



Биолог. журн. Армении, 1 (74), 2022

DOI:10.54503/0366-5119-2022.74.1-6

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ ОСНОВНЫХ РЕК ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН (2018 г.)

Т.Г. ХАЧИКЯН¹, Л.Г. СТЕПАНЯН¹, А.С. МАМЯН¹, Л.Р. ГАМБАРЯН^{1,2}

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА
Институт гидроэкологии и ихтиологии¹
ЕГУ, каф. Экологии и охраны природы²
listeus@mail.ru

Мониторинговые исследования устьевых частей основных рек водосбора озера Севан с соблюдением физико-химических и биологических параметров воды проводились в весенний, летний и осенний сезоны 2018 г. С учетом сезонных значений исследуемых параметров было оценено качество воды. В некоторых реках, в устьевой части, увеличилась количественная доля сине-зеленых и колониальных зеленых водорослей в фитопланктоне, что, по всей вероятности, связано с увеличением показателей химического загрязнения воды. Показатели сапробности соответствовали наличию среднего органического загрязнения и находились в зонах от α -олигосапробной до β -мезосапробной.

Экологический мониторинг – оценка качества воды – фитопланктонное сообщество

2018թ. գարուն, ամառ, աշուն սեզոններին իրականացվել են Սևանա լճի ջրիավաք ավազակի հիմնական գետերի գետաբերանային հատվածների մոնիթորինգային հետազոտություններ՝ ջրի ֆիզիկաքիմիական և կենսաբանական ցուցանիշների դիտարկմամբ: Ուսումնասիրված ցուցանիշների սեզոնային արժեքների հաշվառմամբ կատարվել է գետաբերանների ջրի որակի գնահատում: Որոշ գետերի գետաբերաններում ֆիտոպլանկտոնային համակցությունում մեծացել է կապտականաչների և գաղութային կանաչ ջրիմուռների քանակական մասնաբաժինը, ինչը ամենայն հավանականությամբ պայմանավորված է եղել ջրի քիմիական աղտոտվածության ցուցանիշների արժեքների մեծացմամբ: Սապրոբայության ցուցանիշները տատանվել են α -օլիգոսապրոբից մինչև β -մեզոսապրոբ սահմաններում, ինչը համապատասխանում է օրգանական աղտոտվածության միջին աստիճանին:

Էկոլոգիական մոնիթորինգ – ջրի որակի գնահատում – ֆիտոպլանկտոնային համակցություն

Monitoring investigations of the estuarine parts of the main rivers of the Lake Sevan's catchment basin with observation of the physicochemical and biological parameters of the water were carried out in spring, summer and autumn seasons of 2018. Water quality of the estuaries was assessed taking into account the seasonal values of the studied parameters. In the estuarine part of some rivers the quantitative proportion of blue-green and colonial green algae increased in phytoplankton composition, which is most likely associated with an increase of the parameters of chemical pollution of the water. The saprobity indices corresponded to the moderate organic pollution of the water and were belonging from α -oligosaprobic to β -mesosaprobic zones.

Environmental monitoring – assessment of water quality – phytoplankton composition

Озеро Севан – самый крупный (~1262 км²) пресноводный водоем Кавказского региона. Оно расположено между 40°19' с.ш. и 45°21' в.д., на высоте 1900 м н. у. м. Для охраны озера Севан, в значительной мере, способствовали: создание в 1978г. национального парка “Севан”, в 2005 г. сопредельные водно-болотные угодья были включены в международный список конвенции “Рамсар” [13, 14].

Постоянные антропогенные колебания уровня воды, в результате жесткой политики эксплуатации ресурсов озера, способствовали нестабильности в развитии лимносистемы и проявлениями эвтрофирования, которые выразились интенсивными “цветениями” фитопланктона [6, 9, 15]. Процессы эвтрофирования озера в 70-е годы прошлого столетия были вызваны также интенсификацией и экстенсификацией необоснованных направлений экономики на водосборе, что, по мнению некоторых исследователей непосредственно повлияло на экологические процессы в озере Севан [11-13].

Особенностью строения водосборного бассейна является неравномерное распределение рек по отношению к акватории озера: четыре реки впадают в Малый Севан (МС), остальные – в Большой Севан (БС). В озеро Севан впадают 30 рек и речек, в том числе два крупных родника. Наиболее многоводными считаются: Дззнагет, Гаварагет, Личк, Аргичи, Варденис, Макенис (Карцахбюр) и Масрик [21].

Оценка экологического состояния речных экосистем в 2018 г. проводилась по комплексному исследованию количественных и качественных характеристик фитопланктона и некоторых гидрохимических и гидрофизических параметров окружающей среды.

Общеизвестно, что фитопланктон часто используют в качестве индикаторного сообщества, развитие которого зависит от скорости течения, температуры воды, показателей pH и содержания биогенов [22]. Соединения азота и фосфора присутствуют в природных водах в виде разнообразных неорганических и органических соединений. К числу неорганических соединений относятся: аммонийные (NH₄⁺), нитритные (NO₂⁻) и нитратные (NO₃⁻) ионы, которые легко переходят друг в друга. Наличие высоких концентраций нитратов и фосфатов связано с загрязнением, их количество уменьшается в вегетационный период водных растений. Осенью содержание нитратов начинает увеличиваться и достигает максимума зимой, когда при его минимальном потреблении происходит разложение органического вещества и переход азота из органических форм в минеральные [10].

Целью данной работы было провести гидроэкологическую оценку устьевой части рек, на основании данных, полученных в результате комплексных изучений особенностей развития фитопланктона и изменений гидрохимических, гидрофизических параметров, в различные сезоны 2018 г.

Материал и методика. Пробы отбирали в 2018 г. один раз в сезон (весна, лето, осень) из устьевой части основных рек (рис.1).

Сбор и консервация образцов фитопланктона и последующие лабораторные исследования проводились с использованием современных методов, принятых в гидробиологии [1]. Систематическая принадлежность водорослей определялась до вида, с помощью известных определителей [4,8,16,20,24]. Индекс сапробности определяли по Пантле-Букку в модифицированной версии Сладечека [2, 3].

Гидрохимические и гидробиологические пробы отбирались одновременно. Параллельно проводилось измерение температуры, pH и скорости течения воды. Кислотно-щелочной потенциал воды (pH) определялся с помощью Milwaukee Waterproof pH-метра в полевых условиях. Количество биогенных веществ в воде определялось по международно принятым стандартам с помощью спектрофотометра, аммонийный азот- ISO 5664:2006 [25], нитритный азот- ISO 6777:1984 [26], нитратный азот- ISO 7890-3 [27], ортофосфатный фосфор (PO₄⁻)- ISO 6878:2004 [28].

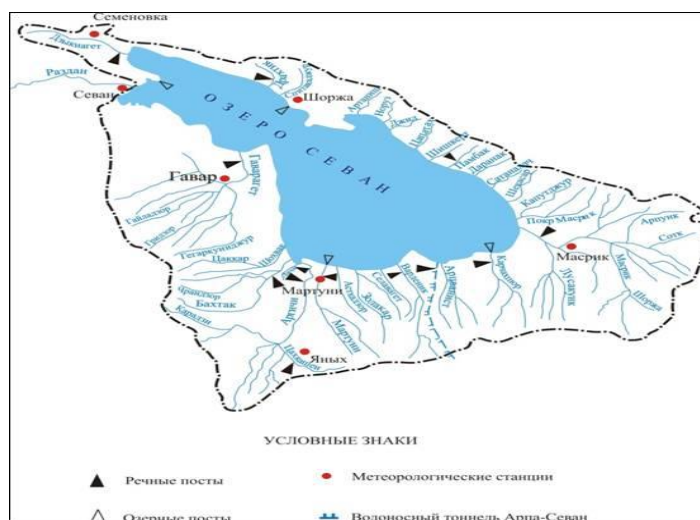


Рис.1. Озеро Севан и его водосборный бассейн
(http://www.confcontact.com/2014-specproekt/eg1_myradyan.htm)

Результаты и обсуждение. Весной 2018г. в устьевой части исследованных рек температура воды составляла 10-17°C, показатели pH находились в пределах: 6.6-8.4 (табл. 1.). Скорость течения воды составляла 0.2-1.1 м/сек.

Таблица. 1. Показатели pH весной-осенью 2018г. в устьевой части исследованных рек

Названия рек/сезоны	Весна	Лето	Осень
Масрик	7.8	6.8	7.7
Гаварагет	8.0	7.4	7.3
Дззнагет	8.4	7.9	7.5
Варденис	6.6	7.0	7.4
Личк	7.8	8.3	7.3
Аргичи	7.8	7.5	7.4
Карчахбюр	7.2	7.4	7.8

Количество минерального азота и ортофосфатов, в целом, находилось в пределах соответствия принятым экологическим нормам в реках, превышение экологических норм количества фосфат ионов наблюдалось в р. Гаварагет и соответствовало третьему порядку качества воды [17] (Рис. 2).

Весной в составе фитопланктона устьевой части исследованных рек было выявлено 58 видов водорослей, из коих 48- диатомовые, 8-сине-зеленые и 2-эвгленовые. Наиболее богатым видовым составом отличались роды диатомовых водорослей: *Nitzschia* (9), *Navicula* (7), *Gomphonema* (4) и *Cymbella* (3). Высокая частота встречаемости была у видов: *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis placentula*, *Gomphonema olivaceum*, *Nitzschia kuetzingiana*, *Aphanothece clathrata* и *Microcystis aeruginosa*.

Общие количественные показатели фитопланктона находились в пределах 316 000-1 396 000 кл/л и 1.2-6.8 г/м³. Во всех пунктах наблюдений по видовому разнообразию и количественным показателям доминировали диатомовые водоросли.

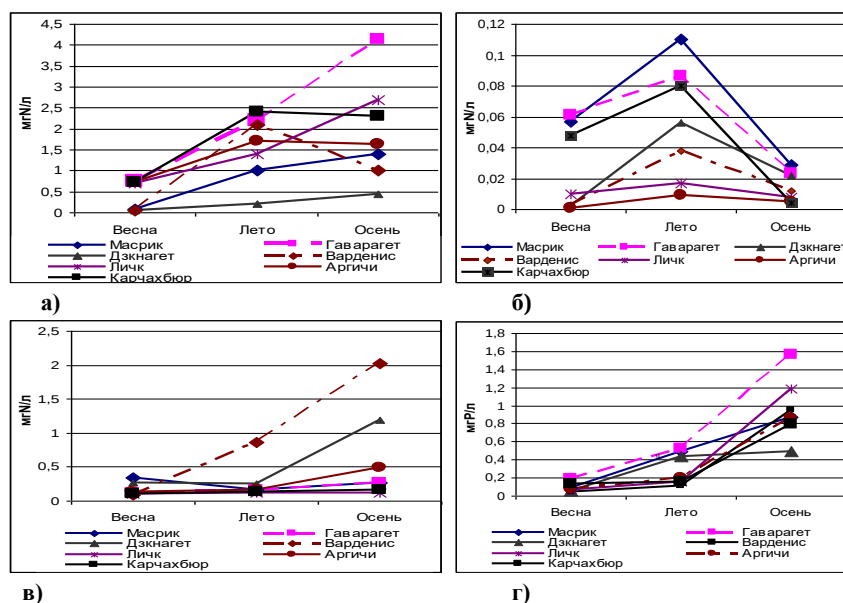


Рис. 2. Сезонное (весна, лето, осень) изменение концентрации нитратного азота (а), нитритного азота (б), аммонийного азота (в) и фосфатов (г) в устьевой части, исследованных рек в 2018 г.

Доля последних составляла около 68-100% общей численности и 83-100% от общей биомассы (рис. 3). Высокого количественного развития достигали виды: *Ceratoneis arcus*, *Fragilaria capucina*, *F. construens*, *Cocconeis placentula*, *Diatoma vulgare*, *Gomphonema olivaceum*, *Rhoicosphenia curvata* и *Didymosphenia geminata*.

Индекс сапробности находился в пределах 1.2-1.7, что соответствовало α -олигосапробной и β '-мезосапробной зонам загрязнения. Наиболее высокие показатели сапробности наблюдались в устьевой части рек: Гаварагет, Личк и Дзкнагет.

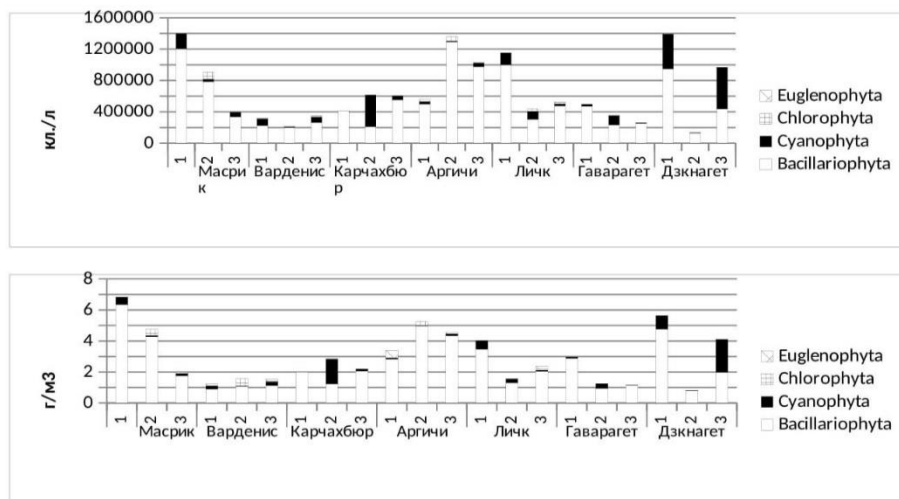


Рис. 3. Сезонные показатели количественного развития: а) численность (к/л) и б) биомасса (г/м³) фитопланктона в устьевой части исследованных рек 2018г. (1-весна, 2-лето, 3-осень).

В летний период, в устьевой части исследованных рек наблюдалось уменьшение скорости течения до пределов 0.1-0.8 м/сек., повышение температуры от 10.5 до 20°C, показатели pH составляли 6.8-8.3. В устьях рек Масрик, Гаварагет, Дзкнагет увеличилось содержание фосфат-ионов, которое выразилось в превышении предельно допустимых количеств (рис.2). Повышенные концентрации фосфора в водах указывают на их загрязнение, так как соединения фосфора относятся к числу продуктов разложения сложных органических веществ. Высокие концентрации фосфатов обычно обусловлены их поступлением с удобряемых фосфатами полей [10]. Количество нитрит-ионов в этих реках было высоким и соответствовало от второго до третьего порядка качества воды. Концентрация аммония в речных водах, также как и концентрация нитритов, обычно колеблется в пределах сотых, десятых долей миллиграмма на литр, увеличение показателей наблюдается в загрязненных водах. [10].

В реке Варденис концентрация ионов аммония превосходила пределы принятых экологических стандартов для рек и составляла 0,87 мгN/л, что соответствовало III классу среднего качества воды [17] (рис. 2).

Летом в составе фитопланктона основных рек озера Севан было обнаружено около 58 видов водорослей, из них 46-диатомовые, 8-зеленые и 4-сине-зеленые. В группе зеленых водорослей наблюдалось увеличение показателей видового разнообразия водорослей, были зарегистрированы виды родов *Ankistrodesmus*, *Closterium*, *Pandorina* и *Ulothrix*. Наиболее богатыми в видовом отношении были роды: *Navicula* (9), *Nitzschia* (9), *Cymbella* (4), *Gomphonema* (3), *Pinnularia* (3), а высокую степень встречаемости имели виды: *Diatoma vulgare*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella prostrata*, *Rhoicosphenia curvata*, *Fragilaria capucina*, *Navicula cryptocephala*, *Melosira varians* - из диатомовых, а из сине-зеленых - *Aphanothece clathrata*, *Microcystis aeruginosa*. Виды *Nitzschia dissipata*, *N. kuetzingiana*, *Fragilaria capucina*, *Diatoma vulgare* и *Melosira varians* имели высокие количественные показатели. По количественному развитию в планктоне доминировали диатомовые водоросли, которые составляли 34-100% (от численности) и 43-100% (от биомассы) от общих показателей. По сравнению с весенним периодом, количественные показатели фитопланктона снизились, за исключением рек Карцахбюр и Аргичи, где наблюдался рост количественных показателей. В р. Аргичи это было обусловлено в результате массового развития крупноклеточных диатомовых водорослей *Melosira varians* и *Diatoma vulgare*, а в р. Карцахбюр развитием сине-зеленой водоросли *Oscillatoria limnetica*. Летом, по сравнению с весенним периодом, в р. Варденис наблюдалось увеличение показателей биомассы за счет развития крупной колониальной зеленой водоросли *Pandorina morum*. Развитие зеленых водорослей в данной точке наблюдений, вероятно, было связано с относительно высокой температурой воды (17°C) и низкой скоростью течения (0,2 м/с), а также высокой концентрации аммония в воде [22]. Индекс сапробности в устьях рек колебался в пределах 1,4 -1,9. Самый высокий показатель отмечен в устье р. Гаварагет, где составлял 1,9, что соответствует β'-мезосапробной зоне и средней степени загрязнения органическими веществами.

Осенью температура воды в обследованных пунктах наблюдений составляла 5-9°C, скорость течения колебалась в пределах 0,5-1,2 м/с, а показатели pH воды составляли 7,3-7,8. Количество фосфат-ионов во всех реках превышали допустимые концентрации. Особенно высоким загрязнение было в реках Гаварагет, Карцахбюр, где содержание фосфат-ионов превышало ПДК в три-четыре раза. В этих реках почти вдвое увеличилось содержание нитрат-ионов. В реках Дзкнагет и Варденис зафиксированы высокие показатели не только фосфат-ионов, но и ионов аммония, что соответствует III-IV классу качества воды (среднее-неудовлетворительное).

В фитопланктоне выявлены 59 видов водорослей (48-диатомовые, 4-сине-зеленые, 3-зеленые, 4-эвгленовые). По сравнению с летом видовое разнообразие зеленых водорослей уменьшилось, но наблюдалось увеличение видового состава за счет развития эвгленовых водорослей родов *Trachelomonas* (3) и *Euglena* (1), которые считаются β -мезосапробными биоиндикаторами.

Во всех пунктах наблюдений по видовому разнообразию и количественным показателям преобладали диатомовые водоросли, за исключением Дзкнагета, где имели количественное преимущество сине-зеленые водоросли - 54% и 51%. Здесь доминировала сине-зеленая водоросль *Oscillatoria limosa*, составляя 50% от показателей общей численности и около 53% от общей биомассы. Последняя считается планктонабентосным видом, характерным как для стоячей, так и для проточной воды, является β -мезосапробным биоиндикатором [3]. Наибольшее видовое преимущество имели роды: *Navicula* (9), *Nitzschia* (9), *Cymbella* (4), *Pinnularia* (4), *Diatoma* (3) и *Gomphonema* (3). Высокие количественные показатели наблюдались у видов *Ceratoneis arcus*, *Melosira varians*, *Cocconeis placentula*, *Fragilaria capucina*, *F. construens*, *Diatoma vulgare* и другие. Индекс сапробности был в пределах 1.3-1.92, максимальные показатели наблюдались в реке Гаварагет.

Результаты многолетнего сезонного мониторинга основных рек водосборного бассейна озера Севан с 1990 по 2014 гг., выявили, что присущей чертой в развитии фитопланктона рек, является в целом, доминирование группы диатомовых водорослей [5,18,19].

Таким образом, на основе результатов, полученных в ходе мониторинга устьевой части рек в 2018 г., выявлено, что внутригодовая динамика гидрохимических показателей на исследованных реках характеризуется сезонной изменчивостью. Максимальное содержание биогенных веществ практически во всех исследованных реках наблюдается осенью, а концентрация нитритов самая высокая летом (до 0,11 мг/л). Крайне высокое содержание ортофосфатного фосфора в реках, в осенний период (0,49-1,57 мгР/л) позволяет характеризовать их как "грязные" (V класс качества водоема). По гидрохимическим показателям, под значительным антропогенным воздействием находится р. Гаварагет (МС), где постоянно наблюдались очень высокие концентрации фосфатов. В результате сезонных колебаний гидрохимических и гидрофизических факторов, наблюдалось, в целом, преобладание диатомовых водорослей, что является присущим для рек Армении. Одновременно, в некоторых устьях рек увеличилась количественная доля сине-зеленых и колониальных зеленых водорослей в фитопланктоне, что по всей вероятности, связано с увеличением параметров химического загрязнения воды [22]. В летний сезон высокая температура и низкая скорость течения воды, способствовали количественному развитию и заметному увеличению видового разнообразия зеленых водорослей. Значения индекса сапробности варьировали от 1,2 до 1,92, что соответствует зонам от α -олигосапробной до β^3 -мезосапробной. Наибольшее загрязнение органическими веществами по индексу сапробности зафиксировано в устье р. Гаварагет, что соответствует среднему уровню органического загрязнения. Ухудшение показателей качества воды в устьевой части основных рек водосборного бассейна несет в себе угрозы негативного влияния на качество воды в самом озере Севан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Ленинград. Гидрометеиздат, с.78- 86, 1983.
2. Баринова С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (Российский Дальний Восток). Владивосток. Дальнаука, 364с, 1996.

3. *Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель Авив. Pilies Studio, 498 с., 2006.
4. *Гамбарян Л., Шахазизян И.* Определитель родов водорослей пресноводных водоемов, Ереван, 60 с, 2014.
5. *Гамбарян Л.Р., Мамян А.С.* Фитопланктон притоков озера Севан. В монографии “Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды”. Ярославль. Филигрань, с.61-78, 2016.
6. *Григорян Д.Э., Погосян У.Г., Овсепян Т.А.* Гигиенические аспекты антропогенного эвтрофирования высокогорного озера Севан. Антропогенное эвтрофирование природ. вод. Черноголовка, с. 268-273, 1977.
7. Интегральная оценка экологического состояния озера Севан (GEO – Lake Sevan) Доклад Association “For SHD”/UNEPCom. Ереван, 42 с, 2011.
8. *Киселев И.А., Зинова А.Д., Курсанов Л.И.* Определитель низших растений Водоросли. М., Сов. Наука, 2, 312 с, 1953.
9. *Легович Н.О.* О “цветении” воды озера Севан. Экология гидробионтов озера Севан. Ереван, N 17, с. 51–74, 1979.
10. *Никаноров А.М.* Гидрохимия. Санкт-Петербург Гидрометеиздат 2001. стр. 444
11. *Овсепян А.А., Хачикян Т.Г.* Фитопланктон пелагиали озера Севан. В монографии “Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды”. Ярославль. Филигрань, с. 39-60, 2016.
12. *Оганесян Р.О., Иванян М.С., Давтян А.А., Гамбарян Л.Р., Мкртчян Ж.Г., Овсепян А.А., Мамян А.С.* Гидроэкологические изучения озера Севан и его водосборного бассейна (2009г.). БЖА, Ереван, LXII, 2, стр. 81-85, 2010.
13. *Оганесян Р.О.* Озеро Севан вчера, сегодня..., НАН РА. Ереван, 478 с., 1994.
14. Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды, Ярославль, 236 с., 2016.
15. *Парнаров А.С.* Первичная продукция и содержание хлорофилла “а” в фитопланктоне оз. Севан. Тр. СГБС, XVII, с. 89-99, 1979.
16. *Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В.* Водоросли планктона Каспийского моря. Ленинград. Наука, 291 с. 1986.
17. Решение правительства РА N 75, 69с, 2011.
<http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?DocID=65705>
18. *Хачикян Т.Г.* Современная характеристика фитопланктона рек водосборного бассейна озера Севан. Дисс. на соиск. уч. ст. к.б.н., Ереван, 145с., 2013.
19. *Худоян А.А.* Фитопланктон основных притоков озера Севан: на соиск. уч.ст.к.б.н., Ереван, 1994г.
20. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев. Наукова думка, 206 с., 1990.
21. Экология озера Севан в период повышения его уровня. Махачкала. Наука ДНЦ, 367с., 2010.
22. Domingues R., Barbosa A. B., Sommer U., Galvao H.M., Ammonium, nitrate and phytoplankton interactions in a freshwater tidal estuarine zone: Potential effects of cultural eutrophication Aquatic Sciences, 73, 3, с. 331-342, 2011.
23. Reynolds C. What Factors Influence the Species Composition of Phytoplankton in Lakes of Different Trophic Status? Hydrobiologia 369/370: p. 11–26, 1998.
24. Streble H., Krauter D. Das Leben im Wassertrofen. Prague. 415 p., 2002.
25. <https://www.iso.org/standard/11757.html>
26. <https://www.iso.org/standard/13273.html>
27. <https://www.iso.org/standard/14842.html>
28. <https://www.iso.org/standard/36917.html>

Поступила 13.12.2021