

УДК 556.551

## **Гидрохимический режим приплотинной части Камского водохранилища**

**А.Б. Китаев, А.В. Рочев**

**Пермский государственный университет**

Детальные исследования гидрохимического режима в приплотинной части Камского водохранилища обусловлены предполагаемым строительством ЦБК в районе г. Добрянки.

### **Источники загрязнения на участке от залива р. Ломоватовки до плотины Камской ГЭС**

К источникам загрязнения относятся предприятия, сбрасывающие промышленные и ливневые стоки на рассматриваемом участке в Камское водохранилище или его притоки. Основную антропогенную нагрузку на данном участке водохранилище испытывает с левого берега. Исследуемый район расположен в пределах Пермской городской агломерации. Вдоль всего участка водохранилища по левому берегу (от г. Добрянки до плотины Камской ГЭС) проходит автомобильная трасса Пермь – Добрянка. Вдоль этой дороги располагаются наиболее крупные населенные пункты: Орджоникидзевский район г.Перми, Полазна, Добрянка. На правом берегу между Пермью и Полазной расположена д.Хохловка, к которой также ведет автомобильная дорога с твердым покрытием. Кроме того, имеется множество дорог местного значения, особенно на левом берегу, позволяющих подъехать к водному объекту на автомобильном транспорте.

В 2002 г. по материалам 2ТП-водхоз в Добрянском районе имелось 7 подотчетных предприятий, одно из которых не имело лицензии на сброс сточных вод – ООО «Милкор», пять превышали установленные нормы (табл.1).

Два предприятия имели превышения по одному веществу: ЗАО «ЛУКОЙЛ-Пермь», филиал ПДДН по азоту аммонийному – 1,29ПДС и ОАО «Пермская ГРЭС» по фосфору общему – 1,21ПДС. Два других предприятия имели превышения по двум веществам, но величина суммы превышений была значительно больше. Так, ОАО «Добрянка – хлеб» имело сумму 8,61ПДС, где 7,38ПДС – это превышение по взвешенным веществам. Сумма кратностей превышений МУП «Жилищно-коммунальный комбинат» п. Полазна в 2002 г. была равна 51,22ПДС, ее составляли азот аммонийный – 26,53ПДС и нефтепродукты – 24,69ПДС.

Таким образом, в Добрянском районе самое большое превышение норм ПДС в 2002 г. отмечено у МУП «Жилищно-коммунальный комбинат», п.

Полазна. Общая сумма кратностей превышений ПДС составила 62,33ПДС, приоритетные загрязнители – азот аммонийный и нефтепродукты.

Таблица 1

**Основные источники сбросов сточных вод**

№ п/п	Предприятие	Сумма кратностей превышения ПДС	Число веществ, выброс которых >ПДС	Вещество – кратность превышения ПДС
1	ЗАО «ЛУКОЙЛ-Пермь», филиал ПДДН (Добрянский район)	1,29	1	Азот аммонийный – 1,29
2	МУП «Жилищно-коммунальный комбинат», п. Полазна	51,22	2	Азот аммонийный – 26,53; нефтепродукты – 24,69;
3	ОАО «Добрянка-хлеб»	8,61	2	БПК п – 1,23; взвеш. вещества – 7,38
4	ОАО «Пермская ГРЭС»	1,21	1	Фосфор общ. – 1,21
5	ООО «Милкор»			Нет лицензии
6	Добрянская ГКС Пермского ЛПУМГ, ООО «Пермтрансгаз»	2,337	2	Азот нитратный – 1,087; БПК полный – 1,25
7	ООО «Пермский картон»	126,34	4	Азот аммонийный – 34,15; нефтепродукты – 54,6; взвеш. вещества- 5,96; БПК полный – 31,63;

Все предприятия Добрянского района, которые сбрасывают сточные воды в Камское водохранилище, в 2002 г. превысили нормы ПДС основных загрязняющих веществ в следующей кратности: азот аммонийный – 27,82, нефтепродукты – 24,69, взвешенные вещества – 7,38.

Кроме того, значительно превысило ПДС в 2002 г. ООО «Пермский картон», предприятие, расположенное на административной территории г.Перми. Наиболее крупными водопользователями и соответственно наиболее вероятными источниками загрязнения на протяжении рассматриваемого участка (Добрянка – КамГЭС) являются предприятия, сбрасывающие сточные воды в размере более 0,5 млн м<sup>3</sup> в год. К ним относятся ОАО «Пермская ГРЭС», МУП «Жилищно-коммунальный комбинат» п. Полазна, ООО «Уралводоканал».

В 2006 г., по данным 2ТП-водхоз, в Добрянском районе 4 предприятия сбрасывали сточные воды в Камское водохранилище и р.Тюсь – ООО «Исток», ОАО «Добрянка-хлеб», ООО «Пермтрансгаз» и ООО «Уралводоканал».

В отличие от 2002 г., в 2006 г. ЗАО «ЛУКОЙЛ-Пермь» и ООО «Милкор» сбросы не вели и не отчитывались, ОАО «Пермская ГРЭС» проводило сбросы через очистные сооружения ООО «Уралводоканала», ООО

«Пермский картон» сбрасывало сточные воды в Чусовской залив Камского водохранилища, МУП «ЖКБ» было переименовано в ООО «Исток».

По отчетности 4 организаций можно сказать, что существенных превышений предельно-допустимых сбросов не наблюдается:

- 1) в ООО «Исток» объем сбросов и ПДС в 2 раза ниже разрешенных;
- 2) в ОАО «Добрянка-хлеб» объем сбросов также в 2 раза меньше разрешенного; отмечено превышение ПДС взвешенных веществ (в 200 раз);
- 3) ООО «Пермтрансгаз» в 1,38 раза превысило допустимый сброс нефтепродуктов;
- 4) ООО «Уралводоканал» не превысило ПДС.

### Химический состав воды по данным Пермского ЦГМС

Качество воды в районе г. Добрянки относится к классу «загрязненная». Для сравнения уровня загрязнения водных объектов с 1988 г. применялась комплексная оценка качества поверхностных вод – «индекс загрязненности воды» (ИЗВ). С 2005 г. введен расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ). Ниже приведена сводная табл.2 загрязнения вод Камского водохранилища.

Таблица 2

### Динамика загрязнения Камского водохранилища (по данным ИЗВ и УКИЗВ)

Пункт наблюдения	Показатель качества воды	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ниже г. Березники	ИЗВ	4,50	6,41	3,33	4,53	3,29	2,92	3,71	3,26	
	Класс	5	6	4	5	4	4	4	4	
	УКИЗВ	-							3,77	4,13
В черте г.Добрянка	Класс								4«а»	4«а»
	ИЗВ	3,41	7,71	3,85	3,29	3,24	2,96	3,20	3,17	
	Класс	4	6	4	4	4	4	4	4	
Выше плотины КамГЭС	УКИЗВ								3,98	4,02
	Класс								3«б»	4«а»
	ИЗВ	4,05	5,96	3,35	3,42	3,82	3,01	3,04	4,19	
	Класс	5	5	4	4	4	4	4	5	
	УКИЗВ								3,74	3,57
	Класс								3«б»	3«б»

Примечание: 1) класс качества воды по ИЗВ: 4 – загрязненная, 5 – грязная, 6 – очень грязная; 2) класс качества по УКИЗВ: 3 «б» – очень загрязненная, 4 «а» – грязная.

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что

- 1) с 1997 г. качество воды улучшилось, но вода остается «грязной»;
- 2) основным источником загрязнения в районе г. Добрянки является вода, поступающая из верхних участков водоема;

3) по длине водохранилища (от Березников до Добрянки) качество воды несколько улучшается;

4) на качество воды в районе КамГЭС влияет химический состав вод, поступающих с Сылвенско-Чусовского плеса;

5) загрязненность воды и соответственно низкий класс качества вызваны высоким содержанием марганца, общего железа и меди (ПДК марганца превышена в 15 раз, железа – в 10 раз, меди – в 5 раз).

Характерной особенностью водохранилища является большая неоднородность химического состава вод в различные фазы водного режима по длине акватории и живому сечению вследствие не только природных условий, но и хозяйственной деятельности человека.

*Общая минерализация.* В центральной, расширенной, части водохранилища (3-й и 6-й участки) минерализация и пределы ее изменения составляют 50-500 мг/л. На участке от д.Усть-Гаревая до д.Хохловка суммы ионов уменьшаются до 45-350 мг/дм<sup>3</sup> (8-й участок). Некоторое увеличение минерализации воды отмечается в узкой прибрежной полосе в районе п.Полазны, обусловленное растворением левобережных обнажений гипса и ангидрита. В приплотинном 9-м участке водоема минерализация всегда выше, чем в районе Хохловки, Полазны или Добрянки (70-450 мг/ дм<sup>3</sup>), что вызвано смешением камских вод с сылвенско-чусовскими.

Во внутригодовом ходе минерализации вод отмечаются четко выраженные периоды, соответствующие фазам гидрологического режима. Максимальные в году значения суммы ионов наблюдаются в период зимней сработки водохранилища; во время прохождения весеннего половодья минерализация вод водоема резко снижается; в летне-осенний период она заметно возрастает по сравнению с весенним периодом, но остается ниже, чем зимой. Во время прохождения осенних дождевых паводков возможно некоторое уменьшение суммы ионов.

По данным 2001-2005 гг. сумма ионов в районе г.Добрянки колебалась в пределах 58,7 – 360 мг/ дм<sup>3</sup>, причем в весенний период была минимальной и составляла 58,7 – 90,6 мг/ дм<sup>3</sup>, зимой максимальной – 360 мг/ дм<sup>3</sup>. Летом сумма ионов колебалась от 90 до 150 мг/ дм<sup>3</sup>.

*Гидрокарбонаты.* Гидрокарбонатный ион является главной частью ионного состава маломинерализованных вод. В водохранилище ионы НСО<sub>3</sub> поступают с атмосферными осадками (1-50 мг/дм<sup>3</sup>), поверхностным (15-350 мг/дм<sup>3</sup>) и подземным (350-700 мг/дм<sup>3</sup>) стоками, а также в результате растворения и выщелачивания береговых обнажений.

Гидрокарбонаты в центральной и южной частях водохранилища составляют 70-80 мг/л. По длине Камского плеса отмечается постепенное небольшое уменьшение гидрокарбонатов от верховьев водоема к приплотинному участку. Их средние величины снижаются с 80-90 до 60-70 мг/дм<sup>3</sup>. Заметное увеличение содержания НСО<sub>3</sub> наблюдается в приплотинной части водохранилища благодаря смешению камских вод с более минерализованными водами Сылвенско-Чусовского плеса (содержание гидрокарбонатов в них может достигать 350 мг/ дм<sup>3</sup>). Внутригодовой режим

гидрокарбонатов обусловлен в основном гидрологическими особенностями водоема. Их минимальное содержание отмечается в период весеннего наполнения водоема, максимальное – в конце зимней сработки водохранилища. В период 2001-2005 гг. в районе Добрянки их содержание составило 30 – 40 мг/ дм<sup>3</sup> во время весеннего наполнения, 50 – 70 мг/дм<sup>3</sup> – в летний период и возросло до 140 мг/ дм<sup>3</sup> в период зимней межени.

*Сульфаты.* Основными источниками поступления ионов в водохранилище являются притоки водоема (с содержанием сульфатов от 10 до 30 мг/дм<sup>3</sup> в весенний период и 50-150 мг/ дм<sup>3</sup> в летнюю и зимнюю межень), атмосферные осадки (1-20 мг/ дм<sup>3</sup>), грунтовые воды (содержание SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в них в зависимости от слагающих пород колеблется в широких пределах – 0-1000 мг/ дм<sup>3</sup>), промстоки, растворение и выщелачивание берегов, биохимические процессы. В районе г.Добрянки SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> составляет 10-60 мг/ дм<sup>3</sup>. На приплотинном участке происходит увеличение ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (20-100 мг/ дм<sup>3</sup>) благодаря поступлению вод Сылвенско-Чусовского плеса, обладающих большим содержанием сульфатов. В виде аномалии выделяется узкая прибрежная полоса в районе п.Полазны. Здесь в результате процессов выветривания, растворения и выщелачивания происходит разрушение береговых обнажений, сложенных сульфатными породами, и обогащение вод водохранилища большим количеством ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Внутригодовые изменения содержания сульфатов в водохранилище аналогичны гидрокарбонатам. Значение сульфатов в г. Добрянке за 2001-2005 гг. не превышает ПДК и колеблется в пределах 5 - 50 мг/ дм<sup>3</sup>. Максимальное содержание отмечается в зимний период (до 50 мг/ дм<sup>3</sup>).

*Хлориды.* Главным источником поступления в водоем является промышленное загрязнение. Общее содержание хлоридов в водохранилище изменяется в широких пределах (10-500 мг/ дм<sup>3</sup>). В притоках содержание ионов Cl<sup>-</sup> незначительно (от 5-10 до 30-40 мг/ дм<sup>3</sup>), в непосредственной же близости от промышленных и населенных пунктов оно заметно увеличивается. Поскольку хлориды являются следствием промышленного загрязнения и режима сброса промстоков, их динамика более сложна, чем других компонентов. По длине Камского плеса отмечается уменьшение содержания ионов Cl<sup>-</sup> от района Соликамско-Березниковского промузла к плотине Камской ГЭС, где оно составляет в среднем 40-60 мг/ дм<sup>3</sup>. В районе г.Добрянки его значение равно 0-120 мг/ дм<sup>3</sup>. Как и сульфатов, содержание хлоридов не превышает ПДК и колеблется в 2001-2005 гг. от 6 до 110 мг/ дм<sup>3</sup>. Во внутригодовом изменении хлоридов отмечается весенний минимум, зимний и летний максимумы. Зимний максимум характерен для конца периода (март), т.е. наблюдается непосредственно перед разрушением ледового покрова. В этот момент объем воды минимален и воды водохранилища полностью состоят из минерализованных грунтовых вод.

*Кальций и магний.* На Камском плесе содержание кальция изменяется от 10 до 60 мг/ дм<sup>3</sup>, магния – от 2 до 12 мг/ дм<sup>3</sup>. Концентрация Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> в водах водохранилища, по сравнению с другими компонентами, довольно стабильная.

В районе Добрянки кальций составляет 15-30 мг/ дм<sup>3</sup>, а магний – 2 – 15 мг/дм<sup>3</sup>. Некоторое возрастание Ca<sup>2+</sup> происходит в районе п. Полазны вследствие происходящих здесь процессов растворения и выщелачивания береговых обнажений, а также непосредственно в приплотинном участке в результате поступления на Камский плес более минерализованных вод Сылвенско-Чусовского плеса.

Внутригодовое изменение Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> аналогично поведению HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, их минимальные значения отмечаются в весеннее половодье, максимальные – в зимнюю межень.

Кроме главных ионов за 2001-2005 гг. рассмотрены и другие химические элементы. Значение жесткости в исследуемом районе колеблется в пределах 0,5-5 мг/л. Максимальное содержание характерно для зимнего периода (до 5 мг/ дм<sup>3</sup>). В летне-осенний период его значение равно 1-3 мг/дм<sup>3</sup>. Минимально значение весной (0,5-1 мг/дм<sup>3</sup>). Характер жесткости полностью зависит от кальция и магния и соответственно повторяет ход их изменений.

В районе г. Добрянки рН среда в 2001-2005 гг. была практически постоянной (7-8 единиц) и характеризовалась как нейтральная или слабощелочная. Это свидетельствует об активном перемешивании водных масс и отсутствии видимых химических выбросов.

В исследуемом районе изучалось содержание металлов – железа и меди. Их значения превышают ПДК: содержание общего железа значительно – 0,2 – 1,0, что превышает ПДК в 2 и 10 раз. Это связано в первую очередь с высокоминерализованной водой самой р. Камы. Содержание меди колеблется от 0 до 0,005 мг/ дм<sup>3</sup>, и часто отмечается превышение допустимых значений. Содержание железа и меди максимально в период наполнения и летне-осенней стабилизации, хотя в эти же периоды может быть равно минимальным зимним единицам. Весной железо колеблется от 0,4 до 1,2 мг/ дм<sup>3</sup>, летом и зимой равняется 0,2 – 0,6 мг/л. Содержание меди весной составляет 0,002-0,005 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК в 0,001 мг/ дм<sup>3</sup>), летом – 0,002-0,004, зимой – 0,001-0,003 мг/ дм<sup>3</sup>.

Из биогенных элементов рассматривалось содержание аммонийного азота и фосфора. В 2001-2005 гг. содержание аммония было максимальным в период зимнего ледостава – до 0,7 мг/дм<sup>3</sup> (1,4 ПДК), особенно перед вскрытием (март). В весенний и летний периоды это значение снижалось до 0,1-0,4 мг/дм<sup>3</sup>, что связано с активной жизнедеятельностью организмов, увеличением объема водных масс и водообмена. Характер изменения содержания фосфора не имеет особых тенденций, и его колебания за рассматриваемый период составили 0,01-0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Превышения ПДК фосфора не отмечалось. Для жизнедеятельности организмов и определения загрязнений важное значение имеет характеристика растворенного кислорода. В районе Добрянки в 2001-2005 гг. его содержание колебалось в пределах 4-13 мг/дм<sup>3</sup>. Уменьшение количества кислорода отмечалось в конце зимнего периода (март) до 4 мг/л (1,5ПДК). Максимальное содержание характерно для периода формирования ледового покрова (ноябрь–январь) –

до 13 мг/дм<sup>3</sup>. Снижение кислорода отмечается в июне–августе при активном росте потребляющих его сине-зеленых водорослей. Содержание углекислого газа должно быть обратно пропорционально кислороду, и это характерно для зимнего периода. В летнее же время происходит обмен вода-поверхность, и в результате интенсивного перемешивания содержание углекислого газа составляет 1-3 мг/дм<sup>3</sup>.

Рассмотрены и величины ХПК и БПК. Они имеют немаловажное значение для качества воды. В пробах имеется превышение ПДК по значению ХПК: его величина колеблется от 10 до 50 мг/дм<sup>3</sup>, минимальна весной – 15 – 30 мг/дм<sup>3</sup>, в летний период – 25 – 40 мг/дм<sup>3</sup> и максимальна в зимний период – 30 – 50 мг/дм<sup>3</sup>. За весь период наблюдений максимальное превышение ПДК достигло 3 раз.

Характеристика БПК не превышала ПДК, но была достаточно высокой – до 2,5 мг/дм<sup>3</sup>. Внутригодовое поведение аналогично ХПК.

Анализ материалов режимных наблюдений Пермского ЦГМС позволил сделать следующие выводы:

1. Общая минерализация, содержания гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, кальция и магния в районе Добрянки определяются естественными условиями и подвержены внутригодовым колебаниям, превышения ПДК не наблюдались.

2. Микроэлементы (железо и медь) содержатся в большом количестве (превышают нормы ПДК в 2-10 раз); при этом отмечается их высокий естественный фон (так, во входном створе Камского водохранилища у п. Тюлькино содержание общего железа составляет 3-9 ПДК).

3. Из биогенных элементов (аммоний и фосфор) отмечается превышение нормы ПДК аммония в конце ледостава до 1,5 раз.

4. Содержание растворенного кислорода минимально перед разрушением ледяного покрова (март), в остальной период его значения достаточно высоки. Значение ХПК колеблется около ПДК, а в зимний период может превысить ее в 3 раза.

#### **Характеристика качества воды по индексу загрязнения**

Было проведено сравнение уровня загрязнения водных объектов до пуска Пермской ГРЭС (1979-1983) и после начала ее работы (1997-2004) по комплексному показателю качества поверхностных вод – индексу загрязненности воды – ИЗВ. Анализ материалов «Гидрохимических бюллетеней» позволил рассчитать индексы загрязнения (табл.3), однако следует учесть, что они могут отличаться от подобных показателей других организаций. Это связано с отсутствием в некоторые годы данных о марганце, метаноле, с неполным рядом наблюдений за растворенным кислородом, БПК. Водность года не учитывалась. Выбор периодов связан с имеющимися отчетными данными ГУ «Пермский ЦГМС».

Таблица 3

#### **Динамика загрязнения Камского водохранилища в районе г. Добрянки (показатель ИЗВ)**

	До ввода Пермской ГРЭС (1979-1983 гг.)					После ввода в строй Пермской ГРЭС (1997 – 2004 гг.)							
	1979	1980	1981	1982	1983	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ИЗВ	4,05	3,16	2,68	2,97	4,18	3,41	7,71	3,85	3,29	3,24	2,96	3,20	3,17
Класс	5	4	4	4	5	4	6	4	4	4	4	4	4

Примечание: класс качества воды по ИЗВ: 4 – загрязненная, 5 – грязная, 6 – очень грязная.

Как можно видеть из табл.3, качество воды характеризуется как загрязненная(4 класс) или грязная (5 класс).

Низкое качество воды обусловлено многократным превышением существующих значений рыбохозяйственных ПДК. Так, в 1985 г. содержание железа, меди, цинка и нефтепродуктов составило 2,5-9 ПДК; в 1984 г. превысили ПДК железо, медь, нефтепродукты, фенол (в 1,5-6 раз); в 1981 г. вода была наиболее высокого качества; за весь период наибольшие превышения ПДК характерны для вышеперечисленных элементов.

По данным ГУ «Пермский ЦГМС», с 1997 г. качество воды улучшается, но вода все-таки остается грязной, и основным источником загрязнения является вода, поступающая из верхних участков водохранилища. Следует отметить, что данные результаты говорят о практической неизменности химического состава воды и степени ее загрязненности в два выбранных периода.

При анализе качества воды была попытка рассчитать ИЗВ для имеющихся анализов полевых исследований. Следует оговориться, что в методических рекомендациях ИЗВ принято считать по среднеарифметическим годовым показателям, однако в нашем случае при коротком ряде наблюдений было решено расчет провести для каждой пробы. В результате были получены следующие данные:

1) ИЗВ в пробе от 28.09.2006 составил 0,78. Такая вода характеризуется 2 классом (чистая). Превысили ПДК только азот-нитрит (1,03 раза) и нефтепродукты (1,16 раза);

2) ИЗВ в пробе от 13.03.2007 составил 1,28 (3 класс, умеренно-загрязненная), превысили ПДК аммоний-ион (1,29), азот-нитрит (2,36) и ХПК (2,48).

ИЗВ рассчитывался по имеющемуся (заданному) перечню элементов, что автоматически его улучшает, так как нет данных по микроэлементам (их концентрация высока и практически всегда превышает нормы).

*Из имеющихся данных можно сделать вывод, что принятый перечень компонентов в полной мере не отражает степень загрязненности воды водохранилища в районе г.Добрянки, однако для выбранных периодов (осеннего и зимнего) характерно высокое содержание биогенных веществ. В осенний период отмечается, кроме того, присутствие нефтепродуктов, а в зимний – высокая концентрация веществ, определяющих ХПК. Содержание*

*кислорода и его биохимическое потребление остаются практически неизменными (разница в концентрациях 10%).*

### **Анализ материалов полевых исследований**

Согласно техническому заданию пространственные границы участка работ простираются от залива р. Ломатовки до Камской ГЭС. Химический анализ проб воды, отобранной в различных точках акватории, прилегающей к г. Добрянке (рис.1), а также выше и ниже города, произведен по 19 показателям: температуре воды, аммоний-иону, БПК (полное и пятисуточное), взвешенным веществам, растворенному кислороду, метанолу, нитрат-иону, нитрит-иону, нефтепродуктам, сульфатам, сероводороду и сульфидам, сухому остатку, СПАВ, фосфатам, формальдегиду, фенолам, хлоридам, ХПК, сульфиту, фурфуролу, тиосульфату. За 2006-2007 гг. на данном участке проведено четыре опробования в различные гидрологические фазы: весеннее наполнение, летне-осенняя стабилизация уровня воды и зимняя сработка водоема.

Пробы воды отбирались в старом русле р. Камы (фарватер) с поверхностного и придонного слоев. Отбор проб проводился по шести створам: 1 – 2237 км судового хода (устья Малой Туи, Ломатовки); 2 – 2329 км судового хода (0,5 км выше устья р. Добрянки); 3 – 2323 км с.х. (напротив д. Заполье и устья р. Кважевки); 4 - 2315 км с.х. (выше п. Полазны, напротив д. Лунежки); 5 – напротив д. Хохловки; 6 – верхний бьеф Камской ГЭС (1 км выше ГЭС) (рис.1).



Рис. 1. Схема отбора проб в исследуемом районе

За период полевых наблюдений в районе г.Добрянки температура воды изменялась с 2,5 (март) до 22,6<sup>0</sup> (август). При этом наблюдалось увеличение температуры с верхнего створа по направлению к низовьям города.

*Аммоний – ион.* Концентрация аммоний-иона изменялась от 0,13 до 0,97 мг/л. Превышения рыбохозяйственной ПДК отмечаются для зимнего (март) и весеннего (май) периодов до 1,95 раза, при этом максимальные значения характерны для нижнего створа Добрянки. По сравнению с питьевой ПДК (2 мг/л) вода во всех пробах соответствовала действующим нормативам.

*Биохимическое потребление кислорода.* Предельно допустимая величина БПК<sub>5</sub> составляет 2 мг/л. Превышения отмечаются 21 августа 2007 г. выше (1,75 ПДК) и ниже Добрянки (1,44 ПДК) в поверхностных слоях (0,2 м).

*Взвешенные вещества.* Согласно действующим нормативам, прирост взвешенных веществ в результате сброса сточных вод не должен превышать величины, равной 0,25 мг/л. В створе выше г. Добрянки величина концентрации взвешенных веществ составляет 2,3-7,0 мг/л, а в створе водовыпуска – 2,6-6,7 мг/л. Таким образом, отмечается постоянное превышение концентрации взвешенных веществ над фоновым в районе г.

Добрянки. В створе д. Заполье ниже по течению концентрации взвешенных веществ составляют 2,1-13,8 мг/л, при этом показатели близки к фоновым.

*Растворенный кислород.* Растворенный кислород во всех пробах соответствовал действующим нормативам, не опускаясь ниже 6 мгО<sub>2</sub>/л и составляя 6,9-11,7 мгО<sub>2</sub>/л.

*Метанол, нитрат-ион, нефтепродукты.* Рыбохозяйственные ПДК составляют для метанола – 0,1 мг/л, для нитрат-иона – 40,0 мг/л, для нефтепродуктов – 0,05 (0,1) мг/л. За период наблюдений превышений ПДК по метанолу и нитрат-иону не отмечалось. В безледоставный период концентрация нефтепродуктов достигает 2,53 ПДК (наблюдается снижение элементов от верхнего до нижнего створов города). Сбрасываемые ГРЭС воды не внесли какого-либо заметного изменения в содержание этих элементов в воде. В сравнении с характерными для зимнего времени гидрохимическими условиями содержание данных веществ не имеет какой-либо аномалии.

*Нитрит-ион.* Содержание нитрит-иона колеблется – 0,02-0,054 мг/л. Превышений ПДК (0,08 мг/л) не наблюдается.

*Сульфаты.* На содержание сульфатов в воде установлены следующие нормативы: питьевая ПДК – 500 мг/л, рыбохозяйственная – 100 мг/л. В пределах рассматриваемой акватории концентрации сульфатов варьируют в пределах 18-51 мг/л, не превышая установленные ПДК. Максимальная концентрация вещества характерна для зимнего периода.

*Сероводород и сульфиды.* Концентрации сероводорода и сульфидов на всей исследуемой акватории находились в пределах от величины менее 0,002 мг/л до 0,002 мг/л, не превышая установленные нормативы (рыбохозяйственная ПДК составляет 0,005 мг/л). В створе г.Добрянки, а также в выше- и нижележащем створах концентрации этих веществ составляют около 0,002 мг/л, увеличиваясь в замыкающем створе выше г.Полазны до 0,003 мг/л.

*Сухой остаток.* Для сухого остатка согласно действующим нормативам установлена величина питьевой и рыбохозяйственной ПДК, равная 1000 мг/л. На участке акватории, примыкающем к району г.Добрянки, отмечались концентрации сухого остатка в пределах 64-80 мг/л в весенний период, 304-330 мг/л в зимний, не превышая установленные нормативы. Вниз по течению от крайнего верхнего створа до крайнего нижнего отмечается незначительное увеличение концентраций сухого остатка, особенно заметное в створе напротив д.Заполье, расположенном ниже створа г.Добрянки.

*СПАВ (анион).* Согласно действующим нормативам, для СПАВ установлена рыбохозяйственная ПДК, равная 0,1 мг/л. На рассматриваемой акватории на момент отбора проб концентрации не превышали установленной ПДК, изменяясь от 0,01 до 0,027 мг/л. Согласно справочнику «Состояние и охрана окружающей среды Пермской области», в рассматриваемом районе повышенные значения СПАВ практически не встречаются, отобранная в марте проба также соответствует нормативам.

*Фосфаты.* На исследуемой акватории концентрации фосфатов не превышали установленных нормативов (рыбохозяйственная ПДК составляет 0,15 мг/л), изменяясь в пределах 0,05-0,093 мг/л.

*Формальдегид.* Превышений концентрации вещества над имеющимися нормативами не отмечается. Содержание колеблется 0,025–0,049 мг/л.

*Хлориды.* Согласно действующим нормативам, питьевая ПДК хлоридов составляет 350 мг/л, рыбохозяйственная – 300 мг/л. Содержание вещества составляет 10-72 мг/л.

*Химическое потребление кислорода (ХПК).* Рыбохозяйственная ПДК, согласно действующим нормативам, составляет 15 мг/л. На всей исследуемой акватории в моменты отбора проб наблюдались повышенные по сравнению с нормой величины ХПК, изменяясь в пределах 13-47 мг/л. Наименьшего значения они достигали в верхнем и среднем створе г.Добрянки в сентябре – 13,7 и 10,3 мг/л соответственно. В другой период их значения могут достигать 2,5 и 3,0 ПДК, особенно в нижнем створе.

**Анализ изменения содержания химических элементов по длине участка** проводился только по тем компонентам, по которым существует превышение ПДК.

Превышение ПДК аммония было отмечено по всем рассматриваемым створам в период зимней сработки водохранилища и во время его весеннего наполнения (рис.2). Максимальные величины превышений ПДК отмечены ниже г. Добрянки. Следовательно, источник поступления находится в г. Добрянке.

Содержание нефтепродуктов в летне-осенний период не превышает ПДК в районе Добрянки, но отмечено превышение ПДК осенью 2006 г. непосредственно у плотины Камской ГЭС. В зимний период и во время весеннего наполнения водоема имеются превышения ПДК в разных створах, но общая тенденция изменения концентраций нефтепродуктов по длине участка не выявлена (рис.3).

Для выявления источника загрязнения нефтепродуктами акватории исследуемого участка необходимы дополнительные исследования.

Загрязнение воды фосфатами наблюдается только в створах Хохловка и Кам ГЭС в зимний период (рис.4). Следовательно, источник загрязнения находится за пределами Добрянки. Превышение ПДК по БПК отмечено только осенью 2007 г. выше и ниже г.Добрянки, при этом максимальное значение отмечено выше города (рис.5). Возможно, источник поступления БПК находится за его пределами.

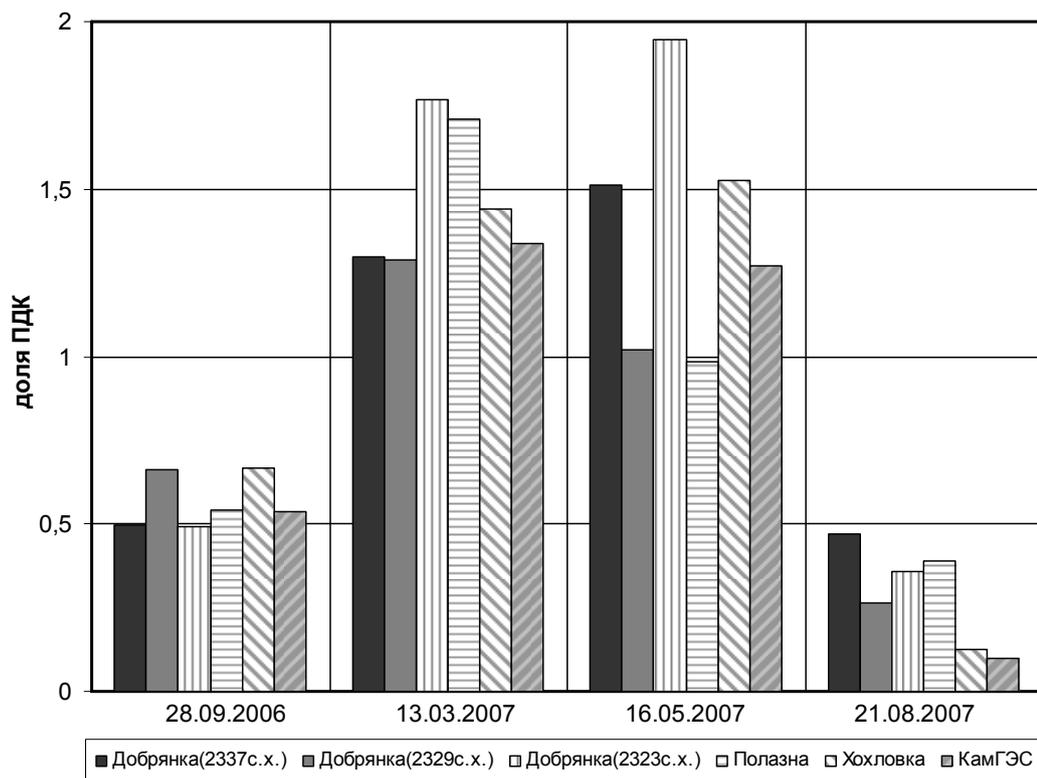


Рис. 2. Диаграмма распределения аммоний-иона (в долях ПДК) по длине исследуемого участка в различные фазы водного режима

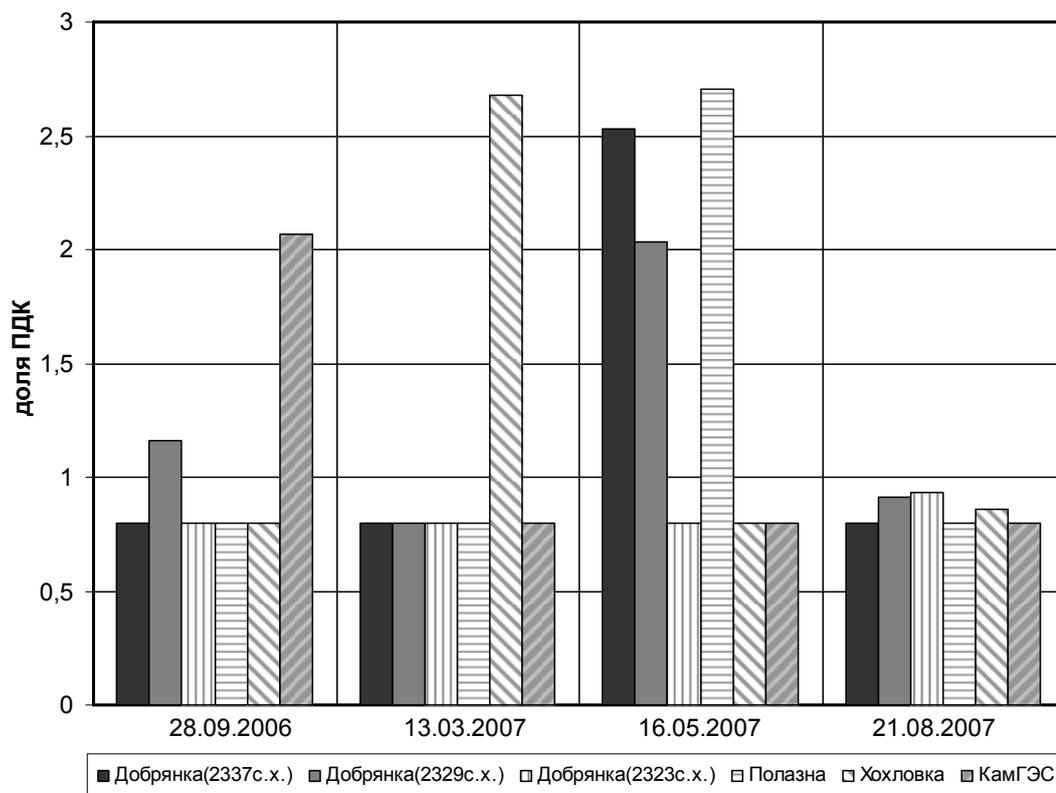


Рис.3. Диаграмма распределения нефтепродуктов (в долях ПДК) по длине исследуемого участка в различные фазы водного режима

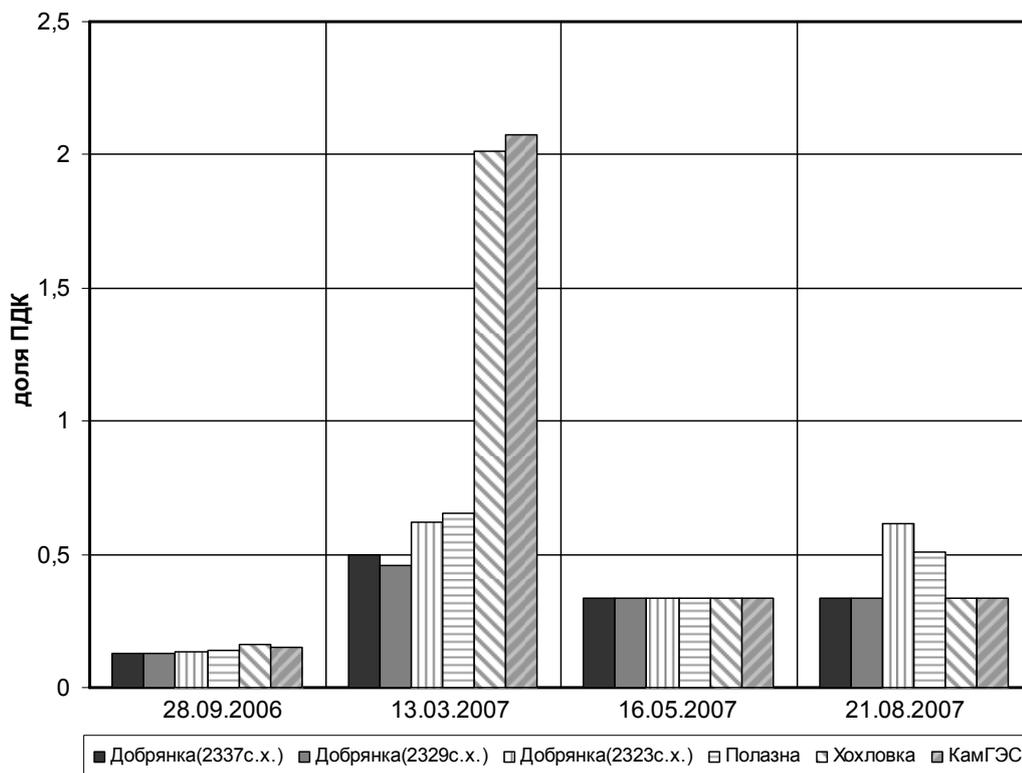


Рис. 4. Диаграмма распределения фосфатов (в долях ПДК) по длине исследуемого участка в различные фазы водного режима

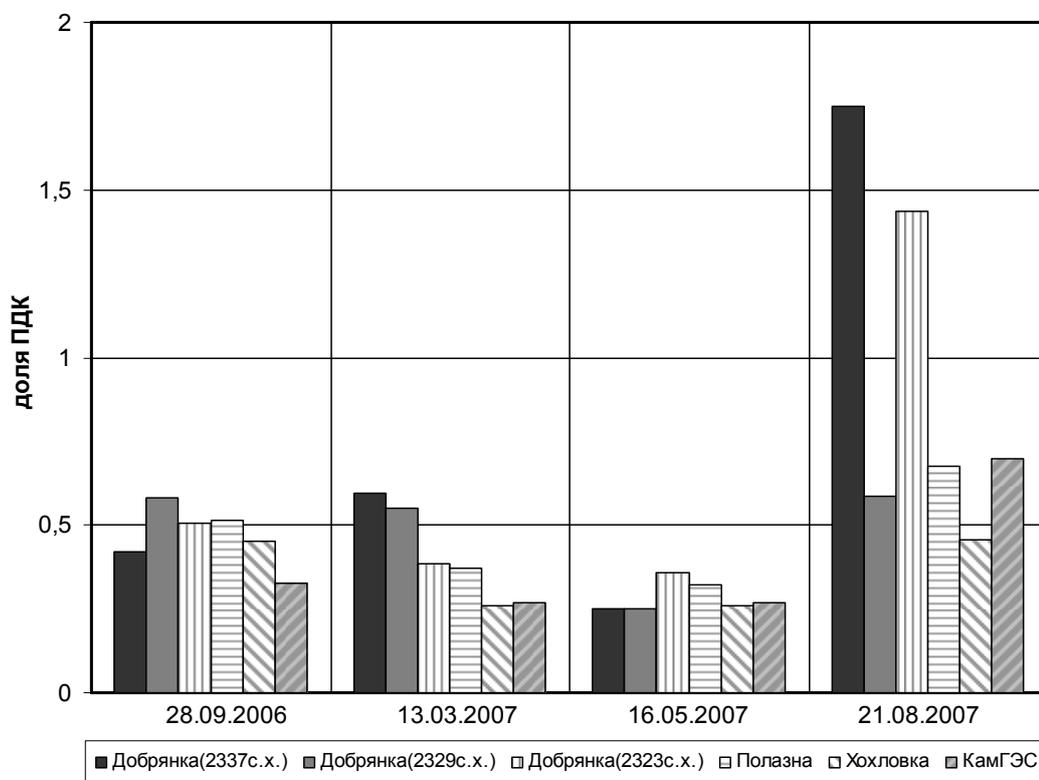


Рис. 5. Диаграмма распределения BPK (в долях ПДК) по длине исследуемого участка в различные фазы водного режима

Во все фазы водного режима водоема в 2007 г. было отмечено превышение ПДК по ХПК практически по всем рассматриваемым створам, причем наибольшее превышение ПДК наблюдалось осень 2007 г. ниже г.Добрянки (рис.6).

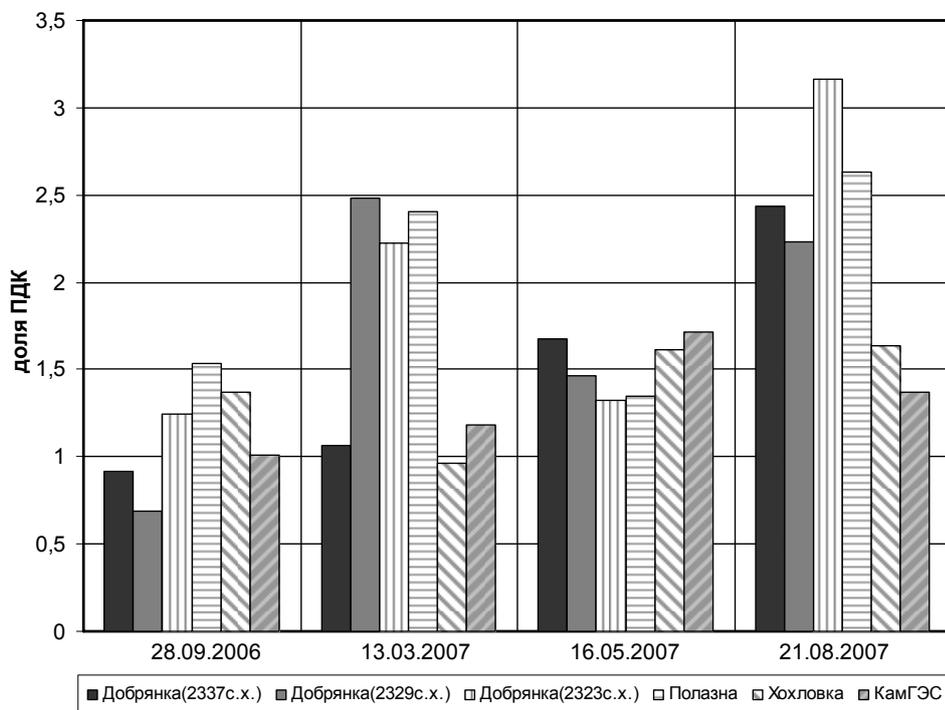


Рис.6. Диаграмма распределения ХПК (в долях ПДК) по длине исследуемого участка в различные фазы водного режима

Сравнительный анализ изменений содержания загрязняющих компонентов по длине изучаемого участка и содержания этих же компонентов в сточных водах предприятий показал, что источником поступления аммонийного азота являются МУП «Жилищно-коммунальный комбинат», п. Полазна (превышение ПДС в 26,5 раза), ООО «Пермский картон», Голованово (превышение ПДС в 34,2 раза); нефтепродуктов – те же предприятия: МУП «Жилищно-коммунальный комбинат» (превышение ПДС в 24,7 раза), ООО «Пермский картон» (превышение ПДС в 54,6 раза).

Были проведены исследования химического состава воды на содержания фурфурола, сульфитов и тиосульфата (табл.5), а также химического состава донных отложений (табл.6).

По данным исследований концентрация фурфурола является невысокой, в пределах 0,4-0,5 мг/л, исключая верхний створ, где содержание увеличивается до 0,74 мг/л. Концентрация сульфитов и тиосульфатов также незначительна; при этом данные вещества быстро переходят в состав сульфатов для которых ПДК составляет 300 мг/л.

Содержание химических элементов в донных отложениях, кроме фенолов, не превышает норму, (табл.6).

Таблица 5

**Содержание элементов в воде Камского водохранилища в районе г.Добрянки, мг/л (отбор 16.05.2007)**

№ пробы	Место отбора	Глубина, м	Фурфурол	Сульфит	Тиосульфат
1	2337 км с.х., напротив р. Ломоватовка	0,2	0,68-0,74	2,0-2,5	18,2-18,8
2	2329 км с.х., 0,5 км выше р. Добрянка	10,0	0,4-0,5	1,8-2,2	20,0-21,0
3	2323 км с.х., напротив р.Кважевка	0,2	0,4-0,5	1,9-2,4	20,3-20,8
4	2323 км с.х., напротив р.Кважевка	11,0	0,4-0,5	2,-2,4	21,0-21,6

Таблица 6

**Химический состав донных отложений (выше Добрянки)**

№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	5,0 ± 0,8	+0,25 мг/дм <sup>3</sup> к фону	Экспресс-определение на ДИВ-1
2	ХПК	мг/дм <sup>3</sup>	3,1 ± 0,9	15,0	ПНД Ф 14.1 :2.100-97
3	БПК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	1,74 ± 0,45	3,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
4	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	0,05	ПНД Ф 14.1:2.5-95
5	Аммония -ион	мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	0,5	ПНД Ф 14.1.1-95
6	Нитрит-ион	мг/дм <sup>3</sup>	<0,02	0,08	ПНД Ф 14.1:2.3-95
7	Нитрат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	<0,1	40,0	ПНД Ф 14.1:2.4-95
8	Фосфаты	мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	0,2	ПНД Ф 14.1:2.112-97
9	Водородный показатель (рН)	ед.	8,3±0,2	6,5-8,5 ед.рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
10	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	362,0 ± 33,0	Не более 1000,0	ПНД Ф 14.1:2.114-97
11	А-спав	мг/дм <sup>3</sup>	<0,015	0,1	ПНД Ф 14.1.15-95
12	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	15,8±1,6	300,0	ПНД Ф 14.1:2.111-97
13	Фенолы	мг/дм <sup>3</sup>	<0,002	0,002	ПНД Ф 14.1:2.114-97
14	Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	68,5±6,8	100,0	ПНД Ф 14.1:2.105-97

**Химический состав донных отложений (ниже Добрянки)**

№	Определяемые показатели	Единицы измерения	Результаты исследований	Величина допустимого уровня	НД на методы исследований
1	Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	11,0 ± 2,0	+0,25 мг/дм <sup>3</sup> к фону	Экспресс-определение на ДИВ-1
2	ХПК	мг/дм <sup>3</sup>	5,6 ± 2,0	15,0	ПНД Ф 14.1:2.100-97
3	БПК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	1,32 ± 0,4	3,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
4	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,05	0,05	ПНД Ф 14.1:2.5-95
5	Аммония -ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,10 ± 0,04	0,5	ПНД Ф 14.1.1-95
6	Нитрит-ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,04 ± 0,01	0,08	ПНД Ф 14.1:2.3-95
7	Нитрат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	2,0 ± 0,4	40,0	ПНД Ф 14.1:2.4-95
8	Фосфаты	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,05	0,2	ПНД Ф 14.1:2.112-97
9	Водородный показатель (рН)	ед.	8,2±0,2	6,5-8,5 ед.рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
10	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	352,0±32,0	Не более 1000,0	ПНД Ф 14.1:2.114-97
11	А-спав	мг/дм <sup>3</sup>	<0,015	0,1	ПНД Ф 14.1.15-95
12	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	16,0±1,0	300,0	ПНД Ф 14.1:2.111-97
13	Фенолы	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,05	0,002	ПНД Ф 14.1:2.114-97
14	Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	19,0±2,0	100,0	ПНД Ф 14.1:2.105-97

**Выводы**

Во всех створах отмечается превышение ПДК аммоний-иона в зимний и весенний периоды (до 1,95 ПДК).

1. В августе отмечается высокое БПК (1,75 ПДК) выше и ниже г. Добрянки; что может быть вызвано работой ГРЭС выше города, а также сбросами предприятий ниже населенного пункта.

2. В период начала весеннего наполнения концентрация нефтепродуктов достигает 2,5 ПДК, особенно высокое значение отмечается выше города.

3. Величина ХПК для всех проб превышала ПДК (за период наблюдений изменялась от 0,69 ПДК (пробы 28.09.06) до 3,17 ПДК (21.08.07)).

4. Значения фурфурола составляют менее 1 мг/л, при этом наблюдается их уменьшение от верхнего створа к нижнему (с 0,7 до 0,4 мг/л).

5. Содержание сульфитов и тиосульфатов также незначительно, при этом данные вещества быстро переходят в состав сульфатов, для которых ПДК составляет 300 мг/л.