

УДК 55.556

## ОЦЕНКА РОЛИ ВЛИЯНИЯ МЕСТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ОКА

<sup>1</sup>Уразгулова М.М., <sup>2</sup>Ксандров Н.В.

<sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,  
Нижегород, e-mail: nntu@nntu.nnov.ru;

<sup>2</sup>Дзержинский политехнический институт (филиал), Нижегородский государственный  
технический университет имени Р.Е. Алексеева, Дзержинск, e-mail: sekretar@dfngtu.nnov.ru

В данной работе рассмотрено изменение загрязнённости в нижнем течении реки Оки по мере приближения её к устью. Анализ показателей загрязнения проведен на основании опубликованных данных Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области за 6 лет. Данные, полученные по анализу, не подтверждают представления о ведущей роли Н. Новгорода, Дзержинска и Павлова в загрязнении воды Оки в её нижнем течении. Представление данных о загрязнённости поверхностных вод по конкретным створам без усреднения по территории региона обеспечивает возможность анализа распределения локализации источников загрязнений по отдельным участкам течения реки. Для улучшения качества воды реки Ока при её впадении в Волгу в зоне Чебоксарского водохранилища необходимо, в первую очередь сокращение загрязняющих стоков, поступающих в Оку в ее среднем течении, как за счет непосредственного сброса загрязнений в главную реку, так и за счет выноса загрязнений основными притоками.

**Ключевые слова:** равновесная растворимость, легкоокисляемые органические вещества, химическая потребность кислорода, биологическое потребление кислорода, концентрация меди, концентрация цинка

## EVALUATION OF THE INFLUENCE OF LOCAL POLLUTION ON THE SURFACE WATERS IN THE LOWER REACHES OF THE OKA RIVER

<sup>1</sup>Urazgulova M.M., <sup>2</sup>Ksandrov N.V.

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State technical university

named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, e-mail: nntu@nntu.nnov.ru;

<sup>2</sup>Dzerzhinsky Polytechnic Institute (branch) of Nizhny Novgorod State technical university  
named after R.E. Alekseev, Dzerzhinsk, e-mail: sekretar@dfngtu.nnov.ru

In the present paper the change of pollution in the lower reaches of the Oka river as it approaches her mouth. Analysis of pollution parameters conducted on the basis of published data of the Ministry of ecology and natural resources of the Nizhny Novgorod region for 6 years. The information analysis does not support the concept of the leading role of the N. Novgorod, Dzerzhinsk and Pavlov in the water pollution of the Oka river in its lower reaches. The presentation of data on the contamination of surface waters by specific sections without averaging over the region allows analysis of the distribution of localization of sources of contamination on certain sections of the river. To improve the water quality of the Oka river at its confluence into the Volga in the area of Cheboksary reservoir is necessary, first of all, the reduction of polluting effluents entering the eye in its middle course, as by direct discharge of contaminants to the main river, and by the removal of contaminants main tributaries.

**Keywords:** equilibrium solubility, oxidation-resistant organic substances, chemical oxygen demand, biological oxygen demand, the concentration of copper, the concentration of zinc

Современный уровень развития техники обуславливает актуальность защиты окружающей среды, в том числе природных вод, от техногенных загрязнений. Для минимизации загрязнений крупных рек необходимо знать наряду с составом и уровнем загрязнений их распределение по течению реки. В данной работе рассмотрено изменение загрязнённости в нижнем течении Оки по мере приближения её к устью. Длина Оки более 1400 км, площадь бассейна на территории 7 областей Европейской России 245000 км<sup>2</sup>, средний расход воды в устье 1300 м<sup>3</sup>/с. Клязьма – приток Оки в нижнем течении приносит 147 м<sup>3</sup>/с. В устье Оки ле-

жит Нижний Новгород (1,3 млн жителей), выше устья расположен ряд городов с общим населением более 0,3 млн человек. Крупнейшие из них – Павлово и Дзержинск наряду с Нижним Новгородом генерируют заметный тоннаж техногенных отходов. В СМИ и в массовом сознании существует мнение о ведущей роли промышленных объектов, находящихся в нижнем течении Оки, в её загрязнении.

**Цель исследования.** Оценка доли вкладов в загрязнение нижнего течения Оки хозяйственных объектов, находящихся в её низовьях, и фоновых загрязнений, поступающих из зоны среднего течения.

### Материалы и методы исследования

Анализ показателей загрязнения Оки, известных из докладов Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области [1]. Пробы отбирали в 8 створах (сверху вниз по течению): 2 – в Павлово, 1 створ в Горбатове, 3 створа в Дзержинске, 2 – в Нижнем Новгороде. Верхний створ для каждого города именуется фоновым, нижний – замыкающим. В отличие от подобных докладов по соседним областям, цитируемый источник характеризует загрязнение воды не по региону в целом, а в каждом створе, что позволяет оценить качество воды на различных участках реки.

### Результаты исследования и их обсуждение

Качество природных вод оценивают по классам загрязненности, отличающимся УКИЗВ (удельным комбинаторным индек-

сом загрязненности воды), определяемым частотой и кратностью превышения ПДК по ряду веществ. УКИЗВ оценивает долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ. В природных водах УКИЗВ варьирует от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды [5].

Данные табл. 2, в которой приведены показатели качества воды в нижнем течении Оки, показывают, что в 2009–2014 гг. вода на этом участке Оки характеризовалась как очень загрязненная и грязная. Ниже для локализации источников загрязнения проанализировано изменение качества воды от фонового створа в г. Павлово до устья.

Таблица 1

Определение класса и разряда загрязненности природных вод

Класс	Разряд	УКИЗВ	Название
1		< 1	условно чистая
2		1–2	слабо загрязнённая
3	а	2–3	загрязнённая
	б	3–4	очень загрязнённая
4	а	4–6	грязная
	б	6–8	грязная
	в	8–10	очень грязная
	г	10–11	очень грязная
5		больше 11	экстремально грязная

Таблица 2

Среднегодовые гидрохимические показатели воды в нижнем течении Оки в 2009–2014 гг.

Пункт наблюдений	Створ	Класс, разряд	Отношение концентраций загрязнителей к ПДК при концентрации $\geq$ ПДК и насыщенность воды кислородом, мг/л									
			SO <sub>4</sub>	НП	Zn	Cu	NO <sub>2</sub>	фенол	ХПК	БПК <sub>5</sub>	O <sub>2</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2009 год												
г. Павлово	1	ЗБ	–	–		4	1,1	–	1,9	1	–	
	2	ЗБ	–	–	1	5	1	–	2	–	–	
г. Горбатов	1	ЗБ	–	–	1,1	4		1	2	1	–	
г. Дзержинск	1	ЗБ	–	–	–	4	2	1	2	1,2	–	
	2	ЗБ	–	–	1,2	6	1,1	1	2	1,4	–	
	3	ЗБ	–	–	1,2	6	2	–	2	1,3	–	
г. Н. Новгород	1	ЗБ	–	1,1	–	5	2	–	2	1,3	–	
	2	ЗБ	–	3	1,3	6	1,3	1	2	1,1	–	
2010 год												
г. Павлово	1	ЗБ	–	–	1,1	5	2	–	1,9	1,2	–	
	2	4А	1	–	1,4	5	2	–	2	1	–	
г. Горбатов	1	ЗБ	1	1,3	1,5	6	2	1	2	1	–	
г. Дзержинск	1	ЗБ	1,3	–	1,3	6	3	–	1,9	1,2	–	
	2	ЗБ	1	–	1,4	5	2	1,4	1,9	1,3	–	
	3	4А	1,4	–	1,4	7	2	1,3	1,9	1	–	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
г. Н. Новгород	1	4А	1,1	–	1,3	5	1,4	–	1,9	1,1	–
	2	4А	–	1,7	1,4	5	3	1,3	2	1,4	–
2011 год											
г. Павлово	1	4А	1,7	–	1,8	5	3	–	1,8	1,1	–
	2	4А	1,7	–	1,8	5	3	2	2	1,2	–
г. Горбатов	1	4А	3	–		7	3	–	1,8	1,2	–
г. Дзержинск	1	4А	1,5	–	2	5	3	2	1,9	1,3	–
	2	4А	1,5	–	1,9	6	3	2	2	1,4	–
	3	4А	1,4	–	2	6	3	–	1,9	1,3	–
г. Н. Новгород	1	4А	1,9	–	1,9	7	4	–	1,9	1,3	–
	2	4А	1,6		2	6	3	1,5	1,8	1,2	–
2012 год											
г. Дзержинск	2	4А	0,9		1,9	6	2,2	1,4	1,9	1,1	9,31
г. Н. Новгород	1	4А	0,9			6	1,2	1,4		1	–
2013 год											
г. Павлово	1	4А	1,2	1,2	–	6	1,2	–	2	1,8	9,39
	2	4А	1,7	1,6	1,9	7	–	–	2	1,1	9,50
г. Горбатов	1	4А	–	–	1,6	6	1	1,1	2	1,2	9,25
г. Дзержинск	1	4А	–	–	1,7	5	1,1	1,6	2	–	9,31
	2	4А	1,1	–	1,7	5	1,5	1,8	2,1	1,2	
	3	4А	1,5	–	1,8	5	1,5	1,8	–	1,2	9,39
г. Н. Новгород	1	4А	1,1	–	До 1,5	7	2	–	2	1,3	9,20
	2	4А	1,9	–	–	7	2	0,6	2	1,3	9,30
2014 год											
г. Павлово	1	3Б	–	–	до 1,9	5	1,3	до 1,9	до 1,9	до 1,9	9,11
	2	3Б	1	–	до 1,8	6	1,6	до 1,8	до 1,8	до 1,8	9,0
г. Горбатов	1	4А	1,9	–	до 1,9	6	до 1,9	до 1,9	до 1,9	до 1,9	9,14
г. Дзержинск	1	3Б	–	–	до 1,9	5	до 1,9	до 1,9	до 1,9	1,3	9,55
	2	3Б	–	–	2	6	–	1,6	–	1	9,45
	3	3Б	–	–	1,7	6	–	0,8	–	1	9,45
г. Н. Новгород	1	3Б	–	–	1,8	6	–	0,7	До 1,9	До 1,3	8,83
	2	3Б	–	–	2	6	–	1,3	До 1,9	До 1,3	8,78

Из табл. 2 видно, что в течение четырех из шести лет класс и разряд загрязнения на замыкающем створе остаются теми же, что и на фоновом створе г. Павлово. В 2014 г. рост загрязнений отмечен лишь в устье Оки, и лишь в 2010 г. – одном из шести – качество воды в трёх нижних створах заметно ухудшилось по сравнению с вышерасположенными. Относительно стабильны с 2011 г. превышения ПДК по ряду загрязнений, причём иногда вода на нижележащих створах менее загрязнена, чем на створах, расположенных выше. Так, например, в 2011 г. превышения по ХПК и БПК на фоновом створе г. Павлово состав 1,8 и 1,1; те же величины на замыкающем створе Нижнего Новгорода равнялись 1,8 и 1,2. Такое же сопоставление для 2013 года даёт значения 2 и 1,8 для фоновых створа и 2 и 1,3 для замыкающего. В 2011 г. содержание цинка превышает ПДК на фоновом

створе в 1,8 раза; это превышение возрастает к замыкающему створу только до 2-х. Такой же рост превышения загрязнения воды цинком на сравниваемых створах в 2014 г. равен 0,1 ПДК. Аналогичные примеры можно найти для трёх последних лет и по отношению к другим видам загрязнений, например, фенолу в 2014 г. Во многих случаях прирост превышения загрязнений над ПДК увеличивается при движении воды от фоновых к замыкающему створу на величину относительно небольшую по сравнению с загрязнением на фоновом створе. Только загрязнённость медью, как правило, возрастает на 15–20% на замыкающем створе по сравнению с фоновым. Наряду с этим отмечено [1] отсутствие загрязнения воды хлорсодержащими пестицидами; по крайней мере, их содержание в окской воде ниже уровня, достоверно определяемого по рекомендуемой методике.

Содержание кислорода от 8,8 до 9,5 мг/л соответствует равновесной растворимости кислорода в воде из азотно-кислородной газовой смеси, соответствующей по составу земной атмосфере, при давлении 100 кПа и температуре воды 20–16 °С [4].

Ориентировочной характеристикой уровня загрязнённости воды может служить сумма превышений в данном створе уровня загрязнений над ПДК. Отношение суммы превышений концентраций загрязняющих веществ на фоновом створе в г. Павлово к той же величине на замыкающем створе Нижнего Новгорода, вычисленное по данным табл. 2, непрерывно возрастает с 2009 по 2014 год с 0,57 до 1,06. Это изменение показывает, что в период 2009–2013 годов увеличивается доля фоновых загрязнений, поступающих на верхний створ рассматриваемого участка реки, в общей массе загрязнений Оки на прилегающем к устью реки участке с 57 до 89%, причём в 2014 г. масса внесённых в таблицу загрязнений, обнаруженных около устья Оки, меньше чем на фоновом створе у г. Павлово. Можно предположить, что положительную роль в уменьшении относительного вклада городов, расположенных в нижнем течении Оки, в загрязнении её вод сыграли систематически проводимые природоохранные мероприятия и частичная диверсификация промышленного производства в г. Дзержинске, выразившаяся в уменьшении доли химических предприятий в общем объёме промышленного производства и отходообразования.

К аналогичному выводу приводит сравнение значений УКИЗВ за 2009–2011 гг., известных по данным [1]. Среднее значение УКИЗВ на фоновом створе г. Павлово составляет 3,7, та же величина на замыкающем створе 11 Нижнего Новгорода равна 4,0.

Таким образом, по приведённым оценкам вклад трёх крупных промышленных центров, расположенных в нижнем течении Оки, в загрязнение речной воды в устье Оки не превышает 0,1 массы загрязнений, поступающих с участков реки, расположенных выше г. Павлово, причём по ряду компонентов вода в устье Оки загрязнена не более, чем на фоновом створе.

Насколько можно судить по имеющимся данным, окская вода на рассматриваемом участке реки достаточно насыщена кислородом для сохранения способности воды к самоочищению. Табличные данные соответствуют отсутствию монотонности изменения содержания органических веществ по величине химической потребности кислорода (ХПК) и легкоокисляемых органических веществ по величине биоло-

гического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>) при сравнении загрязнения окской воды в различных створах.

Развитию процесса самоочищения в определённой степени препятствует поступление в Оку загрязнённой воды из притоков. Из табл. 2 видно, что практически всегда после впадения Клязьмы (перед фоновым створом Дзержинска) незначительно возрастает содержание соединений азота в воде Оки. Клязьма, после протекания по территории Московской и Владимирской областей, в устье несёт воду со средним содержанием соединений азота с превышением над ПДК по аммонийному азоту в 2,4 раза, нитритам в 1,2 раза. На территории Московской области воды реки Клязьма относятся к классам 4В и 4Г [3]. В 2011 году УКИЗВ во Владимире в водах р. Клязьма составлял 4,65 [2]; на замыкающем створе Н. Новгорода 4,33 [1]. Высокую загрязнённость окской воды поддерживает сток реки Сейма. Среднее превышение концентрации загрязнений над ПДК в устье Сеймы составляет: по содержанию меди 5; по содержанию цинка 1,7; по ХПК и БПК<sub>5</sub> 2.

Следует отметить, что в формировании загрязнений Оки выше фонового створа г. Павлово заметный вклад вносят притоки – реки Теша и Ворсма. Среднее превышение загрязнённости реки Теша по отношению к ПДК составляет за 2009–2014 г.: по меди 5; по цинку 1,7; по сульфатам 3,2; по ХПК 1,7. За тот же период средние показатели воды реки Ворсма характеризовались следующими превышениями загрязнённости по сравнению ПДК: по меди 6,3; по цинку 2,1; по сульфатам 10 (природное загрязнение) по ХПК 1,9 [1]. К сожалению, аналогичные данные для реки Москвы неизвестны.

### Выводы

1. Представление данных о загрязнённости поверхностных вод по конкретным створам без усреднения по территории региона обеспечивает возможность анализа распределения локализации источников загрязнений по отдельным участкам течения реки.

2. Имеющиеся данные не подтверждают представления о ведущей роли Н. Новгорода, Дзержинска и Павлова в загрязнении воды Оки в её нижнем течении.

3. Для улучшения качества воды реки Ока при её впадении в Волгу в зоне Чебоксарского водохранилища необходимо в первую очередь сокращение загрязняющих стоков, поступающих в Оку в её среднем течении, как за счет непосредственного

сброса загрязнений в главную реку, так и за счет выноса загрязнений основными притоками.

### Список литературы

1. Доклад «Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mineco-nn.ru/doklad-sostoyanie-okruzhayushey-sredy-i-prirodnih-resursov-nizhegorodskoy-oblasti/> (дата обращения: 17.01.2016).
2. Ежегодный доклад «О состоянии окружающей среды и здоровья населения Владимирской области в 2011 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dpp.avo.ru/activities/education/63-1/> (дата обращения: 17.01.2016).
3. Информационный выпуск «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2014 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mep.mosreg.ru/meropriyatia/analiticheskie-doklady-i-obzory-informatsionnogo-kharaktera-podgotovlennye-ministers-tvom/08-07-2015-16-30-36-informatsionnyy-vypusk-o-sostoyanii-prirodnikh-res/> (дата обращения: 17.01.2016).
4. Коган В.Б. Справочник по растворимости т. 1, кн. 1 / В.Б. Коган, В.М. Фридман, В.В. Кафаров. – М.-Л.: ИАН СССР, 1961.
5. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-202. – Р., 2002 – С. 5–6.

### References

1. *Doklad Sostoyanie Okruzhayushey Sredy I Prirodnikh Resursov Nizhegorodskoy Oblasty* (The report The State of the environment and natural resources of the Nizhny Novgorod region) Available at: <http://mineco-nn.ru/doklad-sostoyanie-okruzhayushey-sredy-i-prirodnih-resursov-nizhegorodskoy-oblasti/> (accessed 17 January 2015).
2. *Ezhegodnyy Doklad O Sostoyanii Okruzhayushey-sredy Izdorove Naseleniya Vladimirskoy Oblasti V 2011 Godu* (Annual report the state of the environment and the health of the population of Vladimir oblast in 2011) Available at: <http://dpp.avo.ru/activities/education/63-1/> (accessed 17 January 2015).
3. *Informacionnyy Vypusk O Sostoyanii Prirodnikh Resursov I Okruzhayusheysredy Moskovskoy Oblasti V 2014 Godu* (Newscast about the state of natural resources and environment of Moscow region in 2014) Available at: <http://mep.mosreg.ru/meropriyatia/analiticheskie-doklady-i-obzory-informatsionnogo-kharaktera-podgotovlennye-ministerstvom/08-07-2015-16-30-36-informatsionnyy-vypusk-o-sostoyanii-prirodnikh-res/> (accessed 17 January 2015).
4. Kogan V.B. *Spravochnik Po Rastvorimosti T.1 Kn.1* (Handbook of solubility), Moscow IAN SSSR, Publ 1961.
5. Method for complex estimation of pollution degree of surface water on hydrochemical indicators: RD 52.24.643-202. R.: 2002. pp. 5–6.