

Анализ роли различных источников поступления химических веществ в воды Новосибирского водохранилища

С. Я. ДВУРЕЧЕНСКАЯ

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал
630090, Новосибирск, Морской просп. 2
E-mail: dvur@ad-sbras.nsc.ru*

АННОТАЦИЯ

Оценен вклад основных источников поступления химических веществ в Новосибирское водохранилище. Подтверждено, что химический состав его воды формируется главным образом за счет основного притока р. Оби.

Ключевые слова: водохранилище, химический состав воды, источники поступления, химические вещества.

Новосибирское водохранилище, расположенное на юге Западной Сибири, – природно-техногенная система, созданная в середине XX в. в бассейне верхней Оби (рис. 1). Это самый крупный искусственный водоем на территории Российской Федерации в Западной Сибири. Проблема качества воды в водохранилище стала особенно актуальна в последние годы, когда возросла его роль как источника питьевой воды. Это потребовало весьма серьезного анализа не только рационального количественного распределения воды, но и глубокого изучения ее качественного состава [1]. В работе проведен анализ роли различных источников в привносе химических веществ в воды Новосибирского водохранилища и формирования качества воды в нижнем бьефе.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Натурные исследования проводили на основных створах в верхней, средней и ниж-

ней частях водохранилища и в устьях основных притоков. Пробы воды отбирали батометром Молчанова с борта теплохода, а в зимнее время – со льда с глубины $0,6h$, где h – глубина водохранилища в точке отбора. В отдельных случаях пробы отбирали с нескольких глубин (2- или 3-точечным методом) [2], как правило, ежемесячно, в ряде случаев – 2–3 раза в месяц. Химико-аналитические работы выполняли в аккредитованном отделе по контролю качества природных и сточных вод ФГУ «ВерхнеОбьрегионводхоз» Минприроды РФ по стандартным методикам анализа пресных вод, т. е. по официально издаваемым методикам выполнения измерений (МВИ) для целей государственного и производственного контроля в области природопользования и охраны окружающей среды в соответствии с ПНД Ф (Перечень нормативной документации. Федеральный) согласно Перечню методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа [3].



Рис. 1. Схема Новосибирского водохранилища

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основное питание водохранилища (более 95 %) происходит через входной створ р. Обь. На боковую приточность в пределах самого водоема приходится менее 5 % годовой величины притока. Химический состав воды в Новосибирском водохранилище формируется также за счет основного притока Оби. Поступление химических веществ с водой Оби в приходной статье баланса является преобладающим (93–95 %) [4].

С целью выявления влияния собственно водосбора проведена оценка вклада основных боковых притоков в химический состав воды водохранилища (по приоритетным химическим ингредиентам: нефтепродуктам, фенолам, аммонийным соединениям, нитритам, величинам БПК₅). По данным Западно-Сибирского Межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, регулярные гидрологические наблюдения на притоках водохранилища проводятся на основных (по объему водного стока) боковых притоках: реках Бердь и Каракан. Их среднегодовые расходы в многолетнем аспекте 36,5 и 2,38 м³/с [5] соответственно, а р. Обь в створе Камня-на-Оби – 1720,4 м³/с. Оценки показывают, что вклад р. Бердь в гидрохимический сток по нефтепродуктам составляет 2,5 %, по величинам БПК₅ – 1,8, по фенолам – 1,1, по

нитритам – 1,9, по аммонийным соединениям – 1,7 %. Вклад р. Каракан примерно на порядок меньше: по нефтепродуктам он составляет 0,2, по фенолам – 0,08, по БПК₅ – 0,13, по аммонийным соединениям – 0,1, по нитритам – 0,1 %. Таким образом, даже наиболее крупные боковые притоки не оказывают какого-либо ощутимого регулярного вклада в качество воды водохранилища. Этот вывод подтверждается сопоставлением потоков химических веществ, проходящих через входной створ в водохранилище и поступающих с р. Бердь, для конкретного года (выбран 1992 г. – средней водности с обеспеченностью 53,5 %). Потоки рассчитывались как произведение среднемесячных концентраций соответствующих веществ на среднемесячный расход воды. Результаты сопоставления потоков приоритетных химических веществ в 1992 г. приведены на рис. 2.

Видно, что даже самый крупный приток Новосибирского водохранилища – р. Бердь – не вносит ощутимого вклада в формирование химического состава воды водохранилища. Столь же невелики и гидрогеохимические потоки, ибо подземный годовой водообмен Новосибирского водохранилища составляет не более 1 % от полного его объема. Необходимо дополнить эти выводы оценками поступления химических веществ (особенно биогенных элементов) со стороны водосбора, не дренируемого боковыми притоками.

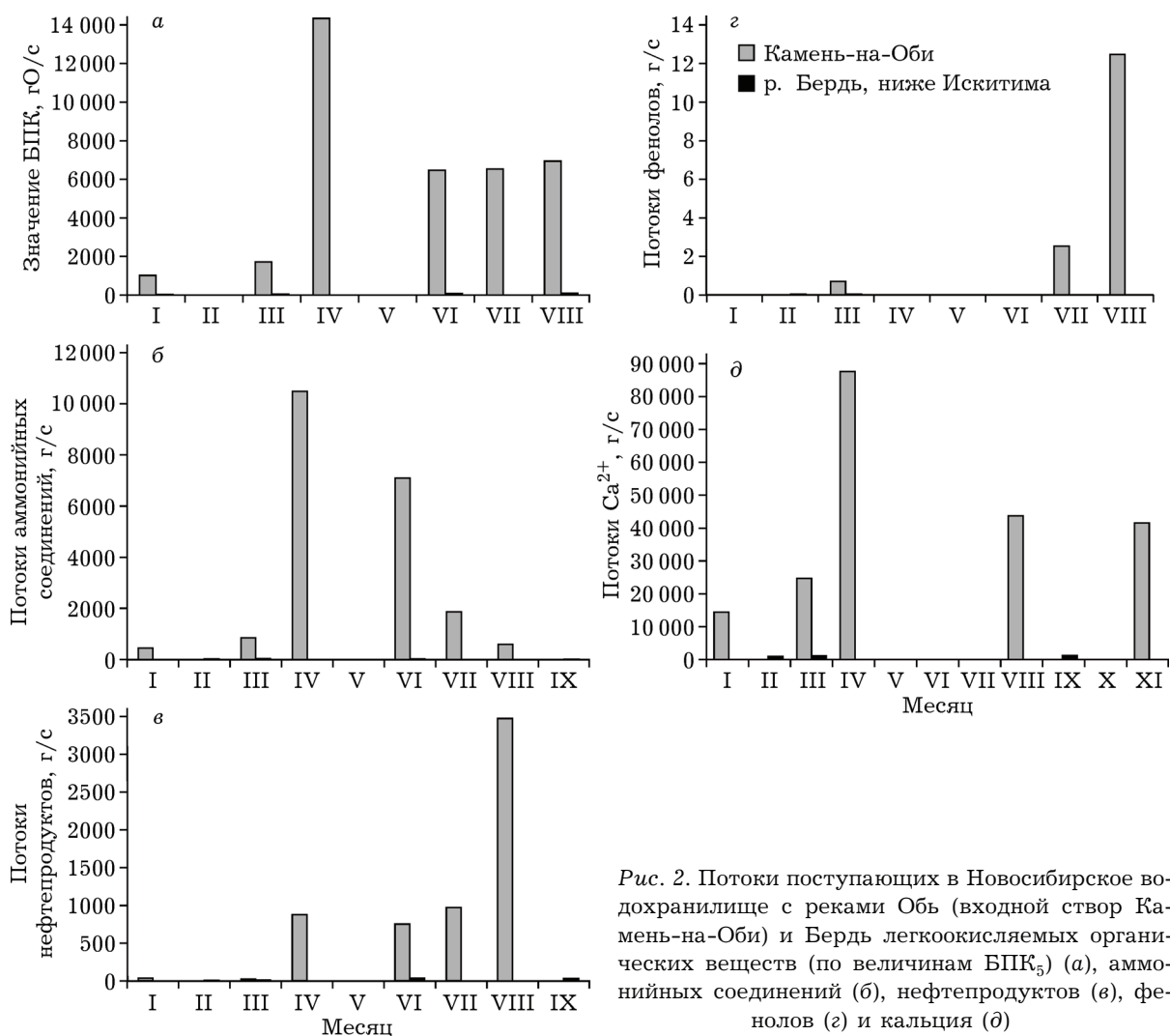


Рис. 2. Поток поступающих в Новосибирское водохранилище с реками Обь (входной створ Камень-на-Оби) и Бердь легкоокисляемых органических веществ (по величинам БПК₅) (а), аммонийных соединений (б), нефтепродуктов (в), фенолов (г) и кальция (д)

Еще одним источником поступления химических веществ в воды может быть обрушение берегов. Сравнительный анализ проб воды, отобранных в местах наиболее заметной абразии – в районе пос. Сосновка и в районе с укрепленными берегами – пос. Ленинское (рассматриваемом как фоновый, где берегозащитные сооружения введены в эксплуатацию в 2006 г.) за период 2006–2010 гг., показал, что химический состав воды отличается незначительно. Следует отметить некоторое повышение содержания взвешенных веществ, легкоокисляемых органических веществ (по величинам БПК₅), фосфатов, аммонийных соединений, нефтепродуктов в районе пос. Сосновка (см. таблицу) [6]. Тем не менее оценка поступления такого приоритетного для Новосибирского водохранилища загрязняющего вещества, как нефтепродукты,

показала, что их приток с берегов вряд ли превысит 4–4,5 т в год, тогда как через створ Камня-на-Оби поступает в год более 800 т, что также говорит об относительной малости и этого источника загрязнений [6].

Сброс загрязняющих веществ в водные объекты, как правило, определяет качество их воды. Для оценки негативного воздействия проведен анализ точечных источников загрязнения – сброса сточных вод в водохранилище на основании данных, представленных в формах Федерального государственного статистического наблюдения, которые ежегодно представляются природопользователями в Росстат, так называемыми формами 2-ТП (водхоз), согласно Приказу Федеральной службы государственной статистики от 19 октября 2009 г. № 230 “Об утверждении статистического инструментария для организа-

Сравнение химического состава воды в районе абразии берегов и фоновом районе

Показатель качества вод	Среднее значение	
	Ленинское (15 проб) (фон)	Сосновка (34 пробы) (берегоразрушение)
Взвешенные вещества, мг/дм ³	17,5	39,6
Сухой остаток, мг/дм ³	131	154
pН	8,34	8,05
Щелочность, мг-экв./ дм ³	1,97	2,39
БПК ₅ , мгО ₂ / дм ³	2,93	3,12
ХПК, мгО/ дм ³	9,78	8,98
Азот аммония, мгN/дм ³	0,18	0,19
Фосфаты, мг/ дм ³	0,037	0,07
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,015	0,019
Фенолы общие, мг/дм ³	0,0004	0,0003
Железо общее, мг/дм ³	0,40	0,34
Медь, мг/дм ³	0,003	0,0032
Марганец, мг/дм ³	0,021	0,020

ции Росводресурсами федерального статистического наблюдения об использовании воды”. Проанализированы данные по сбросу сточных вод за 2008 г. Сбросы предприятий, осуществляемые в водотоки, являющиеся притоками водохранилища, в первую очередь оказывают воздействие на химический состав их воды. Вклад притоков в качество воды водохранилища оценен выше. Что касается предприятий, сбрасывающих сточные воды в водохранилище, то это прежде всего ГУП “Управление энергетики и водоснабжения УЭВ СО РАН”, МУП “Бердский водоканал”, ОАО “Бердский электромеханический завод”, Ордынское МУП ВКХ, филиал ОАО “ГИДРООГХ – Новосибирская ГЭС”. Проведено сравнение количества веществ, поступающих в воды водохранилища от этих предприятий и поступивших с р. Обь через входной створ Камня-на-Оби в 2008 г. Так, самое большое количество сульфатов поступает от ГУП “УЭВ СО РАН” – 403 т за год. Средняя концентрация сульфат-ионов во входном створе Камня-на-Оби 17,6 мг/дм³. При среднемноголетнем расходе р. Оби во входном створе 1720 м³/с количество сульфатов, поступивших в водохранилище с р. Обь за год, – около 957 000 т. Таким образом, доля ГУП “УЭВ СО РАН” составляет 0,04 %. Аналогично рассчитано поступление хлоридов. Самое большое количество хлоридов поступает от Ордынского МУП ВКХ –

50,57 т, что составляет 0,009 % от поступления с р. Обь. Наибольшая доля аммонийных соединений поступает также от Ордынского МУП ВКХ – 10,8 т (0,11 % от поступления с р. Обь). Наибольшая доля трудноокисляемых органических веществ (по величинам ХПК) поступает от МУП коммунального хозяйства г. Бердска – 24,89 т (0,004 % от поступления с р. Обь). Наибольшая доля легкоокисляемых веществ (по величинам БПК₅) поступает также от МУП коммунального хозяйства Бердска – 6,64 т (0,004 %). Доля железа, поступающая от ГУП “УЭВ СО РАН”, составляет 0,02 % от поступления с р. Обь. Таким образом, сбросы предприятий на основании данных 2-ТП (водхоз) не вносят ощутимого вклада в загрязнение воды Новосибирского водохранилища.

Новосибирское водохранилище по классификации Фортунатова [7] относится к водохранилищам с высокой степенью водообмена (среднемноголетний коэффициент водообмена $K_b = 6,64$). А степень водообмена является решающим фактором при формировании качества воды. По оценкам, любезно предоставленным А. А. Атавиным (Новосибирский филиал Института водных и экологических проблем СО РАН), изменение средней по водоему концентрации примесей только за счет разбавления (без учета захоронения в донных отложениях или биогеохимических процессов, но и без учета возможно-

го “вторичного” загрязнения от донных отложений) определяется простой экспоненциальной зависимостью

$$C(t) = C_* + (C(t_0) - C_*) \exp(-K_b(t - t_0)),$$

где $C(t)$ – текущее значение концентрации примеси, C_* – ее фоновое значение (среднегодовая концентрация этого ингредиента в створе Камня-на-Оби), t – текущее время, а t_0 – момент времени, принимаемый за начальный (это решение дифференциального уравнения $dC/dt = -KC$, т. е. скорость изменения концентрации пропорциональна коэффициенту водообмена). В соответствии с этой зависимостью любое количество загрязняющих веществ, разово поступивших в Новосибирское водохранилище сверх среднегодового поступления через входной створ (Камень-на-Оби), через 4 мес. уменьшится на порядок, а к концу года от концентрации дополнительного поступления останется всего 0,13 %. Это говорит о том, что техногенные загрязнения могут существенно повлиять на качество воды Новосибирского водохранилища только локально и на ограниченное время [8, 9], что, как правило, может иметь место лишь в аварийных ситуациях.

Хотя изменчивость показателей качества воды во времени и затрудняет выявление закономерностей пространственного распределения химических показателей по акватории, выводы о тенденциях сделать можно. Новосибирское водохранилище не принадлежит к числу крупных водоемов, неглубокое (средняя глубина 9 м) и проточное. Этим можно объяснить пространственную изменчивость концентраций отдельных химических показателей качества воды чаще всего в гидрологические сезоны с низким коэффициентом водообмена (k около 1) [8]. Изменение химического состава воды по акватории водохранилища связано, скорее всего, не с водностью года и годовыми коэффициентами водообмена, а именно с сезонными факторами, в частности с коэффициентами водообмена. Известно, что в пределах водохранилища пространственная неоднородность ряда основных показателей возрастает при наличии сосредоточенных источников техногенного воздействия [9]. Возможно, именно этим объясняется спорадическое

изменение концентраций химических веществ в водах водохранилища, когда к гидрологическим, метеорологическим факторам, процессам внутреннего водообмена добавляется техногенная составляющая. Все это свидетельствует о том, что Новосибирское водохранилище представляет собой единую экосистему. Можно считать, что его акватория азональна, а одни из наиболее важных факторов формирования качества вод Новосибирского водохранилища – сезонные [2]. Отдельные повышенные концентрации химических веществ в его водах могут свидетельствовать об эпизодических техногенных загрязнениях.

Известно, что донные отложения являются интегральными природными индикаторами состояния экосистемы водоема и степени воздействия на нее антропогенных факторов. В этом плане донные отложения Новосибирского водохранилища к настоящему времени изучены недостаточно, хотя есть данные, что высоких концентраций тяжелых металлов там не обнаружено [10]. В разрезах донных осадков тяжелые металлы распределены относительно равномерно. Эти элементы концентрируются в основном в глинистых отложениях нижней части водоема. Требуется дальнейшего изучения проблема возможного вторичного загрязнения воды водохранилища при поступлении загрязняющих веществ из донных отложений, а также оценка величины загрязнения, обусловленного воздействием водного транспорта и воздушным переносом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савкин В. М. Эколого-географические изменения в бассейнах рек Западной Сибири (при крупномасштабных водохозяйственных мероприятиях). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2000. 152 с.
2. Двуреченская С. Я. О влиянии сезонного фактора на формирование качества воды Новосибирского водохранилища в условиях изменения природно-техногенной ситуации // Сиб. экол. журн. 2006. № 6. С. 803–808.
3. Перечень (на 01.02.2009 г.) методик, внесенных в Государственный реестр методик количественного химического анализа /часть I. количественный химический анализ вод (http://www.gosnadzor.ru/about/p_1.doc).
4. Подлипский Ю. И. К вопросу организации и некоторые итоги комплексных исследований Новосибир-

- ского водохранилища // Комплексные исследования Новосибирского водохранилища: тр. Зап.-Сиб. регион. НИИ. 1985. Вып. 70. С. 3–16.
5. Тарасенко С. Я., Варламова И. Е., Охалин С. Н. Гидрохимический режим и качество воды основных притоков Новосибирского водохранилища // География и природ. ресурсы. 1998. № 4. С. 38–44.
 6. Булычева Т. М., Двуреченская С. Я., Савкин В. М., Тризно А. К. Влияние абразии берегов на качество воды Новосибирского водохранилища // Тр. 2-й Междунар. конф. “Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водоемов”. 1–6 августа 2011 г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. С. 108–111.
 7. Фортунатов М. А. О проточности и водообмене водохранилищ // Тр. Ин-та биологии внутр. вод АН СССР. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1974. С. 111–116.
 8. Двуреченская С. Я. Исследование изменчивости гидрохимического режима по акватории Новосибирского водохранилища // География и природ. ресурсы. 2007. № 4. С. 74–79.
 9. Севастьянов В. И. Экологическое районирование акваторий водохранилищ энергокомплексов // Водные ресурсы. 1987. № 4. С. 59–64.
 10. Цибульчик В. М., Маликов Ю. И., Аношин Г. Н. Тяжелые металлы и ^{137}Cs в донных осадках Новосибирского водохранилища // Всерос. конф. “Актуальные проблемы водохранилищ”. 29 октября – 3 ноября 2002 г. Борок: Ярославль, 2002. С. 316–317.

Analysis of the Consequences of the Contribution from Major Sources of Chemical Matters into the Water of the Novosibirsk Water Reservoir

S. Ya. DVURECHENSKAYA

*Institute of Water and Ecological Problems SB RAS, Novosibirsk Affiliation
Novosibirsk, Morskoy ave., 2, of. 417
E-mail: dvur@ad-sbras.nsc.ru*

The assessment of the contribution from the main sources of chemical material into the composition of water in the Novosibirsk water reservoir was carried out. It was confirmed that the chemical composition of water in the Novosibirsk reservoir has been formed essentially due to chemicals inflow from the Ob river.

Key words: reservoir, chemical composition of water, sources of chemical matter.