

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ на ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты математико-статистического анализа и комплексной оценки степени загрязненности основных рек Вологодской области с 1998 по 2011 г. Рассмотрена динамика загрязненности и тенденции изменения качества воды. Предложены меры по снижению антропогенного воздействия на водные объекты области.

Введение

Данная работа была проведена с целью получения обоснованной статистической информации об уровне загрязненности основных рек Вологодской области, интегральной оценки качества поверхностной воды по комплексу загрязняющих веществ, наблюдаемых сетью Государственной службы наблюдений Росгидромета. Основными задачами работы являлись:

- сбор и обработка данных регулярных наблюдений Государственного мониторинга за химическим составом рек Кошта, Ягорба, Пельшма, Вологда, Сухона, Малая Северная Двина;
- расчет удельных комбинаторных индексов загрязнения воды;
- оценка качества поверхностной воды;
- оценка динамики загрязненности поверхностной воды;
- выявление причин загрязнения водотока.

Объектами исследования стали вышеуказанные реки Вологодской области.

Материалы и методы исследований

В работе использованы первичные данные гидрохимического мониторинга рек Вологодской области за период с 1998 по 2011 г., проведенного Вологодским цен-

тром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Для оценки качества вод использован метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по основным гидрохимическим показателям на основе удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) согласно РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» с применением программного комплекса «УКИЗВ-сеть» [1].

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» [2].

Для математико-статистической обработки данных был использован пакет прикладных программ Excel. Принято во внимание, что линейная вероятностная зависимость случайных величин (УКИЗВ) заключается в том, что при возрастании одной случайной величины другая (год наблюдений) имеет тенденцию возрастать (или убывать) по линейному закону. В общем случае, когда рассматриваемые величины связаны произвольной вероятностной зависимостью, линейный коэффициент корреляции (r) принимает значение в пределах $-1 < r < 1$. Тогда качественная оценка тесноты связи между переменными может быть выявлена на основе шкалы Чеддока [3].

Л.Н. Трусова*,

магистрант,
ФГБОУ ВПО

Вологодский государственный технический университет

Л.Г. Рувинова,

Заслуженный деятель науки РФ,
доктор биологических наук, профессор, декан факультета экологии, ФГБОУ ВПО Вологодский государственный технический университет

Результаты и их обсуждение

Особенностью всех поверхностных водных объектов являются сезонные колебания состава воды, особенно таких показателей, как цветность, щелочность, жесткость. Поверхностные воды Вологодской обл. отличаются повышенным содержанием органических веществ гумусового происхождения, которые образуются

*Адрес для корреспонденции: risa_vologda@mail.ru

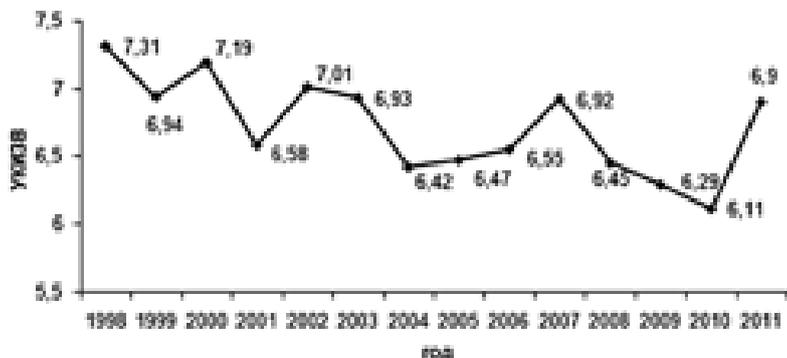


Рис. 1. Динамика величин УКИЗВ р. Кошты.

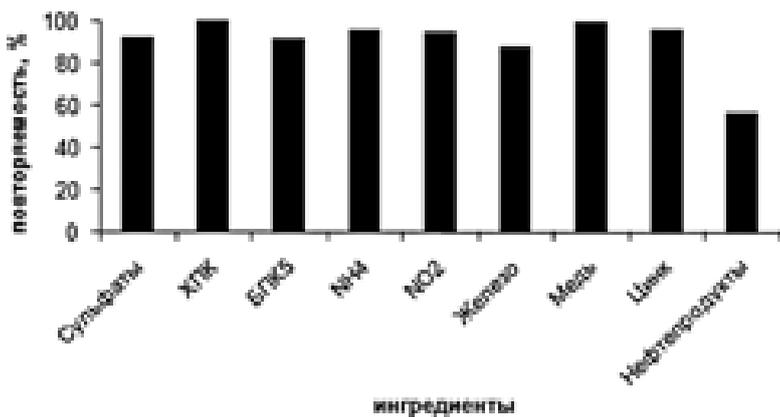


Рис. 2. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Кошты.

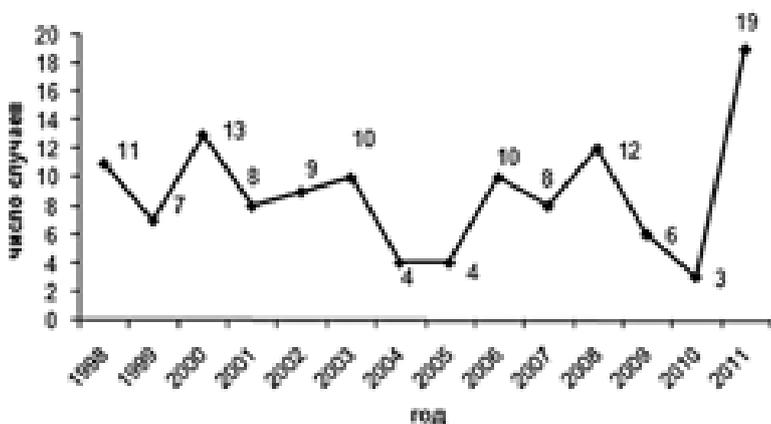


Рис. 3. Динамика случаев высокого загрязнения р. Кошты.

в процессе разложения остатков растений. Особенно это характерно для зон, где распространены торфяные болота. Высокое содержание гуминовых веществ придает воде желто-коричневый цвет. Для поверхностных вод Вологодской области характерно повышенное содержание железа и меди.

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 характеризуется улучшением качества поверхностных вод вследствие больших расходов воды в реках. Значительный вклад в загрязнение поверхностных водных объектов оказывает неорганизованный сток, поступающий с водосборной площади.

Р. Кошта относится к Верхневолжскому бассейновому округу. Её длина составляет 19 км, площадь водосборного бассейна — 106 км. Гидрохимические исследования состояния реки проводят в черте г. Череповец, 1 км ниже сброса сточных вод ОАО «Северсталь».

Основными источниками загрязнения р. Кошты являются предприятия металлургического производства ОАО «Северсталь», ЗАО «Северсталь-метиз», производства готовых металлических изделий ООО «ССМ-Тяжмаш», химического производства ОАО «Череповецкий Азот», ОАО «Аммофос», по обработке древесины и производству изделий из дерева ЗАЛ «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат».

Для пункта наблюдений р. Кошты, на территории г. Череповец зафиксирована заметная теснота связи — коэффициент детерминации $r^2 = 0,45$, коэффициент корреляции $r = 0,67$. Зафиксированы тренды снижения величин УКИЗВ (рис. 1). Несмотря на тенденцию уменьшения величин УКИЗВ, существенного изменения загрязненности воды не произошло. Вода р. Кошты и в 1998 г., и в 2011 г. характеризовались как «очень грязная».

Характерными загрязняющими веществами р. Кошты являются органические вещества — химическое потребление кислорода (ХПК) и пятисуточное биохимическое потребление кислорода (БПК₅), сульфаты, азот аммонийный (NH₄), азот нитритный (NO₂), железо, соединения меди и цинка, нефтепродукты (рис. 2).

Анализ многолетней гидрохимической информации с использованием критериев классификации высокого загрязнения позволил получить динамику случаев высокого загрязнения р. Кошты (рис. 3).

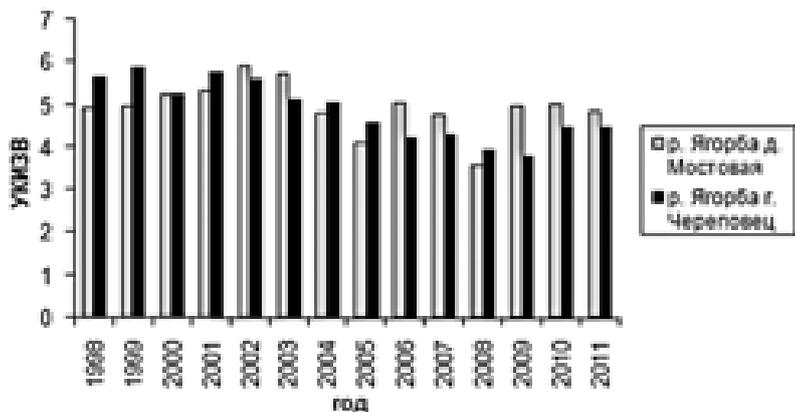


Рис. 4. Динамика величин УКИЗВ р. Ягорбы.

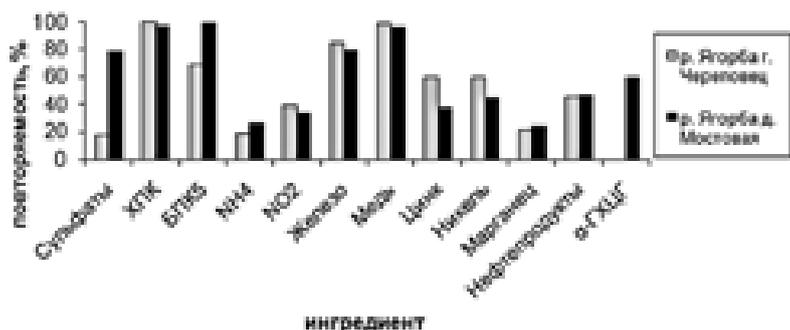


Рис. 5. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Ягорбы.

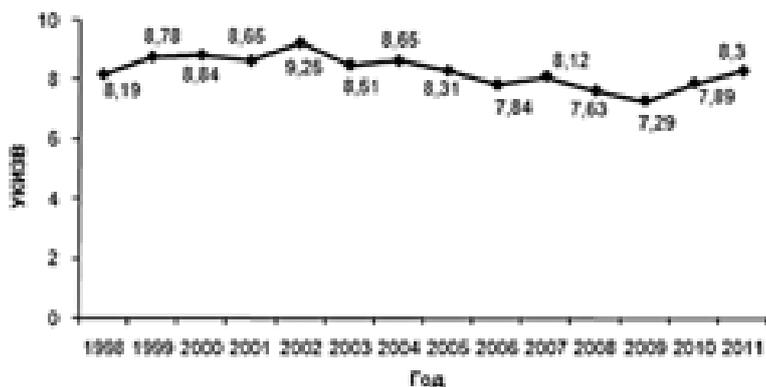


Рис. 6. Динамика величин УКИЗВ р. Пельшмы.

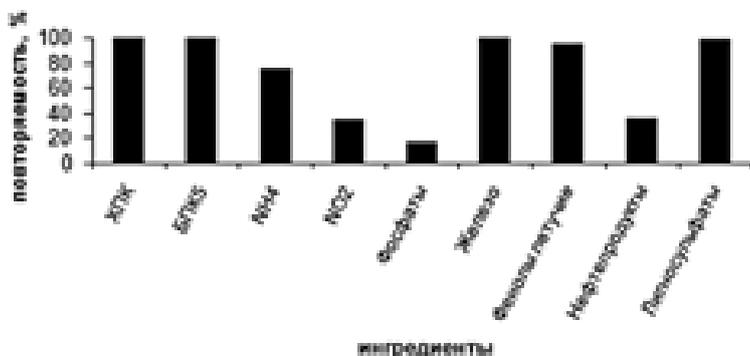


Рис. 7. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Пельшмы.

Оценка состояния реки указывает на то, что поверхностная вода относится к 4 классу (категория «грязная»).

Р. Ягорба протекает в Череповецком р-не Вологодской обл., впадает в Шекснинский русловый участок Рыбинского вдхр. в границах г. Череповец. Длина реки составляет 53 км, площадь водосборного бассейна – 458 км. Основными притоками являются реки Чермасола и Кучесара, ручей Андобка.

В среднем течении р. Ягорбы в районе д. Мостовая основными источниками загрязнения являются предприятия агропромышленного комплекса (птицефабрики, животноводческие комплексы). В устьевом участке реки на качество воды влияют сточные воды металлургической (ОАО «Северсталь», ЗАО «Северсталь-метиз») и химической промышленности (ОАО «Аммофос», ОАО «Азот»). Гидрохимические исследования состояния реки проводят в двух пунктах наблюдения – д. Мостовая и г. Череповец (0,5 км выше устья).

Для пункта наблюдений р. Ягорбы в д. Мостовая зафиксирована умеренная теснота связи – коэффициент детерминации $r^2=0,14$, коэффициент корреляции $r = 0,37$. Динамика величин УКИЗВ представлена на рис. 4.

Для пункта наблюдений р. Ягорбы в г. Череповец зафиксирована заметная теснота связи – коэффициент детерминации $r^2 = 0,77$, коэффициент корреляции $r = 0,88$. Зафиксированы тренды снижения величин УКИЗВ (рис. 4). Несмотря на тенденцию уменьшения величин УКИЗВ, существенного изменения загрязненности воды не произошло.

Характерными загрязняющими веществами реки являются органические вещества, соединения железа, меди, цинка и никеля, в районе д. Мостовая к ним добавлялись сульфаты, гексахлоран (α -ГХЦГ) (рис. 5).

Оценка состояния р. Ягорбы указывает на то, что поверхностная вода относится к 4 классу качества разряда «А» (категория «грязная»).

Р. Пельшма протекает по территории Сокольского административного района и является левобережным притоком р. Сухоны. Устье реки находится в 470 км по левому берегу р. Сухоны. Длина реки составляет 82 км, площадь водосборного бассейна – 514 км².

Наибольшее загрязнение в бассейн р. Сухоны поступает через р. Пельшма от ООСК МУП «Коммунальные системы», которые производят очистку сточных вод пред-

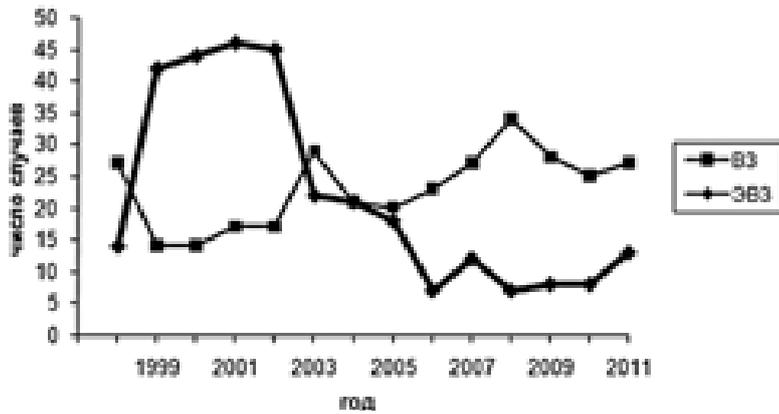


Рис. 8. Динамика случаев высокого и экстремально высокого загрязнения р. Пельшмы.

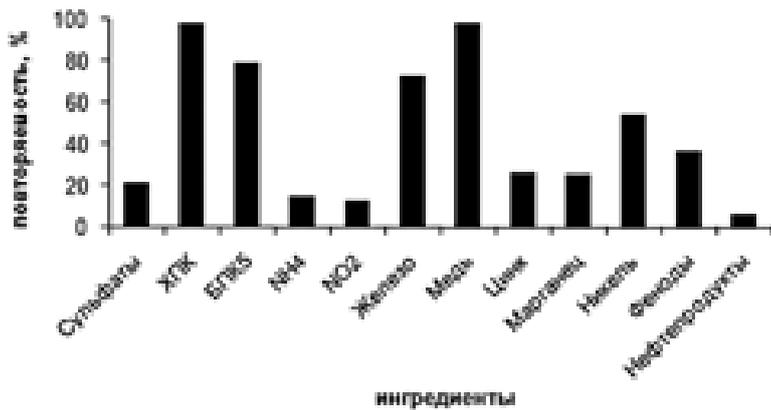


Рис. 9. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Вологды выше города.

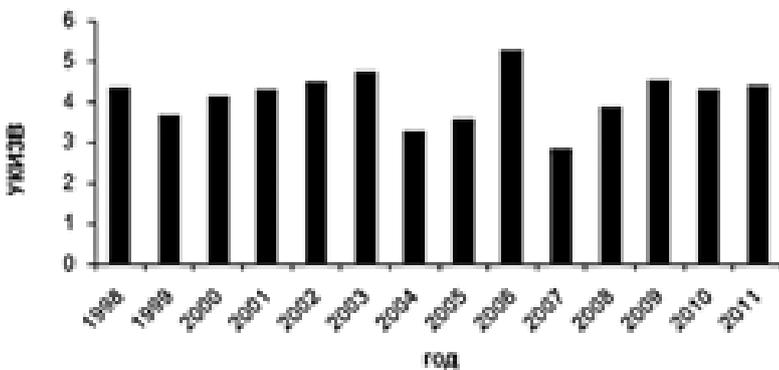


Рис. 10. Динамика величин УКИЗВ р. Вологды выше города.

приятый целлюлозно-бумажной промышленности и хозяйственно-бытовых сточных вод г. Сокол. Гидрохимические исследования состояния реки проводят в нижнем течении реки 1 км ниже сброса сточных вод с ООСК г. Сокол.

Для пункта наблюдений р. Пельшмы в г. Сокол зафиксирована заметная теснота связи — коэффициент детерминации $r^2=0,43$, коэффициент корреляции $r = 0,66$.

Зафиксированы тренды снижения величин УКИЗВ (рис. 6). Несмотря на тенденцию уменьшения величин УКИЗВ, существенного изменения загрязненности воды не произошло. Вода р. Пельшма и в 1998 г., и в 2011 г. характеризовались как «экстремально грязная».

Характерными загрязняющими веществами реки являются органические вещества, азот аммонийный, железо, летучие фенолы, лигносульфонаты (рис. 7).

Анализ многолетней гидрохимической информации с использованием критериев классификации высокого загрязнения позволил получить динамику случаев высокого (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) р. Пельшмы (рис. 8).

Оценка состояния р. Пельшмы указывает на то, что поверхностная вода относится к 5 классу качества (категория «экстремально грязная»).

Р. Вологда является правым притоком р. Сухоны и принадлежит бассейну Северной Двины. Длина р. Вологды составляет 155 км, площадь водосборного бассейна — 3030 км². Гидрохимические исследования состояния реки проводят в черте г. Вологды в двух пунктах наблюдения: 1 км выше г. Вологды (1 км выше впадения р. Тошня) и 2 км ниже г. Вологды (4 км ниже впадения р. Шограш).

Основными источниками загрязнения р. Вологды являются МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал», а также МУП «Вологдазеленстрой», через систему ливневой канализации которых сточные воды с территории г. Вологды без очистки попадают в реку.

Характерными загрязняющими веществами р. Вологды выше города являются органические вещества, железо, соединения меди и никеля (рис. 9).

Для пункта наблюдений р. Вологды выше города зафиксирована слабая теснота связи — коэффициент детерминации $r^2 = 0,08$, коэффициент корреляции $r = 0,28$. Динамика величин УКИЗВ представлена на рис. 10.

Характерными загрязняющими веществами р. Вологды ниже города являются органические вещества, азот аммонийный, азот нитритный, железо, соединения меди и никеля (рис. 11).

Для пункта наблюдений р. Вологды ниже города зафиксирована высокая теснота связи — коэффициент детерминации $r^2=0,63$, коэффициент корреляции $r = 0,79$. Зафиксированы тренды снижения величин УКИЗВ (рис. 12). Несмотря на тенденцию

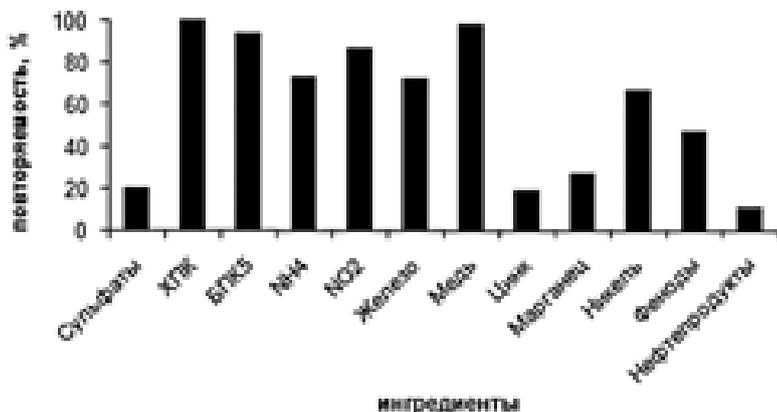


Рис. 11. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Вологды ниже города.

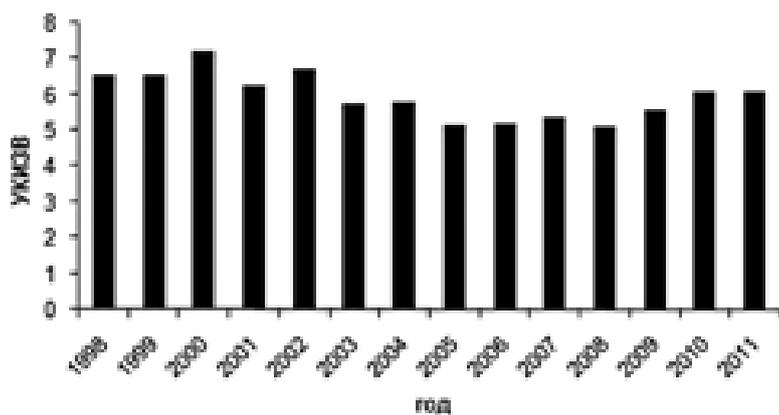


Рис. 12. Динамика величин УКИЗВ р. Вологды ниже города.

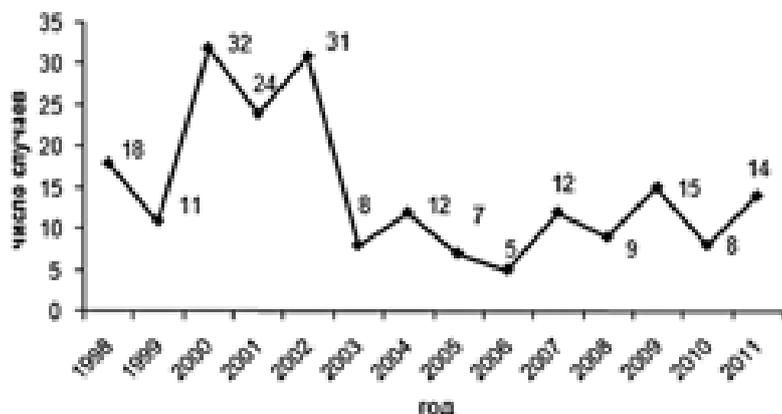


Рис. 13. Динамика случаев высокого загрязнения р. Вологды.

уменьшения величин УКИЗВ, существенного изменения загрязненности воды не произошло. Вода р. Вологды ниже города и в 1998 г., и в 2011 г. характеризовалась как «очень грязная».

Анализ многолетней гидрохимической информации с использованием критериев классификации высокого загрязнения позволил получить динамику случаев высокого загрязнения р. Вологды (рис. 13).

Качество воды выше г. Вологды относится к очень загрязненной (ЗБ) и грязной (4А), ниже г. Вологды — грязной (4А-4Б) и очень грязной (4В-4Г).

Р. Сухона — это крупнейшая и самая длинная река в Вологодской обл., левая и основная составляющая р. Северной Двины. Длина реки составляет 558 км, площадь бассейна — 50300 км². Гидрохимические исследования состояния реки проводят в трех пунктах наблюдения — 1 км выше г. Сокол, 2 км ниже г. Сокол (в черте д. Рабаньга) и 3 км выше г. Великий Устюг.

Основными источниками загрязнения вод реки являются предприятия деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, суда речного флота.

Для пункта наблюдений р. Сухоны в г. Великий Устюг зафиксирована умеренная теснота связи — коэффициент детерминации $r^2 = 0,21$, коэффициент корреляции $r = 0,46$. Динамика величин УКИЗВ представлена на рис. 14.

Для пункта наблюдений р. Сухоны выше г. Сокол зафиксирована умеренная теснота связи — коэффициент детерминации $r^2 = 0,13$, коэффициент корреляции $r = 0,36$. Динамика величин УКИЗВ представлена на рис. 15.

Для пункта наблюдений р. Сухоны ниже г. Сокол зафиксирована слабая теснота связи — коэффициент детерминации $r^2 = 0,03$, коэффициент корреляции $r = 0,17$. Динамика величин УКИЗВ представлена на рис. 16.

Характерными загрязняющими веществами р. Сухоны являются органические вещества, соединения железа и меди (рис. 17).

Оценка состояния р. Сухоны указывает на то, что поверхностная вода относится к 3 и 4 классам качества (категории «очень загрязненная/грязная»).

Р. Малая Северная Двина является частью Северной Двины от слияния Сухоны и Юга (у г. Великий Устюг, Вологодская обл.) до впадения в нее р. Вычегды (у г. Котлас, Архангельская обл.). Длина реки составляет 74 км, площадь бассейна — 85900 км². Гидрохимические исследования состояния реки проводят в г. Великий Устюг (0,1 км ниже г. Великий Устюг).

В р. Малая Северная Двина загрязняющие вещества поступают со сточными водами предприятий г. Великий Устюг, льяльными водами судов речного флота и водами притока р. Сухоны.

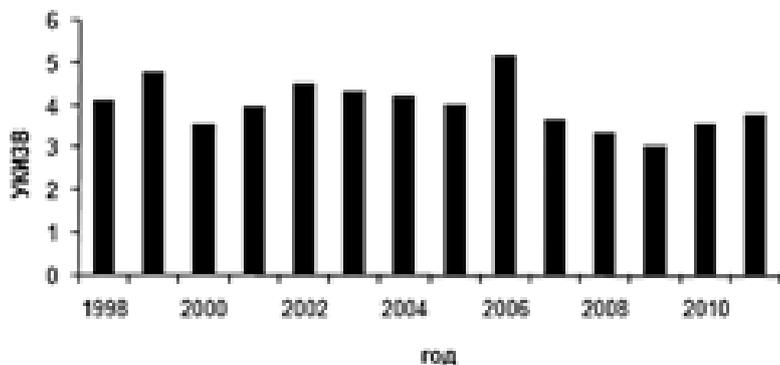


Рис. 14. Динамика величин УКИЗВ р. Сухоны, г. Великий Устюг.

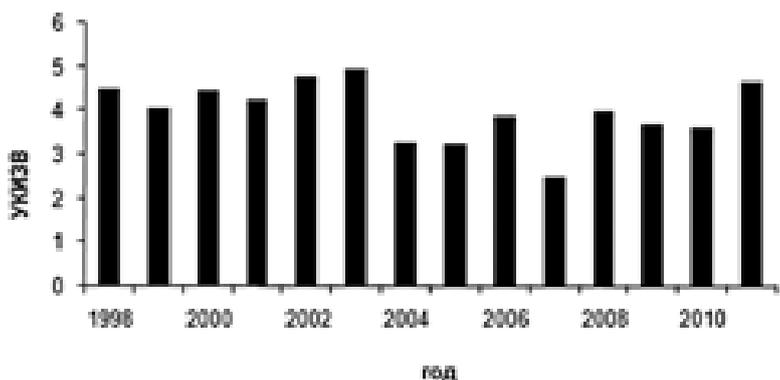


Рис. 15. Динамика величин УКИЗВ р. Сухоны выше г. Сокол.

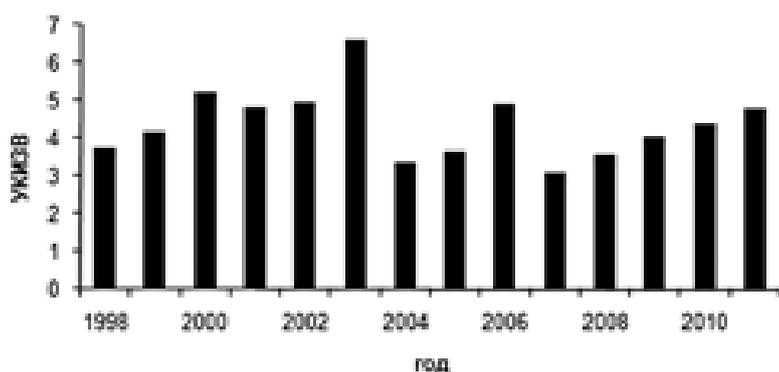


Рис. 16. Динамика величин УКИЗВ р. Сухоны ниже г. Сокол.

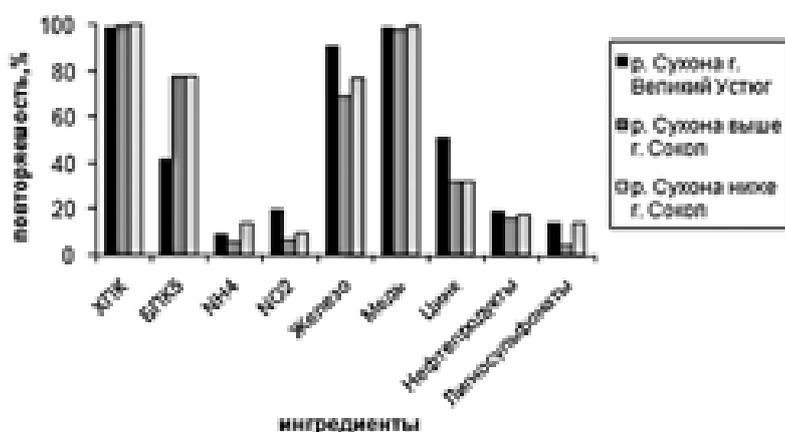


Рис. 17. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Сухоны.

Для пункта наблюдений р. Малой Северной Двины зафиксирована умеренная теснота связи — коэффициент детерминации $r^2 = 0,17$, коэффициент корреляции $r = 0,41$. Динамика величин УКИЗВ представлена на рис. 18.

Характерными загрязняющими веществами реки являются органические вещества, соединения железа, меди и цинка (рис. 19).

Оценка её состояния указывает на то, что поверхностная вода относится к 3 и 4 классу качества (категории «очень загрязненная/грязная»).

Закключение

Химический состав рек Вологодской обл. формируется под воздействием природных и антропогенных факторов. Значительный вклад в загрязнение поверхностных вод вносят легкоокисляемые и трудноокисляемые органические вещества, лигносульфонаты, азот нитритный, азот аммонийный, соединения железа, меди, цинка. Оценка состояния водных объектов области указывает на то, что поверхностные воды относятся к 3 классу (категория «загрязненная»), 4 классу (категория «грязная»), к 5 классу (категория «экстремально грязная»). Максимальную нагрузку от загрязнения испытывают реки Пельшма, Кошта и Вологда.

Причинами загрязнения водных объектов на территории Вологодской обл. являются неочищенные сточные воды и аварийные сбросы сточных вод промышленных предприятий, предприятий жилищно-коммунального и сельского хозяйства, отсутствие локальных очистных сооружений на выпусках ливневой канализации, наличие бесхозяйных сетей ливневой канализации. Оценка качества поверхностной воды свидетельствует о том, что для улучшения гидрохимического состояния необходимо снижение антропогенного воздействия на водные объекты, принятие эффективных и технически обоснованных управленческих решений, осуществления мероприятий по охране водотока.

В целях сохранения окружающей среды и улучшения качества вод на территории Вологодской обл. необходимо следующее.

- Сокращение объема сброса сточных вод водопользователем в период летней и зимней межени для нормализации гидрохимического состояния водных объектов и предотвращения заморных ситуаций.

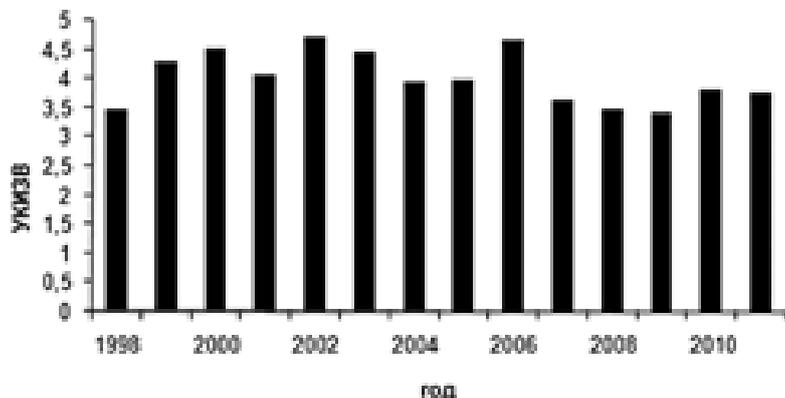


Рис. 18. Динамика величин УКИЗВ р. Малой Северной Двины.

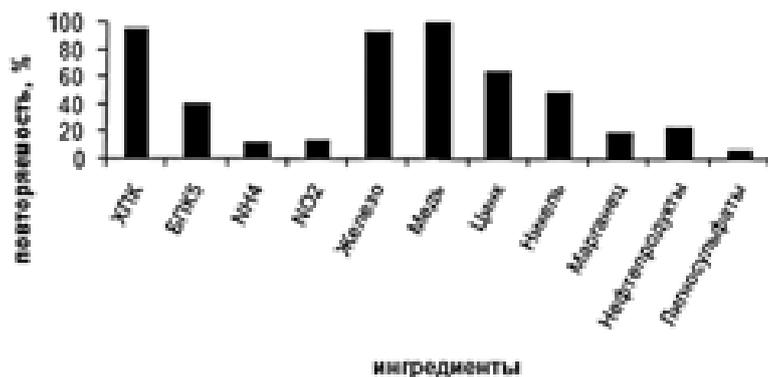


Рис. 19. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК в воде р. Малой Северной Двины.

♦ Проведение капитального ремонта и реконструкции действующих, а также строительство новых очистных сооружений сточных вод на промышленных и коммунальных объектах области.

♦ Информирование водопользователем уполномоченных органов государственной

Ключевые слова:

Вологодская область, индекс загрязненности воды

власти и органов местного самоуправления об аварийных и залповых сбросах, чрезвычайных ситуациях на водных объектах.

♦ Разработка программы по восстановлению водных объектов. Усиление государственного контроля.

Переход к устойчивому развитию Российской Федерации в целом возможен только в том случае, если будет обеспечено устойчивое развитие всех ее регионов. Формирование эффективной пространственной структуры экономики страны при соблюдении баланса интересов всех субъектов Российской Федерации предопределяет необходимость разработки и реализации программ перехода к устойчивому развитию для Вологодской области, а также дальнейшей интеграции этих программ при разработке государственной политики в области устойчивого развития.

Литература

1. Руководящий документ 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 49 с.
2. 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.
3. Макарова Н.В. Статистика в Excel: Учебное пособие / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.

L.N. Trusova, L.G. Ruvinoва

EVALUATION OF HUMAN IMPACT ON WATER OBJECTS OF THE VOLOGDA REGION

Results of mathematical-statistical analysis and complex evaluation of pollution rate of basic rivers of the Vologda Region since 1998 until 2011 are given. Pollution dynamics and change direction of water quality are discussed. Pollution-reduction measures were proposed for water objects of the region.

Key words: Vologda Region, water pollution index