

УДК 556.531.4(28)

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ В РЕЧНЫХ АКВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ (НА ПРИМЕРЕ МАЛОЙ РЕКИ ИЛЬД БАССЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)¹

© 2019 г. Н. Г. Отюкова^{1,*}

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН
Россия 152742 пос. Борок Ярославской обл.
*e-mail: ong70@mail.ru

Поступила в редакцию 17.04.2018 г.

После доработки 16.07.2018 г.

Принята к публикации 09.10.2018 г.

Представлены результаты исследования пространственно-временной динамики гидрохимического режима на дискретных аквальных участках речного аквально-территориального комплекса малой реки за период 2001–2010 гг. Каждый дискретный участок, рассмотренный в отдельности, имеет индивидуальные особенности формирования гидрохимического режима.

Ключевые слова: гидрохимический режим, речной участок, русловой пруд, устьевая область, аквальный комплекс.

DOI: 10.31857/S0321-0596464424-427

Малая р. Ильд впадает в Рыбинское водохранилище на территории Ярославской области. Длина реки 46 км, площадь водосбора 240 км², средний многолетний объем стока составляет 43 млн м³. Верховья реки сильно заболочены.

Аквально-территориальный комплекс р. Ильд сложен, состоит из отдельных локальных участков (экосистем), находящихся в непрерывном взаимодействии друг с другом [7]. В рамках комплекса рассмотрен гидрохимический режим в следующих локальных участках: речном (верхнее, среднее и нижнее течение), русловых прудах антропогенного происхождения, устьевой области реки, состоящей из переходной зоны притока, фронтальной зоны, переходной зоны приемника и глубоководного участка водохранилища.

Пространственно-временная динамика содержания железа общего и растворенного, органического вещества (ОВ) в рассматриваемом

речном аквальном комплексе подробно описана в работе [5].

Речной участок

По водному режиму р. Ильд относится к восточно-европейскому типу, и ее воды принадлежат к гидрокарбонатному классу кальциево-магниевого группы [1]. В ионном составе преобладают HCO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺ (табл.).

Весной в р. Ильд присутствует относительно большое количество растворенного ОВ (водного гумуса), высокая цветность, обусловленная окрашенными соединениями группы фульвокислот, и малое содержание главных ионов (таблица). К середине июня минерализация воды в реке повышается с одновременным снижением концентрации ОВ.

Факторы антропогенный (стоки свинофермы) и зоогенный (жизнедеятельность бобров) оказывают существенное влияние на формирование гидрохимического режима реки. Бобровые поселения занимают 40% речного русла. Установлено, что бобровая семья в течение года может выделять в воду ≥500 кг метаболитов [8], при этом поступающие в водоем ОВ хорошо утилизируются и не вызывают загрязнения водоема [4]. В условиях

¹ Работа выполнена в рамках темы АААА–А18–118012690104–3 “Закономерности многолетних изменений гидрологических и гидрохимических условий в водоемах бассейна Верхней Волги”.

Таблица. Средние значения гидрохимических показателей в верхнем, среднем, нижнем течении устьевой области р. Ильд и глубоководного участка водохранилища за период исследований (М — минерализация)

Сезон	$T, ^\circ\text{C}$	$\text{CO}_2, \text{мг/дм}^3$	$\text{O}_2, \text{мг/дм}^3$	$\text{БПК}_5, \text{мгO}_2/\text{дм}^3$	ПО/ХПК%	Цв/ПО	М
Верхнее течение							
Весна	13.3	17.0	3.7	2.6	55	6.53	397
Лето	17.2	18.0	2.7	4.0	39	6.49	494
Осень	8.2	20.1	4.8	9.0	38	4.02	613
Среднее течение							
Весна	15.3	7.1	7.7	2.8	47	6.62	378
Лето	18.3	8.5	6.2	2.8	46	6.81	433
Осень	8.9	13.3	5.8	2.5	39	4.32	559
Нижнее течение							
Весна	15.3	3.6	8.1	1.9	51	8.58	276
Лето	17.6	4.9	7.8	1.2	44	7.41	398
Осень	13.7	5.4	9.0	1.1	33	5.51	571
Устьевая область							
Переходная зона притока							
Весна	14.2	3.3	7.5	1.5	46	10.1	248
Лето	19.3	3.3	6.8	1.0	36	7.5	383
Осень	13.5	4.1	7.1	1.1	30	5.29	550
Фронтальная зона							
Весна	15.5	3.2	7.8	3.0	47	8.97	228
Лето	21.3	3.0	7.0	3.9	39	6.94	264
Осень	13.1	3.7	7.5	2.8	41	4.33	388
Переходная зона приемника							
Весна	15.1	3.2	8.0	2.5	47	7.42	198
Лето	20.2	3.3	6.1	2.6	39	6.15	222
Осень	12.8	2.9	7.7	1.6	45	4.57	290
Глубоководный участок водохранилища							
Весна	13.9	2.8	9.8	0.3	41	9.39	150
Лето	21.8	2.3	13.1	0.2	39	6.79	185
Осень	11.0	2.6	13.6	0.2	50	4.67	225

зоогенного воздействия в реке сформировались специфические сообщества гидробионтов, благодаря чему увеличилась доля автохтонного ОВ (таблица). В местах поселений бобров отмечены снижение содержания растворенного O_2 с одновременным повышением концентрации CO_2 , активно идущие процессы минерализации ОВ.

*Русловые пруды
(антропогенного происхождения)*

На р. Ильд расположены два русловых пруда. Пруд 1 расположен в верхнем течении реки. Его

площадь 0.0697 км², длина 420 м, ширина 150–180 м; максимальная глубина 3.5 м. Пруд 2 находится в среднем течении реки. Его длина 65 м, ширина 50 м, площадь 1450 м², максимальная глубина 7 м. Оба пруда подвержены антропогенной и зоогенной нагрузке.

Средние значения минерализации в прудах варьируют в пределах 290–800 мг/дм³ с минимумом в весеннее половодье и максимумом в зимнюю межень. Подпитка грунтовыми водами, а также накапливающиеся у дна продукты минерализации ОВ обуславливают в придонном

горизонте прудов минерализацию выше, чем в поверхностном горизонте, разница может быть >70 мг/дм³. Для прудов характерно замедление скорости течения воды, что приводит к оседанию взвешенных веществ (ВВ) и, как следствие, ОВ [6].

В силу различного расположения на водосборе реки пруды различаются между собой по содержанию железа, ОВ, цветности [5]. В летне-осеннюю межень в придонном горизонте прудов зарегистрированы минимальные концентрации растворенного O_2 (до 0.3 мг/дм³) при максимальной концентрации CO_2 (до 40 мг/дм³). В то же время отмечены максимальные концентрации ОВ (по БПК₅) — до 5.0 мг O_2 /дм³ в поверхностном горизонте и до 11.0 мг O_2 /дм³ в придонном.

Устьевая область

Здесь отлагается большая часть приносимых рекой наносов, задерживаются и накапливаются растворенные в воде вещества. По физико-химическим параметрам водных масс проведено районирование устьевой области р. Ильд: переходная зона притока, фронтальная зона, переходная зона приемника [3]. В работе [3] представлена схема районирования устьевой области реки с выделенными границами отдельных зон.

В половодье окрашенные соединения группы фульвокислот обуславливают максимальный коэффициент цветности на всех участках устьевой области (таблица). Минерализация воды в это время минимальная и может быть ниже таковой в летне-осеннюю межень более чем в 2 раза. В направлении от участка нижнего течения реки к водохранилищу наблюдается снижение минерализации (таблица). Анализ пространственной изменчивости солевого состава в относительных величинах выявил тенденцию к увеличению $CaSO_4$ за счет снижения $Mg(HCO_3)_2$ от участка нижнего течения реки к глубоководному участку водохранилища.

По результатам гидробиологических исследований устьевая область р. Ильд по структурно-функциональным показателям бактерио- и зоопланктона и по проявлению краевого эффекта определена как экотон с характерными для него буферными свойствами [2]. Отмечено, что во фронтальной зоне за счет аккумулярованного большого количества ОВ, приносимых рекой, краевого эффект максимален. По величинам БПК₅ количество легкоокисляющегося ОВ в зонах фронтальной и переходной приемника

выше, чем в переходной зоне притока и в глубоководном участке водохранилища (таблица). Именно буферные свойства препятствуют проникновению избыточного количества ОВ, переносимых рекой, в приемный водоем, благодаря чему в водохранилище концентрация ОВ снижается.

Таким образом, каждый дискретный участок территориально-аквального комплекса малой р. Ильд имеет индивидуальные особенности формирования гидрохимического режима. На речном участке природные условия, антропогенное воздействие и зоогенный фактор определяют динамику гидрохимических показателей во времени и пространстве. Химический состав русловых прудов зависит от всех элементов приходной части водного баланса. Характерная особенность прудов — резкое замедление скорости течения воды, что приводит к оседанию ВВ, а с ними и ОВ. Устьевая область реки — самая сложная составляющая изучаемого аквально-территориального комплекса, где происходит смешение речных и водохранилищных вод с присущими им гидрохимическими характеристиками. Особенность фронтальной зоны, определенной как экотон, — это аккумулятивное большое количество ОВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексин О.А.* Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 444 с.
2. *Болотов С.Э., Романенко А.В., Цветков А.И., Отюкова Н.Г., Соколова Е.А., Крылов А.В.* Бактерио- и зоопланктон устьевой области притока равнинного водохранилища в аномальный по климатическим условиям период // Биология внутренних вод. 2014. № 1. С. 41–51.
3. *Крылов А.В., Цветков А.И., Малин М.И., Романенко А.В., Поддубный С.А., Отюкова Н.Г.* Сообщества гидробионтов и физико-химические параметры устьевой области притока равнинного водохранилища // Биология внутренних вод. 2010. № 1. С. 65–75.
4. *Легейда И.С., Рогозянская Т.Д.* Зоопланктон мест обитания бобров // Гидробиол. журн. 1981. Т. 17. № 2. С. 16–21.
5. *Отюкова Н.Г.* Динамика содержания железа в речных аквальных комплексах (на примере реки Ильд бассейна Рыбинского водохранилища) // Гидролого-гидрохимические исследования водоемов бассейна Волги. Тр. Ин-та биологии внутренних вод. 2016. Вып. 75 (78). С. 75–81.

6. *Отюкова Н.Г.* Некоторые аспекты гидрохимического режима малой реки в условиях зоогенного нарушения // Вод. ресурсы. 2009. Т. 36. № 5. С. 633–638.
7. *Поддубный С.А.* Малая река как сложный аквально-территориальный комплекс // Вода: химия и экология. 2014. № 2. С. 41–46.
8. *Ставровский Д.Д., Ставровская Л.А., Филиппов В.А.* Влияние деятельности бобра на окружающую среду // Проблемы охраны генофонда и управления экосистемами в заповедниках лесной зоны. М., 1986. Ч. 2. С. 205–207.
9. *Цветков А.И., Завьялов Н.А.* Краткая характеристика бобрового поселения реки Ильд (Ярославская обл.) // Тр. гос. природ. заповедника “Рдейский”. Великий Новгород, 2009. С. 202–218.

HYDROCHEMICAL MODE IN RIVERINE AQUATIC COMPLEXES, BASED ON A SMALL RIVER ILD IN RYBINSK RESERVOIR BASIN, RUSSIA

© 2019 N. G. Otyukova^{1,*}

¹ *Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences
Russia 152742 Borok Yaroslavlskaya oblast*

**e-mail: ong70@mail.ru*

Received: 17.04.2018

Revised version received: 16.07.2018

Accepted: 09.10.2018

Results of examination of the spatiotemporal dynamics of the hydrochemical mode on discrete aquatic areas of the riverine aquatic complex of a small river during 2001–2010 are presented. Each discrete area examined individually has its own hydrochemical peculiarities.

Keywords: hydrochemical mode, river area, channel pond, river mouth, aquatic complex.

DOI: 10.31857/S0321-0596464424-427