоценозов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яблонская Е. А. Водная взвесь как пищевой материал для организмов бентоса Каспийского моря / Е. А. Яблонская // Тр. ВНИРО. 1969. Т. LXV. С. 85–147.
2. Вольвач Ф. В. К вопросу о роли органического вещества донных отложений в формировании трофности водоемов / Ф. В. Вольвач, Н. Ф. Чуйко // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Вып. V. Гидрохимия и донные отложения. Иркутск, 1981. С. 25–26.
3. Салманов М. А. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря / М. А. Салманов. – Баку, 1999. 398 с.
4. Дацко В. Г. Содержание органического вещества в водах Каспийского моря и его ориентировочный баланс / В. Г. Дацко // Гидрохимические материалы. 1957. Т. XXVII. С. 10–20.
5. Дацко В. Г. Закономерности современного осадконакопления в Северном Каспии / В. Г. Дацко. Ростов н/Д: Изд-во Ростов. ун-та, 1978. 207 с.
6. Методическое руководство по анализу органического вещества донных отложений. М.: ВНИРО, 1980. 64 с.
7. РД.52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 264 с.
8. Катунин Д. Н. Продукционно-деструкционные процессы фитопланктона в Северном Каспии / Д. Н. Катунин и др. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2000 г. Астрахань, 2001. С. 39–51.
9. Биологическая продуктивность Каспийского моря. М.: Наука, 1974. 248 с.

*REFERENCES*

1. Iablonskaia E. A. Vodnaia vzves' kak pishchevoi material dlia organizmov bentosa Kaspiiskogo moria [Water suspension as a nutritional material for organisms of the Caspian benthos]. Trudy VNIRO, 1969, vol. LXV, pp. 85–147.
2. Vol'vach F. V., Chuiko N. F. K voprosu o roli organicheskogo veshchestva donnykh otlozhenii v formirovanii trofnosti vodoemov [To the question of the role of organic substance of bottom sediments in formation of water basins trophic situation]. Krugovorot veshchestva i energii v vodoemakh. Iss. V. Gidrokimiia i donnye otlozheniia. Irkutsk, 1981, pp. 25–26.
3. Salmanov M. A. Ekologiya i biologicheskaya produktivnost' Kaspiiskogo moria [Ecology and biological productivity of the Caspian Sea]. Baku, 1999. 398 p.
4. Datsko V. G. Soderzhanie organicheskogo veshchestva v vodakh Kaspiiskogo moria i ego orientirovochnyi balans [Content of organic material in waters of the Caspian Sea and its potential balance]. Gidrokhimicheskie materialy, 1957, vol. XXVII, pp. 10–20.
5. Khrustalev Iu. P. Zakonomernosti sovremennogo osadkonakopleniia v Severnom Kaspii [Peculiarities of present sedimentation in the Northern Caspian]. Rostov-on-Don, Izd-vo Rostov. un-ta, 1978. 207 p.
6. Metodicheskoe rukovodstvo po analizu organicheskogo veshchestva donnykh otlozhenii [Methodical guidelines on the analysis of organic material in bottom sediments]. Moscow, VNIRO, 1980. 64 p.
7. RD.52.10.243-92. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu morskikh vod [Guidelines on chemical analysis of sea waters]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat, 1993. 264 s.
8. Katunin D. N. i dr. Produktionno-destruktsionnye protsessy fitoplanktona v Severnom Kaspii [Productive destructive processes of phytoplankton in the Northern Caspian]. Rybokhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii: Rezul'taty NIR za 2000 g. Astrakhan, 2001, pp. 39–51.
9. Biologicheskaya produktivnost' Kaspiiskogo moria [Biological productivity of the Caspian Sea]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 248 p.

Статья поступила в редакцию 6.03.2013

***ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ***

***Дегтярёва Лариса Вячеславна*** — Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань; научный сотрудник лаборатории водных проблем и токсикологии; dlgru@mail.ru.

***Degtyareva Larisa Vyacheslavna*** – Caspian Scientific Research Institute of Fishery, Astrakhan; Research Worker of the Laboratory of Aquatic Problems and Toxicology; dlgru@mail.ru.