

УДК 577.4+662.81+502.55

**Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата: VI Дружининские чтения:** материалы Всероссийской конференции с международным участием. 28-30 сентября Хабаровск. [Электронный ресурс] – Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН, 2016. – 300 с.; объем 11,8 Мб; CD-ROM.

**ISBN 978-7442-1587-3**

В материалах конференции изложены результаты исследований преобразования водных и наземных систем в условиях глобального изменения климата. Рассматриваются теоретические и практические вопросы решения региональных экологических проблем. Особое внимание уделено исследованию различных компонентов природной среды на территории Приамурья.

Для широкого круга специалистов в области изучения и практического использования природных ресурсов, охраны окружающей среды, планирования и управления природными ресурсами.

**Ключевые слова:** водные и экологические проблемы, наводнения, река Амур, преобразование наземных экосистем.

Редакционная коллегия: член-корр. РАН Б.А. Воронов (ответственный редактор)  
Члены редколлегии: д.г.н. А.Н. Махинов, к.г.н. В.П. Шестеркин, д.б.н. Л.М. Кондратьева,  
д.г.-м.н. В.В. Кулаков, д.б.н. С.Д. Шлотгауэр, д.г.н. З.Г. Мирзеханова.

Материалы конференции напечатаны в авторской редакции

**Water and Ecological Problems, Ecosystems Transformations under the Global Climate Change: VI<sup>th</sup> Druzhinin's Readings:** the Scientific Conference Proceedings. Khabarovsk, September 28-30, 2016 [electronic resource]. Khabarovsk, IWEP FEB RAS, 2016. – 300 p., 11,8 Mb; CD-ROM.

The proceedings presented the results of studies of aquatic and terrestrial systems' transformation in the context of global climate change. The theoretical and practical aspects of solving regional environmental problems are discussed. Particular attention is paid to the study of the various components of the natural environment in the Amur region territory.

It is intended for wide spectrum of specialists on the field of natural resources research, management, planning and use, and environment conservation as well.

**Key words:** water and ecological problems, floods, Amur River, transformations of terrestrial ecosystems

Editorial board: corresponding Member of RAS B.A. Voronov (Executive editor)  
Members of the editorial board: D.Sc A.M. Makhinov, Ph.D. V.P. Shesterkin, Prof. L.M. Kondratieva, D.Sc. Kulakov, Prof. S.D. Schlotgauer, Prof. Z.G. Mirzekhanova.

Conference Proceedings are published in author's addition

ISBN 978-7442-1587-3

© Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 2016

# **ТРАНСФОРМАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Григорьева И.Л.

Иваньковская научно-исследовательская станция, Институт водных проблем РАН, Конаково

## **IVANKOVO RESERVOIR WATER HYDROCHEMICAL COMPOSITION CHANGES UNDER NATURAL AND ANTHROPOGENIC IMPACT DURING LONG TERM PERIOD**

Grigorieva I.L.

Ivankovo Scientific Station of Water Problems Institute of RAS, Konakovo, Irina\_Grigorieva@list.ru

Natural and anthropogenic factors that affect the chemical composition of Ivankovo reservoir was describe. There was made comparative analyses of elements composition of water of Ivankovo reservoir in the first years of its creation and in 2009-2014. It was found that concentration of sulfates, chlorides, nitrites and ammonium was increase since 1937 until our days.

Иваньковское водохранилище создано на р. Волге у с. Иваньково в 1937 г. Большая часть водосбора водохранилища, которая составляет 41000 км<sup>2</sup>, расположена в Тверской области.

По схеме физико-географического районирования территория региона относится к ландшафтной стране Русской равнины, на развитие ландшафтов которой большое влияние оказали четвертичные оледенения. После отступления ледника широкое распространение здесь получили лесные ландшафты [2]. Коренные породы в основном представлены отложениями каменноугольной, пермской и юрской системами. Наиболее близко к поверхности залегают отложения верхнего карбона, имеющие значительный уклон и перекрытые отложениями юрского периода и мощными толщами четвертичных пород. Верхнекаменноугольные породы представлены известняками и глинами. Четвертичные породы представлены ледниковыми образованиями различных ледниковых эпох. Рельеф региона довольно однообразный. Развиты типы рельефа ледникового, водно-ледникового, озёрного и аллювиального происхождения, которые представлены в основном слабовсхолмлённой, всхолмлённой и холмистой равнинами.

Климат района определяется географическим положением территории в центре Русской равнины. Климат умеренно-континентальный со сменой циклональной и антициклональной ситуации в течение года, т.е. со сложными и разнообразными циркуляционными процессами различной направленности и интенсивности. Среднегодовая величина радиационного баланса для исследуемой территории равна 33.1 ккал/см<sup>2</sup>, среднегодовая температура воздуха составляет 3.8<sup>0</sup> C [2]. Среднее количество осадков по области колеблется от 560 до 720 мм, в основном они обусловлены циклонической деятельностью, но летом бывают и местные осадки, определяющиеся прогревом территории [1]. Продолжительность вегетационного периода – от 100 до 170 дней.

Основными почвообразующими породами на значительной территории водосборной площади являются моренные суглинки, реже – супеси, флювиогляциальные пески, аллювиальные отложения и торфяники. По механическому составу моренные отложения весьма разнообразны и представлены легкими, средними и тяжелыми суглинками. Почвообразующими породами на северо-западе региона в основном являются ледниковые, а на востоке флювиогляциальные отложения.

Особенности рельефа, гидрологических и климатических условий, а также разнообразие почвообразующих пород и растительных ассоциаций привели к формированию на водосборе довольно пёстрого почвенного покрова. В основном, преобладают дерново-подзолистые (разной степени оподзоливания), подзолистые и по понижениям – дерново-глеевые и болотные типы почв. На поверхности речных террас и пойм развиты луговые и торфянистые почвы. Механический состав почв изменяется от глинистого и суглинистого до песчаного и супесчаного [2].

Толща подзолистых и дерново-подзолистых почв повсеместно хорошо отмыта от легкорастворимых солей сульфатов и хлоридов. Поэтому в регионе формируются гидрокарбонатные воды преимущественно малой и средней минерализации. Торфяно-болотные почвы, обладая повышенной кислотностью, уменьшают минерализацию поверхностных вод и обогащают ее органическими и биогенными веществами [5].

Одними из важнейших физико-географических характеристик водосбора, оказывающих большое влияние на режим водного стока и химический состав речных вод, являются озерность, заболоченность и лесистость территории. Озерность различных участков исследуемого района

изменяется от 2 до 6 %; заболоченность – от 2 до 7 % (рр. Жукопа и Тьмака); лесистость – от 38 до 66 % (водосбор реки Большая Коша) [4].

Среди основных притоков р. Волги на верхнем участке максимальный показатель озерности имеет р. Селижаровка (12 % в створе д. Яровинка), вытекающая из одного из крупнейших озер Европейской части России Селигера. Вода озера Селигер, Верхневолжского водохранилища и многочисленных озёр в истоке Волги мало минерализована и содержит значительное количество органических веществ, так как они аккумулируют, в основном, талые и паводковые воды [1].

Реки Тверской области имеют преимущественно снеговое питание. Это накладывает свой отпечаток на их водный режим: весеннее половодье бывает высоким, а летняя и зимняя межень – низкие. В межень реки почти полностью питаются за счет грунтовых вод. Так в створе Старица доля грунтового стока в питании реки Волги составляет в среднем 32 % (28 %—37 %), доля грунтового стока в питании р. Тверцы в створе Медное составляет 38 % (31 %—44 %) [2]. Ежегодно летом и осенью межень прерывается дождевыми паводками.

На территории водосбора Ивановского водохранилища в настоящее время проживает 958.5 тысяч человек (72 % от жителей всей Тверской области). На протяжении XX века произошло укрупнение населенных пунктов, и переселение сельского населения в поселки и города. Так в 1959 г доля городского населения составляла 44 %, а в 2014 году уже 74.9 % [1].

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу региона осуществляют 387 предприятий (данные 2014 г.). Количество выбросов составляет около 55 тыс. тонн, из которых 70 % не проходят очистку. Выбросы представляют собой твердые, а также газообразные и жидкие смеси. Основные компоненты газообразных и жидких смесей: диоксид и оксид углерода, оксиды азота, углеводороды и летучие органические соединения в примерном соотношении 2/26/25/44 % [1].

Основными источниками загрязнения атмосферы Тверской области являются города Тверь и Торжок (23-25 тыс. тонн загрязняющих веществ), а также Конаковский и Ржевский районы (8-14 тыс. тонн загрязняющих веществ).

На территории Тверской области площади посевов сельскохозяйственных культур всегда занимали не больше 19 % территории всей области. С начала XX века был отмечен рост и падение темпа развития сельского хозяйства, пиковыми годами были: начало 40-х и 60-х, после 1990-го г. отмечен резкий спад посадок и посевов. В настоящее время для посадок сельскохозяйственных культур использованы всего 7.5 % площади всей области, из которой 326 тыс. га приходится на верхнюю Волгу.

В среднем, на сельхозполя Тверской области с 2000 по 2013 гг. вносилось по 4.4 тыс. т минеральных и 648.2 т органических удобрений, Численность сельскохозяйственных животных на территории Верхней Волги составляет 239 тыс. голов (2013 г.), что составляет 74 % от общего поголовья скота на территории Тверской области [1].

Сведения о количестве сточных вод, поступающих в водоемы Тверской области, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сведения о сбросе сточных вод в водоемы Тверской области, млн. м<sup>3</sup>/год

1990 г.	1995 г.	1998 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
225.2	184.5	167.4	143.3	129.4	131.9	147.7

Характеристики химического состава воды Ивановского водохранилища во входном (г. Тверь, 100 м ниже впадения р. Тверцы) и замыкающем (верхний бьеф Ивановской ГЭС) в первые годы после создания водохранилища (1938, 1944-45 гг.) даны в работе Д.Д. Кудрявцева [3].

В 1938 г. значения ПО в воде водохранилища изменялись от 9.9 (сентябрь) до 15.8 мг/л (июнь), а в 1944 г. – от 11.2 до 17.1 мг/л. Концентрации Fe<sub>общ</sub> в 1944-1945 гг. во входном створе в поверхностном слое изменялись от 0.12 до 0.60 мг/л, в воде замыкающего створа они были несколько ниже (0.06-0.40 мг/л). Концентрации N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> изменялись в диапазоне от 0.04 до 0.23 мгN/л. Наибольшее содержание N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> не превышало 0.16 мгN/л, Cl<sup>-</sup> – 2.9 мг/л, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 5.2 мг/л.

В последние годы (2009-2014) значения ПО изменялись в диапазоне 8.2-22.4 мгO/дм<sup>3</sup>, концентрации Fe<sub>общ</sub> варьировали в интервале: 0.04-0.045 мг/дм<sup>3</sup>, концентрации N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> изменялись от 0.06 до 1.09 мг N/дм<sup>3</sup>, концентрации N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> составили 0.08-0.84 мгN/дм<sup>3</sup>, максимальная концентрация Cl достигала 8.1 мг/дм<sup>3</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 39.5 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2-5).

Таким образом, значения тех показателей, которые обусловлены природными факторами

Таблица 2. Средние за 2009-2014 гг. концентрации главных ионов и значения минерализации воды (мг/дм<sup>3</sup>) в замыкающем створе Иваньковского водохранилища по сезонам (в числителе - минимум, максимум, в знаменателе - среднее)

Сезон	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	M
зима	<u>42.1-51.1</u>	<u>6.4-14.6</u>	<u>0.0-5.0</u>	<u>164-195</u>	<u>9.6-39.5</u>	<u>5.2-8.1</u>	<u>246-284</u>
	46.3	11.4	2.6	177.0	18.9	6.5	260
весна	<u>20.0-47.3</u>	<u>7.3-13.8</u>	<u>0.0-9.3</u>	<u>79.3-195</u>	<u>11.7-28.2</u>	<u>3.4-8.1</u>	<u>108-291</u>
	33.6	10.3	3.7	130.5	17.1	5.2	198.8
лето	<u>26.0-42.7</u>	<u>6.1-10.9</u>	<u>0.1-5.8</u>	<u>97.6-158</u>	<u>3.0-15.8</u>	<u>1.6-7.4</u>	<u>143-232</u>
	32.8	7.8	3.3	132.6	9.1	3.6	191
осень	<u>34.0-49.9</u>	<u>8.5-15.7</u>	<u>0.0-13.3</u>	<u>140-183</u>	<u>2.6-19.6</u>	<u>2.4-8.0</u>	<u>191-270</u>
	39.0	10.3	3.1	157.2	9.3	5.1	226

Таблица 3. Средние за 2009-2014 гг. значения физико-химических показателей в замыкающем створе Иваньковского водохранилища по сезонам (в числителе- минимум, максимум, в знаменателе - среднее)

Сезон	pH	χ, mS/m	мутность	Взвешенные вещества
зима	<u>6.73-7.54</u>	<u>29.9-38.1</u>	<u>1.1-3.9</u>	-
	7.24	34.2	2.1	
весна	<u>6.50-9.14</u>	<u>14.8-34.2</u>	<u>1.8-13.3</u>	<u>0.4-9.0</u>
	7.68	23.3	6.9	4.8
лето	<u>6.96-8.37</u>	<u>15.4-29.4</u>	<u>2.2-6.4</u>	<u>2.0-4.0</u>
	7.75	22.6	3.7	3.0
осень	<u>7.56-8.25</u>	<u>25.4-38.2</u>	<u>1.8-4.6</u>	<u>5.0-6.0</u>
	7.84	31.1	3.4	5.5

Таблица 4. Средние за 2009-2014 гг. концентрации биогенных элементов в замыкающем створе Иваньковского водохранилища по сезонам (в числителе- минимум, максимум, в знаменателе - среднее)

Се-зон	P <sub>мин</sub> , мгP/дм <sup>3</sup>	P <sub>общ.</sub> , мгP/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Fe <sub>общ.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
зима	<u>0.034-0.050</u>	<u>0.051-0.121</u>	<u>0.26-0.69</u>	<u>0.004-0.011</u>	<u>0.59-0.81</u>	<u>2.4-4.0</u>	<u>0.12-0.45</u>
	0.045	0.087	0.54	0.007	0.71	3.4	0.31
весна	<u>0.003-0.044</u>	<u>0.035-0.108</u>	<u>0.21-0.66</u>	<u>0.001-0.015</u>	<u>0.08-0.84</u>	<u>0.0-4.5</u>	<u>0.07-0.33</u>
	0.027	0.082	0.47	0.008	0.62	2.7	0.24
лето	<u>0.003-0.068</u>	<u>0.034-0.105</u>	<u>0.06-1.09</u>	<u>0.000-0.035</u>	<u>0.11-0.33</u>	<u>0.6-1.6</u>	<u>0.07-0.34</u>
	0.029	0.071	0.22	0.011	0.18	1.1	0.15
осень	<u>0.007-0.046</u>	<u>0.031-0.090</u>	<u>0.17-0.59</u>	<u>0.001-0.020</u>	<u>0.08-0.42</u>	<u>0.4-3.2</u>	<u>0.04-0.31</u>
	0.025	0.061	0.38	0.006	0.26	1.5	0.16

Таблица 5. Средние за 2009-2014 гг. значения показателей органического вещества и концентраций марганца в замыкающем створе Иваньковского водохранилища по сезонам (в числителе - минимум, максимум, в знаменателе - среднее)

Сезон	БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Цветность, град. Pt-Co шкалы	ПО, мг O/дм <sup>3</sup>	Mn, мг/дм <sup>3</sup>
зима	<u>0.6-3.2</u>	<u>55-128</u>	<u>12.0-13.4</u>	<u>0.11-0.21</u>
	1.4	80	12.9	0.15
весна	<u>2.0-4.9</u>	<u>36-131</u>	<u>9.4-18.4</u>	<u>0.07-0.17</u>
	3.2	83	13.5	0.12
лето	<u>0.8-5.9</u>	<u>30-124</u>	<u>9.8-22.4</u>	<u>0.02-0.22</u>
	2.8	74	14.2	0.06
осень	<u>1.1-3.6</u>	<u>30-80</u>	<u>8.2-17.5</u>	<u>0.004-0.14</u>
	2.0	53	12.5	0.07

(перманганатная окисляемость, железо общее), не превышают значений, отмеченных в начальный период создания водохранилища. Концентрации ингредиентов, величины которых в значительной степени зависят от поступления со сточными водами (сульфаты, хлориды, аммонийный и нитратный азот), увеличились в воде водохранилища.

#### Список литературы.

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды на территории Тверской области в 2010 г. Тверь. 188 с.
2. Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Иваньковского водохранилища и его водосбора. Конаково. 2000. 248 с.
3. Кудрявцев Д.Д. Сравнительная характеристика гидрохимического режима водохранилищ Верхней Волги: Иваньковского, Угличского и Рыбинского // Труды биол. станции Борок. Л., 1950. Вып. 1. С. 80-96.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Сер. «Основные гидрологические характеристики». Т. 10 «Верхневолжский район». Л.: Гидрометеиздат, 1973. 456 с.
5. Proceedings of Freshwater Research / Vol 1: Upper Volga Expedition 2005 – Technical Report/ DER ANDERE VERLAG. 2006. 140 p.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕК ВОДОСБОРА ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В МНОГОВОДНЫЕ ГОДЫ**

Калинин В.Г., Суманеева К.И.

Пермский государственный национальный исследовательский университет

### **REGULARITIES OF THE RIVER FLOW DISTRIBUTION INSIDE OF THE YEAR ON THE VOTKINSKOE RESERVOIR CATCHMENT AREA IN HIGH-WATER YEARS**

Kalinin V.G., Sumaneeva K.I.

Perm State University, vgkalinin@gmail.com

The article considers the main rivers classifications by kinds of power sources and types of water regime, and features of implication phases of water regime on the rivers of the Votkinskoe reservoir catchment area. On the basis of evaluation of the river flow distribution inside of the year in high-water years the authors propose typification of hydrographs, which gives the opportunity to explore in more detail the regularities of formation of the river flow and water regime characteristics.

Формирование стока рек определяется комплексом природных условий водосбора, включающим не только особенности земной поверхности, но и толщи почв и горных пород, дренируемых руслами. В то же время главным фактором, определяющим тип водного режима рек, особенности распределения стока внутри года, является климат [3]. Разнообразие климатических условий позволяет выделить характерные для определенной территории типы водного режима рек.

В настоящее время существуют классификации рек по видам питания и водному режиму: А.И. Воейкова (1884), М.И. Львовича (1938), Б.Д. Зайкова (1946), П.С. Кузина (1960) и др. [4].

А.И. Воейковым (1884) предложена классификация рек мира по видам питания, основанная на положении «реки – продукт климата». Автор разделяет реки на 4 группы и 9 типов.

Классификация рек по видам питания М.И. Львовича (1938) основана на генетическом расчленении гидрографа стока рек. В ней выделено четыре основные группы рек с преобладанием того или иного вида питания: снегового (Ss), дождевого (Rr), грунтового (Uu), ледникового (Gg). Для количественной оценки источника питания используется его процентное соотношение в годовом стоке.

Б.Д. Зайковым (1946) предложена классификация рек бывшего СССР по типу водного режима. Все реки разделены на три основные группы, внутри которых выделено несколько характерных типов:

– реки с весенним половодьем характеризуются периодически повторяющимися весенними половодьями, формирующимися за счет таяния снега в их бассейнах (казахстанский, восточноевропейский, западносибирский, восточносибирский и алтайский типы);

– реки с половодьем в теплую часть года, которое обуславливается выпадением дождей или таянием высокогорных снегов и ледников (дальневосточный и тянь-шанский типы);

– реки с паводочным режимом отличающиеся частыми кратковременными паводками, которые могут проходить в любое время года; в межпаводочные же периоды у них наблюдается резкое снижение стока (причерноморский, крымский и северокавказский типы).

П.С. Кузиным (1960) развита и дополнена классификация Б.Д. Зайкова (1946). Все реки бывшего СССР разделены автором на три основных типа по преобладанию фаз режима и видов питания: