

РАЗБАВЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОД КОСТОМУКШСКОГО ГОКА В СИСТЕМЕ РЕКИ КЕНТИ

Н. Е. Кулакова

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

Информацию о загрязненности водного объекта от того или иного источника техногенного воздействия можно получить по кратности разбавления сточных вод, поступающих от данного источника. Для этого важно выбрать консервативные химические показатели, содержание которых в водоеме определяется только физическими факторами разбавления и не зависит от внутриводоемных процессов. Для этих целей подходят только те компоненты, концентрация которых в сточных водах существенно отличается от природных вод.

Основным фактором антропогенного воздействия на систему р. Кенти являются техногенные воды Костомукшского горно-обогатительного комбината, которые поступают в нее в результате попусков воды из хвостохранилища, с фильтрационными водами и с водами отводных каналов. К техногенным водам относятся и рудничные, которые непосредственно в саму систему не поступают, они закачиваются в хвостохранилище, где благодаря его достаточно замедленному водообмену происходит существенное изменение содержания азотистых веществ (Лозовик, 2007). Источником загрязнения также являются отвалы вскрышных пород, вода от которых поступает в северо-западный канал.

Техногенные воды отличаются высоким содержанием минеральных веществ: более половины сбрасываемых продуктов приходится на сульфаты (2050 т/год) и калий (1740 т/год). Из биогенных элементов наблюдается наибольший сброс нитратов (в среднем около 97 т/год). Из специфических веществ следует отметить литий (около 1 т/год) и никель (0,1 т/год), которые поступают в воду при технологической переработке руды (Лозовик, 2007).

Согласно данным по химическому составу техногенных вод, полученным в 2008 г., их можно кратко охарактеризовать следующим образом.

Рудничные воды являются высокоминерализованными ($\Sigma_{и} - 1624$ мг/л), сульфатного класса группы кальция, и по ионному составу их можно отнести к гипсовым водам (Лозовик, 2007). Кроме того, они отличаются высоким содержанием азотистых соединений ($\text{NH}_4 - 25$ мг N/л, $\text{NO}_3 - 38$ мг N/л, $\text{NO}_2 - 1,22$ мг N/л), что является следствием неполного разложения взрывчатых веществ. Для рудничных вод также характерно значительное содержание металлов группы же-

леза (Mn – 1,15 мг/л, Ni – 56,6 мкг/л) и лития (65 мкг/л). При этом в них отмечено низкое содержание ОВ (БПК₅ = 1,38 мг O/л, ПО = 4,1 мг O/л, ЦВ = 8 град.) и P_{общ} (19 мкг/л).

В водах хвостохранилища в отличие от рудничных в ионном составе преобладают ионы калия (54 %-экв.) и сульфаты (70 %-экв.), и в связи с этим их относят к сульфатно-калиевым. В этих водах наблюдается значительное содержание нитратов (8,0 мг N/л) и нитритов (0,37 мг N/л), тогда как концентрация аммония (0,13 мг N/л) низкая. Объясняется это тем, что слабощелочная среда (pH – 8) способствует удалению аммония, а наличие кислорода приводит к частичному окислению нитритов до нитратов (Лозовик, 2007). Из других химических показателей отмечается высокое содержание лития (100 мкг/л).

Фильтрационные воды, как и рудничные, являются сульфатно-кальциевыми, но в отличие от последних в них содержится небольшое количество лития (13 мкг/л) и азотистых веществ ($\text{NH}_4 - 0,015$ мг N/л, $\text{NO}_3 - 0,47$ мг N/л, $\text{NO}_2 - 0,001$ мг N/л).

Воды отводных каналов по химическому составу относятся к сульфатно-кальциевым магниевым и выделяются повышенным содержанием лития (18 мкг/л), марганца (0,07 мг/л) и азотистых веществ по сравнению с чистыми водами региона (Поверхностные воды..., 2001).

Для оценки кратности разбавления техногенных вод в системе р. Кенти были использованы многолетние данные гидрохимических наблюдений в 1996–2008 гг.

Поскольку концентрации калия и сульфатов в техногенных водах Костомукшского ГОКа значительно превышают природные (содержание калия в 300 раз, сульфатов – 100 раз), они являются приоритетными консервативными химическими показателями, и по их содержанию можно судить о разбавлении техногенных вод в системе р. Кенти.

Расчет кратности разбавления сточных вод в точке наблюдения осуществляется по формуле:

$$K_{\text{разб}} = \frac{C_{\text{ст}} - C_{\text{фон}}}{C_{\text{набл}} - C_{\text{фон}}}$$
, где $C_{\text{ст}}$ – концентрация приоритетного консервативного вещества в сточной воде, $C_{\text{фон}}$ и $C_{\text{набл}}$ – его фоновая и наблюдаемая концентрация в водном объекте.

В связи с наличием большого количества источников антропогенного воздействия на систему р. Кенти сложно непосредственно оценить разбавление техногенных вод. Поэтому кратность разбавления рассчитывалась относительно вод оз. Поппалиярви (рис. 1, 2), в котором аккумулируются все техногенные воды Костомукшского ГОКа, а также относительно вод хвостохранилища (рис. 3, 4), которые вносят основной вклад в антропогенную нагрузку на систему р. Кенти. Особое внимание было уделено зимнему сезону, когда отмечается максимальное накопление техногенных вод в нижних озерах системы.

В оз. Койвас наблюдается в среднем 1,5–2,5-кратное разбавление техногенных вод по обоим показателям на протяжении всего рассматриваемого периода. В оз. Кенто разбавление изменяется в пределах 1,5–3-кратного по калию и 2–4,5-кратного по сульфатам. Оз. Ср. Куйто подвергается меньшему влиянию техногенных вод ввиду большого разбавляющего эффекта за счет вод, поступающих в устье р. Кенти из оз. В. Куйто, поэтому разбавление в нем изменяется в пределах 25–90-кратного по калию и 63–100-кратного по сульфатам. В целом же на протяжении многолетнего периода наблюдается тенденция уменьшения кратности разбавления вод оз. Поппалиярви как в нижних

озерах, так и в оз. Ср. Куйто, а непосредственно вод хвостохранилища разбавление мало меняется по годам (рис. 3, 4).

Для нижних озер системы р. Кенти кратности разбавления в последнем случае изменяются в пределах 3–10 по калию и 2–6 по сульфатам. В оз. Ср. Куйто разбавление в среднем составляет 100-кратное. Значения $K_{разб}$ вод хвостохранилища выше, чем кратность разбавления вод оз. Поппалиярви. Это связано с тем, что концентрации калия и сульфатов в оз. Поппалиярви меньше, чем в воде хвостохранилища.

Различие в тенденциях изменения $K_{разб}$ вод оз. Поппалиярви и хвостохранилища свидетельствует о том, что в оз. Поппалиярви поступают техногенные воды от неучтенных источников. По-видимому, это связано с ежегодным увеличением выноса веществ с отвалов вскрышных пород, что ведет к росту содержания компонентов в воде оз. Поппалиярви, а, как следствие, к уменьшению кратности разбавления.

Следует отметить, что показатель кратности разбавления сточных вод является информативным. Сопоставление параметра $K_{разб}$ с безвредной кратностью разбавления сточных вод, получаемой в токсикологическом опыте, позволяет установить, возможно ли токсикологическое действие загрязненных вод, не проводя

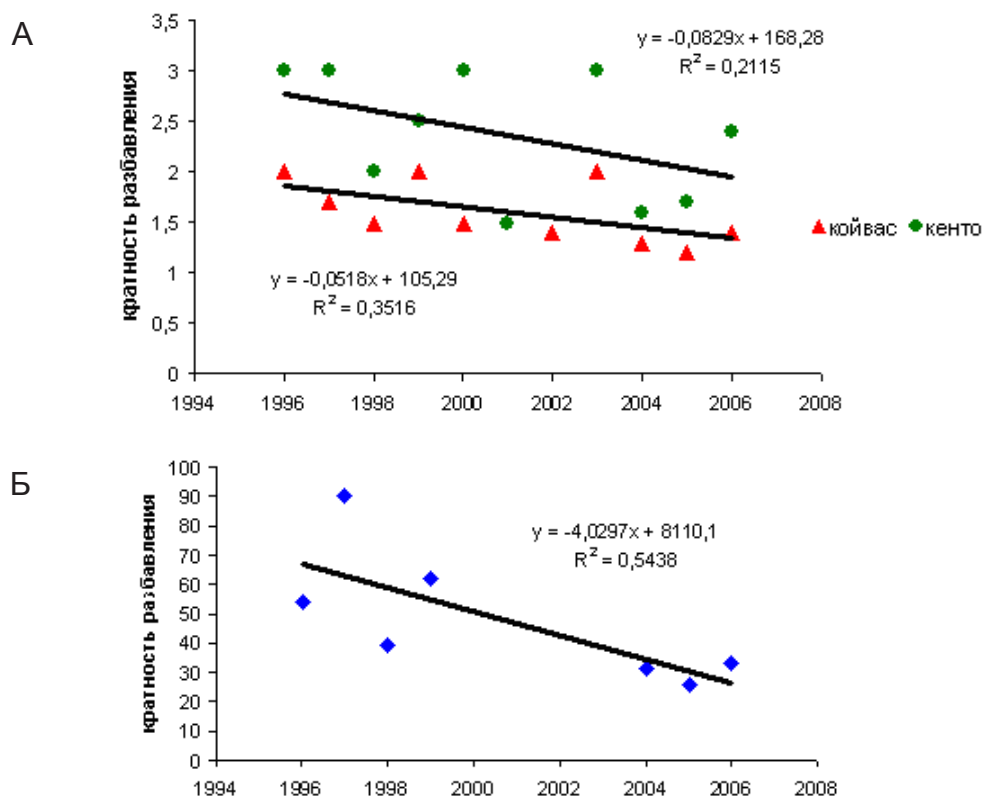


Рис. 1. Изменение кратности разбавления вод оз. Поппалиярви в нижних озерах системы р. Кенти (А) и оз. Ср. Куйто (Б) за многолетний период (по калию)

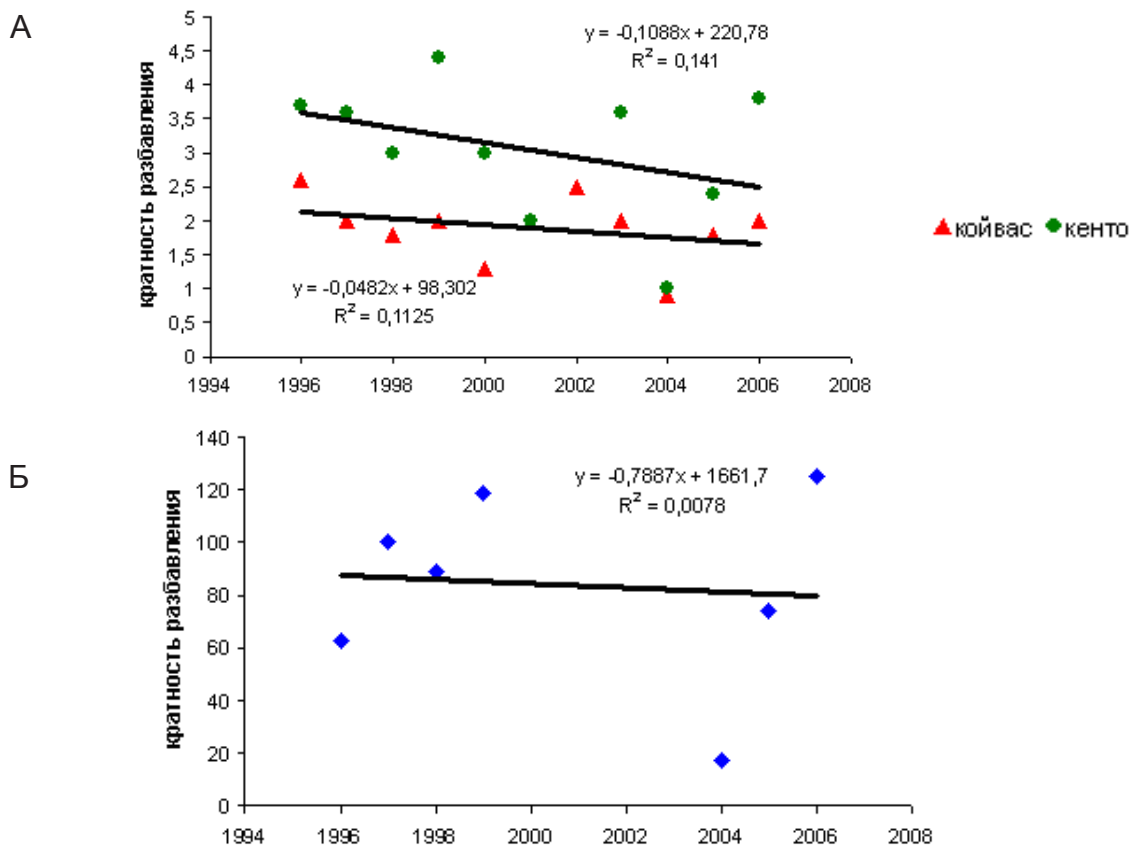


Рис. 2. Изменение кратности разбавления вод оз. Поппалиярви в нижних озерах системы р. Кенти (А) и оз. Ср. Куйто (Б) за многолетний период (по сульфатам)

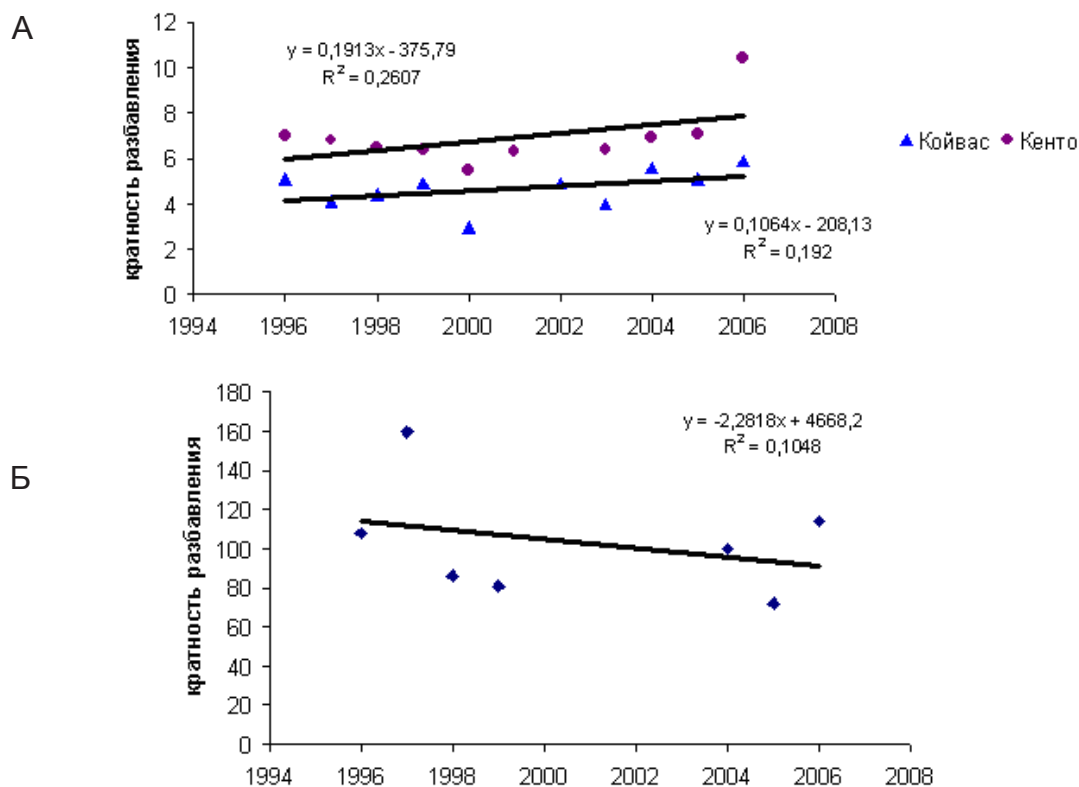


Рис. 3. Разбавление вод хвостохранилища в нижних озерах системы р. Кенти (А) и оз. Ср. Куйто (Б) за многолетний период (по калию)

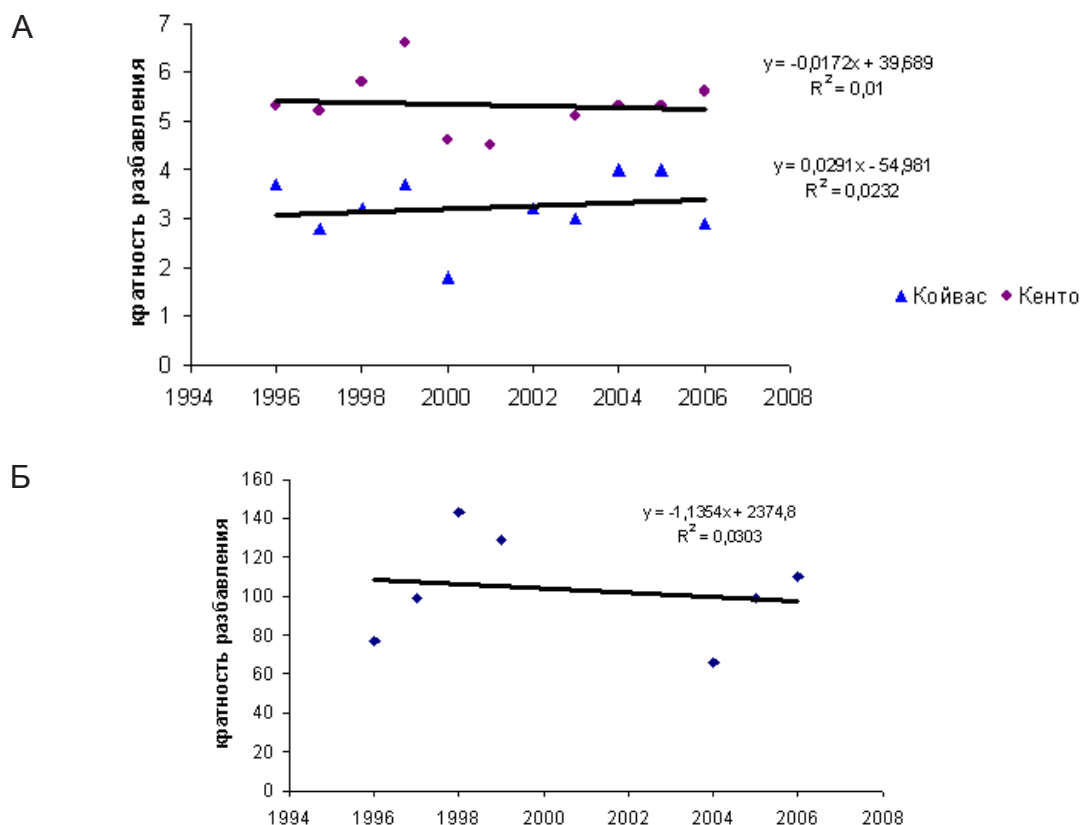


Рис. 4. Разбавление вод хвостохранилища в нижних озерах системы р. Кенти (А) и оз. Ср. Куйто (Б) за многолетний период (по сульфатам)

при этом весьма трудоемких опытов по биотестированию. Кроме того, этот показатель можно использовать для расчета нормируе-

мого допустимого сброса сточных вод, согласно методическим рекомендациям (Методика..., 2007).

ЛИТЕРАТУРА

Лозовик П. А. Водоемы района Костомукши. Озерно-речная система Кенти. Общая характеристика // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 99–100.

Методика разработки нормативов допустимых

сбросов веществ и микроорганизмов в водные среды для водопользователей. МПР России от 17.12.2007. 41 с.

Поверхностные воды Калевальского района и территории Костомукши в условиях антропогенного воздействия / Отв. ред. П. А. Лозовик, С.-Л. Маркканен, Т. И. Регеранд. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 168 с.

ИНТЕНСИВНОСТЬ НИТРИФИКАЦИИ В ВОДЕ ПЕТРОЗАВОДСКОЙ ГУБЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

А. А. Айдинян*, А. В. Рыжак**

* Петрозаводский государственный университет

** Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

ВВЕДЕНИЕ

Азот в природных водах входит в состав как органических ($N_{орг}$), так и минеральных соединений – нитритов (NO_2^-) и нитратов (NO_3^-). По-

следние являются продуктами окисления аммиака (NH_4^+) под влиянием физико-химических и биохимических факторов. Минерализация органических веществ до NH_3 (аммонификация) протекает значительно быстрее, чем их превра-