

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ВЕЛИКОГО НОВГОРОДА

© 2013 г. Н.В. Васильева

*Российский государственный педагогический университет
им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Ключевые слова: водные ресурсы, гидрохимия, химический состав вод, загрязненность поверхностных вод, Великий Новгород.



Проведены гидрохимические исследования по оценке загрязненности вод на примере водных объектов Великого Новгорода (р. Волхов с притоками, р. Веряжа, городские водоемы). Определены уровни загрязненности поверхностных вод, впервые выполнена карта пространственной дифференциации загрязненности водных объектов Великого Новгорода и оценено общее состояние городских водных объектов. Отмечена связь территориальных различий уровня загрязненности водных объектов с распределением функциональных зон города.

Великий Новгород представляет собой уникальный историко-географический объект, обладающий богатыми водными, земельными и биологическими ресурсами. В 2014 г. город отпразднует свое 1155-летие. Длительное существование города в истоке р. Волхов привело к существенным изменениям гидрогеологических условий, связанных с перестройкой гидрографической сети, зарегулированием стока реки, русловыправительными работами, перераспределением подземного и поверхностного стока и др. Результаты оценки современного состояния водных объектов могут быть использованы для эффективного, рационального и безопасного использования всех водных ресурсов города. Исследование водных объектов на территории города затруднено из-за отсутствия постоянной сети режимных наблюдений на малых водоемах и водотоках Великого Новгорода.

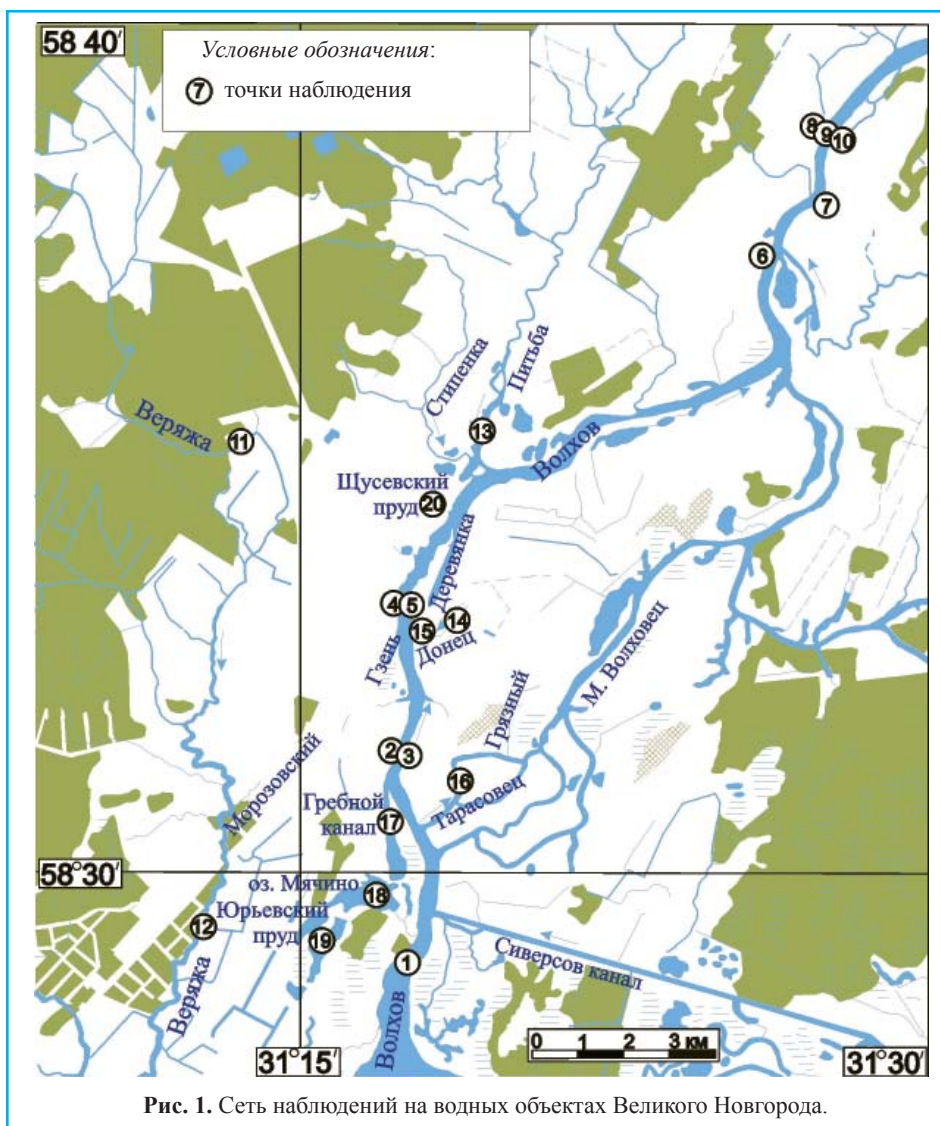
Великий Новгород расположен в двух километрах от истока р. Волхов. Для равнинного, пойменного и озерно-аккумулятивного рельефа города свойственны небольшие амплитуды (18–25 м абс. – высота с отдельными холмистыми возвышениями, достигающими 30–35 м).

Четвертичные отложения на территории города представлены ледниковыми, озерно-ледниковыми, озерно-аллювиальными, аллювиальными преимущественно суглинистого и глинистого состава, а также техногенными отложениями и культурным слоем различной мощности. Климат умеренно-континентальный с чертами морского. Умеренное количество тепла и избыток влаги обеспечивают в Великом Новгороде значительную густоту речной сети, заболоченность территории и промывной характер водного режима почв.

Почвенно-растительный покров окрестностей города отражает особенности приозерного ландшафта, входящего в зону смешанных лесов. Местность издавна освоена человеком, поэтому коренные леса (еловые, смешанные, дубовые) вокруг города почти полностью вырублены. Преобладают вторичные мелколиственные леса (березовые и березово-осиновые), среди них встречаются небольшие острова хвойных лесов (сосняки и ельники). На улицах и парках Великого Новгорода преобладают культурные насаждения. На территории города доминируют дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоливания, преимущественно тяжелого механического состава. Широко распространены городские почвы (культуроземы, урбаноземы, техноземы, некроземы и др.).

Гидрографическая сеть города представлена бассейнами двух рек: Волхов (Ильмень-Волховский бассейн) и Веряжа (Ильменский бассейн) с их притоками. Гидрографическая сеть города характеризуется разветвленной структурой и значительной густотой. Большинство городских рек относятся к малым водотокам, площадь их водосбора меньше 500 км², длина менее 100 км. Водотоки отличаются небольшой скоростью течения, малой и средней извилистостью; имеют неширокую пойму с глубиной вреза до 5 м. Большой водосборный бассейн р. Волхов обеспечивает значительные колебания уровня воды – до 3 м, а также вызывает подпор и длительное подтопление пойм его притоков.

Подземные воды залегают на глубине 20–30 м. Они приурочены к франскому ярусу девона. Вмещающими их породами в левобережной части города являются песчано-глинистые отложения, а в правобережной – известняки, доломиты, мергеля с прослойками глин и песчаников. Подземные воды слабо солоноватые, не пригодные для хозяйственных целей. Воды четвертичных отложений содержатся в аллювиальных, водно-ледниковых, озерно-ледниковых и ледниковых отложениях. Максимальный дебит колеблется от 0,1 до 1,0 л/с. Глубина залегания грунтовых вод изменяется от 0,5–1,5 до 9–10 м [1]. На значительной территории города они залегают в зоне заложения фундаментов зданий. Уровень грунтовых вод понижается в сторону р. Волхов.



Гидрохимическое исследование проведено на 9 городских водных объектах, сеть наблюдений состояла из 20 точек (рис. 1). Для отбора проб на гидрохимический анализ были заложены створы: фоновые створы выше города, в черте города и за городской чертой. Отбор проб осуществляли на расстоянии 1,5–2,0 м от берега водотока и на середине водоемов с лодки или мостов, с поверхности. На р. Волхов все створы, кроме фонового створа, устроены с двух берегов (01 – левый берег, 09 – правый берег, 05 – середина реки) из-за значительной ширины реки в пределах городской черты. Работы

проведены в период весеннего половодья 6–7 мая 2011 г. По стандартной методике выполнены определения 20 ингредиентов, всего около 400 гидрохимических определений.

Определение состава природных поверхностных вод проведены в специализированной аккредитованной гидрохимической лаборатории Государственного учреждения «Новгородский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ГУ НЦГМС) с применением стандартных методик предварительной обработки и анализа гидрохимических данных, минуя стадию хранения. Непосредственно на месте наблюдения определяли быстроменяющиеся компоненты (содержание кислорода, температуру воды и воздуха) при помощи кислородометра МАРК 302Э, что способствовало получению надежных и сравнимых данных.

Согласно полученным данным (табл. 1), концентрации основных ионов характеризуют воды города как пресные, мало- или среднеминерализованные, слабощелочные, мало- или умеренно-жесткие, гидрокарбонатного класса, группы кальция. Для водных объектов Великого Новгорода характерен небольшой диапазон значений концентраций основных ионов. Исключение составляют Щусевские пруды, характеризующиеся средней жесткостью, повышенной щелочностью и минерализацией, более высоким содержанием измеренных показателей, в отличие от большинства водных объектов города. Это можно объяснить их антропогенным происхождением – на месте бывших песчаных карьерных разработок, значительной глубиной (>5 м) и значительной долей подземного питания.

Водные объекты Великого Новгорода содержат достаточное количество кислорода (>50 %) и характеризуются как умеренно загрязненные и загрязненные (по БПК₅) и очень грязные (по ХПК). Максимальное значение ХПК отмечено в р. Веряжа (превышение значения ПДК в 7,2 раза), минимальное – Щусевских прудах.

Для всех водных объектов города свойственно высокое содержание марганца и железа, все пробы превышают значения ПДК. Высокое содержание меди характерно для большинства водных объектов Великого Новгорода. Концентрации других металлов, согласно многолетним наблюдениям ГУ НЦГМС, не превышают соответствующих значений ПДК [2], поэтому в работе не использовались. Концентрация нефтепродуктов выше значения ПДК зафиксирована в р. Веряжа, в остальных – в пределах нормы.

Фоновый состав природных поверхностных вод на территории города нарушается сбросом хозяйственно-бытовых стоков и отработанных вод промышленными предприятиями, поверхностным стоком. Это подтверждается увеличением концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в створах ниже города.

Таблица 1. Характеристика некоторых гидрохимических показателей поверхностных вод Великого Новгорода

Пункт наблюдений	Показатель																			
	pH	ВВ, мг/л	M _n , мг/л	ОЖ, мг- экв/л	Ca ²⁺ , мг/л	Mg ²⁺ , мг/л	K ⁺ , мг/л	Na ⁺ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	Cl ⁻ , мг/л	HCO ₃ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	O ₂ , мг/л	O ₂ , %	БПК ₅ , мгО ₂ /л	XПК, мгО ₂ /л	Fe, мг/л	Cu, мкг/л	Mn, мкг/л	H/л, мг/л
р. Волхов*	7,6	15,7	96,6	1,9	25,3	7,4	1,6	1,2	7,4	17,6	53,4	0,66	8,99	69,8	2,08	51,2	0,64	1,5	23,2	0,026
Юрьево 05	8,16	13,7	140	3,63	48,9	14,47	1,42	0,0	21,24	52,11	—	0,013	9,88	74,0	2,04	59,3	0,612	0,44	27,59	0,034
Кремль 01	7,36	19,5	83	1,21	16,51	4,74	1,38	2,18	3,09	3,55	50,95	0,93	8,98	72,00	2,05	47,1	0,663	0,76	13,63	0,017
Кремль 09	7,40	18,4	102	1,46	19,56	5,84	1,15	2,80	0,009	9,36	61,02	1,12	9,62	76,00	2,10	44,0	0,493	8,52	18,33	0,032
Колмово 01	7,49	17,4	88	1,24	16,67	4,99	1,55	2,00	0,006	6,24	55,22	1,20	9,82	77,00	2,04	52,0	0,615	0,79	12,63	0,034
Колмово 09	7,45	20,9	101	1,38	20,20	4,50	1,60	3,13	1,0	8,65	60,41	1,17	9,95	79,00	2,00	53,0	0,527	0,63	17,13	0,028
Креветцы 01	7,37	23,9	103	1,30	16,51	5,84	1,70	1,75	0,010	6,24	53,39	1,35	8,77	70,00	2,01	41,9	0,535	0,65	17,41	0,016
Слутка 09	7,17	20,0	61	0,96	12,83	3,89	1,10	0,5	0,90	1,56	39,66	0,83	8,06	66,17	1,98	57,4	0,525	1,1	30,98	0,020
Котовицы 01	7,86	11,7	98	2,60	40,08	7,3	2,12	0,0	17,01	29,42	—	0,019	8,25	61,0	2,46	61,6	0,765	0,73	23,73	0,029
Котовицы 05	7,82	7,9	95	2,58	36,07	9,48	1,96	0,0	15,46	29,42	—	0,011	8,06	60,0	2,1	52,4	0,801	0,64	43,32	0,028
Котовицы 09	7,87	3,6	95	2,82	35,27	12,89	1,70	0,0	15,67	29,57	—	0,011	8,51	63,0	2,01	43,0	0,836	0,69	26,79	0,022
Щусевские пруды*	8,10	10,5	447	4,94	56,27	25,90	6,45	21,5	45,57	65,23	225,77	0,39	12,13	94,0	1,88	28,7	0,113	1,64	16,92	0,024
руч. Тарасовец	7,44	21,8	105	1,36	19,56	4,62	1,60	2,38	7,01	9,08	59,49	1,06	9,29	74,00	2,08	45,3	0,486	0,93	21,93	0,020
Гребной канал	7,43	22,2	85	1,14	16,19	4,01	1,12	1,78	2,58	6,24	51,87	1,37	10,01	81,00	1,96	47,6	0,727	0,88	24,22	0,020
оз. Мячино	7,47	21,4	108	1,38	19,40	4,99	1,54	3,05	6,70	9,64	61,02	1,15	9,43	78,00	2,01	42,0	0,568	1,82	14,24	0,015
Юрьевский пруд	7,50	19,9	168	1,42	18,92	5,84	1,62	3,95	2,06	11,06	61,02	1,06	9,81	82,00	1,92	53,6	0,571	0,88	12,67	0,020
р. Донец	7,31	16,7	140	1,90	20,68	10,58	4,00	6,38	27,01	10,07	61,02	0,20	8,84	73,00	1,99	48,1	0,380	1,50	16,48	0,026
р. Питьба	6,96	10,4	120	0,73	9,68	3,04	1,80	—	14,02	5,74	—	0,007	—	—	—	58,5	0,386	—	—	0,029
р. Веряжа*	7,24	23,4	106	1,5	20,04	6,08	1,8	2,8	7,9	14,3	45,2	0,37	7,8	64,2	3,2	104,5	1,3	2,8	19,1	0,05
Сырково	7,29	27,9	86	1,38	18,60	5,47	2,05	0,0	15,57	9,36	32,36	0,34	9,11	73,00	2,10	101,0	1,52	3,03	19,28	0,049
Панковка	7,19	19,0	126	1,62	21,48	6,69	1,52	5,55	0,154	19,14	57,97	0,40	6,50	55,48	4,37	108,0	1,13	2,56	18,92	0,052

Примечание: ВВ – взвешенные вещества; ОЖ – общая жесткость; М – минерализация; Н/л – нефтепродукты; прочерк – нет данных; * – значение среднее для пункта; полужирным отмечены наибольшие значения показателей; полужирным курсивом – значения показателей выше ПДК.

Оценка современного состояния водных объектов по гидрохимическим показателям

Оценка современного состояния водных объектов по гидрохимическим показателям проведена с применением компонентного подхода. Для водных объектов города рассчитаны несколько показателей загрязненности (табл. 2). Коэффициент комплексности загрязненности воды (K_{ff} , %) – соотношение количества ингредиентов и показателей качества воды, содержание которых превышает соответствующий норматив, к общему количеству нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, принятых для комплексной оценки

$$K_{ff} = \frac{N'_{ff}}{N_{ff}} 100 \%,$$

где K_{ff} – коэффициент комплексности загрязненности воды в f -м результате анализа для j -го створа;

N'_{ff} – количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, содержание или значение которых превышает соответствующие им ПДК в f -м результате анализа для j -го створа;

Таблица 2. Показатели загрязненности водных объектов Великого Новгорода

Наименование	K_j , %	β	ИЗВ	УКИЗВ	
р. Волхов	44	3,47	2,71	2,8	
Юрьево	44	3,46	2,49	2,75	
Кремль 01	44	3,04	2,58	2,59	
Кремль 09	56	3,85	3,65	3,31	
Колмово 01	44	2,97	2,56	2,58	
Колмово 09	33	3,51	2,36	2,50	
Кречевицы 01	44	2,72	2,36	2,42	
Слутка 09	44	3,32	2,44	2,75	
Котовицы 01	44	3,84	2,91	3,02	Уровень загрязненности:
Котовицы 05	44	4,22	2,89	3,15	β
Котовицы 09	44	3,73	2,89	2,91	низкий, средний
Щусевские пруды	44	1,59	1,79	2,00	
руч. Тарасовец 05	44	2,78	2,33	2,48	ИЗВ
Гребной канал 05	33	4,29	2,70	2,77	3 класс (умеренно загрязненная)
оз. Мячино	56	2,55	2,60	2,55	4 класс (загрязненная)
Юрьевский пруд	33	3,52	2,46	2,53	5 класс (грязная)
р. Донец 05	44	2,54	2,28	2,42	
р. Питьба 05	40	3,88	–	–	УКИЗВ
р. Веряжа	62	4,9	4,3	4,18	2 класс (слабо загрязненная)
Сырково 05	56	5,59	4,61	4,39	3 класс разряд «а» (загрязненная)
Панковка 05	67	4,20	3,90	3,96	3 класс разряд «б» (очень загрязненная)
					4 класс разряд «а» (грязная)

Примечание: прочерк – недостаточно данных для расчета.

N_{fj} – общее количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, определенных в f -м результате анализа для j -го створа.

Среднее значение кратности превышения ПДК рассчитывается как среднеарифметическое по результатам анализов проб, где такое превышение наблюдалось. Результаты анализа проб, в которых концентрация загрязняющего вещества была ниже ПДК, в расчет не включаются

$$\beta_{ij} = \sum_{n_{ij}} \frac{\beta_{iff}}{n_{ij}}$$

где $\beta_{iff} = C_{iff}/\text{ПДК}_i$ – кратность превышения ПДК по i -му ингредиенту в f -м результате химического анализа j -го створа;

n_{ij} – количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, содержание или значение которых превышает соответствующие им ПДК для j -го створа.

Индекс загрязненности вод (ИЗВ) – интегральная характеристика качества воды, определяемая по среднему превышению ПДК_{вр} среднегодовыми концентрациями шести основных загрязняющих веществ:

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum (C_{1-6}/\text{ПДК}_{1-6})}{6},$$

где $C/\text{ПДК}$ – относительная (нормированная) среднегодовая концентрация; 6 – строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов), берущихся для расчета и имеющих наибольшие относительные среднегодовые концентрации (значения), включая в обязательном порядке растворенный кислород и БПК₅ (пестициды в расчет ИЗВ не включаются);

ПДК_{вр} – предельно допустимая концентрация в воде водного объекта, используемого для рыбохозяйственных целей.

Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ – S'_j) условно оценивает (в виде безразмерного числа) долю загрязняющего эффекта, вносимую в среднем одним из ингредиентов состава (показателей качества) воды в общую загрязненность воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ. УКИЗВ рассчитывается как частное комбинаторного индекса загрязненности воды и числа учитываемых веществ и показателей качества воды

$$S'_j = \frac{S_j}{N_j},$$

где S'_j – удельный комбинаторный индекс загрязненности воды;

N_j – число учитываемых в оценке ингредиентов;

S_j – комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ), который определяется как сумма обобщенных оценочных баллов по учитываемым веществам и показателям качества воды

$$S_j = \sum_{i=1}^{N_j} S_{ij},$$

где S_{ij} – обобщенный оценочный балл по каждому ингредиенту, который рассчитывается как произведение частных оценочных баллов по повторяемости случаев загрязненности и средней кратности превышения ПДК

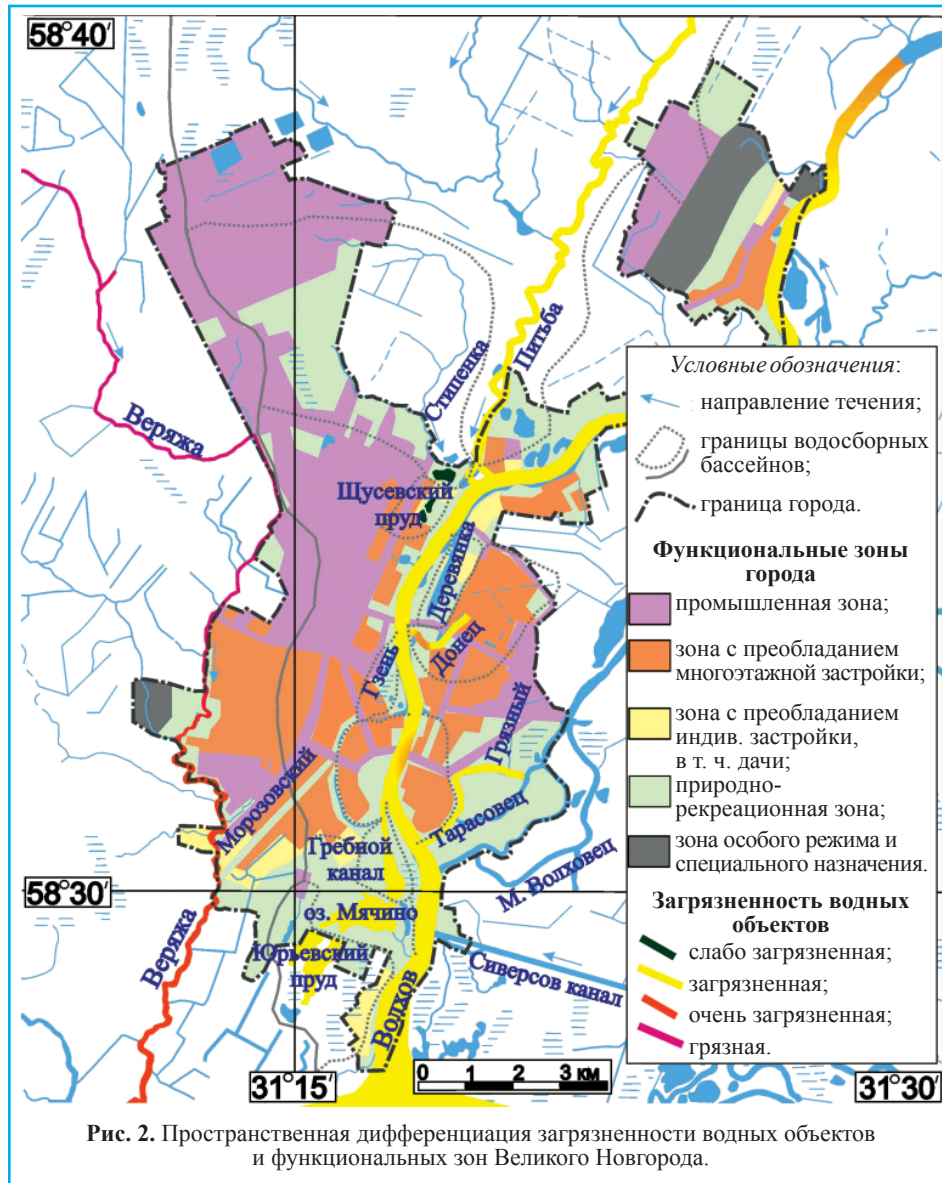
$$S_{ij} = S_{aij} S_{\beta ij},$$

где S_{aij} – частный оценочный балл по повторяемости случаев загрязненности i -м ингредиентом в j -м створе за рассматриваемый период времени; $S_{\beta ij}$ – частный оценочный балл по кратности превышения ПДК i -го ингредиента в j -м створе за рассматриваемый период времени.

Согласно классификации по β [3], водные объекты Великого Новгорода характеризуются средним уровнем загрязнения, кроме Щусевских прудов, которые имеют низкий уровень загрязнения. По показателю ИЗВ, качество воды в водных объектах Великого Новгорода относятся к 4 классу (загрязненная), исключением являются Щусевские пруды – умеренно загрязненные, р. Веряжа (Сырково 05) – грязные. По значению УКИЗВ воды характеризуются в основном как загрязненные (3 класс разряд «а»). Вода в р. Веряжа (Сырково 05) отнесена к грязной (4 класс разряд «а»), в некоторых пунктах наблюдений на р. Волхов (Кремль 09, Котовицы) – к очень загрязненной (3 класс разряд «б»), в Щусевских прудах – к слабо загрязненной (2 класс).

По полученным результатам составлена карта, отражающая особенности пространственной дифференциации загрязненности водных объектов Великого Новгорода, совмещенная с картой функционального зонирования городских водосборов (рис. 2). Анализ показал, что пространственная дифференциация загрязненности поверхностных водных объектов Великого Новгорода связана с распределением функциональных зон города.

Минимальный уровень загрязненности среди водных объектов Великого Новгорода отмечен для Щусевских прудов, т. к. их водосборная территория занята природно-рекреационной функциональной (68 %) и жилой (28 %) зонами. В настоящее время в районе прудов ведутся работы по подготовке к строительству моста через р. Волхов и объездной дороги, что может привести к значительному ухудшению состояния данных водоемов. Участок р. Веряжа в черте города отнесен к разряду грязных, здесь выявлены максимальные концентрации ЗВ. Более 72 % ее водосбора в городской черте занимает промышленная зона, за счет природно-рекреационной до



20 % увеличилась площадь жилой зоны, в основном многоэтажной застройки. Большинство водных объектов Великого Новгорода отнесено к разряду загрязненных, т. к. на территории города нет четкого деления на промышленную, жилую и природно-рекреационную зоны.

На пространственное распределение загрязненности влияет антропогенная трансформация водных объектов и их водосборов [4]. На участке р. Волхов в створе Кремль увеличение концентраций ЗВ возможно связано с отде-

лением части бассейна реки путем образования вала и рва Окольного города. На другом участке (Котовицы) также зафиксирован высокий уровень загрязнения для р. Волхов, что связано с целым комплексом возможных причин: во-первых, на данном участке организован выпуск городских сточных вод и в непосредственной близости к руслу находится аэропорт; во-вторых, здесь р. Волхов принимает приток – р. Вишеру. По многолетним наблюдениям ГУ НЦГМС р. Вишера – наиболее загрязненная река Новгородской области [5]. Возможной третьей причиной является постепенное накопление ЗВ, поступающих с поверхностным стоком от Великого Новгорода.

Следует отметить, что по правому берегу (вертикаль 09) р. Волхов, где меньшая антропогенная нагрузка (оцененная по этажности застройки, объему ливневой канализации и расположению промышленных предприятий города), значения концентраций ЗВ несколько выше по сравнению с левым берегом (вертикаль 01). Особенность подтверждается данными наблюдений 2008–2010 гг. [6, 7] (рис. 3). Это связано с русловыми процессами: расположением фарватера, зон намыва и размыва в верховьях р. Волхов. Зона намыва у правого берега реки способствует увеличению концентраций ЗВ.

Для характеристики общего современного состояния городских водных объектов применена разработанная В.А. Власовым и В.И. Сметаниным система балльной оценки состояния городских водных объектов. Она позволяет выявить негативные факторы, на которые следует обратить особое внимание при разработке проекта инженерно-экологического обустройства водного объекта. Методика включает в себя большой набор разнообразных показателей, в т. ч. генезис и показатель антропогенной трансформации

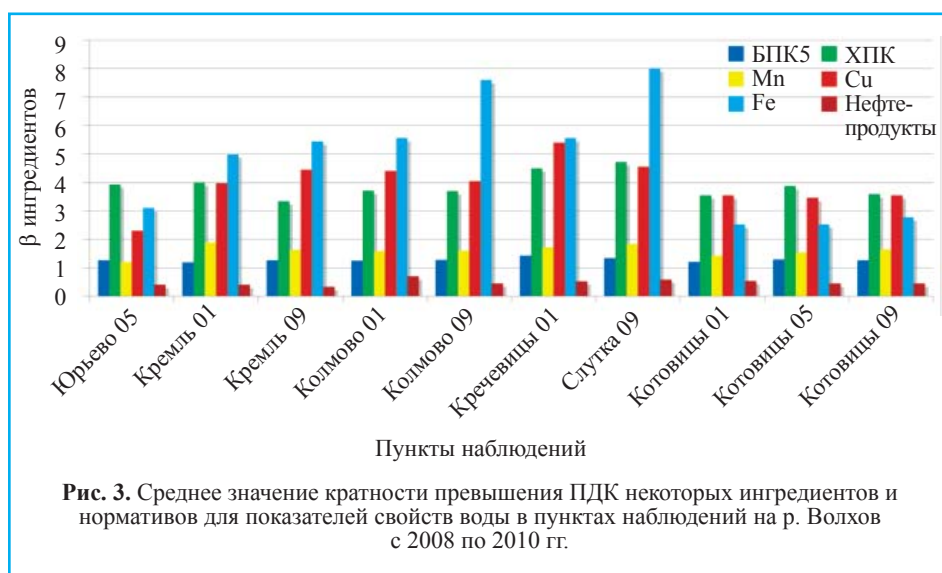


Таблица 3. Характеристика общего состояния водных объектов Великого Новгорода

Водный объект	Аспекты состояния водного объекта										Состояние водного объекта
	Гидрохимические показатели (1-9)	Рекреационная значимость (1-5)	Культурно-историческая ценность (1-5)	Генезис водного объекта (1-6)	Социальная привлекательность (1-4)	Степень экологической деградации (1-6)	Урбанизированность водосбора (1-5)	Современный уровень антропогенной трансформации (1-6)	Степень инженерно-экологического обустройства (1-6)	Сумма баллов (9-52)	
р. Волхов	3	2	3	1	1	2	3	1	17	1	менее напряженное
руч. Тарасовец	3	2	4	1	2	3	3	2	23	3	
р. Питгба	3	3	5	1	3	3	2	2	25	3	
оз. Мячино	3	3	5	1	2	4	4	2	29	5	
Гребной канал	3	1	5	3	2	3	4	3	29	5	
р. Веряжа	5	3	5	1	3	5	2	2	29	3	
р. Донец	3	3	4	1	3	4	4	3	30	5	
руч. Федоровский	3	3	5	4	3	4	4	4	33	3	
Юрьевский пруд	3	3	5	5	3	4	4	3	35	5	
Щусевские пруды	2	3	5	6	2	3	5	6	37	5	

водного объекта [8]. Каждому показателю соответствует ряд критериев, которым присвоено определенное количество баллов.

Для водных объектов Великого Новгорода была выполнена оценка общего современного состояния и рассчитана сумма баллов, которая позволила охарактеризовать их общее состояние по всем показателям (табл. 3). Чем выше сумма баллов, тем напряженнее состояние водного объекта.

Для большинства водных объектов Великого Новгорода характерна низкая степень инженерно-экологического обустройства. Восстановление проточности водотоков, создание системы водоотведения и очистки поверхностных стоков, расчистка русел, устранение свалок в пределах водоохранных зон могло бы увеличить рекреационную значимость и социальную привлекательность городских водных объектов.

Большинство водных объектов обладают средненапряженным общим состоянием. Менее напряженным общим современным состоянием характеризуется р. Волхов (качество воды в реке за последние годы несколько улучшилось), максимально напряженным – Щусевские пруды, т. к. они не имеют никаких элементов инженерно-экологического обустройства и являются техногенными водными объектами, поэтому, согласно данной методике, по четырем аспектам им было присвоено максимальное количество баллов. Данная оценка общего состояния водных объектов города представляется объективной.

Выводы

По результатам полевого опробирования впервые проведено картирование уровня загрязненности и выполнена характеристика современного состояния водных объектов в пределах городской территории Великого Новгорода. Полученные данные фиксируют уровень загрязненности по площади города за один полевой сезон и могут служить основой для сравнительных анализов последующих исследований.

В ходе исследования было установлено следующее.

1. Гидрохимический состав водных объектов Великого Новгорода обусловлен природными особенностями данной территории (геолого-геоморфологическим строением, распространением дерново-подзолистых почв под лесными массивами, состоящими в основном из мелколиственных пород с большой примесью хвойных, значительной заболоченностью речных бассейнов). Воды по основному составу являются пресными, мало- или среднеминерализованными, слабощелочными, мало- или умеренно-жесткими, гидрокарбонатного класса, группы кальция. Для городских водных объектов характерен небольшой диапазон значений концентраций основных ионов. Наиболее специфичны по гидрохимическому составу Щусевские пруды.

2. Все водные объекты Великого Новгорода в той или иной степени подвержены антропогенному воздействию.

3. Поверхностные воды Великого Новгорода по значению УКИЗВ отнесены к четырем группам: Щусевские пруды – вода слабо загрязненная (2 класс); большинство водных объектов города – загрязненные (3 класс разряд «а»); в некоторых пунктах наблюдений на р. Волхов (Кремль 09, Котовицы) – очень загрязненная (3 класс разряд «б»); р. Веряжа (Сырково 05) – грязная (4 класс разряд «а»).

4. Территориальные различия уровня загрязненности на точках наблюдения на городских водных объектах при первом приближении связаны с распределением функциональных зон города.

5. Для оценки общего состояния городских водных объектов большое значение имеют не только гидрохимические и санитарно-гигиенические показатели, но и генезис водного объекта, степень экологической деградации, урбанизированность водосборного бассейна, характер и объем антропогенных изменений. Общее современное состояние большинства водных объектов Великого Новгорода характеризуется как удовлетворительное.

Все водные объекты, на которых проводили данное исследование, можно отнести к группе рекреационно-значимых, некоторые – к исторически-ценным водным объектам. Необходимо проведение инженерно-экологических и водоохраных мероприятий по уменьшению антропогенного воздействия и для улучшения состояния городских водных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова З.Е., Лисицин К.С., Гетманцева С.М., Васильева Н.В., Давыдова С.Г., Денисенкова Т.В., Литвинова Е.М., Степанова А.А., Нехайчик В.П. География Великого Новгорода. Природа, население и хозяйство / НовГУ им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2009. 288 с.
2. Ежегодник качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям на территории Новгородской области за 1999–2004 гг. СПб.: СЗУГМС, 2000–2005.
3. Мазуркин П.М., Зверев В.И., Толстухин А.И. Статистическая гидрология. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. 110 с.
4. Васильева Н.В. Антропогенные изменения гидрографической сети в Великом Новгороде // Общество. Среда. Развитие. 2011. № 1. С. 215–223.
5. Ежегодник качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям на территории Новгородской области за 2009–2010 гг. СПб.: СЗУГМС, 2010–2011.
6. Васильева Н.В. Анализ геохимического состояния Волхова в Великом Новгороде // Геоэкологические проблемы современности: Докл. 3-й Междунар. конф. 23–25 сентября 2010 г. Владимир. 2010. С. 53–57.
7. Васильева Н.В., Кузнецова О.В. Влияние русловых процессов на распределение загрязнений в истоке реки Волхов // География: проблемы науки и образования. LXIII Герцинов-

ские чтения. Материалы ежегодной междунар. научно-практической конф. 22–24 апреля 2010. СПб. 2010. С. 87–90.

8. Власов В.А., Сметанин В.И. Экологическое состояние городских водных объектов и их рекреационная значимость // Роль природообустройства сельских территорий в обеспечении устойчивого развития АПК. Материалы междунар. научно-практической конф. Москва. 2007. Режим доступа: http://www.msuee.ru/science/1/sb-07/sb-07_1_42.html (дата обращения: 12.04.2011).

Сведения об авторе:

Васильева Наталья Владимировна, аспирант, кафедра физической географии и природопользования, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 191186, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, 48; e-mail: vnvasilieva@yandex.ru