

глеевой почве есть $Fe(OH)_3$ (31%), $Fe(OH)_2^+$ (31%) и Fe^{+2} (26%). В водах дерново-глеевых почв доминирует только одна форма - $Fe(OH)_2^+$, которая составляет около 61% общего содержания железа. На кислородных барьерах трехвалентное железо осаждается, формируя болотные руды. На территории исследования главными минералами болотных руд есть гематит, феррогидрит и сидерит.

Ключевые слова: болотные ландшафты; формы водной миграции железа; минералы болотных руд.

Iron in unconfined ground waters of wetlands landscape

Solovey T.V.

In the wetlands landscape is observed high migration of the iron in connection with domination acid gley environmental and organic matter. Were research forms of the iron in the water of swamping soil in the agricultural drainage areas (muckous and muck-like (humic arenosol) soils) – in the Kampinoski National Park (Poland). Were observed of main forms of water migration iron in the muck-like (humic arenosol) soil is: $Fe(OH)_3$ (31%), $Fe(OH)_2^+$ (31%) and Fe^{+2} (26%). In the water from the muckous (humic arenosol) soil was dominated form $Fe(OH)_2^+$, there form to contain 61% all iron. Bogs iron ore are precipitation on the oxygen barrier. In the research areas main minerals is goethyt, ferrihydrite and syderithe.

Keywords: wetlands landscapes; forms of the iron in the water of swamping soil; bogs iron ore.

Надійшла до редколегії 10.03.11

УДК 556.114 (282.247.322)

Морозова А.А.

Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА р. ПРИПЬЯТЬ И ЕЕ ОСНОВНЫХ ПРАВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Ключевые слова: р. Припять; правобережные притоки; гидрохимический режим; минерализация; биогенные вещества

Формирование химического состава воды р. Припять и ее основных притоков происходит в достаточно сложных природных условиях. Для территории Полесья характерно понижение зеркала грунтовых вод к долине Припяти, которая является основной естественной дренажной системой.

С одной стороны, химический состав рек, протекающих по заболоченной территории этого бассейна, в первую очередь зависит от состава грунтовых и напорных вод водоносных горизонтов. С другой стороны, в значительной степени он обусловлен особенностями гидрометеорологической ситуации в регионе и, в первую очередь, зависит от количества выпадающих осадков и величины испарения. Немаловажную роль в формировании сезонной изменчивости химического состава Припяти и ее основных правобережных притоков играет и гидрологический режим.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.1(22)

Именно, водный режим водотоков бассейна Припяти характеризуется следующими фазами – половодье, паводки и межень. Половодье формируется в весенний период, и его продолжительность составляет 3 – 3,5 месяца. Паводки в исследуемом регионе могут наблюдаться на протяжении всего года, но чаще всего в летний и осенний периоды. Межень на реках также может возникать на протяжении всего года, за исключением весны. Внутригодовое распределение водного стока Припяти характеризуется максимальными величинами весной (60-65%), на летне-осенний период приходится около 20% и на зимний 15% годового стока. В многоводные годы характер внутригодового распределения стока несколько меняется. Отмечается увеличение величины стока в летне-осенний и зимний периоды и уменьшается в весенний. Немаловажную роль в формировании сезонной динамики многих компонентов химического состава воды играют гидробионты.

Действуя в совокупности, эти факторы в полной мере определяют режим и динамику главных ионов и минерализации воды, а также биогенных веществ в воде р. Припять и ее основных правобережных притоков.

Материал и методика исследований. Работы по изучению закономерностей формирования гидрохимического режима р. Припять и ее правобережных притоков проводились в летне-осенний период 2010 гг. В зависимости от глубины водотока пробы воды для анализа отбирали батометром Рутнера с двух горизонтов (поверхностного и придонного) на глубоководных станциях и с поверхностного горизонта на мелководных. В ходе наблюдений исследовалась временная и пространственная изменчивость основных абиотических компонентов водной среды (режим и динамика главных ионов, биогенных веществ и величины pH).

Определение компонентного состава природной воды р. Припять и ее правобережных притоков проводилось по общепринятым в гидрохимических исследованиях методикам О.А. Алекина [1].

Результаты исследований и их обсуждение. Формирование химического состава воды основных правобережных притоков Припяти происходит в различных физико-географических условиях, что позволило разделить их условно на две группы. К первой группе можно отнести притоки, расположенные в северо-западной части бассейна, а именно, Словечна, Убортъ, Ствига и Льва. Ко второй – северо-восточные притоки Горынь, Стырь, Простырь, Стоход и сама река Припять. Предлагаемое разделение, как показали исследования, небезосновательно и подтверждается полученными результатами.

Так, физико-географические особенности районов, наряду с различиями гидрологического режима соответствующих водотоков, в полной мере выявили существенные отличия в режиме и динамике, как *минерализации воды*, так и главных ионов. Это отразилось не только на величине минерализации воды, но и на ее пространственно-временной изменчивости. А именно, реки первой группы характеризуются минимальной величиной минерализацией воды, тогда как притоки второй группы, наоборот,

максимальными значениями. Так, в летний период минерализация воды притоков первой группы изменялась от 61,63 до 122,24 мг/дм², а притоков второй группы варьировалась от 281,56 до 424,9 мг/дм³. Абсолютный минимум минерализации воды отмечен в реках Ствига и Льва, соответственно 61,63 и 81,69 мг/дм³, характеризующихся высокой цветностью. Максимальными величинами минерализации воды выделялись рр. Стырь и Простырь – 417,08 и 424,9 мг/дм³, соответственно (Табл.1). Установлены и различия в сезонной динамике минерализации воды, которые выражались в следующем. С наступлением осеннего периода отмечалось постепенное нарастание минерализации воды в притоках первой группы и, наоборот, снижение в притоках второй группы. Так, практически вдвое увеличилась минерализация воды в притоках Словечна и Уборть. Вместе с тем, неизменной на протяжении всего периода наблюдений оставалась минерализация воды р. Горынь.

Как правило, снижение минерализации воды обусловлено, уменьшением содержания **гидрокарбонатных ионов**, что, очевидно, определяется изменением природных условий. А именно, в верхнем течении река протекает в пределах Украинского кристаллического щита, далее по мере продвижения водного потока, заболоченность территории возрастает (до 12%), что приводит к снижению величины pH водной среды [2]. Известно, что соотношение форм карбонатного равновесия определяет значение pH. При величине pH=6 лишь 28,5 % приходится на ионы HCO₃⁻, тогда как при pH=7 их доля возрастает до 80% [3]. Наблюдениями установлено, что изменение pH в р. Припяти и ее притоков находилось в прямой зависимости от изменения цветности воды, что, в свою очередь, повлияло на режим и динамику главных ионов и минерализацию воды Припяти и ее основных правобережных притоков. Так, в реках, с повышенной цветностью, содержание гидрокарбонатных ионов было мало и не превышало 50,8 мг/дм³, тогда как в реках с меньшей цветностью их содержание достигало 255,0 мг/дм³ (см. табл. 1). Сезонная динамика содержания гидрокарбонатных ионов также в значительной степени зависела от изменения цветности воды. Снижение цветности воды в реках Уборть, Ствига и Льва в осенний период года определили повышение содержания гидрокарбонатных ионов. Тогда, как в остальных реках сезонная динамика содержания гидрокарбонатных ионов имела противоположную направленность.

Еще одним фактором, влияющим на изменение минерализации воды, наблюдаемое от лета к осени, является изменение содержания **сульфатных ионов**. Если в период летней межени их содержание в воде притоков изменялось в пределах от 21,0 до 72,96 мг/дм³, то с наступлением осенного периода концентрация сульфатных ионов в большинстве притоков повышалась практически вдвое. Осенний период характеризовался более равномерным распределением сульфатных ионов в воде притоков, содержание которых варьировало от 27,84 мг/дм³ до 68,16 мг/дм³. Следует отметить, что в таких притоках как Льва, Горынь и Простырь концентрация сульфатных ионов оставалась практически неизменной на протяжении всего

периода наблюдений. Наибольшее повышение содержания сульфатных ионов отмечалось в реках Словечна, Стоход и Припять (табл.1).

Подобная тенденция временной изменчивости характерна и для величины **общей жесткости** воды. В притоках с более высоким⁰ цветности и меньшей минерализацией отмечено увеличение общей жесткости воды, а в притоках менее окрашенных и с большей минерализацией воды, наоборот, величина общей жесткости уменьшалась от лета к осени. В целом за период наблюдений величина жесткости воды в воде притоков изменялась в пределах от 0,72 до 5,04 мг-экв/дм³. Максимальные величины жесткости воды отмечалась в р. Стырь, а минимальные – в р. Ствига (табл.1).

Формирование режима и динамики **биогенных веществ** в воде Припяти и ее притоков обусловлено их поступлением в составе поверхностного стока с прилегающих территорий, который в свою очередь, зависит от водности года. Значительная заболоченность территории определяет повышенное содержание органического вещества в воде рек, в особенности гумусовых соединений. Присутствие их в воде в значительном количестве в полной мере обуславливает цветность воды, а также повышенные концентрации биогенных веществ, особенно общего железа и аммонийного азота, что является отличительной особенностью бассейна рек Припяти. Так, концентрация аммонийного азота в воде р. Припять и ее притоков изменялась в широких пределах от 0,315 до 1,7 мг N/дм³. Пределы колебаний содержания общего железа были еще более значимы и составили 0,107 – 2,175 мг/дм³.

Проведенные исследования показали, что максимальные концентрации **аммонийного азота** наблюдаются в реках бассейна, как правило, в летний период при изменении гидрологических условий. Снижение уровня воды, наблюдаемое в период летней межени, очевидно, приводит к ухудшению состояния газового режима, в первую очередь, растворенного в воде кислорода, тем самым, способствуя поступлению биогенных элементов из донных отложений в воду. С наступлением фазы осеннего паводка концентрация NH₄⁺ несколько снижается, но остаются все же достаточно высокими. В летний период максимальное содержание аммонийного азота составляло 1,7 мг N/дм³, а осенью не превышало 0,655 мг N/дм³. Сезонная динамика содержания аммонийного азота нарушилась лишь в воде р. Стырь и Припять и, вероятно, была обусловлена гидробиологическим фактором. Временная изменчивость его содержания выражается не только максимумом концентраций, но и в более широких пределах их колебаний. Так в период летней межени, содержание NH₄⁺ в воде рек изменялось в достаточно широких пределах от 0,335 до 1,700 мгN/дм³, а с наступлением осеннего паводка пределы колебаний концентрации аммонийного азота сужались – от 0,235 до 0,655 мгN/дм³ (табл.1).

Показателем изменения экологической ситуации от лета к осени может служить сезонная изменчивость и других соединений азота, а именно нитритного (NO₂⁻) и нитратного (NO₃⁻). Анализ полученных данных показал, что, вероятно, изменение гидрологических условий, несколько улучшает

Таблица 1. Предельные и средние концентрации некоторых компонентов химического состава воды р. Припять и ее основных притоков в летне-осенний период 2010 г.

№ п/п	Река	HCO ₃ ⁻ , МГ/ДМ ³	SO ₄ ²⁻ , МГ/ДМ ³	жесткость, МГ-ЭКВ/ДМ ³	\sum , МГ/ДМ ³	NO ₃ ⁻ , МГ N/ДМ ³	NH ₄ ²⁺ , МГ N/ДМ ³	Fe, МГ/ДМ ³
1	Словечна	<u>48,7 - 65,8</u> 57,2	<u>38,40 - 55,7</u> 47,0	<u>1,44 - 1,71</u> 1,58	<u>122,2 - 190,2</u> 156,2	<u>0,035 - 0,250</u> 0,142	<u>0,235 - 0,635</u> 0,435	<u>0,300 - 1,024</u> 0,662
2	Уборть	<u>37,1 - 50,8</u> 44,0	<u>34,6 - 68,2</u> 51,4	<u>1,35 - 2,17</u> 1,76	<u>100,4 - 183,3</u> 141,8	<u>0,043 - 0,055</u> 0,049	<u>0,400 - 1,270</u> 0,835	<u>0,890 - 1,580</u> 1,235
3	Ствига	<u>16,2 - 15,0</u> 15,38	<u>21,0 - 32,6</u> 29,8	<u>0,72 - 1,08</u> 0,99	<u>61,6 - 75,1</u> 71,8	<u>0,038 - 0,060</u> 0,050	<u>0,655 - 1,700</u> 0,997	<u>1,042 - 2,175</u> 1,456
4	Льва	<u>20,9 - 38,9</u> 29,9	<u>30,7 - 37,4</u> 34,1	<u>1,08 - 1,33</u> 1,21	<u>81,7 - 126,9</u> 104,3	<u>0,042 - 0,064</u> 0,053	<u>0,550 - 1,270</u> 0,910	<u>1,335 - 2,175</u> 1,755
5	Горинь	<u>149,5 - 169,2</u> 159,3	<u>34,6 - 37,4</u> 36,0	<u>3,25 - 3,78</u> 3,52	<u>270,9 - 281,6</u> 276,2	<u>0,021 - 0,043</u> 0,032	<u>0,380 - 0,400</u> 0,390	<u>0,137 - 0,267</u> 0,202
6	Стир	<u>176,3 - 236,4</u> 206,4	<u>53,8 - 73,0</u> 63,4	<u>3,96 - 5,04</u> 4,5	<u>343,4 - 417,1</u> 380,2	<u>0,036 - 0,054</u> 0,045	<u>0,335 - 0,435</u> 0,385	<u>0,090 - 0,107</u> 0,099
7	Простирий	<u>197,3 - 255,0</u> 226,1	<u>51,8 - 59,5</u> 55,7	<u>4,34 - 4,86</u> 4,6	<u>371,3 - 424,9</u> 398,1	<u>0,031 - 0,048</u> 0,039	<u>0,315 - 0,380</u> 0,348	<u>0,075</u> 0,075
8	Стоход	<u>122,6 - 194,7</u> 158,6	<u>26,9 - 53,8</u> 40,3	<u>3,09 - 3,69</u> 3,39	<u>260,6 - 304,8</u> 282,7	<u>0,021 - 0,044</u> 0,033	<u>0,400 - 0,425</u> 0,413	<u>0,075 - 0,090</u> 0,083
9	Припять	<u>122,6 - 190,1</u> 156,3	<u>21,1 - 40,3</u> 30,7	<u>2,75 - 3,69</u> 3,22	<u>255,8 - 297,6</u> 276,7	<u>0,039 - 0,048</u> 0,043	<u>0,460 - 0,550</u> 0,505	<u>0,170 - 0,185</u> 0,178
10	Канал Хабарыше	<u>137,5 - 241,1</u> 189,3	<u>27,8 - 34,6</u> 31,2	<u>3,09 - 4,05</u> 3,57	<u>242,5 - 389,8</u> 316,2	<u>0,051 - 0,053</u> 0,052	<u>0,360 - 0,425</u> 0,393	<u>0,107 - 0,120</u> 0,114

Примечание: над чертой – предельные значения, под чертой – средние

состояние газового режима в большинстве притоков Припяти. Известно, что ионы аммония усваиваются растениями при процессе фотосинтеза и при наличии кислорода в присутствии бактерий могут окисляться, переходя в нитритные и нитратные соединения азота. Наши наблюдения показали, что в большинстве притоков отмечается увеличение содержания нитратной и нитритной форм азота (см. табл.1). В то же время для экосистемы самой Припяти характерно достаточно равномерное временное распределение этих двух форм азота. Снижение от лета к осени концентрации нитратной формы отмечено лишь в воде реки Стоход.

Железо является еще одним биогенным элементом, содержание которого в реках бассейна высоко. Изменчивость содержания общего железа имела ту же направленность, что и динамика содержания аммонийного азота. Характерной особенностью сезонного распределения содержания общего железа являются максимальные концентрации в летний период с постепенным значительным снижением осенью. При этом летний максимум содержания общего железа за исследуемый период составил $2,175 \text{ мг/дм}^3$, а осенний не превышал $1,042 \text{ мг/дм}^3$. Лишь в воде р. Горынь наблюдалась противоположная картина (табл.1). Как правило, повышенные концентрации железа наблюдались в притоках с высокой цветностью воды – Льва, Ствига и Уборть. В воде остальных притоков Припяти содержание общего железа, как правило, не превышало $0,635 \text{ мг/дм}^3$ в летний период и $0,300 \text{ мг/дм}^3$ в осенний.

Проведенные исследования показали, что концентрация **фосфат-ионов** в меньшей степени зависит от содержания органического вещества, в частности от концентрации гумусовых веществ. Содержание фосфат-ионов в воде рек бассейна было невысоким и изменялось в незначительных пределах, варьируя от $0,007$ до $0,132 \text{ мг P/дм}^3$. Характер сезонного распределения концентрации фосфат-ионов был аналогичен сезонной динамики аммонийного азота и общего железа с максимумом в летний период. Максимальное содержание фосфат-ионов наблюдалось в воде р. Горынь, для экосистемы которой характерно накопление фосфат-ионов от лета к осени (см. табл.1).

Анализ полученных данных показал наличие прямой зависимости содержания аммонийного азота и общего железа от 0 цветности воды (по данным Жежери В.А.)

Как правило, повышенные концентрации этих биогенных элементов наблюдались в реках, цветность которых была более высокой (реки Уборть, Ствига, Льва). При этом установлено наличие четко выраженной широтной изменчивости не только цветности воды, но и концентрации биогенных веществ (рис. 1 а,б). Подобная зависимость сохранялась на протяжении всего периода наблюдений.

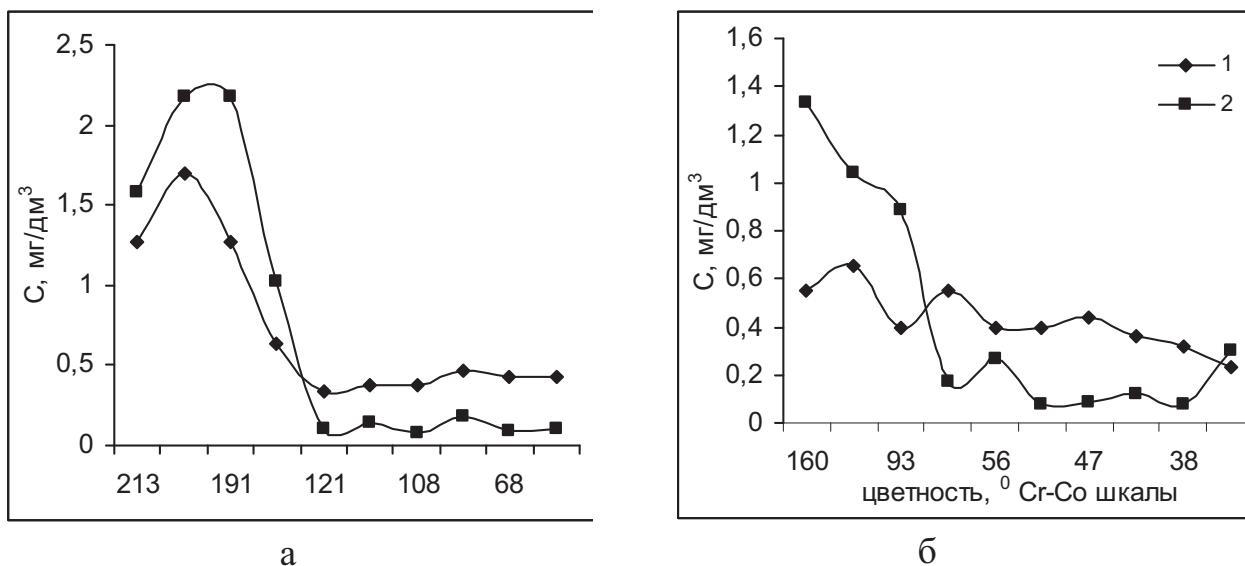


Рис. 1. Пространственно-временная изменчивость содержания аммонийного азота (1) и общего железа (2) в реках бассейна Припяти в зависимости от цветности воды в летний (а) и осенний (б) периоды 2010 г.

Выводы. Таким образом, формирование химического состава рек бассейна Припяти происходит в сложных условиях. Значительная заболоченность территории определяет повышенное содержание органического вещества в воде рек, в особенности гумусовых соединений. Присутствие их в воде в значительном количестве в полной мере обуславливает цветность воды.

Это в значительной степени определяет не только режим и динамику главных ионов и минерализации воды, но и, в значительной степени, определяет повышенные концентрации биогенных веществ, особенно общего железа и аммонийного азота, что является отличительной особенностью бассейна рек Припяти.

Список литературы

1. Алекин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши / О.А. Алекин – Л. : Гидрометеоиздат, 1973. – 270 с.
2. Майстренко Ю.Г. Органическое вещество воды и донных отложений рек и водоемов Украины (Бассейны Днепра и Дуная) / Ю.Г.Майстренко – К.: Наук. думка, 1965. – 240 с.
3. Алекин О.А. Основы гидрохимии / О.А.Алекин. – Л. : Гидрометеорологическое изд-во, 1970. – 444 с.

Особливості формування гідрохімічного режиму р. Прип'ять та її основних правобережніх притоків в літньо-осінній період

Морозова А.О.

В роботі наведено результати натурних досліджень гідрохімічного режиму р. Прип'ять та її головних правобережніх притоків в літньо-осінній період 2010 р. Встановлено фактори формування та закономірності розподілу головних компонентів іонного складу, мінералізації води та біогенних речовин в просторово-часовому аспекті.

Ключові слова: р. Прип'ять; правобережні притоки; гідрохімічний режим; мінералізація; біогенні речовини.

Особенности формирования гидрохимического режима р. Припять и ее основных правобережных притоков в летне-осенний период

Morozova A.A.

В работе представлены результаты натурных исследований гидрохимического режима р. Припять и ее основных правобережных притоков в летне-осенний период 2010 г. Установлены факторы формирования и закономерности распределения главных компонентов ионного состава, минерализации воды и биогенных веществ в пространственно-временном аспекте.

Ключевые слова: р. Припять; правобережные притоки; гидрохимический режим; минерализация; биогенные вещества.

The features of forming of the hydrochemical regime Prip'yat' and it basic right-bank branch in a summer-autumn period

Morozova A.O.

The results of model researches of the hydrochemical regime river Prip'yat' and its main right-bank branch in the summer-autumn period in 2010 are presented. The factors of forming regime and conformity to law of distributing of main components of ionic composition, mineralization of water, and biogenic components, are set in a spatio-temporal aspect.

Keywords: river Prip'yat'; main right-bank branch; hydrochemical regime; mineralization; biogenic components.

Надійшла до редколегії 25.02.11