

УДК 574.4: 574.5

**СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
(АЗОТ И ФОСФОР) В ВОДЕ ОЗЕРА КЕНОН –  
ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ТЭЦ-1**

**Цыбекмитова Г.Ц.**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, e-mail: gazhit@bk.ru*

Циклические климатические изменения, проявляющиеся как многоводные и маловодные годы, отражаются на экологическом состоянии водоема. В маловодные годы уровень содержания азота и фосфора в водоеме всецело зависит от внутриводоемных биохимических процессов разложения органического вещества. В многоводные годы приток органических веществ с водосборной площади водоема увеличивает концентрации азота и фосфора, зачастую превышающих ПДК веществ рыбохозяйственных водоемов.

**Ключевые слова:** водоем-охладитель, азот, фосфор, амилаза, протеазы, органические вещества

**CONTENT OF BIOGENIC ELEMENTS (NITROGEN AND PHOSPHORUS)  
IN THE LAKE KENON – THE COOLING POND THERMAL  
POWER STATION-1**

**Tsybekmitova G.T.**

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, e-mail: gazhit@bk.ru*

The cyclic climate changes that appear as high-water and low water years, reflected on the ecological status of the water body. In low water years the level of nitrogen and phosphorus in the lake is completely dependent on of biochemical processes decomposition of organic matter in the water body. In wet years brings organic matter from the catchments area increases the concentration of nitrogen and phosphorus, often greater than MPC of fishery reservoirs.

**Keywords:** the cooling pond, nitrogen, phosphorus, amylase, protease, organic substances

О загрязняющем окружающую среду воздействию ТЭЦ, находящихся в городской черте, пишут многие исследователи. В частности, в работе [6] авторы отмечают, что атмосфера загрязняется пылью, вредными веществами и паром. При мощности станции 1 млн. квт в отходы идут 50 млн. м3 сточных вод, обогащенных 52 т серной кислоты, 26 т хлоридов, 41 т фосфатов, 500 т твердой взвеси и 360 т золы, складироваться в отвалы.

Озеро Кенон относится к бассейну Верхнего Амура, расположено в черте г. Читы, с 1965 г. используется в качестве водоема-охладителя ТЭЦ-1. Для поддержания уровня режима озера (653 м) производится подкачка воды из реки Ингода. Работа ТЭЦ-1 оказывает влияние на окружающую среду, в том числе и на экосистему оз. Кенон. Среднегодовая минерализация воды в 1950-х гг. соответствующая 420 мг/л, к настоящему времени увеличилась до 588 мг/л. Состав вод озера из гидрокарбонатно-натриевого трансформировалась в трехкомпонентный: сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридный натриево-кальциево-магниевый [8].

Целью данной работы является анализ состояния озера Кенон по концентрации

в воде биогенных элементов (азот и фосфор) как важнейших компонентов природных вод, определяющих биологическую продуктивность водных объектов.

**Материалы  
и методы исследования**

Отбор проб и определение содержания азота и фосфора проводили общепринятыми в гидрохимии методами [4], ферментативную активность воды определяли по методике [3]. Ферментативная активность водных экосистем указывает на степень гидролиза (распада) высокомолекулярных органических веществ: протеолитическая активность – степень распада белка (в водных экосистемах – это составная часть животных организмов), а амилолитическая – степень распада углеводов (растительных организмов). При распаде органических веществ в воду поступают питательные вещества для жизни и деятельности живых организмов. Неиспользованные продукты распада выпадают в осадок и в последующем они также могут вовлекаться в круговорот веществ. Количество атмосферных осадков и изменения концентрации общего фосфора представлены на основе данных ГУ «Читинский ЦГМС-Р».

Наблюдения проводили по пяти станциям: четыре по периметру и одна в центре озера (рис. 1). На станции «Центр» пробы отбирали в трех горизонтах: поверхность (пов.) – зона прозрачности – дно. По остальным станциям в двух горизонтах: пов. – дно.

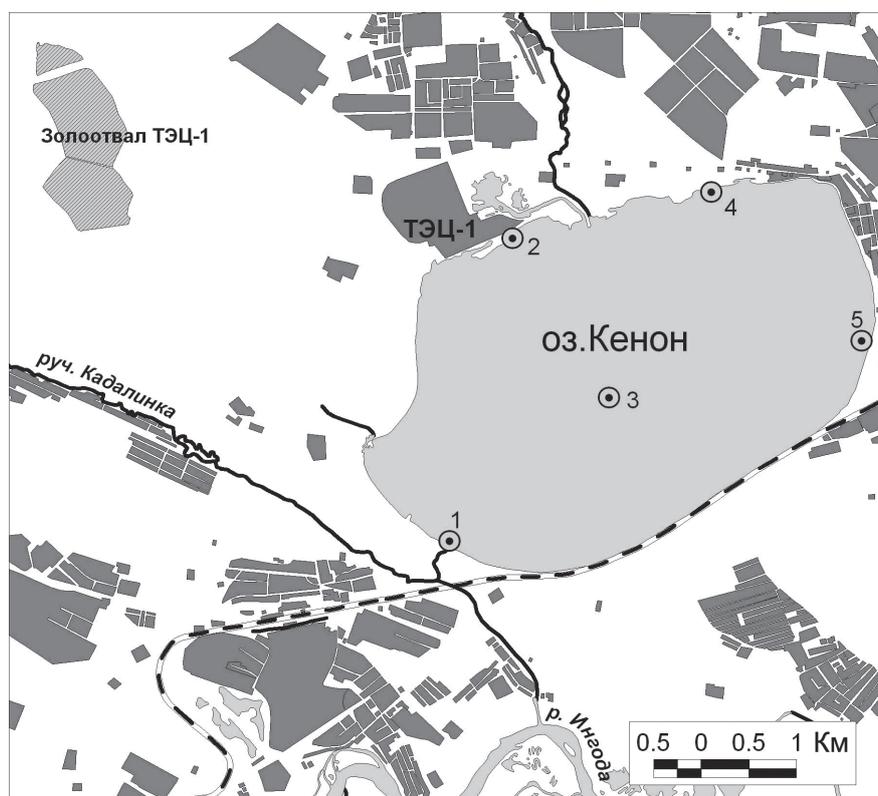


Рис. 1. Карта-схема мест отбора проб воды [6].  
Станции: 1 – Усть-Кадалинка, 2 – район сброса ТЭЦ, 3 – центр, 4 – КСК, 5 – Нефтебаза

### Результаты исследования и их обсуждение

Общая сумма минеральных форм азота показана на рис. 2. Наибольшее количество ионов аммония, нитритов и нитратов отмечается в июле 2011 г., когда их концентрация изменяется от 0,132 до 0,197 мг/л с наибольшим его содержанием на станции «КСК», наиболее пологий берег озера.

В период осеннего половодья происходит значительное возрастание минеральных форм азота. Из неорганических соединений азота преобладают ионы аммония. В августе 2011 г. береговая линия была насыщена аммонийными формами азота и соответствовала: на ст. Усть-Кадалинка – 0,075 мг/л (пов.) и 0,060 (дно) мг/л, на ст. «Нефтебаза» – 0,010 (пов.) и 0,075 (дно) мг/л. ПДК ионов аммония для рыбохозяйственных водоемов составляет 0,5 мг/л [7]. Повышенная концентрация ионов аммония на данных станциях по сравнению с остальными результатами наблюдений показывает об активных внутриводоемных биохимических процессах.

Повышенное содержание аммонийного азота отмечается и в августе 2010 г., когда

в среднем концентрация аммонийных ионов соответствовала 0,110 мг/л за счет его высокого содержания в воде наблюдаемых станций: «ТЭЦ» – 0,090 (пов.) и 0,040 (дно) мг/л; «Центр» – 0,110 (пов.), 0,300 (1,5 м), 0,105 (3,0 м) и 0,085 (дно) мг/л; «Нефтебаза» – 0,040 (пов.) и 0,90 (дно) мг/л.

Минеральные формы азота соответствует следующим соотношениям: 57% – на ионы аммония, 22% – на нитраты и 6% – на нитриты. В исследованиях 1970-х годов [9] данное соотношение приблизительно соответствует нашим результатам: 66% ионов аммония, 31% нитратов и 9% нитритов. Высокое содержание аммонийных форм азота указывает на способность экосистемы к разложению органических веществ. Таким образом, в экосистеме не происходит дальнейшего накопления органических веществ. Повышение содержания аммонийного азота указывает на усиление процессов распада накопившегося за лето органического вещества, подтверждением которого может служить высокая ферментативная активность воды, особенно с июня по сентябрь 2010 г. (рис. 3).

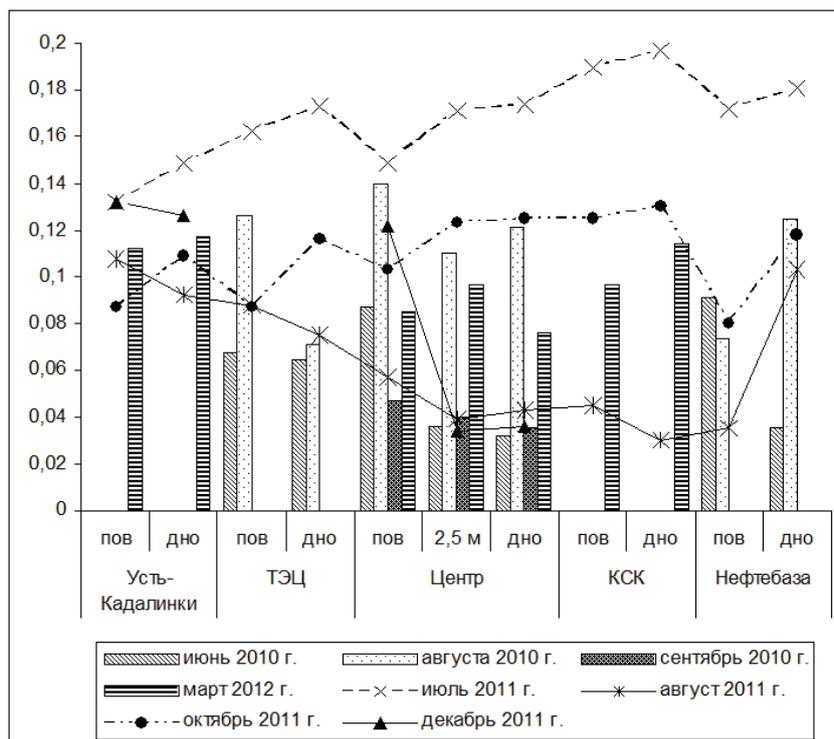


Рис. 2. Концентрация сумм минеральных форм азота в оз. Кенон (мг/л)

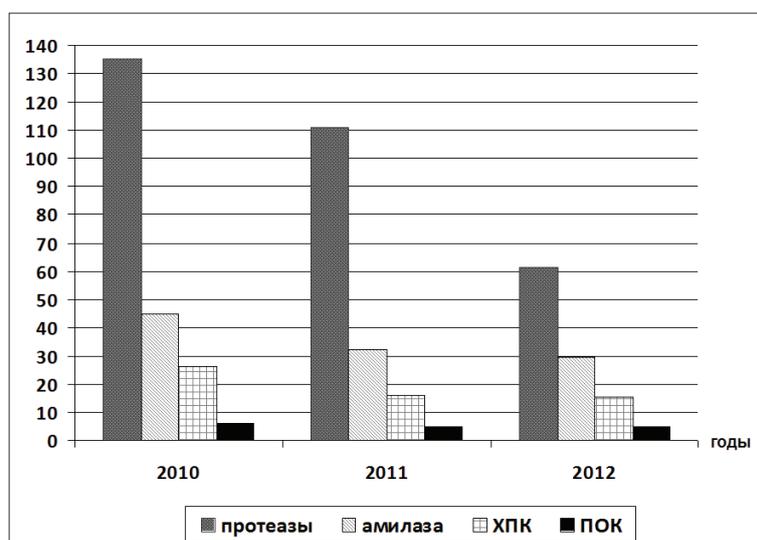


Рис. 3. Ферментативная активность воды (ф. ед. – ферментативные единицы) и окисляемость органических веществ (мг/л) в воде оз. Кенон

Повышенное значение активности амилазы мы отмечаем в августе 2010 г. в районе нефтебазы, в августе 2011 г. – на станции «Усть-Кадалинка». Возможно, это связано с ростом и распадом макрофитов [1]. В 2012 г. за исследованные месяцы (март, май и июнь) в среднем амилити-

ческая активность не превышает среднего уровня активности за предыдущие годы.

Протеолитическая ферментативная активность в 2011-2012 гг. варьирует от 0 до 251 ф.ед. Почти по всем станциям наблюдений летом и осенью она увеличивается в придонных слоях воды, что связано с процессами

биохимического разложения органических веществ. Это указывает на интенсивность процессов седиментации. Отмечаемые по некоторым станциям увеличение значения протеолитической активности поверхностных слоев воды может быть связано с повышенной плотностью фито- и бактериопланктона в данных горизонтах, например, в августе 2011 г. на станции «ТЭЦ», в июне 2010 г. и июль 2011 г. на станции «Нефтебаза». Процессы превышения привноса органических веществ (ОВ) с водосборной площади в летнее время 2010-2012 гг., которые могли иметь место при высоких концентрациях ОВ, принимать во внимание не приходится, так как соотношение перманганатной окисляемости к бихроматной не превышает 40 : в 2010 г. оно составляет в среднем 23 и в 2011-2012 гг. – 31 (рис. 3). Таким образом, органическое вещество в воде оз. Кенон автохтонного происхождения.

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов в пунктах питьевого водопользования величина ХПК не должна превышать 15 мг/л; в зонах рекреации водных объектов допускается величина ХПК до 30 мгО/л [5]. В оз. Кенон бихроматная окисляемость варьирует от 12,8 до 31,82 мг/л. Высокое содержание бихроматной окисляемости в наших исследованиях коррелирует с высоким со-

держанием аммонийных ионов. Исходя из представленных значений ХПК, вода озера характеризуется как «грязная» в 2011 г. и в марте 2012 г., «очень грязная» – в 2010 г. В работе [2] отмечены более высокие концентрации органического вещества (бихроматная окисляемость 60-80 мгО/л) в воде оз. Кенон. По результатам наших исследований 2010-2012 гг. данный показатель примерно в 3 раза меньше в виду того, что органическое вещество автохтонного происхождения, а не за счет поступления из водосбора. Это связано с засушливым периодом исследованных лет, когда отмечается пониженный уровень атмосферных осадков и снижение стока из водосборной площади.

Содержание органических веществ по перманганатной окисляемости (ПОК) выше 2 мг/л свидетельствует о содержании в воде легко окисляющихся органических соединений. При этом окисляемость перманганатная должна быть не выше 5-7 мг/л для рыбохозяйственных водоемов [5]. По нашим исследованиям 2010 г. среднее значение ПОК находятся в пределах ПДК для данных водоемов.

Анализ данных по атмосферным осадкам, выпавшим на водосборный бассейн оз. Кенон показал, что наибольшее количество осадков наблюдалось за 1997-1998 гг. и 2000-2003 гг. (рис. 4).

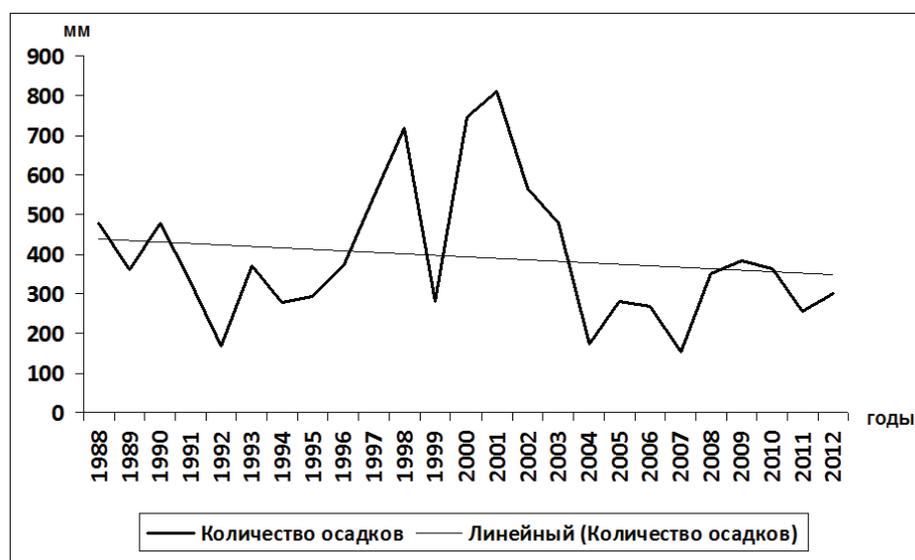


Рис. 4. Количество атмосферных осадков

Сравнение количества атмосферных осадков, выпавших на водосборный бассейн и изменение концентрации общего

фосфора в воде оз. Кенон показывает, что высокие содержания их отмечаются в периоды наибольших осадков (рис. 5).

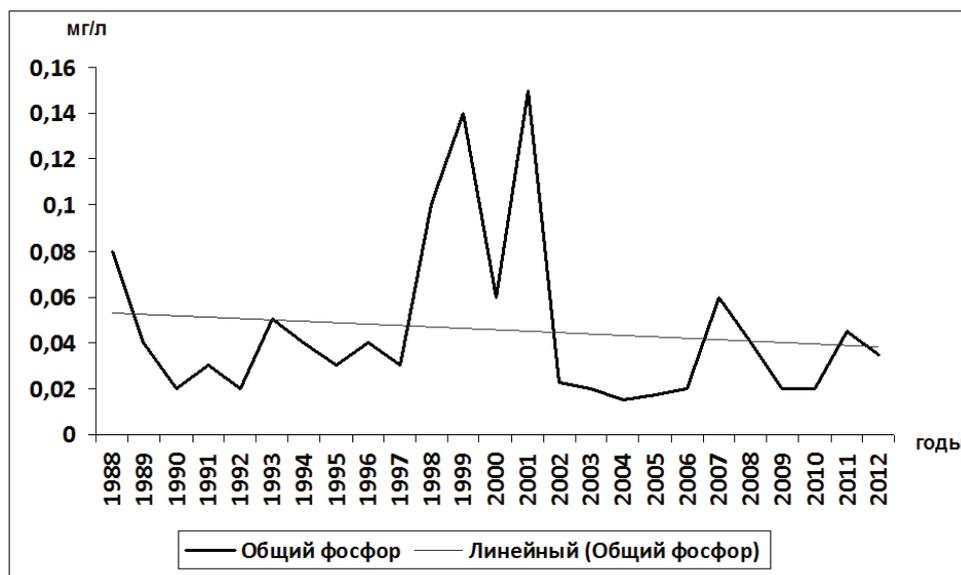


Рис. 5. Изменение концентрации общего фосфора

По исследованиям 70-х годов 20 в. [9] отмечено в воде преобладание почти в два раза органического фосфора, чем минерального (отношение их концентрации составляло 1,9). По нашим исследованиям 2010-2012 гг. данное соотношение соответствовало 1,02, т.е. практически равное содержание как органического, так и минерального фосфора. Таким образом, в равной степени происходят продукционно-деструкционные процессы, что характерно для стабильной экосистемы.

### Заключение

Циклические климатические изменения, проявляющиеся как многоводные и маловодные годы, отражаются на экологическом состоянии водоема. В маловодные годы уровень содержания азота и фосфора в водоеме всецело зависит от внутриводоемных биохимических процессов разложения органического вещества. В многоводные годы принос органических веществ с водосборной площади водоема увеличивает концентрации азота и фосфора, зачастую превышающих ПДК веществ рыбохозяйственных водоемов.

Исследования ферментативной активности воды показывают, что повышение амилалитической и протеолитической активности мы отмечаем в большей степени в придонных и в меньшей степени в поверхностных горизонтах. Следовательно, в придонных слоях воды происходят активнее процессы разложения и образования органических веществ как растительного, так и животного происхождения.

Также нами установлено, что в 2010-2012 гг. органическое вещество в большей

степени автохтонного характера, что коррелирует с уровнем осадков, выпавших на водосборную площадь водоема.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 14-05-98013 р\_Сибирь\_а.*

### Список литературы

1. Базарова Б.Б. Многолетние изменения растительности озера Кенон // Известия Иркутского государственного университета. 2012. Т. 5, № 4. С. 18-23.
2. Иванов А.В., Трофимова Л.Н. Гидрохимия озер Центрального Забайкалья. – Владивосток: Дальневосточное книжное изд-во, 1982. 140 с.
3. Корнеева Г.А. Оценка функционального состояния морской воды Черного моря по уровню гидрологических ферментативных активностей // Известия РАН. Серия биологическая. 1993. № 6. С. 909–913.
4. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семёнова. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 540 с.
5. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
6. Сихынбаева Ж.С., Шакиров Б.С., Жолдасбекова К.А., Ашитова Н.Ж. Некоторые вопросы о воздействии энергетики на окружающую среду // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 3. С. 89-90.
7. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.geotochka.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=973&Itemid=973](http://www.geotochka.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=973&Itemid=973).
8. Усманова Л.И. Современное химико-экологическое состояние оз. Кенон – водоема-охладителя Читинской ТЭЦ-1 // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: тезисы докл. Всерос. конф. с участием иностранных ученых. Томск: Изд-во НТЛ, 2012. С. 179-181.
9. Шишкин Б.А., Локоть Л.И. Режим биогенных элементов и продукция фитопланктона озера Кенон // Лимнологические исследования в Забайкалье / Ученые записки Забайкальского филиала Географического общества СССР. Чита: РИС ЗФ ГО СССР, 1973. С. 28-48.