

## ВЛИЯНИЕ СТОКОВ ГОРОДА ЯРЦЕВО НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ Р. ВОПЬ

Проведён анализ результатов многолетних наблюдений за гидрохимическим режимом реки Вопь в районе города Ярцево. Выявлено влияние городских сточных вод на качество воды в реке Вопь.

*Ключевые слова:* река, город, гидрохимический режим, стоки, ионы, загрязнение.

Река Вопь – наиболее крупный правый приток реки Днепра в пределах территории Смоленской области. Длина её 158 км. Вытекает р. Вопь из небольшого болота (Ак-севский Мох), расположенного в 2 км к юго-востоку от д. Левино (Духовщинский район Смоленской области). Впадает в р. Днепр в 1 км выше д. Соловьёво. Наиболее крупные правые притоки реки от истока к устью – Кокошь (30 км), Вотря (72 км), Царевич (68 км), Большая Песочня (25 км). Наиболее крупные левые притоки в том же порядке – Чернея (21 км), Лехвинка (24 км), Света (23 км), Ведоса (34 км). Всего в р. Вопь впадает около 60 рек и ручьёв [2].

Водосбор реки неправильной формы, суженный в верхней части; более развит по правобережью. Рельеф на большей части водосбора пологоволнистый, на северо-востоке – холмистый. Грунты представлены в основном лессовидными суглинками, реже супесями. В нижнем течении суглинки сменяются мощными аллювиальными отложениями, сложенными преимущественно мелкозернистыми песками. Леса смешанные, с преобладанием мягколиственных пород, частично заболоченные, размещены небольшими массивами по всему водосбору. Заболоченность водосбора незначительна.

Долина реки преимущественно неясно выражена, пологие склоны её постепенно сливаются с прилегающей местностью. Пойма плоская, низкая, в основном двухсторонняя. Поверхность поймы умеренно пересечена старицами длиной до 400 – 600 м. Пойма заросла травянистой растительностью, кустарником, местами сильно заболочена. В период половодий она затопливается в среднем на глубину 0,5 – 1,5 м, местами до 3 – 4 м, на 10 – 15 дней.

Русло свободно меандрирующее, преимущественно извилистое ( $K=1,09$ ), от истока до д. Старое Матренино, у дд. Городок и Хатунь, от впадения р. Кокошь до устья р. Царевич – сильно извилистое ( $K=1,17$ ). На всём протяжении оно неразветвлённое, в отдельных местах встречаются незначительные низкие, затопляемые, песчаные острова. В верхнем течении русло зарастает, нередко засорено корчами и топляком. До впадения р. Царевич в русле встречаются валуны диаметром 0,5 – 1,5 м. От истока до устья р. Кокошь в отдельные годы русло пересыхает.

Глубина на плесовых участках колеблется в межень от 2 до 4 м, на перекатах – до 1 м. У г. Ярцево встречаются отдельные ямы глубиной до 8 м. Ширина реки в межень колеблется от 10 – 15 м до 50 м. Средняя скорость течения 0,1 – 0,2 м/с на плесовых участках и до 0,4 – 0,6 м/с на перекатах. Берега реки крутые и обрывистые, покрыты прерывистыми полосами кустарника, сложены супесчаными и песчаными грунтами. Питание реки смешанное, с преобладанием снегового. Подробно описание реки и её долины приведено в работе В.А. Шкаликова и Д.М. Парфёновой [4].

Загрязняют реку в основном предприятия города Ярцево. Сброс сточных вод в реку осуществляют: МУП «Водоканал», ГУП «Литейно-прокатный завод», ООО «Ярцевский хлопчатобумажный комбинат». Сточные воды подвергаются очистке на различного вида очистных сооружениях. Ливневые стоки в большинстве случаев отводятся на рельеф неорганизованно.

В районе города Ярцево службой Росгидромета был открыт пункт контроля качества поверхностных вод, вошедший в состав государственной сети наблюдений за состоянием поверхностных вод суши. Наблюдения

за химическим составом воды реки Воль проводили в 1989 и 1990 гг. и затем возобновили в 2003 г. Пробы воды в реке отбирали в фоновом створе (выше города) и в контрольном (ниже города) в основные гидрологические фазы. Анализы воды проводили в соответствии с нормативными документами, принятыми в системе Росгидромета [3].

Река Воль по химическому составу относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы с переходом от второго типа ( $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) к третьему типу ( $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ). По количеству растворенных минеральных веществ она относится к рекам средней минерализации (по классификации О.А. Алекаина) [1]. Величина pH воды изменяется в течение года в среднем в пределах 7,3 – 8,2.

В анионном составе преобладающими являются **гидрокарбонат** ионы, вклад которых в общую минерализацию составляет 35% эквивалента в периоды половодья, и 40–47% в меженные периоды. Среднегодовые концентрации гидрокарбонатов изменялись за период наблюдений от 100 до 200 мг/дм<sup>3</sup> в верхнем и нижнем створах (табл. 1).

В годовом ходе гидрокарбонатов хорошо выражен минимум, приходящийся на весенние месяцы. В период половодья концентрация гидрокарбонатов изменялась от 40 до 80 мг/дм<sup>3</sup>, что в 2,5–3 раз меньше по сравнению с другими периодами года. Различия между верхним и нижним створом минимальны (табл. 2).

Вклад **сульфат** иона в общую минерализацию воды в реке Воль составляет 2 – 6% эквивалента. Среднегодовые концентрации сульфатов в обоих створах изменялись в больших пределах – от 5,6 до 31,8 мг/дм<sup>3</sup> в фоновом створе и от 5,1 до 33,3 мг/дм<sup>3</sup> в контрольном (табл. 1).

Максимальное содержание в воде реки сульфат иона характерно для зимней межени; средние за период наблюдений показатели содержания его в этот период – 16,6 и 23,3 мг/дм<sup>3</sup> соответственно в верхнем и нижнем створах. Минимальные концентрации сульфатов в фоновом створе отмечали весной и в период летней межени (табл. 2). К летней межени доля сульфат ионов в общей минерализации снижается на всем ис-

следуемом участке до 2% эквивалента от 6% в период половодья.

**Хлорид** ионы составляют на исследуемом участке реки 2,2–3,9% эквивалента общей минерализации, среднегодовые концентрации их изменялись от 3,9 до 9,4 мг/дм<sup>3</sup> в верхнем створе и от 5,1 до 14,5 мг/дм<sup>3</sup> в нижнем створе. Но различия в содержании этого компонента были хорошо выражены лишь в первые годы наблюдений (табл. 1).

В годовом ходе концентрации хлоридов хорошо выражен минимум, отмечаемый в период половодья. Различия в его содержании по створам в этот период минимальны. В среднем концентрация иона Cl<sup>-</sup> в реке в этот период была близка к 5,0 мг/дм<sup>3</sup> (3,5% эквивалента). В периоды зимней и летней межени по средним многолетним данным наблюдается увеличение концентрации хлоридов от фонового к контрольному створу на 60–70% (табл. 2).

Среди катионов ведущая роль принадлежит иону **кальция** (33–37% эквивалента). Различия в средних годовых показателях содержания этого ингредиента в воде реки по створам незначительны. Среднегодовые многолетние концентрации этого иона в воде реки колеблются от 33 до 54 мг/дм<sup>3</sup>. В период весеннего половодья отмечается снижение концентрации кальция в обоих створах в среднем в 2 раза по сравнению с другими гидрологическими фазами. От фонового к контрольному створу концентрация ионов кальция в течение года не меняется.

Содержание второго по значению катиона – **магния** составляет 14–16% эквивалента в общей минерализации. Гидрохимический режим его схож с гидрохимическим режимом кальция. Среднегодовые концентрации этого компонента в обоих створах изменялись в основном в пределах 10–18 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание ионов магния во все фазы водного режима значительно меньше содержания ионов кальция.

Растворенные соли кальция и магния определяют величину **жёсткости** воды. В годовом ходе показателя жёсткости отмечается снижение её в весенний период в 2 раза по сравнению с меженными периодами (от 3,7–4,3 мг-экв/дм<sup>3</sup> до 2 мг-экв/дм<sup>3</sup>).

Содержание в воде реки ионов **натрия** и **калия** было в целом незначительным и

влияние стоков с территории города в последние годы наблюдений на их концентрацию отсутствовало (табл. 1). Концентрации ни одного из основных компонентов в рассматриваемых створах за период наблюдений не превышала ПДК. Влияние города Ярцево на основной минеральный состав реки Вопь не существенно. Лишь в отдельные периоды отмечается повышение сульфат и хлорид ионов в створе ниже города по сравнению с фоновым створом.

Среднегодовые показатели **суммы ионов** в фоновом и в контрольном створах колеблются в значительных пределах (от 162 до 320 мг/дм<sup>3</sup>) в основном за счет изменения концентраций гидрокарбонат ионов (табл. 1). Максимальные концентрации в меженные периоды достигают 400–450 мг/дм<sup>3</sup>. В годовом ходе минерализации воды в обоих створах отмечается снижение концентрации суммы ионов в период весеннего половодья в 2–2,2 раза (табл. 2). Существенного влияния города река Вопь на режим общей минерализации не испытывает. Лишь в отдельные годы под его влиянием в контрольном створе отмечали увеличение среднегодового показателя минерализации воды на 8–10%. В годовом ходе увеличение к контрольному створу средних многолетних концентраций суммы ионов также незначительно: в зимнюю межень на 7%, в период половодья и летней межени – на 3–4%.

**Кислородный режим** реки Вопь на исследуемом участке в целом удовлетворительный. Среднегодовые концентрации растворенного кислорода в двух створах были в пределах 8,0–10,4 мг/дм<sup>3</sup>. Во все гидрологические фазы к створу ниже города не отмечается снижения насыщения воды кислородом.

Содержание **взвешенных веществ** в воде реки Вопь на данном участке за период наблюдения изменялось в небольших пределах – в основном от 2 до 13 мг/дм<sup>3</sup>. Более низкие средние годовые величины их содержания в воде были характерны обычно для верхнего створа. По этому створу они изменялись от 2,0 до 7,0 мг/дм<sup>3</sup>, по нижнему – от 2,8 до 9,5 мг/дм<sup>3</sup>. В целом влияние стоков городской территории на концентрации взвешенных веществ, как видно из таблицы 1, было незначительным. В годовом ходе

минимальные концентрации взвешенных веществ в воде реки приходится на период зимней межени.

Режим биогенных элементов указывает на направление и интенсивность биологических и биохимических процессов, протекающих в водном объекте, в том числе и процессов самоочищения. Важный показатель загрязнения вод – присутствие значительного количества азотистых соединений. Значительное их количество может попадать в водные объекты с бытовыми, сельскохозяйственными и промышленными сточными водами.

Концентрация **азота аммонийного** на исследуемом участке реки изменялась в широком диапазоне, но выше ПДК в воде верхнего и нижнего створов она была отмечена лишь в 2003 г. Среднегодовые концентрации N(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) в обоих створах были ниже ПДК за всё время наблюдений. За исключением первых трёх лет наблюдений незначительными были и различия среднегодовых показателей содержания этого иона по двум рассматриваемым створам. Заметна тенденция уменьшения содержания в воде реки этого иона в обоих створах в последние годы наблюдений (табл. 1).

В годовом ходе наибольшие концентрации N(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) наблюдаются чаще зимой, что связано с продолжающейся минерализацией органических веществ в условиях слабого потребления ионов аммония фитопланктоном и уменьшения скорости их биохимического окисления из-за низких температур.

Стоки с городской территории не оказывали существенного влияния на содержание в воде реки **нитритного азота**. В основном незначительным оно было лишь до 2005 г. В последующие годы средние годовые концентрации этого биогенного компонента практически по створам не различались. Выше ПДК содержание нитритного азота в обоих створах отмечали лишь в 2003 г. (табл. 1). Значительных различий в концентрации этого иона по сезонам года не наблюдается; несколько более высокие показатели его содержания характерны для летнего периода (табл. 2).

Содержание **нитратов** в воде реки в обоих створах было на протяжении всего периода наблюдений намного ниже ПДК.

Среднегодовые показатели нитрат иона в воде фонового створа изменялись от 0,81 до 1,9 мг/дм<sup>3</sup>, контрольного – от 0,66 до 3,3 мг/дм<sup>3</sup>. Влияние стоков с города на содержание нитрат иона было слабо выражено лишь в 90-е гг. и в начале следующего десятилетия (табл. 1). Значительных различий в концентрации нитратов по сезонам года в воде реки на данном участке не отмечено (табл. 2).

Среднегодовые показатели концентрации **кремния** изменялись в воде реки в пределах 2,8 – 4,9 мг/дм<sup>3</sup>. Значительных различий в содержании этого биогенного компонента в воде обоих створов не было, не отмечено и существенных изменений в концентрации этого ингредиента за рассматриваемый период наблюдений (табл. 1). В годовом ходе концентрация кремния в период половодья в обоих створах снижается в 1,5 – 2 раза по сравнению с другими гидрологическими фазами (табл. 2).

Содержание **фосфатов** в пересчете на фосфор в воде реки повышалось под влиянием стоков с городской территории в первые два года наблюдений и в 2003 г. В 2003 г. были отмечены случаи заметного превышения ПДК в контрольном створе в периоды зимней и летней межени. В последующие годы различий в концентрации фосфатов в воде реки выше и ниже города практически не было, не отмечено и превышений ПДК по содержанию в воде этого ингредиента (табл. 1). В среднем за период наблюдений в контрольном створе ниже города концентрация фосфора, особенно в меженные периоды заметно повышалась (табл. 2). Но эти показатели не отражают действительных изменений в содержании этого компонента в воде реки под влиянием стоков с городской территории по сезонам года. Различия в показателях содержания фосфатов по двум створам были значительными лишь в первые три года наблюдений, в последующие годы их не было.

Содержание в воде реки **железа общего** определяется природными факторами, влияющими на величину стока и особенности питания реки. Этим объясняются значительные колебания содержания этого компонента в воде реки (от 0,01 до 0,95 мг/дм<sup>3</sup>). Влияние города на содержание железа общего в воде реки не просматривается. Среднегодовые величины концентрации железа общего в воде обоих

створов изменялись чаще в пределах 0,3 – 0,6 мг/дм<sup>3</sup>, т. е. были в 3 – 6 раз выше ПДК. Средние за период наблюдений величины концентрации этого компонента во все сезоны года меньше в воде нижнего створа (табл. 2).

Величина **ХПК** (бихроматной окисляемости), указывающая на общее содержание органических веществ, была часто выше ПДК как в фоновом, так и в контрольном створах. Были выше ПДК во все годы наблюдений и средние годовые показатели бихроматной окисляемости в воде створов, изменяясь по годам от 15,9 до 36, 3 мг/дм<sup>3</sup> в верхнем створе и от 16,3 до 42,2 мг/дм<sup>3</sup> в нижнем створе. Почти постоянно для нижнего створа были характерны более высокие величины ХПК (табл. 1). Различия по этому показателю качества воды по створам были наиболее заметно выражены в зимнюю межень. В створе ниже города показатель ХПК был в это время в среднем на 30% выше по сравнению с фоновым створом. В другие периоды эти различия были менее выражены.

Влияние сточных вод города Ярцево на гидрохимический режим реки Вопь отражается в повышении в контрольном створе в отдельные периоды концентраций легкоокисляемых **органических веществ**. Среднегодовые концентрации легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) изменялись соответственно в верхнем и нижнем створах от 1,1 до 1,6 мг/дм<sup>3</sup> и от 1,3 до 2,7 мг/дм<sup>3</sup>. В отдельные годы среднегодовые величины БПК<sub>5</sub> в створе ниже города превышали фоновые концентрации на 20%. Средние за период наблюдений многолетние величины БПК<sub>5</sub> в створе ниже города в зимнюю межень и в период половодья достигали ПДК и превышали фоновые значения на 24%.

Среднегодовые концентрации **фенолов** в воде реки обоих створов в большинстве случаев находились в пределах 1 мкг/дм<sup>3</sup>. Существенных изменений в режиме фенолов в воде р. Вопь под влиянием сбросов города Ярцево не отмечено. Превышения концентраций фенолов, наблюдаемые в отдельные периоды как в фоновом, так и в контрольном створах, могут быть связаны как с внутриводоёмными процессами, так и с влиянием сточных вод города.

Среднегодовые концентрации **синтетические поверхностно-активных веществ**

(АСПАВ) на исследуемом участке реки не превышали ПДК. Не было выражено влияние сточных вод г. Ярцево на концентрации СПАВ (табл. 1). Не отмечено и различий в содержании их по сезонам года (табл. 2).

Загрязнение воды р. Вопь нефтепродуктами начало заметно проявляться в последние годы рассматриваемого периода наблюдений. В воде контрольного створа по сравнению с фоновым оно было выражено намного заметнее (табл. 1). Максимальные концентрации нефтепродуктов в отдельные годы в створе ниже города достигали 10–13 ПДК. В воде створа ниже города во все периоды гидрологического режима содержание

нефтепродуктов в среднем в 2 раза и более было выше ПДК (табл. 2). Существенное увеличение загрязнения воды реки нефтепродуктами стоками с городской территории связано, по-видимому, с заметным увеличением количества транспорта в городе и отсутствием необходимого контроля за его техническим состоянием.

Анализ данных наблюдений за гидрохимическим режимом реки Вопь свидетельствует о нестабильном и периодическом влиянии сточных вод на качество воды в реке в районе города Ярцево. В основном это проявляется в увеличении в створе ниже города органических веществ (БПК<sub>5</sub>, ХПК) и нефтепродуктов.

Таблица 1

Среднегодовые показатели химического состава воды в р. Вопь выше (1) и ниже (2) г. Ярцево (в числителе минимальные и максимальные значения, в знаменателе средние показатели за год)

Год	НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>		Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>		Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>		Кальций, мг/дм <sup>3</sup>		Магний, мг/дм <sup>3</sup>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1989	<u>89-305</u> 202	<u>99-313</u> 207	<u>10,0-</u> <u>16,0</u> 12,5	<u>16,0-</u> <u>22,0</u> 18,5	<u>5,1-7,8</u> 6,0	<u>5,3-</u> <u>17,0</u> 9,3	<u>26,0-</u> <u>72,3</u> 50,4	<u>28,3-</u> <u>73,9</u> 51,5	<u>7,3-</u> <u>18,1</u> 12,3	<u>6,0-</u> <u>17,1</u> 12,2
1990	<u>102-263</u> 183	<u>106-</u> <u>257</u> 193	<u>5,0-14,0</u> 11,0	<u>7,0-21,0</u> 16,3	<u>5,4-6,9</u> 6,2	<u>6,8-</u> <u>16,0</u> 11,4	<u>29,6-</u> <u>66,1</u> 49,0	<u>28,0-</u> <u>74,6</u> 54,8	<u>7,9-</u> <u>17,9</u> 11,8	<u>8,5-</u> <u>17,9</u> 12,8
2003	<u>109-305</u> 202	<u>125-</u> <u>322</u> 198	<u>2,0-20,0</u> 10,1	<u>5,0-86,0</u> 20,7	<u>3,0-5,0</u> 4,2	<u>5,0-</u> <u>50,0</u> 14,5	<u>24,0-</u> <u>69,0</u> 44,3	<u>25,0-</u> <u>76,0</u> 46,4	<u>6,0-</u> <u>19,0</u> 11,7	<u>6,0-</u> <u>20,0</u> 12,3
2004	<u>46-232</u> 140	<u>46-226</u> 135	<u>3,0-9,42</u> 5,6	<u>0,5-5,5</u> 3,8	<u>2,7-14,6</u> 9,4	<u>4,4-</u> <u>14,6</u> 10,0	<u>15,4-</u> <u>70,9</u> 46,1	<u>12,3-</u> <u>69,3</u> 46,5	<u>3,7-</u> <u>17,5</u> 11,5	<u>5,1-</u> <u>17,5</u> 11,7
2005	<u>10-243</u> 154	<u>10-246</u> 154	<u>4,9-87,1</u> 31,8	<u>5,9-93,4</u> 33,3	<u>2,7-10,3</u> 6,6	<u>1,5-</u> <u>10,4</u> 6,0	<u>15,3-</u> <u>64,7</u> 49,5	<u>15,3-</u> <u>67,1</u> 46,0	<u>5,4-</u> <u>18,1</u> 14,3	<u>3,3-</u> <u>25,8</u> 16,8
2006	<u>21-294</u> 176	<u>21-302</u> 170	<u>10,2-</u> <u>38,0</u> 18,7	<u>11,0-</u> <u>49,1</u> 21,0	<u>5,3-14,7</u> 7,6	<u>4,5-</u> <u>9,6</u> 6,4	<u>31,6-</u> <u>64,4</u> 44,3	<u>32,2-</u> <u>73,9</u> 48,8	<u>0,3-</u> <u>26,2</u> 14,2	<u>0,3-</u> <u>24,8</u> 11,0
2007	<u>45-301</u> 223	<u>36-297</u> 219	<u>4,9-16,6</u> 11,9	<u>3,0-19,1</u> 11,6	<u>3,2-11,5</u> 7,0	<u>3,2-</u> <u>7,8</u> 6,2	<u>20,8-</u> <u>67,7</u> 50,5	<u>23,8-</u> <u>68,7</u> 50,4	<u>6,4-</u> <u>25,2</u> 15,4	<u>1,4-</u> <u>32,0</u> 18,4
2008	<u>85-272</u> 206	<u>92-271</u> 202	<u>0,9-14,6</u> 9,7	<u>0,9-16,9</u> 10,9	<u>4,2-8,0</u> 5,9	<u>3,8-</u> <u>8,2</u> 6,2	<u>31,3-</u> <u>62,3</u> 45,9	<u>25,4-</u> <u>64,8</u> 46,8	<u>9,3-</u> <u>23,4</u> 14,7	<u>1,4-</u> <u>19,9</u> 13,6

2009	<u>41-159</u> 95	<u>41-194</u> 117	<u>1,0-14,1</u> 5,7	<u>1,0-14,5</u> 5,1	<u>1,6-8,0</u> 3,9	<u>1,5-4,5</u> 3,4	<u>17,8-51,0</u> 33,6	<u>16,2-51,8</u> 32,5	<u>3,4-15,3</u> 10,2	<u>3,9-16,7</u> 10,5
2010	<u>16-324</u> 211	<u>12-313</u> 209	<u>2,2-20,4</u> 9,0	<u>1,0-20,6</u> 8,6	<u>2,0-6,96</u> 5,0	<u>2,1-6,9</u> 5,1	<u>12,5-72,2</u> 52,9	<u>12,9-72,2</u> 54,3	<u>3,1-20,6</u> 14,9	<u>4,0-20,4</u> 14,8

Продолжение Таблицы 1

Год	Натрий + калий, мг/дм <sup>3</sup>		Сумма ионов, мг/дм <sup>3</sup>		Жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>		pH		Кислород, мг/дм <sup>3</sup>		Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1989	-	-	<u>149-429</u> 296	<u>174-474</u> 320	<u>1,9-5,1</u> 3,5	<u>1,9-5,1</u> 3,6	<u>7,3-8,1</u> 7,6	<u>7,3-8,0</u> 7,6	<u>8,2-12,2</u> 10,0	<u>6,8-12,6</u> 10,1	<u>2-12,5</u> 5,2	<u>2-19,8</u> 4,8
1990	-	-	<u>151-376</u> 269	<u>157-391</u> 300	<u>2,1-4,6</u> 3,4	<u>2,1-4,8</u> 3,6	<u>7,1-7,8</u> 7,5	<u>7,1-8,1</u> 7,6	<u>7,3-12,8</u> 10,1	<u>7,9-12,9</u> 10,4	<u>2,0-9,4</u> 2,5	<u>2,0-9,8</u> 4,0
2003	-	-	<u>161-429</u> 289	<u>180-532</u> 315	<u>1,5-5,0</u> 3,1	<u>1,6-5,3</u> 3,3	<u>7,7-8,1</u> 7,8	<u>7,7-8,4</u> 7,9	<u>5,7-10,8</u> 8,3	<u>3,4-10,4</u> 7,9	<u>2,0-13,1</u> 4,4	<u>2,0-10,7</u> 4,4
2004	-	-	<u>71-325</u> 220	<u>69-322</u> 215	<u>1,1-5,0</u> 3,3	<u>1,0-4,9</u> 3,3	<u>7,2-8,5</u> 7,9	<u>7,3-8,7</u> 8,0	<u>6,7-13,0</u> 8,8	<u>6,9-12,7</u> 8,9	<u>2,0-4,6</u> 3,3	<u>2,0-10,7</u> 4,5
2005	-	-	<u>52-339</u> 261	<u>55-343</u> 261	<u>1,2-4,6</u> 3,7	<u>1,0-4,7</u> 3,7	<u>7,0-8,4</u> 7,7	<u>7,0-8,4</u> 7,7	<u>6,9-9,5</u> 8,1	<u>6,4-10,9</u> 8,5	<u>2,0-10,0</u> 4,9	<u>2,0-5,7</u> 3,8
2006	<u>0,6-38,4</u> 12,5	<u>0,6-24,0</u> 9,6	<u>95-390</u> 266	<u>84-402</u> 262	<u>2,2-4,9</u> 3,1	<u>2,4-4,7</u> 3,3	<u>7,4-8,2</u> 7,9	<u>7,5-8,1</u> 7,8	<u>4,9-11,1</u> 8,0	<u>4,9-11,1</u> 8,5	<u>2,0-11,8</u> 4,4	<u>2,0-10,9</u> 4,8
2007	<u>0,6-22,8</u> 10,3	<u>0,6-21,6</u> 5,3	<u>96-420</u> 314	<u>85-426</u> 312	<u>1,6-5,5</u> 3,8	<u>1,3-6,0</u> 4,0	<u>7,7-8,3</u> 8,0	<u>7,7-8,3</u> 7,9	<u>7,0-11,4</u> 9,4	<u>7,0-11,3</u> 9,3	<u>2,0-2,7</u> 2,0	<u>2,0-7,0</u> 3,6
2008	<u>0,6-4,0</u> 8,2	<u>0,6-32,4</u> 7,0	<u>153-405</u> 300	<u>163-381</u> 299	<u>2,6-4,5</u> 3,5	<u>2,6-4,7</u> 3,5	<u>7,4-8,0</u> 7,7	<u>7,4-8,0</u> 7,7	<u>6,0-12,4</u> 8,8	<u>5,9-12,3</u> 8,6	<u>2,0-12,3</u> 4,2	<u>2,0-12,0</u> 5,0
2009	<u>0,6-3,9</u> 1,2	<u>0,23-0,6</u> 0,6	<u>79-252</u> 162	<u>77-277</u> 183	<u>1,2-3,8</u> 2,5	<u>1,1-4,0</u> 2,5	<u>7,3-7,9</u> 7,6	<u>7,0-8,0</u> 7,6	<u>6,7-13,2</u> 10,5	<u>6,6-13,3</u> 10,4	<u>2,0-11,0</u> 7,0	<u>2,0-30,0</u> 9,5
2010	<u>0,6-14,4</u> 5,3	<u>0,6-10,6</u> 4,9	<u>55-458</u> 309	<u>47-444</u> 307	<u>0,9-5,2</u> 3,9	<u>1,0-5,2</u> 4,0	<u>6,8-8,2</u> 7,7	<u>6,5-8,2</u> 7,7	<u>5,5-12,5</u> 9,1	<u>7,1-11,9</u> 9,5	<u>2,0-6,0</u> 2,8	<u>2,0-5,0</u> 2,8

Продолжение Таблицы 1

Год	N (NH <sub>4</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>		N (NO <sub>2</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>		N (NO <sub>3</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>		Кремний, мг/дм <sup>3</sup>		Фосфаты (P), мг/дм <sup>3</sup>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1989	<u>0,04-0,23</u> 0,12	<u>0,09-0,38</u> 0,21	<u>0,002-0,020</u> 0,01	<u>0,002-0,023</u> 0,014	<u>0,69-1,7</u> 1,2	<u>1,0-2,0</u> 1,5	<u>2,1-4,0</u> 3,1	<u>2,4-5,1</u> 3,6	<u>0,04-0,18</u> 0,09	<u>0,09-0,22</u> 0,16

1990	<u>0,01-</u> <u>0,34</u> 0,14	<u>0,01-</u> <u>0,27</u> 0,16	<u>0,002-</u> <u>0,008</u> 0,002	<u>0,002-</u> <u>0,008</u> 0,002	<u>0,38-</u> <u>2,0</u> 0,87	<u>0,44-</u> <u>1,6</u> 1,0	<u>0,67-</u> <u>5,6</u> 2,8	<u>3,7-5,2</u> 4,1	<u>0,08-0,11</u> 0,09	<u>0,09-</u> <u>0,25</u> 0,18
2003	<u>0,01-</u> <u>0,5</u> 0,17	<u>0,02-</u> <u>0,82</u> 0,30	<u>0,004-</u> <u>0,024</u> 0,012	<u>0,002-</u> <u>0,062</u> 0,022	<u>0,58-</u> <u>1,0</u> 0,9	<u>0,8-</u> <u>14,3</u> 3,3	<u>2,5-4,6</u> 3,6	<u>2,7-4,6</u> 3,6	<u>0,02-0,09</u> 0,07	<u>0,03-1,6</u> 0,31
2004	<u>0,01-</u> <u>0,26</u> 0,09	<u>0,02-</u> <u>0,23</u> 0,10	<u>0,003-</u> <u>0,034</u> 0,014	<u>0,006-</u> <u>0,030</u> 0,015	<u>0,67-</u> <u>2,7</u> 1,3	<u>0,66-</u> <u>2,8</u> 1,3	<u>2,0-3,7</u> 2,8	<u>2,0-3,7</u> 2,9	<u>0,05-0,12</u> 0,08	<u>0,04-</u> <u>0,13</u> 0,08
2005	<u>0,01-</u> <u>0,27</u> 0,06	<u>0,02-</u> <u>0,25</u> 0,06	<u>0,003-</u> <u>0,012</u> 0,007	<u>0,004-</u> <u>0,014</u> 0,007	<u>0,49-</u> <u>1,4</u> 0,81	<u>0,44-</u> <u>1,4</u> 0,81	<u>3,1-6,0</u> 4,3	<u>3,1-5,9</u> 4,3	<u>0,03-0,05</u> 0,04	<u>0,02-</u> <u>0,05</u> 0,04
2006	<u>0,01-</u> <u>0,21</u> 0,07	<u>0,01-</u> <u>0,22</u> 0,07	<u>0,003-</u> <u>0,009</u> 0,006	<u>0,003-</u> <u>0,008</u> 0,005	<u>0,01-</u> <u>2,2</u> 0,82	<u>0,23-</u> <u>1,0</u> 0,66	<u>0,7-6,6</u> 3,3	<u>0,67-</u> <u>6,0</u> 3,1	<u>0,02-0,16</u> 0,05	<u>0,02-</u> <u>0,16</u> 0,05
2007	<u>0,03-</u> <u>0,38</u> 0,13	<u>0,04-</u> <u>0,36</u> 0,14	<u>0,003-</u> <u>0,014</u> 0,007	<u>0,002-</u> <u>0,015</u> 0,007	<u>0,1-2,3</u> 0,98	<u>0,17-</u> <u>2,8</u> 1,1	<u>2,1-6,3</u> 4,1	<u>2,1-6,6</u> 4,3	<u>0,02-0,07</u> 0,05	<u>0,03-</u> <u>0,06</u> 0,05
2008	<u>0,03-</u> <u>0,16</u> 0,07	<u>0,02-</u> <u>0,14</u> 0,07	<u>0,003-</u> <u>0,015</u> 0,010	<u>0,003-</u> <u>0,016</u> 0,010	<u>0,47-</u> <u>2,3</u> 1,2	<u>0,5-5,0</u> 2,0	<u>3,7-6,2</u> 4,9	<u>3,7-6,3</u> 4,9	<u>0,03-0,07</u> 0,05	<u>0,03-</u> <u>0,07</u> 0,05
2009	<u>0,01-</u> <u>0,35</u> 0,09	<u>0,01-</u> <u>0,18</u> 0,06	<u>0,004-</u> <u>0,011</u> 0,007	<u>0,02-</u> <u>0,013</u> 0,007	<u>0,89-</u> <u>2,67</u> 1,9	<u>1,2-2,9</u> 2,1	<u>2,8-4,4</u> 3,7	<u>2,8-4,3</u> 3,7	<u>0,02-0,06</u> 0,04	<u>0,02-</u> <u>0,06</u> 0,04
2010	<u>0,02-</u> <u>0,22</u> 0,09	<u>0,03-</u> <u>0,19</u> 0,08	<u>0,002-</u> <u>0,009</u> 0,005	<u>0,002-</u> <u>0,008</u> 0,005	<u>0,37-</u> <u>3,8</u> 1,3	<u>0,43-</u> <u>2,9</u> 1,2	<u>2,2-5,3</u> 3,9	<u>2,1-5,3</u> 3,8	<u>0,02-0,06</u> 0,04	<u>0,02-</u> <u>0,06</u> 0,04

Продолжение Таблицы 1

Год	Железо общ., мг/дм <sup>3</sup>		ХПК, мг/дм <sup>3</sup>		БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>		Фенолы летуч, мкг/дм <sup>3</sup>		АСПАВ, мг/дм <sup>3</sup>		Нефте- продукты, мг/дм <sup>3</sup>	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1989	<u>0,2-</u> <u>0,62</u> 0,41	<u>0,16-</u> <u>0,59</u> 0,38	<u>8,0-</u> <u>38,0</u> 21,5	<u>13,0-</u> <u>39,0</u> 26,1	<u>0,6-</u> <u>3,3</u> 1,6	<u>0,39-</u> <u>4,3</u> 1,9	<u>1-3</u> 1	<u>1-3</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,04</u> 0,01	<u>0,01-</u> <u>0,04</u> 0,01	-	-
1990	<u>0,12-</u> <u>0,68</u> 0,40	<u>0,1-</u> <u>0,64</u> 0,43	<u>15,0-</u> <u>42,0</u> 26,3	<u>12,0-</u> <u>46,0</u> 26,3	<u>0,7-</u> <u>2,3</u> 1,6	<u>0,49-</u> <u>2,2</u> 1,5	<u>1-13</u> 4	<u>1-12</u> 4	<u>0,01-</u> <u>0,33</u> 0,05	<u>0,01-</u> <u>0,08</u> 0,04	-	-
2003	<u>0,02-</u> <u>0,95</u> 0,52	<u>0,07-</u> <u>0,88</u> 0,48	<u>12,0-</u> <u>63,0</u> 26,7	<u>15,0-</u> <u>64,2</u> 29,5	<u>0,2-</u> <u>5,4</u> 2,2	<u>0,3-</u> <u>4,8</u> 2,0	<u>1-7</u> 1	<u>1-3</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,08</u> 0,03	<u>0,01-</u> <u>0,08</u> 0,03	<u>0,04-</u> <u>0,04</u> 0,04	<u>0,04-</u> <u>0,11</u> 0,04
2004	<u>0,08-</u> <u>0,63</u> 0,31	<u>0,06-</u> <u>0,53</u> 0,29	<u>12,0-</u> <u>35,2</u> 23,2	<u>10,0-</u> <u>43,0</u> 26,9	<u>0,1-</u> <u>2,2</u> 1,1	<u>0,05-</u> <u>4,4</u> 1,3	<u>1-1</u> 1	<u>1-7</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,04</u> 0,01	<u>0,01-</u> <u>0,05</u> 0,01	<u>0,04-</u> <u>0,04</u> 0,04	<u>0,04-</u> <u>0,05</u> 0,04
2005	<u>0,04-</u> <u>0,52</u> 0,25	<u>0,01-</u> <u>0,23</u> 0,14	<u>10,3-</u> <u>33,8</u> 18,2	<u>14,0-</u> <u>34,8</u> 20,4	<u>0,3-</u> <u>3,1</u> 1,2	<u>0,3-</u> <u>3,6</u> 1,4	<u>1-1</u> 1	<u>1-1</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,04</u> 0,01	<u>0,01-</u> <u>0,03</u> 0,01	<u>0,04-</u> <u>0,09</u> 0,04	<u>0,04-</u> <u>0,15</u> 0,04

2006	<u>0,01-</u> <u>0,46</u> 0,15	<u>0,01-</u> <u>0,45</u> 0,15	<u>3,0-</u> <u>40,2</u> 21,5	<u>4,0-</u> <u>38,1</u> 20,9	<u>0,8-</u> <u>2,0</u> 1,5	<u>1,2-</u> <u>3,1</u> 1,9	<u>1-1</u> <u>1</u> 1	<u>1-1</u> <u>1</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,05</u> 0,01	<u>0,01-</u> <u>0,04</u> 0,01	<u>0,04-</u> <u>0,04</u> 0,04	<u>0,04-</u> <u>0,04</u> 0,04
2007	<u>0,07-</u> <u>0,64</u> 0,31	<u>0,01-</u> <u>0,64</u> 0,26	-	-	<u>1,7-</u> <u>4,4</u> 2,8	<u>1,7-</u> <u>3,9</u> 2,7	<u>1-1</u> <u>1</u> 1	<u>1-4</u> <u>1</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,02</u> 0,01	<u>0,01-</u> <u>0,05</u> 0,01	<u>0,04-</u> <u>0,04</u> 0,04	<u>0,04-</u> <u>0,65</u> 0,09
2008	<u>0,11-</u> <u>0,76</u> 0,52	<u>0,10-</u> <u>0,77</u> 0,50	<u>7,9-</u> <u>43,5</u> 26,8	<u>8,9-</u> <u>35,4</u> 22,3	<u>1,1-</u> <u>3,0</u> 2,1	<u>1,4-</u> <u>4,0</u> 2,6	<u>1-1</u> <u>1</u> 1	<u>1-1</u> <u>1</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,02</u> 0,01	<u>0,01-</u> <u>0,02</u> 0,01	<u>0,04-</u> <u>0,08</u> 0,05	<u>0,04-</u> <u>0,48</u> 0,13
2009	<u>0,32-</u> <u>0,82</u> 0,63	<u>0,33-</u> <u>0,89</u> 0,65	<u>13,7-</u> <u>53,0</u> 36,3	<u>15,5-</u> <u>69,7</u> 42,2	<u>1,5-</u> <u>3,7</u> 2,5	<u>1,4-</u> <u>3,3</u> 2,6	<u>1-3</u> <u>2</u> 2	<u>1-1</u> <u>1</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,01</u> 0,01	<u>0,01-</u> <u>0,02</u> 0,01	<u>0,04-</u> <u>0,06</u> 0,05	<u>0,04-</u> <u>1,2</u> 0,58
2010	<u>0,1-</u> <u>0,53</u> 0,33	<u>0,11-</u> <u>0,53</u> 0,032	<u>3,7-</u> <u>28,3</u> 15,9	<u>9,2-</u> <u>26,3</u> 16,3	<u>1,1-</u> <u>2,3</u> 1,4	<u>0,8-</u> <u>2,4</u> 1,5	<u>1-2</u> <u>1</u> 1	<u>1-1</u> <u>1</u> 1	<u>0,01-</u> <u>0,01</u> 0,01	<u>0,01-</u> <u>0,01</u> 0,01	<u>0,04-</u> <u>0,11</u> 0,06	<u>0,04-</u> <u>0,27</u> 0,10

Таблица 2

Средние за период наблюдений (1989 – 1990 и 2003 – 2010 гг.) концентрации химических элементов в воде в р. Воль выше (1) и ниже (2) г. Ярцево

месяц	2		4		8		10	
	выше	ниже	выше	ниже	выше	ниже	выше	ниже
Водородный показатель рН	7,7	7,7	7,3	7,3	7,8	7,8	7,9	7,9
Взвешенные вещества (мг/дм <sup>3</sup> )	2,7	3,2	4,8	5,5	5,2	5,5	3,2	5,7
Кислород (мг/дм <sup>3</sup> )	8,6	8,7	9,8	10,1	7,1	6,8	10,4	10,3
Насыщение кислородом (%)	65,5	68,0	79,5	82,2	79,6	76,9	90,0	88,0
Гидрокарбонаты (мг/дм <sup>3</sup> )	215	217	84	86	229	231	217	214
Кальций (мг/дм <sup>3</sup> )	54,9	59,0	29,7	30,1	51,9	52,6	53,4	53,1
Магний (мг/дм <sup>3</sup> )	16,9	17,1	7,9	8,0	14,1	15,3	13,7	14,8
Хлориды (мг/дм <sup>3</sup> )	7,7	12,6	5,0	5,1	6,1	10,5	6,8	7,6
Сульфаты (мг/дм <sup>3</sup> )	16,6	23,3	9,9	11,4	7,7	11,4	12,0	12,4
Натрий-калий (мг/дм <sup>3</sup> )	0,6	4,4	0,6	0,6	9,6	12,6	6,2	4,6
Сумма ионов (мг/дм <sup>3</sup> )	319	342	147	152	320	335	314	315
Жесткость (ммоль/дм <sup>3</sup> экв. )	4,1	4,3	2,1	2,1	3,8	3,9	3,7	3,8
ХПК (мг/дм <sup>3</sup> )	18,3	23,9	27,8	26,7	24,6	27,0	23,4	21,3
БПК <sub>5</sub> (мг/дм <sup>3</sup> )	1,7	2,1	1,7	2,1	1,8	1,8	2,0	1,9
Азот аммонийный (мг/дм <sup>3</sup> )	0,22	0,17	0,13	0,16	0,13	0,15	0,08	0,11
Азот нитритов (мг/дм <sup>3</sup> )	0,007	0,009	0,007	0,007	0,011	0,014	0,007	0,008
Азот нитратов (мг/дм <sup>3</sup> )	1,0	2,1	1,5	1,4	1,0	1,4	0,8	1,2
Фосфор (P) мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,08	0,05	0,06	0,08	0,13	0,07	0,09
Кремний (мг/дм <sup>3</sup> )	5,3	5,3	2,6	2,8	3,8	3,8	3,9	4,0
Железо общ. (мг/дм <sup>3</sup> )	0,30	0,27	0,42	0,38	0,40	0,35	0,48	0,46
Нефтепродукты (мг/дм <sup>3</sup> )	0,04	0,11	0,04	0,09	0,04	0,08	0,04	0,12
Фенолы (мкг/дм <sup>3</sup> )	1	1	1	1	1	1	1	1
АСПАВ (мг/дм <sup>3</sup> )	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02



## Литература

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 442 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 5. Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима. Часть I / под ред. К.А. Ключевой. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 1107 с.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть 1 / под ред. Л.В. Боевой. Ростов-на Дону, «НОК», 2009. 1044 с.
4. *Шкалик В.А., Парфенова Д.М.* Эколого-рекреационная оценка реки Вопь // Актуальные проблемы современной географии. Вып.4. XI Кирилло-Мефодиевские чтения. Смоленск: Универсум, 2005. С. 348–358.

**I.V. Ankinovich, V.A. Shkalikov**

### **THE INFLUENCE OF SEWAGE OF YARTSEVO TOWN ON THE HYDROCHEMICAL REGIME OF THE RIVER VOP**

*The analysis of long-term observations of hydrochemical regime of river Vop near the town of Yartsevo has been done. The influence of urban wastewater on water quality in the river Vop has been found.*

**Key words:** *river, town, hydro-chemical regime, runoff, ions, pollution.*