

УДК 556.114

## ГИДРОХИМИЯ ГОРНОСЛИНКИНСКОЙ ЗИМОВАЛЬНОЙ РУСЛОВОЙ ЯМЫ И ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. ИРТЫШ

Алимова Г.С., Дударева И.А.

*ФГБУН Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения Российской академии наук (ТКНС УрО РАН), Тобольск, e-mail: gulsem76@mail.ru*

Получены результаты гидрохимического режимарусловой ямы и пойменных водоемов Горнослинкинской суводи нижнего течения р. Иртыш (р. Миссия, р. Бартак, р. Червянка). Горнослинкинская русловая яма относится к крупным зимовальным ямам, в которых происходит массовое скопление зимующих ценных видов рыб. Водоемы Горнослинкинской суводи нижнего течения р. Иртыш относятся к водам гидрокарбонатного класса и группе натрия второго типа, повышенной минерализации с высоким содержанием железа и характеризуются относительным постоянством состава в течение года. Суточная динамика кислорода в поверхностной воде Горнослинкинской русловой зимовальной ямы нижнего течения р. Иртыш выявила оптимальный кислородный режим для рыбного населения в ночное время до 8,1 ... 9,2 мг/дм<sup>3</sup> по глубине до 35 м.

**Ключевые слова:** нижнее течение р. Иртыш, вода природная поверхностная, зимовальная русловая яма, гидрохимический режим

## HYDROCHEMISTRY OF THE GORNOSLINKINSKAYA WINTERING PITS AND FLOODPLAIN PONDS IN LOWER REACHES OF THE RIVER IRTYSH

Alimova G.S., Dudareva I.A.

*Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (TCSS UB RAS), Tobolsk, e-mail: gulsem76@mail.ru*

The obtained results of the hydrochemical regime of the pit channel and floodplain water bodies of Gornoslinskayasuvod the lower reaches of the river Irtysh (r. Mission, r. Bartak, r. Chervenka). Gornoslinskaya stream pit refers to the large wintering pits, in which there is a mass concentration of wintering of valuable fish species. Ponds of Gornoslinskayasuvod of lower reaches of Irtysh river waters belong to the hydrocarbonate class and the group of sodium of the second type, high salinity, high iron content and are characterized by relative constancy of composition during the year. Daily dynamics of oxygen in the surface water Gornoslinskaya channel wintering pits of the lower reaches of the river Irtysh revealed optimal oxygen regime in the fish population at night to 8,1 ... 9,2 mg/dm<sup>3</sup> at a depth of 35 m.

**Keywords:** lower reaches of Irtysh river, natural watersurface, wintering river pit, hydrochemical regime

В современных условиях на огромных, интенсивно осваиваемых водосборных территориях бассейна Иртыша защитить биоресурсный потенциал от негативного антропогенного воздействия – задача трудно выполнимая. Изучение экологии столь масштабных природных систем – фундаментальная многоплановая проблема. Результаты таких исследований составляют основу рациональных решений в области природопользования. Решением данной проблемы может стать проведение последовательного экологического мониторинга за состоянием водной среды в ключевых местообитаниях популяций рыб – русловых ямах. Размеры русловых ям не превышают сотен гектаров и поэтому, достаточно локального нарушения среды такой акватории и катастрофические последствия для рыбных ресурсов бассейна

в целом неминуемы. В этой связи следует учитывать, что уязвимость русловых ям для антропогенного воздействия весьма значительна. Таким образом, с позиции сохранения и рационального использования биоресурсов русловые ямы можно отнести к категории особо важных биотопов Иртышского бассейна [4].

В нижнем течении Иртыша (Тюменская область, Уватский район) расположена одна из крупных русловых ям Обь-Иртышского бассейна – Горнослинкинская, площадью 58,3 га, глубина ее достигает до 44 м. Русловые ямы относятся к водным объектам высшей (особой) категории по ГОСТ 17.1.2.04-77. Русловые ямы играют особую роль на путях миграции рыб: в ней происходит развитие молоди, откорм и зимовка массового скопления ценных рыб, а в пойменных водоемах (речки –

Бартак, Миссия, Червянка) – размножение производителей, развитие эмбрионов и рост молоди.

Река Иртыш в месте проведения исследований представляет собой мощную речную артерию с шириной русла около 500 м при средней глубине по фарватеру (7÷9) м. р. Бартак соединяет во время половодья, правобережную пойму и основное русло р. Иртыш. При максимальном уровне воды глубина этой протоки в низовье, на некоторых участках, достигает 8 м, а в меженный период водоток пересыхает почти полностью. Р. Бартак во время половодья играет двудиную роль – во-первых, этот водоток является важнейшим путем перемещения рыб из р. Иртыш на обширные пойменные акватории и обратно; во-вторых, непосредственно в протоке концентрируется множество рыб [4].

Средняя глубина рек Бартак, Миссия, Червянка в период половодья с мая по июнь составляет (1,5÷2,5) м, с конца июля по сентябрь объем воды в речках значительно уменьшается.

Гидрохимический режим водоемов оказывает существенное влияние на зимовальную миграцию рыб и на формирование водной флоры и фауны (видовой состав, численность)[4].

### Материал и методы исследования

Отбор проб воды для определения гидрохимических показателей проведен в май– сентябрь 2008-2009 гг. Определение суточной динамики кислорода в водах р. Бартак и Горнослинкинской русловой ямы (на глубину до 35 м) выполнено в июле 2010 г. Карта-схема станций отбора проб воды на водоемах нижнего течения р. Иртыш приведена на рисунке 1.

Географические координаты створов, в которых был выполнен отбор проб воды: р. Иртыш, Миссиинская русловая яма – Е 68° 41' 09", N 58° 43' 09"; р. Бартак – Е 68° 39' 35", N 58° 43' 08"; р. Миссия – Е 68° 39' 36", N 58° 44' 28"; р. Червянка – Е 68° 41' 10", N 58° 43' 31".

Пробы воды в водоемах отбирали с поверхностного горизонта – 0.3 м и в придонном слое – (1.5÷2.5) м, а в русловой яме – с глубины 0.5, 15 и 35 м. Полевые исследования осуществляли с использованием технических средств ТКНС УрО РАН. На водоемах работали в моторной лодке, на русловой яме – на катере «Радиоэколог». Отбор проб воды осуществляли с помощью батометра Молчанова ГР-18в полиэтиленовые бутылки, предварительно тщательно подготовленные в лаборатории. Бутылки ополаскивали

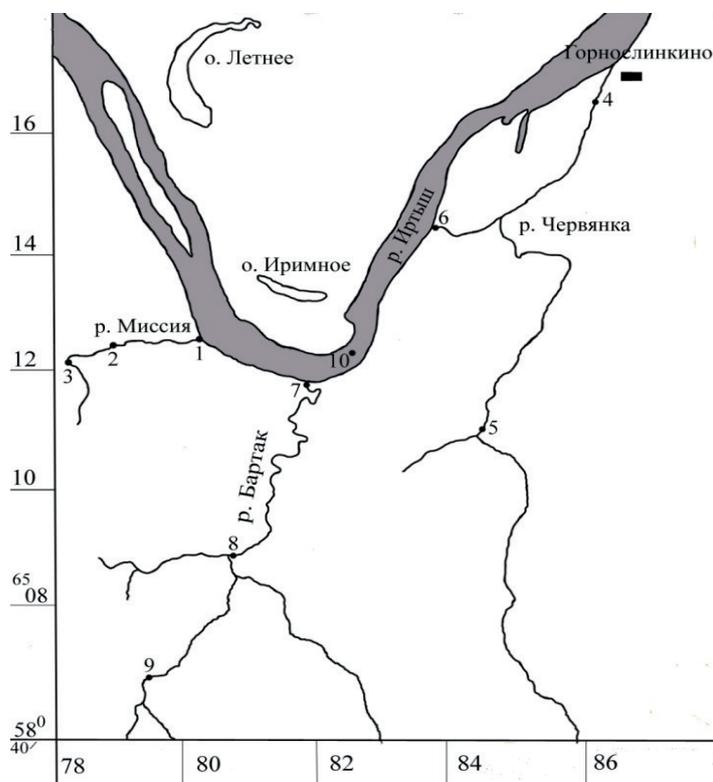


Рис. 1. Карта-схема створов на водоемах нижнего течения р. Иртыш

дважды водой со станции отбора, и после заполнения проводили консервацию воды. Здесь же измеряли температуру воды (°С) с помощью стеклянного метеорологического термометра ТМ 10, встроенного в батометр Молчанова ГР-18, и водородный показатель рН воды – стеклянным комбинированным электродом ЭСК-10601 на анализаторе АНИОН 7050. Бутылки с пробами воды помещали в темные контейнеры и в сжатые сроки транспортировали в лабораторию. В полевой лаборатории фильтровали пробы воды для анализа взвешенных и биогенных веществ, определяли содержание рН, растворенного кислорода (методом Винклера). Исследование ионного состава воды проводилось в аккредитованной лаборатории экотоксикологии ТКНС УрО РАН по общепринятым методикам измерений и методам отбора проб воды, указанным в [1]. Титриметрическим методом определяли концентрации  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ , щелочности, углекислоты, жесткости. Содержание в воде  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NO}_2^-$ ,  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{P-PO}_4^{3-}$ , Fe (растворенные фракции),  $\text{SO}_4^{2-}$ , проводили фотометрическим методом на спектрофотометре UNICO-1200. Содержание калия и натрия определяли расчетным методом. Верификация аналитических методов и результатов определения химического состава вод осуществлялась по единой системе стандартных растворов при постоянном жестком внутрिलाбораторном контроле.

**Результаты исследования и их обсуждение**

К числу главных ионов или макрокомпонентов, содержащихся в природных водах и определяющих химический тип вод, относятся ионы  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  [3]. Двухлетняя динамика изменения химического состава исследуемых природных вод представлена на рисунке 2 в виде диаграммы – розы, составленная посредством откладывания на шести векторах розы трех анионов и уравновешенных с ними соответственно трех катионов в миллимолях количества вещества эквивалента на 1  $\text{дм}^3$  в выбранном масштабе. Минимальное значение жесткости воды наблюдалось на русловое яме – 2,45°Ж. На пойменных водоемах значение жесткости варьировало в пределах 3 – 4°Ж (рисунок 2). Концентрация хлорид-ионов и сульфат-ионов на речках не превышало 0,5 ммоль/ $\text{дм}^3$ , на русловой яме – 0,5-0,6 ммоль/ $\text{дм}^3$ . Максимальные концентрации гидрокарбонат-ионов наблюдались в поверхностных водах речек Миссия и Червянка – до 3,0 ммоль/ $\text{дм}^3$ , р. Бартак – до 2,5 ммоль/ $\text{дм}^3$ , на русловой яме – до 1,8 ммоль/ $\text{дм}^3$ . Из катионов преобладают ионы калия и натрия (суммарно), в пойменных водоемах – до 3,0 - 3,5 ммоль/ $\text{дм}^3$ , на русловой яме – до 2,5 ммоль/ $\text{дм}^3$ . Концентрация ионов магния не превышает 2,0 ммоль/ $\text{дм}^3$ .

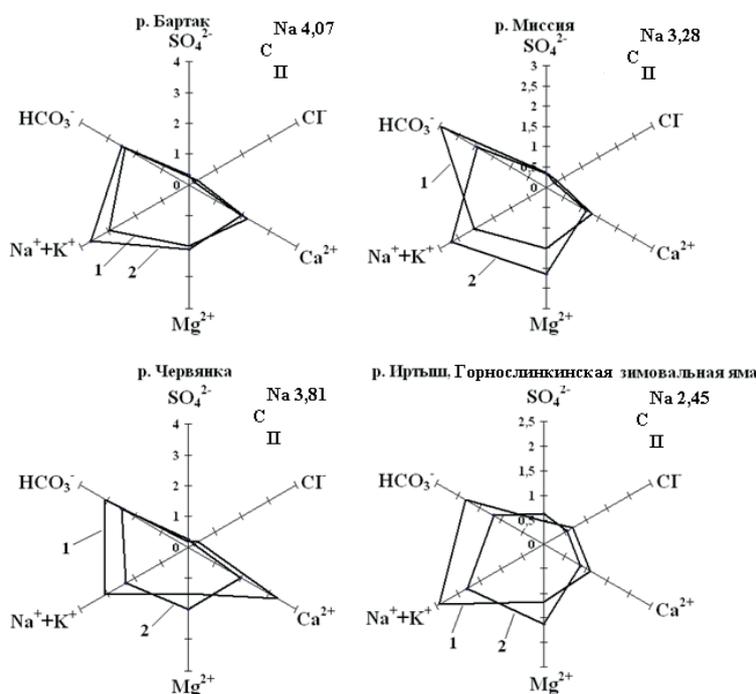


Рис. 2. Химический состав поверхностных вод (в ммоль/ $\text{дм}^3$ ) водоемов в районе Горнослинkinской зимовальной русловой ямы нижнего течения р. Иртыш

Высокое содержание ионов кальция характерно для слабоминерализованных вод, с ростом минерализации концентрация ионов кальция уменьшается. Содержание ионов кальция в исследуемых водах невысокое и варьирует в среднем от 1,0 до 2,0 ммоль/дм<sup>3</sup>. Так как среднее значение минерализации-природных поверхностных вод в нижнем течении р. Иртыш в летне-осенний период составила от 1,0 до 1,3 г/дм<sup>3</sup>, что характеризует природные поверхностные воды Иртыша как воды повышенной минерализации по О.А. Алекину[3].— 2008 г.; 2 – 2009 г.)

Таким образом, по классификации О.А. Алекина, поверхностные воды, как пойменных водоемов, так и на Горнослинтинской зимовальной русловой яме, относятся к гидрокарбонатному классу и группе натрия второго типа[3]. Графическое изображение классификации вод исследуемых рек дано на рисунке 2, в верхнем правом углу для каждой приведенной диаграммы – розы.

Также установлено наличие следующих гидрохимических показателей воды: перманганатной окисляемости – (1,6÷2,1) ПДК, железа – (1,7÷3,6) ПДК. Эти данные можно объяснить болотным питанием рек и выносом «болотного» железа, а также гниением растительных и животных остатков на дне водоемов в летнее время, в результате вызывающее образование азота.

Самая высокая среднемесячная температура воды в речках наблюдается в июле и составляет 23,6°С. Средняя температура весной и осенью – 13 ... 16°С. Значения рН водоемов в 2009 г. варьировали от 6,5 до 7,3, т.е. имели нейтральную среду. В 2008 г. воды Горнослинтинской суводи характеризуются как слабощелочные, среднее значение рН для р. Миссия – 7,5, р. Червянка – 7,7, р. Бартак – 7,7, русловой ямы р. Иртыш – 8,1. Известно, что щелочность природных вод создается в основном гидролизом карбонатных ионов с образованием гидрокарбонатных ионов, являющихся анионами слабых кислот [3].

Содержание свободной углекислоты в исследуемых водоемах, являющейся источником гидрокарбонат-ионов, составило от 5,3 до 12,7 мг/дм<sup>3</sup>, что характерно для поверхностных пресных вод. На всем протяжении исследуемых участках реки минеральных форм азота в воде присутствовали ионы аммония (ПДК = 2,0 мг/дм<sup>3</sup>), причем концентрация колебалась неравномерно в течение всего периода исследований. Максимальная концентрация составила – 1,8 ... 2,0 мг/дм<sup>3</sup> в июне, минимальная – 0,47 мг/дм<sup>3</sup> в июле, средняя – 1,0 ... 1,4 мг/дм<sup>3</sup> в мае, августе. Содержание нитрит-ионов, как нестойких соединений, очень низкая, в пределах 0,003 ... 0,08 мг/дм<sup>3</sup>. Режим нитратов

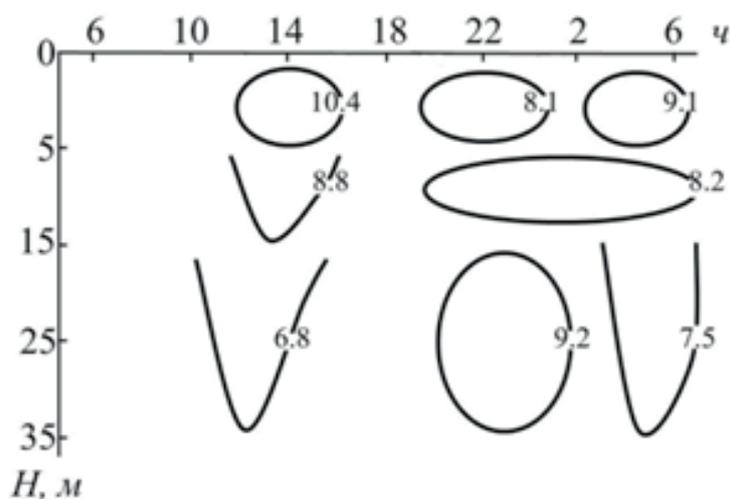


Рис. 3. Суточные колебания концентрации (мг/дм<sup>3</sup>): растворенного кислорода (а) в поверхностной воде Горнослинтинской русловой зимовальной ямы нижнего течения р. Иртыш

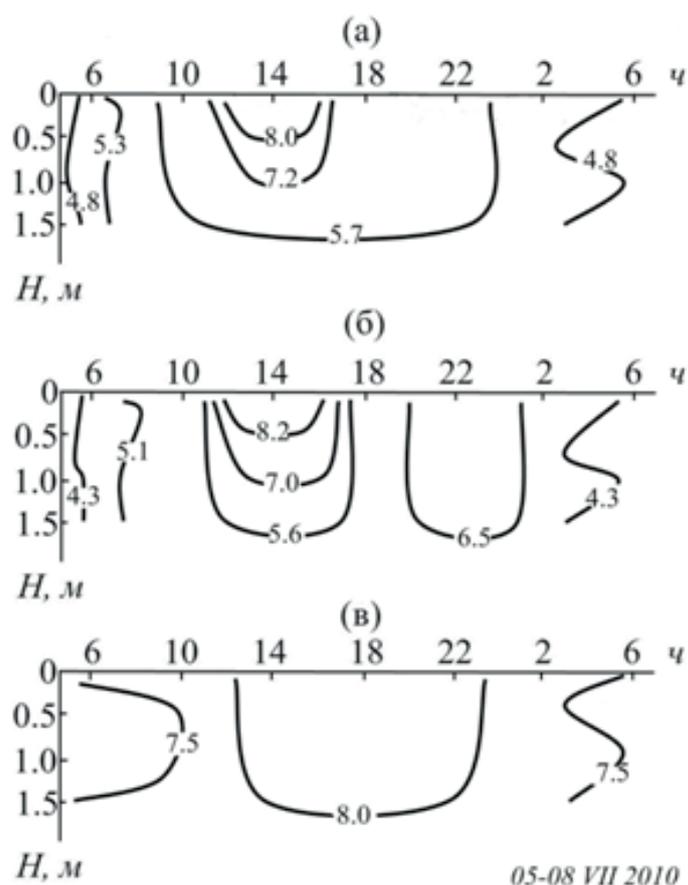


Рис. 4. Суточное вертикальное распределение растворенного кислорода ( $\text{мг/дм}^3$ ) в реке Бартак: (а) – створ 7, (б) – створ 8, (в) – створ 9

и фосфатов характеризуется минимальным их содержанием: нитраты – 0,41 ... 3,13  $\text{мг/дм}^3$ , фосфаты – 0,03 ... 0,26  $\text{мг/дм}^3$ .

Суточная динамика кислорода в поверхностной воде Горнослинкинской русловой зимовальной ямы нижнего течения р. Иртыш представлена на рисунке 3. Максимальные концентрации кислорода в водах русловой ямы на глубине до 5 м наблюдались в районе 12.00 ÷ 16.00 ч – до 10,4  $\text{мг/дм}^3$  и с 02.00 до 06.00 ч – до 9,1  $\text{мг/дм}^3$ . А на глубине 5 – 15 м концентрация кислорода снижается до 8,8 ... 8,2  $\text{мг/дм}^3$  с 12.00 до 06.00 ч. На глубине 15 – 35 м концентрация кислорода еще падает до 6,8  $\text{мг/дм}^3$  с 10.00 до 16.00 ч, но в период времени 20.00 ÷ 02.00 ч. Она увеличивается до 9,2  $\text{мг/дм}^3$ , а с 02.00 до 06.00 – снова падает до 7,5  $\text{мг/дм}^3$ .

На рисунке 4 показана суточная динамика кислорода в поверхностной воде р. Бартак нижнего течения р. Иртыш. Концентрация кислорода в створах 7 и 8, расположенных

ближе к точке слияния речки с р. Иртыш с глубиной от 0 до 1,5 м падает с 8,0 ... 8,2 до 5,6 – 5,7 ... 4,3 – 4,8  $\text{мг/дм}^3$  в период времени с 06.00 до 24.00 ч. С 02.00 до 06.00 ч содержание кислорода остается неизменным по все глубине р. Бартак – в интервале 4,3 ... 4,8  $\text{мг/дм}^3$ . В створе 9 концентрация кислорода в течение суток практически не меняется по глубине и составляет 7,5 ... 8,0  $\text{мг/дм}^3$ .

Изучение пространственного распределения рыб в акватории Горнослинкинской русловой ямы с применением гидроакустических методов исследователями Мочекон А.Д., Дегтевым Е.А. выявило высокую плотность скопления рыб летом: в ночное время суток – свыше 3500 экз./га, в светлое время суток всего 293 экз./га [2, 4]. Высокую плотность рыбного населения на яме можно объяснить, как и «биотопической пульсацией» [], так и оптимальным кислородным режимом в ночное время – до 8,1 ... 9,2  $\text{мг/дм}^3$  по глубине до 35 м.

### Выводы

Водоёмы Горнослинkinской суводи нижнего течения р. Иртыш относятся к водам гидрокарбонатного класса и группе натрия второго типа, повышенной минерализации с высоким содержанием железа и характеризуются относительно постоянным составом в течение года.

Суточная динамика кислорода в поверхностной воде Горнослинkinской русловой зимовальной ямы нижнего течения р. Иртыш выявила оптимальный кислородный режим для рыбного населения в ночное время до 8,1 ... 9,2 мг/дм<sup>3</sup> по глубине до 35 м.

Работа **выполнена при поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы по теме: «Миграционные процессы радионуклидов и химических поллютантов в экосистеме водоемов Обь-Иртышского бассейна»** (№ государственной регистрации 116020510088).

*Авторы выражают искреннюю благодарность коллегам – с.н.с., к.б.н. Е.И. Поповой, н.с. Токаревой А.Ю. за участие в отборе и проведении количественного химического анализа исследуемых проб воды.*

### Список литературы

1. Гидрохимия поверхностных вод и видовой состав макрозообентоса нижнего течения р. Иртыш / Г.С. Алимova [и др.] // Вода: химия и экология. 2014. № 5. С. 27-34.
2. Мочек А.Д. Распределение рыб на русловой яме и в пойме Иртыша / А.Д. Мочек, Д.С. Павлов, Э.С. Борисенко, А.И. Дегтев // Тобольск-научный 2009: тезисы докл. VI Всерос. науч.-практ. конф. (Тобольск, 11-12 нояб. 2009 г.). Тобольск, 2009. С. 81-83.
3. Никаноров А.М. Гидрохимия : учебник. 2-е изд., перераб. и доп. СПб: Гидрометеoиздат, 2001. 444 с.
4. Павлов Д.С., Мочек А.Д. Биологическое значение русловых ям в связи со стратегией сохранения рыбных ресурсов Обь-Иртышского бассейна // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна : монография [под ред. Д. С. Павлова, А. Д. Мочека]. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2006. С. 370-376.