

Л.Н. Тимошенко

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

L.N. Timoshenko

ECOLOGICALLY ACCEPTABLE LEVELS OF CHEMICAL SUBSTANCES IN WATER OBJECTS OF THE VOLOGDA REGION

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме экологического нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов. Автор приходит к выводу об экологической целесообразности регионального нормирования антропогенной нагрузки на водные объекты Вологодской области.

Ключевые слова: экологически допустимая концентрация, реки Вологда, Ягорба, Молога, Суда, М.С. Двина, Сухона, Юг.

The article is devoted to the present problem of environmental regulation of water quality in fishery water bodies. The author comes to the conclusion that the environmental advisability of the regional regulation of anthropogenic load on water bodies of the Vologda region.

Key words: environmentally acceptable concentration, r. Vologda, r. Yagorba, r. Mologa, r. Suda, r. Malaya Severnaya Dvina, r. Sukhona, r. Yug.

Современное общество все в большей степени сталкивается с проблемой обеспечения безопасности и защиты человека и окружающей среды от воздействия техногенных, антропогенных и природных факторов. Ключевая проблема формирования системы экологической безопасности — это создание научного подхода к экологическому нормированию состояния и антропогенного воздействия на природные системы. Экологическое нормирование, базирующееся на оценке состояния и ответной реакции на воздействие, устойчивости экосистем к различным видам антропогенного воздействия, представляет собой механизм управления хозяйственной деятельностью, предназначенный для снижения ущерба от антропогенного воздействия на окружающую среду. Одной из важнейших причин нарушения естественного функционирования водных экосистем и ухудшения качества вод является небезупречность системы нормирования антропогенной нагрузки. К примеру, в качестве критериев нормирования применяются общие для всей территории Российской Федерации предельно допустимые концентрации, которые зависят исключительно от вида водопользования и не принимают в расчет региональные особенности формирования природных вод. В конечном итоге утверждаются ошибочные приоритеты управления антропогенной нагрузкой. Проблемы экологического нормирования состояния поверхностных водных объектов и, как следствие, проблема оценки состояния и устойчивости водных систем являются приоритетными в эколого-географических исследованиях.

В связи с изложенным целью данного исследования заключалась в установлении региональных экологических уровней содержания химических веществ в водных объектах Вологодской области. Задачами работы являлись оценка качества поверхностной воды по гидрохимическим показателям, сравнение фактических концентраций загрязняющих веществ водных объектов Вологодской области с действующими предельно допустимыми концентрациями вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК_{р/х}). Для проведения исследования были использованы первичные данные гидрохимического мониторинга рек Вологодской области за период с 1998 по 2012 г. Вологодского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Территория Вологодской области относится к бассейнам трех морей: Белого, Каспийского и Балтийского. Водосборная площадь бассейна Белого моря занимает 70 % территории области, бассейна Каспийского моря — 22 % и бассейна Балтийского моря — 8 %. В области насчитывается около 20 тысяч рек и ручьев, более 5 тысяч озер общей площадью 3023 км², поверхностными водными объектами занято 4,6 % территории (6603 км²). Самые малые водотоки длиной до 25 км составляют 98 %, малые реки длиной до 100 км составляют около 1,5 %, на долю средних рек, длина которых измеряется от 100 до 1000 км, приходится менее 1 %. Наиболее крупными реками являются р. Сухона, р. Юг, р. Суда, р. Молога. На территории Вологодской области формируются речные воды гидрокарбонатного класса группы кальция малой и средней минерализации [1].

Особенностью всех поверхностных водных объектов являются сезонные колебания состава воды, особенно таких показателей, как цветность, щелочность, жесткость. Поверхностные воды Вологодской области отличаются повышенным содержанием органических веществ гумусового происхождения, которые образуются в процессе разложения остатков растений. Особенно это характерно для зон, где распространены торфяные болота. Высокое содержание гуминовых веществ придает воде желто-коричневый цвет.

Химический состав природных вод подвергается трансформации под действием антропогенной нагрузки. Наибольшее загрязнение водных объектов наблюдается в период летней и зимней межени, когда уровни воды достигают минимальных значений, и в период весеннего половодья, когда происходит таяние снежного покрова и смыв загрязняющих веществ с прилегающих территорий. Период пика и спада весеннего половодья и период перед ледоставом характеризуются улучшением качества поверхностных вод вследствие больших расходов воды в реках. Следует отметить значительный вклад в загрязнение поверхностных водных объектов неорганизованного стока, поступающего с водосборной площади.

Для оценки качества вод использован метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по 15 основным гидрохимическим показателям на основе УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды), согласно РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» с применением программного комплекса «УКИЗВ-сеть» [2]. При этом были использованы следующие классы качества воды: 1-й класс — условно чистая; 2-й класс — слабо загрязненная; 3-й класс:

разряд а) — загрязненная, разряд б) — очень загрязненная; 4-й класс: разряды а) и б) — грязная, разряды в) и г) — очень грязная; 5-й класс — экстремально грязная» (табл. 1).

Таблица 1

Динамика величин УКИЗВ водных объектов Вологодской области

Пункт наблюдений	Год														
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	Удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ) / Класс качества воды														
р. Вологда выше г. Вологда	4,34 4 А	3,64 3 Б	4,13 4 А	4,30 4 А	4,48 4 А	4,73 4 А	3,24 3 Б	3,96 3 Б	5,24 4 А	2,82 3 А	3,88 3 Б	4,54 4 А	4,32 4 А	4,37 4 А	5,75 4 Б
р. Ягорба д. Мостовая	4,91 4 А	4,94 4 А	5,23 4 А	5,29 4 А	5,88 4 А	5,68 4 А	4,79 4 А	4,07 4 А	5,02 4 А	4,73 4 А	3,55 3 Б	4,93 4 А	5,00 4 А	4,82 4 А	5,62 4 А
р. Молога выше г. Устюжна	2,74 3 А	2,73 3 А	3,74 3 Б	2,53 3 А	3,41 3 Б	3,11 3 Б	3,87 3 Б	3,74 3 Б	3,09 3 Б	2,77 3 А	3,08 3 Б	2,89 3 А	3,47 3 Б	3,00 3 Б	3,69 3 Б
р. Суда д. Борисово- Судское	3,38 3 Б	3,19 3 Б	4,00 4 А	4,72 4 А	3,52 3 Б	4,19 4 А	4,51 4 А	3,80 3 Б	3,76 3 Б	3,96 3 Б	3,48 3 Б	4,28 4 А	4,54 4 А	4,24 4 А	3,94 3 Б
р. М.С. Двина выше г. Краса- вино	3,58 3 Б	3,57 3 Б	3,68 3 Б	2,81 3 А	5,01 4 А	3,72 3 Б	3,89 4 А	3,75 4 А	4,13 4 А	3,03 3 Б	2,56 3 А	3,75 3 Б	4,48 4 А	3,93 3 Б	3,37 3 Б
р. Сухона выше г. Сокол	4,47 4 А	4,03 4 А	4,41 4 А	4,2 4 А	4,73 4 А	4,91 4 А	3,22 3 Б	3,19 3 Б	3,81 4 А	2,42 3 А	3,93 4 А	3,62 3 Б	3,57 3 Б	4,62 4 А	4,70 4 А
р. Сухона выше г. Тотьма	3,64 3 Б	4,93 4 А	5,29 4 А	4,43 4 А	4,43 4 А	4,22 4 А	2,87 3 А	3,68 3 Б	4,31 4 А	3,23 3 Б	4,09 4 А	2,74 3 А	3,48 3 Б	3,49 3 Б	4,21 4 А
р. Сухона г. Великий Устюг	4,09 4 А	4,77 4 А	3,51 3 Б	3,96 3 Б	4,50 4 А	4,30 4 А	4,17 4 А	3,97 3 Б	5,16 4 Б	3,62 3 Б	3,33 3 Б	3,01 3 Б	3,51 3 Б	3,76 3 Б	4,56 4 А
р. Юг д. Пермас	2,79 3 А	2,40 3 А	3,79 3 Б	1,99 2	2,97 3 А	2,00 2	2,28 3 А	3,29 3 Б	2,74 3 А	1,93 2	2,77 3 А	3,03 3 Б	1,98 2	3,31 3 Б	3,62 3 Б
р. Юг д. Стрелка	4,33 4 А	4,02 4 А	2,96 3 А	3,07 3 Б	3,62 4 А	4,18 4 А	4,44 4 А	4,09 4 А	3,79 4 А	3,02 3 Б	3,30 3 Б	3,36 3 Б	3,67 3 Б	3,01 3 Б	2,99 3 А

При оценке загрязненности поверхностных вод использованы «Нормативы качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», утвержденные приказом Федерального агентства по рыболовству № 20 от 18.01.2010 [3].

Проведенный анализ данных мониторинга (величин УКИЗВ) показал, что в основном состоянии водных объектов характеризуется 3 классом качества разряда «Б» (очень загрязненная) и 4 классом качества разряда «А» (грязная). Математико-статистический анализ данных мониторинга поверхностной воды основных водных объектов позволил провести сравнение фактических концентраций загрязняющих веществ с действующими ПДК_{р/х} (табл. 2).

**Сравнение ПДК_{р/х} и содержания загрязняющих веществ для водных объектов
Вологодской области**

№ п/п	Вещество	Концентрации веществ по гидрологическим сезонам, мг/дм ³				ПДК _{р/х}
		зимняя межень	весеннее половодье	летняя межень	осенний паводок	
р. Вологда выше г. Вологда						
1	Железо	0,22	0,28	0,14	0,15	0,10
2	Медь	0,004	0,005	0,008	0,004	0,001
3	Цинк	0,005	0,009	0,009	0,007	0,010
4	Нитраты	0,42	0,38	0,10	0,15	40,00
5	Сульфаты	83	31	74	90	100
6	Хлориды	20	7	18	20	300
7	Фосфаты	0,034	0,025	0,029	0,027	0,200
р. Ягорба д. Мостовая						
1	Железо	0,19	0,24	0,22	0,18	0,10
2	Медь	0,003	0,004	0,003	0,002	0,001
3	Цинк	0,013	0,011	0,007	0,007	0,010
4	Нитраты	0,53	0,47	0,16	0,26	40,00
5	Сульфаты	268	124	328	237	100
6	Хлориды	13	7	11	16	300
7	Фосфаты	0,090	0,071	0,170	0,094	0,200
р. Молога выше г. Устюжна						
1	Железо	0,49	0,37	0,25	0,36	0,10
2	Медь	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001
3	Цинк	0,008	0,009	0,010	0,006	0,010
4	Нитраты	0,31	0,25	0,07	0,15	40,00
5	Сульфаты	34	23	27	48	100
6	Хлориды	8	4	8	9	300
7	Фосфаты	0,038	0,035	0,027	0,027	0,200
р. Суда д. Борисово-Судское						
1	Железо	0,53	0,42	0,51	0,57	0,10
2	Медь	0,0039	0,0057	0,0051	0,0050	0,001
3	Цинк	0,0170	0,0201	0,0195	0,0177	0,010
4	Нитраты	0,28	0,21	0,20	0,24	40,00
5	Сульфаты	11,31	13,69	13,30	12,92	100
6	Хлориды	5,11	4,09	4,84	5,27	300
7	Фосфаты	0,040	0,031	0,026	0,030	0,200
р. Малая Северная Двина выше г. Красавино						

№ п/п	Вещество	Концентрации веществ по гидрологическим сезонам, мг/дм ³				ПДК _{р/х}
		зимняя межень	весеннее половодье	летняя межень	осенний паводок	
1	Железо	0,39	0,50	0,28	0,32	0,10
2	Медь	0,004	0,006	0,005	0,006	0,001
3	Цинк	0,009	0,011	0,012	0,012	0,010
4	Нитраты	0,38	0,15	0,07	0,12	40,00
5	Сульфаты	65	26	36	0,01	100
6	Хлориды	15	6	9	13	300
7	Фосфаты	0,022	0,016	0,014	0,009	0,200
р. Сухона выше г. Сокол						
1	Железо	0,20	0,20	0,15	0,13	0,10
продолжение таблицы 2						
2	Медь	0,004	0,005	0,007	0,005	0,001
3	Цинк	0,006	0,010	0,008	0,006	0,010
4	Нитраты	0,28	0,30	0,11	0,07	40,00
5	Сульфаты	68	30	33	50	100
6	Хлориды	8	6	5	6	300
7	Фосфаты	0,013	0,013	0,007	0,007	0,200
р. Сухона выше г. Тотьма						
1	Железо	0,56	0,44	0,29	0,38	0,10
2	Медь	0,003	0,003	0,004	0,003	0,001
3	Цинк	0,009	0,008	0,007	0,008	0,010
4	Нитраты	0,42	0,26	0,17	0,21	40,00
5	Сульфаты	54	21	33	42	100
6	Хлориды	15	5	8	9	300
7	Фосфаты	0,059	0,033	0,034	0,038	0,200
р. Сухона г. Великий Устюг						
1	Железо	0,39	0,43	0,29	0,31	0,10
2	Медь	0,005	0,006	0,005	0,006	0,001
3	Цинк	0,010	0,013	0,011	0,011	0,010
4	Нитраты	0,37	0,25	0,21	0,14	40,00
5	Сульфаты	90	26	48	50	100
6	Хлориды	14	5	8	9	300
7	Фосфаты	0,020	0,015	0,011	0,009	0,200
р. Юг д. Пермас						
1	Железо	0,34	0,37	0,32	0,40	0,10
2	Медь	0,002	0,003	0,005	0,002	0,001
3	Цинк	0,005	0,006	0,008	0,005	0,010

№ п/п	Вещество	Концентрации веществ по гидрологическим сезонам, мг/дм ³				ПДК _{р/х}
		зимняя межень	весеннее половодье	летняя межень	осенний паводок	
4	Нитраты	0,30	0,11	0,04	0,11	40,00
5	Сульфаты	18	16	14	18	100
6	Хлориды	6	4	6	5	300
7	Фосфаты	0,032	0,024	0,020	0,026	0,200
р. Юг д. Стрелка						
1	Железо	0,48	0,62	0,27	0,42	0,10
2	Медь	0,004	0,006	0,006	0,005	0,001
3	Цинк	0,011	0,015	0,011	0,012	0,010
4	Нитраты	0,26	0,20	0,05	0,13	40,00
5	Сульфаты	26	17	26	26	100
6	Хлориды	9	4	9	8	300
7	Фосфаты	0,016	0,016	0,008	0,015	0,200

Выявлено, что утвержденные Федеральным агентством по рыболовству ПДК_{р/х} являются завышенными для поверхностных вод Вологодской области по нитратам, сульфатам, хлоридам и фосфатам; по железу и меди — заниженными.

В ходе работы автором установлены экологически допустимые концентрации (ЭДК) для водных объектов Вологодской области. Применена методология экологического нормирования, разработанная Д.Г. Замолотчиковым и базирующаяся на следующей формуле:

$$\text{ЭДК} = \text{ВК} + 1,5(\text{ВК} - \text{НК}), \text{ мг/л},$$

где ЭДК — экологически допустимая концентрация, мг/л; ВК — верхняя квартиль распределения, мг/л; НК — нижняя квартиль распределения, мг/л.

Верхняя граница значений рассматривается как экологически допустимая концентрация для тех факторов, с возрастанием значений которых связано ухудшение экологического состояния. По вышеприведенной формуле были рассчитаны величины ЭДК для толщи воды рек Вологда, Ягорба, Молога, Суда, Малая Северная Двина, Сухона, Юг (табл. 3).

Результаты исследований свидетельствуют, что разработка и внедрение региональных экологически допустимых уровней содержания химических веществ в водах позволит исправить ситуацию, когда ПДК, с одной стороны, необоснованно завышены (нитраты, сульфаты, хлориды и фосфаты), а с другой — занижены (медь, железо) и не могут быть соблюдены в силу естественных причин, обусловленных природными особенностями водных объектов Вологодской области. Кроме этого, внедрение региональных экологических критериев нормирования позволит снизить биогенную нагрузку и уменьшить негативные последствия, связанные с ухудшением её качества. В работе предлагается скорректировать предельно допустимые показатели концентраций

для рыбохозяйственного использования в узком спектре, не отменяя более тысячи показателей, утвержденных Федеральным агентством по Росрыболовству приказом № 20 от 18.01.2010, тем самым региональное нормирование позволит внести фактор учёта природных особенностей водных объектов Вологодской области.

Таким образом, внедрение региональных экологически допустимых уровней содержания химических веществ позволит по-новому оценить экологическое состояние водных объектов и составить эффективную программу поэтапного снижения антропогенной нагрузки по приоритетным загрязняющим веществам.

Таблица 3

**Экологически допустимые концентрации химических веществ в водных объектах
Вологодской области**

Пункт наблюдений	Ингредиент						
	Железо	Медь	Цинк	Нитраты	Сульфаты	Хлориды	Фосфаты
	ЭДК, мг/л						
р. Вологда выше г. Вологда	0,66	0,014	0,021	1,18	157	35	0,088
р. Ягорба д. Мостовая	0,47	0,008	0,025	1,06	520	22	0,243
р. Молога выше г. Устюжна	0,95	0,007	0,021	0,55	67	15	0,068
р. Суда д. Борисово-Судское	1,10	0,018	0,036	0,60	34	10	0,059
р. М.С. Двина выше г. Красавино	0,87	0,015	0,029	0,48	114	20	0,036
р. Сухона вышег. Сокол	0,42	0,013	0,022	0,59	88	14	0,032
р. Сухона выше г. Тотьма	0,92	0,007	0,024	0,64	77	17	0,090
р. Сухона г. Великий Устюг	0,78	0,015	0,028	0,71	109	16	0,037
р. Юг д. Пермас	0,76	0,007	0,019	0,40	32	10	0,043
р. Юг д. Стрелка	1,05	0,011	0,030	0,45	51	15	0,033

Литература

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2011 г. / Правительство Вологодской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. — Вологда, 2012. — 248 с.
2. Руководящий документ 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. — СПб.: Гидрометеоздат, 2002. — 49 с.
3. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. — М.: Изд-во ВНИРО, 2011. — 257 с.