

УДК 556.5 (063)

ББК 26.222

В62

**В62 Водные ресурсы: изучение и управление (лимнологическая школа-практика).** Материалы V Международной конференции молодых ученых (5–8 сентября 2016 г.) / Отв. ред. Д. А. Субетто, Н. Н. Филатов, Т. И. Регеранд, Л. А. Беличева. Т. 1. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 340 с.

Представлены результаты исследований молодых ученых по направлениям: география, гидрология, гидрофизика, гидробиология, гидрохимия, палеолимнология, моделирование. В отличие от предыдущих мероприятий, проводимых научно-образовательным центром ИВПС КарНЦ РАН с 2007 г. при поддержке Российской академии наук, Петрозаводского госуниверситета, Русского географического общества, в этой конференции участвует гораздо больше как российских, так и иностранных ученых.

Мероприятие направлено на усиление взаимодействия талантливой молодежи в сфере науки и образования при тесном сотрудничестве с отечественными и зарубежными учреждениями высшего образования и научными организациями.

Конференция организована в рамках празднования 25-летия Института водных проблем Севера КарНЦ РАН и 70-летия Карельского научного центра РАН.

**Water Resources: Research and Management (Limnological school and workshop).** Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Young Scientists Conference  
(5–8 September 2016, Petrozavodsk)

The proceedings of the Conference provide an overview of most of contemporary research of young scientists on issues associated with hydrology, hydrophysics, hydrobiology, hydrochemistry, paleolimnology, geography and modeling. The present volume is the continuation of a long series of the previous events held by Scientific-Educational Center of Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of RAS since 2007 with the support of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk State University and the Russian Geographical Society. Over the years the Conference has significantly expanded its membership, and now contains contribution from more than 50 educational and scientific organizations of Russia and foreign countries.

The event is initiated as an open forum for researchers working on different topics of water resources and to promote interactions among talented young people in the sphere of science and education in close cooperation with domestic and foreign institutions of higher education and research organizations.

The Conference organized within the framework of the celebration of the 25<sup>th</sup> anniversary of the Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of RAS and 70<sup>th</sup> anniversary of Karelian Research Center of RAS.

*Проведение V Международной конференции молодых ученых «Водные ресурсы: изучение и управление (лимнологическая школа-практика)» и издание материалов осуществляются при финансовой поддержке ФАНО, ОНЗ РАН, РФФИ (№ 16-35-10327) и РНФ (№ 14-17-00766, № 14-17-00740)*

ISBN 978-5-9274-0738-5 (Т. 1)

ISBN 978-5-9274-0722-4

© Авторы, 2016

© Карельский научный центр РАН, 2016

© Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, 2016

озер криолитозоны (на примере Центральной Якутии). Межвузовский сб. Якутск: ЯГУ, 1983. С. 4–47.

Качурин С. П. Термокарст на территории СССР. М.: АН СССР, 1961.

Реки и озера Якутии: Краткий справочник / Аржакова С. К., Жирков И. И., Кусатов К. И., Андросов И. М. Якутск: Бичик, 2007. 136 с.

## FEATURES OF HYDROCHEMICAL COMPOSITION OF THERMOKARST LAKES IN CENTRAL YAKUTIA

M. I. Ksenofontova

*North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov*

The article presents the findings of the research carried out at the closed and flow lake systems of Lena-Amginsky and Leno-Vilyuisky interfluves. Closed lake systems are thermokarst lakes and flowing systems are erosion-thermokarst lakes. During the comparison of the two studied interfluves it was found that the majority of the studied lakes in the Leno-Vilyuisky interflue have an average mineralization, neutral and slightly alkaline pH with mild to moderately hard water mainly of bicarbonate-calcium-magnesium composition. As for the studied lakes of the Lena-Amginsky interflue, medium and high water mineralization with a neutral to alkaline pH with moderately hard to very hard water with predominance of bicarbonate-sodium-magnesium waters are typical of them. According to the quality class, extreme-contaminated (class 5) and moderately polluted (class 3) waters dominated in the studied lakes of the Lena-Amginsky interflue while moderately polluted (class 3) waters dominated in the studied lakes of the Leno-Vilyuisky interflue.

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ ПРИТОКОВ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)

E. A. Чекмарева

*Институт водных проблем РАН*

Влияние органических и биогенных веществ на качество воды малых рек представлено на примере притоков Иваньковского водохранилища. Природные условия формирования речного стока малых рек способствуют насыщению поверхностных вод малых водотоков соединениями органического происхождения. Вследствие антропо-

генной деятельности человека в речные воды попадает значительная часть биогенных веществ – азота и фосфора.

Изучение пространственно-временной изменчивости основных гидрохимических характеристик малых притоков Иваньковского водохранилища проведено за период с 2009 по 2014 г. в различные сезоны. Особое внимание уделялось динамике органических и биогенных веществ.

Исследуемые притоки Иваньковского водохранилища: Дойбица, Донховка, Орша, Созь, Сучок (табл. 1).

Перечисленные реки впадают в Иваньковское водохранилище – мелководное водохранилище руслового типа площадью (при НПУ 124,0 м) 327 км<sup>2</sup>, длиной 127 км и площадью водосбора 41 000 км<sup>2</sup> (рис.). В зоне влияния подпора, создаваемого водохранилищем, гидрологический и гидрохимический режимы рек аналогичны режимам водохранилища [Григорьева и др., 2000].

**Таблица 1. Основные морфометрические характеристики малых притоков Иваньковского водохранилища**

Река	Длина реки, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Среднегодовой расход воды, м <sup>3</sup> /с	Исток/устье
Дойбица	24	192	1,25	Московская обл., д. Захарово/пр. берег Ив. вдхр.
Донховка	27	158	1,03	Московская обл., Моховое болото/пр. берег Ив. вдхр.
Орша	72	752	5,0	Тверская обл., оз. Оршино/лев. берег Ив. вдхр.
Созь	34	575	3,7	Тверская обл., оз. Великое/лев. берег Ив. вдхр
Сучок	17	58,3	0,38	Тверская обл., болото 2-е Моховое/пр. берег Ив. вдхр.

Химический состав речных вод переменчив во времени и пространстве и отличается различным содержанием органических, биогенных веществ и форм их нахождения (растворенных и взвешенных, органических и минеральных). Данные наблюдений за

процессами, ведущими к накоплению или освобождению органических и биогенных веществ в водоемах и водотоках, помогут сделать заключение о содержании их в водных экосистемах, полноте и характере циркуляции, доле поступления с водосборной территории и с подземным стоком и т. д. Впадая в крупный водоем или водоток, сток малой реки влияет на общую концентрацию органических и биогенных веществ в водоеме, в особенности в приступьевых участках. Изменение содержания органических и биогенных компонентов по течению реки связано с влиянием природных условий, а также с антропогенным воздействием рассредоточенных и точечных источников загрязнения.



**Карта-схема малых притоков Иваньковского водохранилища**

Показатель БПК (биохимическое потребление кислорода) дает количественную оценку содержания легкоокисляющихся органических веществ [Никаноров, 2008]. Высокие значения среднегодового БПК<sub>5</sub> (табл. 2) отмечены в реках Орша и Сось в 2011 г., что связано с вымыванием органического вещества с водосборной площади (болото Оршинский мох). Повышенные значения отмечаются также

на участках: р. Сучок – д. Горбасьево, р. Донховка – г. Конаково, что связано со сбросом сточных вод в населенных пунктах.

Среднегодовая цветность воды (табл. 2) в притоках Иваньковского водохранилища изменяется в пределах от 66 до 304 град. Pt-Co шкалы. Наибольшими показателями цветности обладают реки Орша и Созь, имеющие болотное питание. В период интенсивных дождей величина цветности резко возрастает, из-за вымывания гумусовых веществ из почв и болотных массивов.

Среднегодовые значения перманганатной окисляемости (табл. 2) в притоках Иваньковского водохранилища изменяются от 14,1 до 44,0 мг О/л и коррелируют с изменением цветности.

**Таблица 2. Среднегодовые показатели содержания органического вещества в воде малых притоков Иваньковского водохранилища в 2009–2014 гг.**

Водоток	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
БПК <sub>5</sub> , мг О/дм <sup>3</sup>						
Дойбица	6,7	1,2	2,0	1,8	2,9	3,3
Донховка	3,6	1,6	9,7	1,9	2,7	3,3
Орша	–	1,6	15,7	1,3	1,9	1,4
Созь	–	2,6	15,6	2,0	2,4	3,1
Сучок	–	1,8	8,7	2,9	2,4	3,1
ПО, мг О/дм <sup>3</sup>						
Дойбица	14,3	21,4	21,4	22,8	18,2	15,7
Донховка	15,4	18,2	19,0	21,9	28,8	15,5
Орша	27,7	37,3	26,8	44,0	44,0	25,9
Созь	36,3	31,8	29,1	39,6	33,6	30,6
Сучок	14,1	18,7	28,7	40,7	23,4	28,4
Цветность, град, Pt-Co шкалы						
Дойбица	129	188	156	124	151	89
Донховка	75	111	104	104	181	66
Орша	175	304	158	244	250	133
Созь	190	304	158	180	204	141
Сучок	69	116	127	216	153	153

Содержание отдельных форм азота сильно меняется по сезонам года и зависит от развития водных организмов и растений, плотности и характера циркуляции воды в водоеме, поступления азота из грун-

та, притока его с водосборного бассейна и т. д. [Чекмарева, 2012]. Среднегодовые концентрации ионов аммония в речных водах изменяются от 0,26 до 4,41 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальные значения отмечены в 2013 г. в р. Донховке. Среднегодовые концентрации нитритов в поверхностных водах малых притоков незначительны и составляют 0,013–0,096 мг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовые концентрации нитратов изменяются от 0,071 до 13,08 мг/дм<sup>3</sup>, их максимальные концентрации зафиксированы в воде р. Дойбицы в 2013 г. (табл. 3).

Существенная часть переносимых реками соединений фосфора поступает со сточными канализационными водами. Весенние воды богаты соединениями фосфора, что обусловлено сельскохозяйственной освоенностью водосборной площади. Содержание общего растворенного фосфора увеличивается в жаркие и маловодные годы. Осенью содержание фосфора в речных водах уменьшается, а зимой фосфор поступает, в основном, со сточными водами [Чекмарева, 2012].

**Таблица 3. Динамика среднегодовых концентраций минеральных форм азота (мг/дм<sup>3</sup>) в поверхностном слое воды малых притоков Иваньковского водохранилища в 2009–2014 гг.**

Водоток	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Аммонийный азот						
Дойбица	0,62	0,59	0,45	0,74	0,89	1,14
Донховка	0,26	0,48	0,41	0,57	4,41	1,06
Орша	0,71	0,37	0,54	0,84	1,8	0,71
Созь	0,73	0,88	0,52	0,84	1,75	1,0
Сучок	0,46	0,45	0,86	0,75	1,35	1,27
Нитраты						
Дойбица	1,62	3,35	3,38	5,47	13,08	2,12
Донховка	1,68	2,42	3,08	4,97	1,19	0,84
Орша	1,91	2,01	2,74	2,46	1,5	1,11
Созь	5,39	0,95	4,18	2,43	0,71	1,06
Сучок	2,04	1,66	1,37	2,59	1,35	0,98

Среднегодовые концентрации общего фосфора в период наблюдений изменились от 0,034 (р. Созь, 2009 г.) до 0,359 мг Р/дм<sup>3</sup> (р. Донховка, 2013 г.). Минимальные концентрации растворенного

минерального фосфора отмечены в р. Созь, максимальные – в реках Донховка и Дойбица (табл. 4).

Наличие веществ органического происхождения в малых притоках Иваньковского водохранилища можно объяснить природными региональными особенностями, а именно: наличием большого количества болот и лесов на водосборной площади рек, антропогенным влиянием в районе населенных пунктов. Повышенное содержание органики является препятствием к использованию речной воды в питьевых и хозяйствственно-бытовых целях.

Биогенные вещества попадают в воду в результате вымывания из почвенного покрова (азот), выщелачивания из осадочных пород (фосфор), поступают с атмосферными осадками (азот) и в результате жизнедеятельности водных организмов (азот и фосфор), а также с загрязненными сточными водами с территории населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов.

**Таблица 4. Динамика среднегодовых концентраций растворенных форм фосфора (мг Р/дм<sup>3</sup>) в поверхностном слое воды малых притоков Иваньковского водохранилища в 2009–2014 гг.**

Водоток	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Растворенный минеральный фосфор						
Дойбица	0,027	0,046	0,047	0,072	0,061	0,014
Донховка	0,022	0,050	0,047	0,073	0,075	0,032
Орша	0,035	0,038	0,044	0,048	0,051	0,046
Созь	0,014	0,006	0,010	0,012	0,012	0,011
Сучок	0,02	0,021	0,018	0,047	0,052	0,060
Растворенный общий фосфор						
Дойбица	0,049	0,320	0,090	0,129	0,141	0,280
Донховка	0,047	0,285	0,080	0,108	0,359	0,283
Орша	0,07	0,234	0,077	0,105	0,116	0,228
Созь	0,034	0,090	0,034	0,051	0,067	0,125
Сучок	0,05	0,159	0,054	0,116	0,135	0,312

Однако содержание биогенных веществ в речных водах регулируется высшей водной растительностью, фитопланктоном и бактериями, для развития и роста которых необходимы азот и фосфор. Процесс самоочищения речных вод с помощью высшей водной расти-

тельности от высокого содержания биогенных веществ особенно заметен на участках малых рек с замедленным водообменом и высокой антропогенной нагрузкой (например, р. Донховка в устье, г. Конаково). Нужно отметить, что органические и биогенные соединения нестабильны, одни соединения постоянно трансформируются в другие. Важная задача в изучении влияния органических и биогенных веществ на качество воды малой реки – это оценить способность водотока к самоочищению.

### Литература

Григорьева И. Л., Ланцова И. В., Тулякова Г. В. Геоэкология Иваньковского водохранилища и его водосбора. Конаково, 2000. 248 с.

Иваньковское водохранилище и его жизнь / Под ред. Буторина. Л.: Наука, 1978. 304 с.

Леонов А. В., Дубинин А. В. Взвешенные и растворенные формы биогенных элементов, их соотношение и взаимосвязь в основных притоках Каспийского моря // Водные ресурсы. 2001. Т. 28, № 3. С. 261–279.

Никаноров А. М. Гидрохимия: Учебник. Изд. 3-е, доп. Ростов-н/Д: НОК, 2008. 416 с.

Фосфор в окружающей среде / Под ред. Гриффита Э., Битона А., Митчелла Д. М.: Мир, 1977. 760 с.

Чекмарева Е. А. Содержание органического вещества и биогенных элементов в воде малых притоков Иваньковского водохранилища // Докл. V Всерос. симпоз. с междунар. участием (10–14 сент. 2012 г., Петрозаводск) / Отв. ред. П. А. Лозовик. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. С. 140–143.

## THE INFLUENCE OF ORGANIC AND NUTRIENT LOADING ON THE WATER QUALITY OF SMALL RIVERS (THE TRIBUTARIES OF THE IVANKOVO RESERVOIR AS THE EXAMPLE)

E. A. Chekmareva

Water Problems Institute of RAS

The paper deals with the influence of organic and nutrient loading on the water quality of small rivers with the tributaries of the Ivankovo reservoir as the example. The natural conditions of small rivers runoff formation contribute to the saturation of surface waters of small streams with compounds of organic origin. Due to the anthropogenic activity, a significant portion of the biogenic substances such as nitrogen and phosphorus get into the river water.