

ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЕ БИОГЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

Х.-М.М. Газаев¹, Э.А. Агоева¹, А.Б. Иттиев²

¹Кабардино-Балкарский Государственный Высокогорный заповедник,
п. Кашхатау

²ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный
университет им. В.М. Кокова»,
г. Нальчик

В природной воде по мере обогащения биогенными веществами происходит увеличение суммарной биомассы водных организмов и скорости оборота метаболической цепи, что приводит к постепенному эвтрофированию водоёма. В связи с этим интересно проведение исследования по содержанию фосфатов в водах высокогорных рек северного склона Большого Кавказа. Объектом исследования стала река ледникового происхождения – Черек-Безенгийский. Результаты проводимых исследований являются актуальными, так как изучаемые воды являются источником для питья всей западной части республики Кабардино-Балкария, использующая её для различных нужд. Выявление пространственно-временной изменчивости содержания фосфатов в водах реки проводилось в период зимней межени и летнего половодья, т.е. в периоды, характеризующиеся сменой основных источников питания с грунтового на ледниковое. Полученные данные можно считать фоновыми по сравнению с равнинной частью республики Кабардино-Балкария, т.к. данная территория лишена антропогенного влияния.

Ключевые слова: биогенные элементы, фосфаты, высокогорные ледниковые водосборы, горные породы, зимняя межень, летнее половодье, предельно допустимая концентрация, олиготрофные водоёмы.

PHOSPHORUS NUTRIENTS IN SURFACE WATER OF THE CENTRAL CAUCASUS

H.-M. Gazaev¹, E.A. Agoyeva¹, A.B. Ittiev²

¹FGBU Kabardino-Balkarian State Highland reserve,
Kashkhatau

²FGBO in the Kabardino-Balkarian State Agrarian University
named after. V.M. Kokova,
Nalchik

In natural water, as enriched with biogenic substances, the total biomass of aquatic organisms and the speed of turnover of the metabolic chain increase, this leads to a gradual eutrophication of the reservoir. In this regard, the first studies of the phosphate content in the waters of high-mountain rivers in the Central part of the northern slope of the Greater Caucasus. The object of research was the river of glacial origin – Cherek-Bezengiysky. The results of the ongoing research are relevant, since the studied waters are a source for drinking the entire western part of the Republic of Kabardino-Balkaria, using it for various needs. The spatial and temporal variability of the phosphate content in the investigated rivers was determined during the winter period and

summer flood, i.e. in periods characterized by a change in the main sources of food – from soil to glacial.

In view of the inaccessibility of the location of the objects of investigation, it is a high-altitude region that has been resolved by anthropogenic influence, we have obtained data that can be considered background compared to the plain part of the Republic of Kabardino-Balkaria.

Keywords: biogenic elements, phosphates, highland glacier watersheds, rocks, winter low water, summer high water, maximum permissible concentration, oligotrophic reservoirs.

К биогенным элементам относят компоненты воды, которые, во-первых, являются продуктами жизнедеятельности различных организмов, и во-вторых, являются «строительным материалом» для живых организмов. В первую очередь к ним относятся соединения азота и фосфора.

По мере обогащения водной экосистемы биогенами происходит увеличение суммарной биомассы водных организмов и скорости оборота метаболической цепи, что приводит к постепенному эвтрофированию водоёма. Таким образом, фосфор – важнейший биогенный элемент, чаще всего лимитирующий развитие продуктивности водоемов, которая зависит в первую очередь от фотосинтетической деятельности автотрофных организмов и различна в разных водоемах. По уровню продуктивности природные водоемы могут классифицироваться как 1. дистрофные (непродуктивные); 2. олиготрофные (малопродуктивные); 3. мезотрофные (среднепродуктивные); 4. эвтрофные (высокопродуктивные).

Цель исследования: впервые в 2015 г. проведено исследование пространственно-временных изменений концентраций фосфатов в высокогорной реке западной части северного склона Центрального Кавказа – Черек-Безенгийский.

Практическая ценность и актуальность работы: Известно, что содержание фосфатов в поверхностных водах изменяется с увеличением антропогенной нагрузки (Голубев, 1999; Михайлов, 2000), таким образом, полученные данные можно считать фоновыми и в дальнейшем использовать при разработке бассейновых ПДК. Проведённые исследования являются актуальными, так как исследуемая река является источником для питья всей западной части республики Кабардино-Балкария, использующая её для различных нужд.

Образование фосфатов в природных водах связано с естественными, геологическими и антропогенными процессами (Савенко, Савенко, 2007). Среднее содержание фосфора в земной коре немногим менее 0,1% (или 0,25% оксида фосфора P_2O_5) (Еремин, 2007; Методические рекомендации ..., 2007). Породы вулканического происхождения являются источником фосфатов, а гранитные и известковые – нитратов. В водах соединения фосфора, как минеральные, так и органические могут присутствовать в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии, в виде ортофосфатов, полифосфатов и органических фосфорсодержащих соединений, причем преобладающей формой

часто являются ортофосфаты (фосфаты). Фосфаты в воде могут присутствовать в виде различных ионов в зависимости от величины рН.

Предельно допустимая концентрация фосфатов (в пересчете на фосфор) в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет: для олиготрофных водных объектов 0,05 мг/дм³; для мезотрофных – 0 15 мг/дм³; для эвтрофных – 0,20 мг/дм³. Лимитирующий показатель вредности – органолептический.

Методологические основы: Определение растворенных форм фосфатов осуществляли спектрофотометрическим методом по реакции с молибдатом аммония и аскорбиновой кислотой с образованием молибденовой сини в водной пробе согласно (РД 52.24.382-2006).

Перечень пунктов наблюдения приведены в таблице. Пробы воды отбирались, консервировались и готовились к анализу в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 (ГОСТ Р 51592-2000). Результаты анализов представлены в виде гистограммы (рис.). Качество поверхностных вод оценивалось согласно (СанПин 2.1.5.980-96, 2000; Перечень рыбохозяйственных нормативов..., 1999).

В результате проведенных исследований установлено, что воды р. Черек-Безенгийский относятся к нейтральным и слабощелочным. Так, величина рН речной воды зимней межени и ледникового половодья изменяется в пределах 8,23–8,6 ед. рН и 7,48–8,17 ед. рН соответственно. Также наблюдается изменение величины минерализации от 118,74 до 214,08 мг/л в зимнюю межень и от 37,81 до 104,90 мг/л – в ледниковое половодье. Таким образом, наблюдается пространственно-временное изменение макросостава, т.е. увеличение от истока к устью и повышение в период зимней межени.

Как показали исследования, концентрация фосфатов (рис.) в водах исследуемой реки отличаются неоднородностью как в пространстве, так и во времени, что связано с непосредственной близостью первого пункта отбора у ледника Уллу-Чиран и альплагеря «Безенги».

Согласно рисунку, концентрация фосфатов в пространстве изменяется от 0,040 до 0 мг/л в ледниковое половодье и от 0,042 до 0,01 мг/л в зимнюю межень. Таким образом, пространственное изменение концентраций фосфатов в межень и половодье характеризуется снижением в 4 раза.

Среднее содержание фосфатов равно 0,0365 в межень и 0,031 мг/л в половодье. Таким образом, временное содержание фосфатов характеризуется повышением значений в межень в 1,8 раза.

Концентрации фосфатов в притоках также отличаются своей неоднородностью, составляя в межень – от 0,01 до 0,14 мг/л; в половодье – от 0 до 0,028 мг/л, причём в половодье были отмечены концентрации фосфатов только для притоков Сюеме-Суу – 0,028 мг/л и Мижирги – 0,06 мг/л. Отсутствие исследований в притоке Сюеме-Суу для зимней межени связано со сходом лавины в русло реки.

Таблица

Перечень пунктов наблюдения

Пункт отбора	Водный объект	Расстояние, км	Местоположение пункта отбора	Высота м, н. у. м.	Температура, °С	
					*ЗМ	ЛП
					воздуха / воды	воздуха / воды
р. Черек-Безенгийский, левая составляющая р. Черек, левый приток р. Терек						
1.	р. Черек-Безенгийский	0	ледник Уллу-Чиран	2100	3,0 / 0,5	19,0 / 0,1
2.	Сюеме-суу	0,8	правый приток	1995	сошла лавина	25,0 / 16,0
3.	р. Черек-Безенгийский	0,9	до втока р. Мижирги	1995	3,0 / 0,5	25,0 / 7,0
4.	р. Мижирги	1,0	правый приток	1995	4,0 / 1,0	25,0 / 7,0
5.	р. Черек-Безенгийский	3,0	после втока р. Мижирги	1875	8,0 / 1,5	25,0 / 5,0
6.	левый приток	6,0	левый приток	1745	5,0 / 1,0	25,0 / 16,0
7.	левый приток	7,0	левый приток	1700	-	25,0 / 15,0
8.	р. Черек-Безенгийский	9,0	около кордона	1625	4,0 / 1,0	25 ⁰ С/6 ⁰ С
9.	р. Черек-Безенгийский	14,0	камнерезный цех	1420	4,0 / 1,0	25,0 / 9,0
10.	р. Черек-Безенгийский	33,0	закрывающий створ, с. Бабугент	765	11,0 / 2,0	28,0 / 12,0

Примечание – *ЗМ – зимняя межень; ЛП – летнее половодье

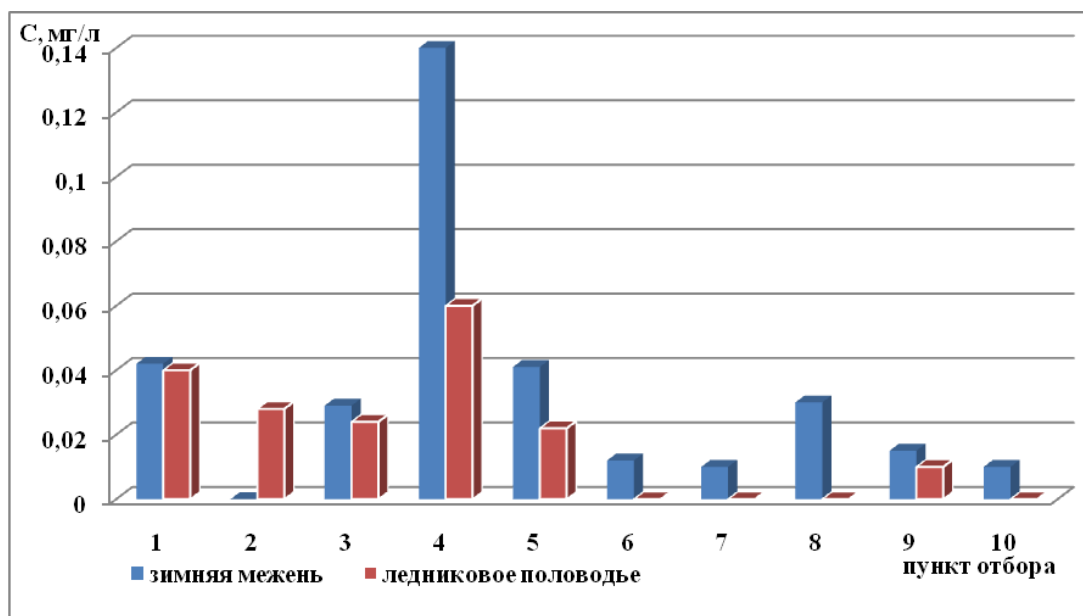


Рис. Содержание фосфатов в водах р. Черек-Безенгийский

Особое внимание заслуживает правый приток Мижирги, в устьевой области которого расположен альплагерь «Безенги». Согласно полученным данным, отмечались превышения предельно допустимых концентраций фосфатов (в пересчете на фосфор) для олиготрофных водных объектов рыбохозяйственного назначения, равном $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Так, в период зимней межени превышение ПДК_{р.х.} составило в 2,8 раза, а в ледниковое половодье – в 1,2 раза. Предположительно превышения ПДК_{р.х.} связаны со сливом неочищенных сточных вод в приток Мижирги с альплагеря «Безенги».

Вывод: Данные, полученные в результате исследований макросостава высокогорной части р. Черек-Безенгийский, показывают, что воды по экологическому классу качества поверхностных вод суши относятся к чистым и очень чистым (Нежиховский, 1990). По классификации О.А. Алекина носят характер гидрокарбонатных, группы кальция, и относятся к I типу (Алекин, 1970). Превышения ПДК_{п.в.} не отмечалось.

Как показали исследования, концентрация фосфатов в поверхностных водах р. Черек-Безенгийский подвержена сезонным колебаниям, поскольку она зависит от интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического разложения органических веществ. Минимальные концентрации фосфатов наблюдались в ледниковое половодье, максимальные – в зимнюю межень. При низкой антропогенной нагрузке высокое содержание фосфатов может быть обусловлено поступлением их из донных отложений и с грунтовыми водами, которые обогащаются ими в результате деятельности бактерий при разложении органического вещества и физико-химических процессов, протекающих в толще осадочных пород.

Согласно полученным данным, по содержанию фосфатов в воде территорию можно отнести к природному геохимическому фону, так как фундамент в бассейне исследуемых рек сложен кристаллическими сланцами, гранитом, вулканогенными породами, полевым шпатом, гнейсом, амфиболитами, туфам и другими породами, формирующими состав вод в разные фазы водного режима (Геология СССР, 1968).

В то же время необходимо отметить, что превышения ПДК_{р.х.} фосфатов для олиготрофных водоёмов в период межени и половодья может быть связано с деятельностью альплагеря «Безенги», в ходе которой происходит слив в русла рек хозяйственно-бытовых (коммунальных, фекальных) не очищенных сточных вод. Проведение дальнейших гидрохимических исследований позволит выявить причины превышений ПДК_{р.х.}

Согласно выше представленной классификации, изучаемые нами реки относятся к олиготрофным, т.е. воды, первичная продуктивность которых из-за недостатка биогенных элементов низка. Таким образом, пресные олиготрофные водоёмы – это ценный источник чистой воды.

Список литературы:

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970. 442с.

Геология СССР. Т. IX. Северный Кавказ. Ч. I. М.: Недра, 1968. С. 187-196.

Голубев Г.Н. Геоэкология. М.: ГЕОС, 1999. 337 с.

ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2010. 50 с.

Еремин Н.И. Неметаллические полезные ископаемые. М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. 459 с.

Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых и фосфатные руды. М., 2007. С. 66.

Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: аналитический обзор. Барнаул: День, 2000. 130 с.

Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 229 с.

Перечень рыбохозяйственных нормативов ПДК и ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды, водных объектов. М.: ВНИРО, 1999. 380 с.

РД 52.24.382-2006 Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом. Ростов-на-Дону, 2006. 32 с.

Савенко В.С., Савенко А.В. Геохимия фосфора в глобальном гидрологическом цикле. М.: ГЕОС, 2007. 248 с.

СанПин 2.1.5.980-96 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Контроль качества. М.: Минздрав России, 2000. 23 с.