

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПРИОРИТЕТНЫХ КОМПОНЕНТОВ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ТАМБОВСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ

А. А. Бердников

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 14 сентября 2010 г.

Аннотация. Река Цна и ее притоки в пределах Тамбовского промышленного района испытывают существенные преобразования в химическом составе водной среды. Динамика изменения гидрохимических показателей оценена по экологически приоритетным компонентам, в качестве которых выбраны аммоний, железо, показатель биологического поглощения кислорода. Их концентрации испытывают сезонные колебания и определяются масштабами поступления неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий.

Ключевые слова: Тамбовский промышленный район, водные экосистемы, загрязнение водной среды, аммоний, железо, биологическое поглощение кислорода, минерализация, предельно допустимые концентрации.

Abstract. The river Tsna and her inflows within the Tambov industrial region test essential transformations to a chemical compound of the water environment. Dynamics of change of hydrochemical indicators is estimated on ecologically priority components in which quality are chosen ammonium, iron an indicator biological absorption of oxygen. Their concentration have seasonal hesitations and the cleared sewage of the industrial enterprises is defined by scales of receipt not enough.

Key words: Tambov industrial region, water ecosystems, pollution of the water environment, ammonium, iron, biological absorption of oxygen, mineralization, maximum permissible concentration

По территории Тамбовской области протекает 1400 рек, речек и ручьев с более или менее постоянным течением, но свыше 1200 из них имеют длину менее 10 км, а еще 132 реки достигают в длину 25 км. Все это – самые малые реки. Однако среди оставшихся водотоков 53 – это маленькие реки и лишь 8 рек имеют длину свыше 100 км и могут быть названы средними. Самыми крупными по длине и водности являются реки Цна и Ворона. Кстати, в сумме бассейны этих рек занимают около 70 % площади области. Наиболее полно гидрология речных бассейнов Тамбовской области охарактеризована в работе Н. И. Дудника [1].

Все современные реки Тамбовщины молоды по возрасту. Они возникли во время таяния донского ледника или чуть позднее. Характерно абсолютное преобладание рек, текущих с севера на юг и с юга на север. Широтные отрезки рек имеют вид колен, изломов, обусловленных историей геологического развития региона.

Несмотря на небольшую высоту центральных районов Окско-Донской низменности, именно отсюда (кроме Вороны) начинаются все самые про-

тяженные реки: Цна, Савала, Матыра, Лесной и Польной Воронеж, Битюг, Челновая и т. д.

Полуоформившиеся долины балочного типа характерны для притоков рек Цны, Пары, Савалы, Карачана. Плоское мелковолнистое днище, чаще всего заболоченное, достаточно крутые нетеррасированные склоны, возвышающиеся на 8–20 м над руслом реки, резкая бровка крутых склонов, асимметрия поперечного профиля, отсутствие или слабая выраженность надпойменных террас – вот отличительные особенности долин рек этого типа. Пойменный и склоновый типы местности примерно равны по площади. Небольшую часть территории занимают урочища плакорного типа местности. Фрагментами встречаются урочища надпойменно-террасового типа [2; 3].

Цна – левый приток Мокши (бассейн Волги). Это самая длинная река области – 446 км, из них более 300 км протекает по Тамбовской области. Начинается река у с. Мокрая Вершина на высоте 185–190 м на самых юго-западных отрогах Приволжской (Керенско-Чембарской) возвышенности и течет на север, принимая несколько десятков средних и мелких притоков. Цна собирает воду с площади 21 500 км² (42,8 %) Тамбовской области.

Русло самой Цны пересекает Сампурский, Знаменский, Тамбовский, Сосновский, Моршанский районы.

В пределах Тамбовского промышленного района река Цна принимает 4 притока.

Студенец – левый приток Цны. Начинается двумя истоками в северо-западной части г. Тамбова и в балке севернее с. Ласки. Течет по городу в верховье с севера на юг, а затем с запада на восток. Место устья изменено с сооружением дренажного канала реки Цны и находится у моста шоссе на г. Рассказово. Длина 7 км, площадь бассейна 16 км². Русло 1–3 м шириной, 0,5–1,5 м глубиной, скорость течения 0,3 м/с, расход воды в летнее время в верхнем течении 60 дм³/с, в низовьях 120–140 дм³/с. Вода сильно загрязнена городскими стоками. Русло и долина могли бы после реконструкции служить зеленым экологическим коридором г. Тамбова [2].

Чумарса и Гаврюшка – почти исчезнувшие малые реки (ручьи), протекающие в г. Тамбове и впадавшие в Цну слева.

Собачий (Безымянный) – ручей, протекающий по северной окраине г. Тамбова. Начинается из притеррасовых болот к западу от с. Красненькое, течет на восток. Длина 3 км. Расход воды в среднем течении 40 дм³/с. Русло изменено, в нижней половине течения ручей принимает стоки нескольких заводов Тамбова и ТЭЦ, превращаясь в сточную канаву, несущую до 0,5 м³/с неочищенных промышленных стоков в реку Цну.

Пяшкиль – левый приток реки Цны. Течет на восток от коренного склона Цны через с. Донское. Длина 5 км, течение слабое, русло 2–4 м шириной.

В незагрязненных участках выше по течению от Тамбовского промышленного района вода реки Цны имеет сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав, умеренно щелочную реакцию (рН 7,0–7,3) и невысокую минерализацию (0,4–0,6 г/дм³). Жесткость воды изменяется в пределах 4,5–5 ммоль/дм³, содержание железа 0,08–0,1 мг/дм³. Постоянно отмечается присутствие активных солей азота – аммония, нитрита, нитрата в количествах, не превышающих предельно допустимые концентрации для водоемов рыбохозяйственного назначения (вода реки Цны не используется для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения).

В пределах Тамбовского промышленного района происходит трансформация химического состава подземных вод реки Цны и ее притоков.

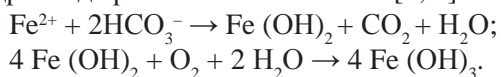
Появляются локальные участки развития сульфатно-хлоридных магниевых вод повышенной минерализации (1,2–1,6 г/дм³) и щелочности (рН 7,6–7,8). Воды становятся более жесткими (7,5–7,7 ммоль/дм³) и железистыми (0,1–0,3 мг/дм³). Наиболее существенные изменения в химическом составе техногенно преобразованных вод проявляются в изменении приоритетных компонентов, каковыми являются аммоний, железо и показатель биологического поглощения кислорода [4; 5].

Аммоний (NH⁴⁺) – минеральный радикал, в свободном состоянии не существует. В соединениях играет роль одновалентного металла. Количественное соотношение ионов аммония (NH₄OH) имеет важное экологическое значение и определяется значениями рН и в определенной степени температурой воды. В незагрязненных поверхностных водах, характеризующихся высоким содержанием кислорода и большими значениями рН, концентрация ионов аммония достигает $n \cdot 10^{-3}$ – $n \cdot 10^{-2}$ мг/дм³. При переходе от олиготрофного к мезотрофному и евтрофному состоянию водных объектов концентрация и доля аммония в балансе связанного азота возрастает. В воде рек и водохранилищ концентрация аммония может достигать $n \cdot 10^{-1}$ мг/дм³. В морских водах концентрация его колеблется обычно в пределах 0,01–0,20 мг/дм³, достигая иногда 1 мг/дм³ и более. В подземных водах закрытых структур, где сильно подавлена деятельность нитрификаторов, содержание его может превышать 100 мг/дм³ [6].

Сезонные колебания концентрации аммония характеризуются обычно понижением ее весной и летом в период интенсивной фотосинтетической деятельности фитопланктона и повышением осенью, при усилении процессов бактериального разложения органических веществ. В зимний период повышенное содержание аммония связано с продолжающимся распадом органических веществ в условиях слабого или полного отсутствия потребления его фитопланктоном. Повышенное содержание аммония однозначно указывает на ухудшение санитарного состояния водного объекта.

Предельно допустимая концентрация аммония для водоемов рыбохозяйственного значения составляет 0,4 мг/дм³. Кроме целей оценки качества воды, информация о распределении и изменении концентраций аммония представляет интерес для гидробиологических и микробиологических исследований [6].

Железо в природе является одним из самых распространенных элементов (после кислорода, кремния, алюминия). Его содержание в земной коре составляет 4,65 % по массе. Железо почти всегда присутствует в природных водах, т. к. оно повсеместно рассеяно в горных породах, откуда поступает в водную среду. Формы присутствия железа в воде многообразны. В двухвалентном состоянии железо находится лишь при низких значениях pH и Eh. В подземных водах при повышенном содержании угольной кислоты и отсутствии кислорода оно находится в виде гидрокарбоната закисного железа, часто в значительных концентрациях – до нескольких миллиграммов в 1 дм³. При выходе на поверхность и достаточной аэрации гидрокарбонат железа гидролизует, и малорастворимый гидроксид двухвалентного железа окисляется в гидроксид трехвалентного железа [6; 7]:



При pH = 8,0 основной формой железа является Fe(OH)₃. При уменьшении значений pH происходит изменение соотношений между различными формами гидроксида железа и сильно повышается доля других форм, в частности свободных ионов железа по сравнению с недиссоциированной Fe(OH)₃, и увеличивается растворимость этого элемента.

Содержание железа в поверхностных водах суши составляет десятые доли миллиграмма в 1 дм³, вблизи болот – единицы миллиграмма. Повышенное содержание железа (> 0,5 мг/дм³) заметно ухудшает качество воды и возможность ее использования для питьевых и технических целей. Предельно допустимые концентрации железа для воды рыбохозяйственного назначения составляют 0,1 мг/дм³.

Биологическое поглощение кислорода (БПК-5) – количество кислорода, потребляемого за определенное время при биохимическом окислении содержащихся в воде веществ в аэробных условиях; выражается в мг/дм³ молекулярного кислорода. Наиболее часто употребляется значение БПК-5 – биохимическое потребление кислорода в течение 5 суток.

Значения БПК-5 используются для оценки степени загрязненности водного объекта и содержания легкоокисляющихся органических веществ. Установлено, что убыль кислорода и окисление легкоокисляющихся органических веществ протекает с убывающей скоростью, пропорциональной их концентрации [6; 7]. В природных водах,

имеющих значения pH от 6 до 8, не содержащих токсичных веществ и разведенных до такой степени, чтобы процесс протекал в аэробных условиях, за 5 суток при 20 °С окисляется около 70 % легкоокисляющихся органических веществ.

В поверхностных водах значения БПК-5 колеблются обычно от 0,5 до 4,0 мг/дм³ молекулярного кислорода и подвержены сезонным и суточным изменениям. Сезонные изменения в основном определяются вариациями температуры и исходной концентрации растворенного кислорода, суточные изменения – главным образом от исходной концентрации растворенного кислорода, которая может в течение суток изменяться на 2,5 мг/дм³ в зависимости от соотношения интенсивности процессов продуцирования и потребления кислорода [6].

Прослежена динамика изменения концентрации азота аммонийного за период 2007–2008 гг. в пределах г. Тамбова (река Цна, ТЭЦ, канал). В целом, содержание NH₄⁺ не превышает предельно допустимой концентрации и только в первом квартале 2008 г. наблюдалось резкое, почти в два раза, возрастание содержания этого компонента относительно предельно допустимого значения, что можно объяснить эпизодическим увеличением уровня загрязнения водной среды (рис. 1).

В отличие от аммонийного азота железо практически повсеместно накапливается в воде выше предельно допустимого уровня (рис. 2). При этом наиболее высокие содержания железа отмечаются в зимне-весенний период (превышение предельной нормы в три раза). Это можно объяснить недостаточным уровнем аэрации водной среды, вызывающим изменение миграционных форм этого элемента (отношение Fe²⁺/Fe³⁺ сдвигается в пользу первого катиона). Как и для аммонийного азота среднегодовые концентрации железа превышают предельно допустимый уровень, что свидетельствует о довольно существенном загрязнении водной среды.

Изменение показателя биологического поглощения кислорода носит циклический характер (рис. 3). Довольно низкие значения, характерные для весеннего периода, чередуются с более высокими в осенне-зимний период. Однако среднегодовые значения в основном превышают предельное значение этого показателя в 1,5–2,5 раза. Причина заключается не столько в природно-сезонных колебаниях количеств затраченного и генерируемого кислорода, сколько в устойчивом продолжительном загрязнении водного бассейна, влияющего на кислородный режим.

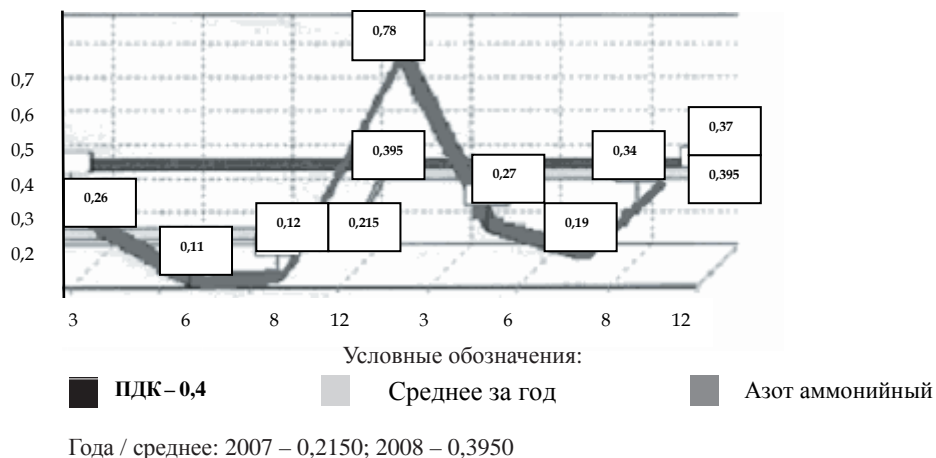


Рис. 1. Динамика изменения концентрации азота аммонийного за период 2007–2008 гг. (мг/дм³)

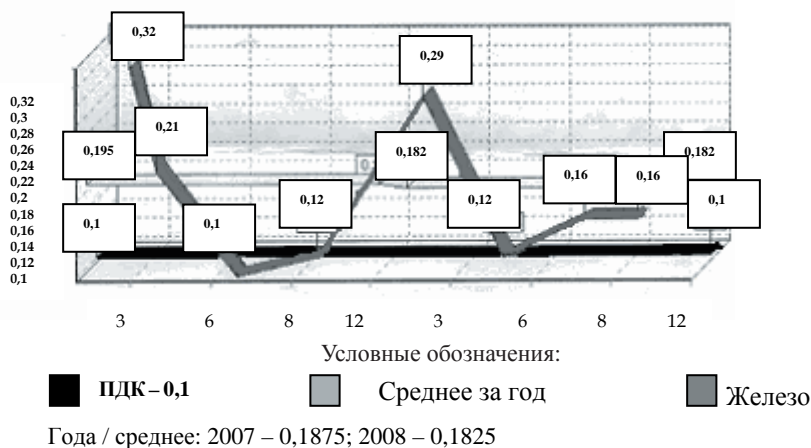


Рис. 2. Динамика изменения концентрации железа за период 2007–2008 гг. (мг/дм³)



Рис. 3. Динамика изменения концентрации BPK-5 за период 2007–2008 гг. (мг/дм³)

Практически все крупные предприятия Тамбова участвуют в загрязнении реки Цны и ее притоков (табл.). В основном осуществляется сброс отработанных вод без очистки и недостаточно очищенных. Биологической очистке подвергаются только воды, поступающие с УМП «Водоканал». Все это пагубно отражается на санитарно-экологическом состоянии водной среды.

Поскольку наибольшее количество неочищенных загрязненных вод поступает с крупных предприятий (ОАО «Пигмент», ОАО «Тамбовмаш», ПК «Котовский лакокрасочный завод», филиал Котовская ТЭЦ ОАО «Тамбовэнерго»), для нормализации экологической обстановки целесообразно осуществить в кратчайшие сроки реконструкцию очистных сооружений на этих объектах.

Таблица

Сброс сточных вод в реку Цну в пределах Тамбовского промышленного района (млн м³)

Наименование предприятий	Всего	В том числе				
		Загрязненных		Нормативно чистых без очистки	Нормативно очищенных	Биологически очищенных
		Без очистки	Недостаточно очищенных			
ОАО «Пигмент»	0,34000	0,34000	–	–	–	–
ОАО «Тамбовмаш»	0,42300	–	–	0,42300	–	–
ПК «Котовский лакокрасочный завод»	0,43400	0,34600	–	0,03500	–	–
ФГУП «Котовский завод пластмасс»	2,78400	–	2,78400	–	–	–
ОАО «Тамбоврезиноасбестотехника»	0,29500	0,29500	–	–	–	–
Филиал Котовская ТЭЦ ОАО «Тамбовэнерго»	0,30200	–	0,30200	–	–	–
Тамбовская ТЭЦ	2,28000	–	2,23200	0,04800	–	–
УМП «Водоканал»	35,0190	–	–	–	35,0190	35,0190

ЛИТЕРАТУРА

1. Реки Тамбовской области. Каталог / под ред. Н. И. Дудника. – Тамбов : Тамбов. пед. ин-т, 1991. – 47 с.

2. Абрамова Л. А. Структура ландшафтов Тамбовской области и формирование экологических сетей : автореф. дисс. ... канд. географ. наук / Л. А. Абрамова. – Воронеж, 2010. – 23 с.

3. Михно В. Б. Основы физико-географического районирования / В. Б. Михно. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 280 с.

4. Бердников А. А. Динамика изменения экологических приоритетных показателей химического состава четвертичного водоносного комплекса на территории промышленной площадки ОАО «Пигмент» (г. Тамбов) / А. А. Бердников // Использование и охрана водных ре-

сурсов Центрально-Черноземного региона России. – Воронеж : Издат.-полиграф. центр Воронеж. гос. ун-та, 2009. – С. 63–67.

5. Бердников А. А. Динамика загрязнения подземных вод на территории ОАО «Пигмент» (г. Тамбов) / А. А. Бердников // Геологи XXI века. – Саратов : Изд-во СО ЕАГО, 2009. – С. 76–78.

6. Зенин А. А. Гидрохимический словарь / А. А. Зенин, Н. В. Белоусова. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.

7. Бочаров В. Л. Экологическая гидрохимия. Русско-английский словарь-справочник основных терминов и понятий / В. Л. Бочаров, Л. Н. Титова, Л. Н. Строгонова // Труды НИИ Геологии ВГУ. – 2004. – Вып. 18. – 220 с.

Воронежский государственный университет
А. А. Бердников, аспирант кафедры гидрогеологии,
инженерной геологии и геоэкологии
gidrogeol@mail.ru
Тел. 8 (473) 220-89-80

Voronezh State University
A. A. Berdnikov, post-graduate student of Chair of
Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology
gidrogeol@mail.ru
Tel. 8 (473) 220-89-80