

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА
КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО
И БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
ВО ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ
И МОРСКИХ ВОДАХ**

Труды VI Всероссийского симпозиума с
международным участием
(28 августа – 1 сентября 2017 г., Барнаул)

Барнаул 2017

УДК 574.5 + 556.01
ББК 28.082 + 26.222.12
О.644

Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах: Труды VI Всероссийского симпозиума с международным участием. Барнаул, 2017. – 309 с.

ISBN 978-5-9909722-5-4

В сборнике публикуются материалы VI Всероссийского симпозиума с международным участием «Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах» (г. Барнаул, 28 августа – 1 сентября 2017 г.). В программу симпозиума вошли доклады по следующей тематике: источники поступления, содержание и распределение органического вещества и биогенных элементов в объектах гидросферы; трансформация и круговорот органического вещества и биогенных элементов в водных объектах; продукционно-деструкционные процессы в природных водах; биогеохимическое поведение органического вещества и биогенных элементов в водных экосистемах и его математическое моделирование.

Издание рассчитано на широкий круг специалистов в области гидрохимии, биогеохимии гидробиологии, водной экологии; преподавателей и студентов ВУЗов.

Редакционная коллегия:

Пузанов А.В., д.б.н.; Безматерных Д.М., к.б.н.; Зиновьев А.Т., д.т.н.; Кириллов В.В., к.б.н.; Папина Т.С., д.х.н.; Трошкин Д.Н., к.ф.-м.н.

*При подготовке материалов к публикации сохранен авторский стиль изложения с минимальными редакционными правками, в основном пунктуации и орфографии.
Ответственность за содержание материалов несут авторы.*

Печатается по решению оргкомитета конференции и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-05-20220.

ISBN 978-5-9909722-5-4

© Институт водных и экологических проблем СО РАН, 2017
© Коллектив авторов, 2017

<i>Ефимова Л.Е., Ерина О.Н., Ефимов В.А., Ломова Д.В., Соколов Д.И.</i> Гидрохимические показатели в водах заповедника «Керженский»: особенности и сезонная изменчивость.....	84
<i>Ефремова Т.А., Зобкова М.В., Сабылина А.В.</i> Лабильные компоненты органического вещества в природных водах Карелии	91
<i>Зобкова М.В.</i> Характеристика автохтонного и аллохтонного органического вещества с использованием их отличительных признаков.....	97
<i>Кирста Ю.Б., Пузанов А.В.</i> О возможности многолетнего прогноза водного и гидрохимического стоков средних и малых рек	104
<i>Кондратьева Л.М.</i> Распределение стойких ароматических углеводородов в подземных водах в зоне речной фильтрации	109
<i>Кревиш А., Кучинскене А.</i> Деструкционные процессы в донных осадках трех малых озер урбанизированных территорий.....	116
<i>Кузовлев В.В., Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Чекмарева Е.А.</i> Содержание биогенных веществ в воде озер Песьво и Удомля.....	120
<i>Кузнецова Л.И., Чевычелов А.П.</i> Биогенные элементы в поверхностных водах Южной Якутии.....	124
<i>Лапина Е.Е., Кудряшова В.В., Бакшевская В.А.</i> Распределение биогенных веществ в болотных озерах надпойменных террас Верхней Волги (Тверская область).....	129
<i>Леонова Г.А., Копотева Т.А., Климин М.А., Мальцев А.Е., Кривоногов С.К., Бобров В.А.</i> Биостратиграфия озерных отложений (к вопросу о генезисе захороненного органического вещества).....	135
<i>Лозовик П.А.</i> Органическое вещество и биогенные элементы в объектах гидросферы. источники поступления, внутриводоемные процессы образования и трансформации	141
<i>Лозовик П.А., Ефременко Н.А., Галахина Н.Е.</i> Межлабораторное сличение результатов анализа органического вещества и биогенных элементов в природных водах.....	148
<i>Луценко Т.Н., Шамов В.В., Гарцман Б.И., Губарева Т.С., Кожевникова Н.К., Болдескул А.Г., Лупаков С.Ю.</i> Пространственно-временная динамика растворенного органического углерода в водотоках системы верховьев р. Уссури (юг Дальнего Востока России)	155
<i>Мальцев А.Е., Леонова Г.А., Меленевский В.Н., Бобров В.А.</i> Трансформация захороненного органического вещества на примере современных осадков континентальных водоемов Сибири	161
<i>Марьяш А.А., Ходоренко Н.Д.</i> Влияние тайфуна на содержание и распределение органического вещества в осадках эстуария реки Раздольной (Амурский залив, Японское море).....	167

СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ ОЗЕР ПЕСЬВО И УДОМЛЯ

Кузовлев В.В.¹, Григорьева И.Л.², Комиссаров А.Б.², Чекмарева Е.А.²

¹ *Тверской государственный технический университет, г.Тверь, Россия*

² *Иваньковская НИС – филиал Института водных проблем РАН, г. Конаково, Тверская область, Россия*

e-mail: Irina_Grigorieva@list.ru

Аннотация. Проведена оценка содержания биогенных веществ в воде озер Песьво и Удомля, которые являются водоемами-охладителями Калининской АЭС, в различные сезоны 2014 г. и в весенний период 2017 г. Установлено, что наблюдается пространственно-временная изменчивость определяемых показателей. Наибольшие концентрации биогенных веществ зафиксированы в районе поступления бытовых стоков от г. Удомля и не связаны с влиянием атомной станции.

Ключевые слова: озера Песьво и Удомля, Калининская АЭС, биогены, пространственно-временная изменчивость

CONTENT OF BIOGENIC ELEMENTS IN WATER OF LAKES PESVO AND UDOMLYA

Kuzovlev V.V.¹, Grigorieva I.L.², Komissarov A.B.², Chekmareva E.A.²

¹ *Tver State Technical University, Tver, Russia*

² *Scientific-Research Station at Ivankovo – branch of the Water Problems Institute RAS, Konakovo, Tver Region,*

e-mail: Irina_Grigorieva@list.ru

Abstract. Lakes Pesvo and Udomlya are water-cooling ponds of the Kalinin Nuclear Power Plant. They were the cooling reservoirs of the Kalinin NPP in different seasons of 2014 and in autumn 2017. The spatial-temporal variability of the components is found. The maximum concentrations of biogenic elements was observed at the site of wastewater discharge from the town of Udomlya, and it was not associated with nuclear plant operation.

Keywords: lakes Pesvo and Udomlya, Kalinin Nuclear Power Plant, biogenic elements, spatial-temporal variability

К биогенным веществам, наиболее активно участвующих в жизнедеятельности водных организмов, относятся минеральные соединения азота, фосфора, кремния, железа и некоторые микроэлементы. В поверхностные водные объекты биогены поступают с площади водосбора, со сточными водами и при распаде животных и растительных организмов, жизнедеятельность которых происходит в водной среде. Режим биогенных веществ в значительной степени зависит от температуры воды, которая определяет интенсивность жизнедеятельности организмов и процессы образования и разложения органических веществ [2].

Целью наших исследований было изучение пространственно-временной изменчивости содержания биогенных веществ в воде водоемов-охладителей Калининской АЭС, озер Песьво и Удомля, природный температурный режим которых значительно нарушен за счет поступления подогретых вод.

Калининская АЭС расположена на севере Тверской области, примерно в 120 км от города Тверь. Площадка АЭС находится на южном берегу озера Удомля, около одноименного города, в 2.7 км восточнее оз. Песьво. Озера соединены между собой прорезью (рис. 1). В озеро Песьво поступают сточные воды от г. Удомли, численность населения которого составляет 29000 человек. Озера также используются для товарного рыбозаводства и в рекреационных целях местным населением.

Станция состоит из четырёх энергоблоков, с реакторами типа ВВЭР-1000, электрической мощностью 1000 МВт, которые были введены в промышленную эксплуатацию в 1985, 1987, 2005 и 2012 годах. Морфометрические характеристики озер представлены в таблице 2.

Исследования проводились авторами в различные сезоны 2014 г. и в мае 2017 г. Точки отбора проб воды представлены на рисунке 1. Химический анализ отобранных

проб воды был выполнен в химической лаборатории Ивановской НИС Института водных проблем РАН, аттестат аккредитации № RA.RU.21АН96, выдан 21 ноября 2016 г.

Массовая концентрация железа общего определялась фотометрическим методом с 1,10-фенантролином, массовая концентрация фосфатов и полифосфатов фотометрическим методом, массовая концентрация ионов аммония фотометрическим методом с реактивом Несслера, массовая концентрация нитрит-ионов фотометрическим методом с реактивом Грисса, массовая концентрация нитрат-ионов фотометрическим методом с салициловой кислотой, массовая концентрация кремния фотометрическим методом в виде желтой формы молибдодокремниевой кислоты.

Результаты химического анализа отобранных проб воды в 2014 г. представлены в таблице 1, а в 2017 г. – в таблице 3.

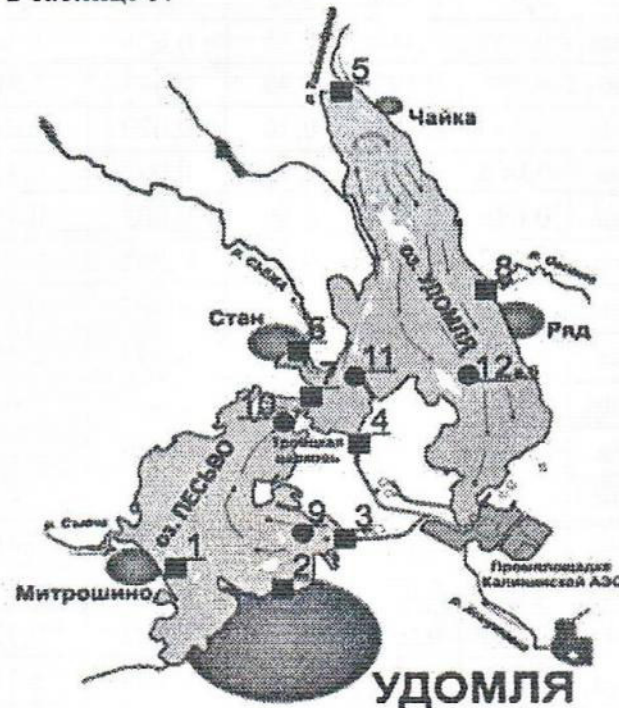


Рис. 1 – Точки отбора проб воды на оз. Удомля и Песьво. ■ – в 2014 г., ● – в 2017 г.

1 – оз. Песьво, д. Митрошино; 2 – оз. Песьво, выпуск из о/с г. Удомли; 3 – отводящий канал от КАЭС в оз. Песьво; 4 – отводящий канал от КАЭС в оз. Удомля; 5 – оз. Удомля, устье Тихомандрицы; 6 – р. Съезжа, ниже плотины; 7 – протока из оз. Песьво в оз. Удомля; 8 – оз. Удомля, устье р. Овсянка; 9 – контрольная точка КАЭС; 10 – район д. Троица (прорезь между озерами); 11 – оз. Удомля, напротив плотины на р. Съезжа; 12а – оз. Удомля, о. Двиново (поверхность); 12б – оз. Удомля, о. Двиново (дно)

Одним из главных биогенных элементов, определяющих продуктивность водного объекта, является фосфор. Наибольшие концентрации минерального и общего фосфора были зафиксированы в озере Песьво в районе выпуска сточных вод от г. Удомли и достигали в зимний период, в среднем, 0.659 и 0.957 мгР/дм³ (табл. 1). В остальных створах наблюдений концентрации минерального и общего фосфора были на порядок ниже и во всех створах наблюдений не превышали ПДК (0.2 мг/дм³) для рыбохозяйственных водоемов (табл. 1). В транзитной части озер концентрации минерального фосфора были ниже, чем у берега, а в придонном горизонте выше в два раза, чем на поверхности (табл. 3).

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Тверской области в рамках научного проекта № 17-45-690600

Таблица 1 – Средние за сезон значения биогенных элементов в воде озер Песьво и Удомля в 2014 г.

№ точек отбора	Место отбора	Сезон	$P_{мин}$, мгP/дм ³	$P_{общ.}$, мгP/дм ³	NH_4^+ , мгN/дм ³	NO_2^- , мгN/дм ³	NO_3^- , мгN/дм ³	SiO_2 , мг/дм ³	$Fe_{общ.}$, мг/дм ³
1	оз. Песьво д. Митрошино	зима	0,070	0,134	0,47	0,004	0,52	3,5	0,10
		весна	0,041	0,086	0,52	0,005	0,41	2,1	0,09
		лето	0,008	0,045	0,19	0,002	0,12	0,8	0,07
		осень	0,039	0,092	0,10	0,015	0,19	1,4	0,11
2	оз. Песьво, выпуск из о/с г. Удомли	зима	0,659	0,957	5,61	0,055	2,68	5,1	0,11
		весна	0,348	0,414	2,31	0,036	1,48	2,9	0,09
		лето	0,099	0,148	0,99	0,021	0,38	1,5	0,05
		осень	0,157	0,198	0,10	0,020	0,67	1,6	0,07
3	отводящий канал КАЭС в оз. Песьво	зима	0,065	0,150	0,41	0,002	0,45	3,5	0,12
		весна	0,046	0,086	0,59	0,005	0,49	2,4	0,10
		лето	0,008	0,050	0,32	0,002	0,13	1,0	0,05
		осень	0,042	0,096	0,11	0,005	0,16	1,3	0,11
4	отводящий канал от КАЭС в оз. Удомля	зима	0,068	0,118	0,78	0,003	0,66	3,5	0,11
		весна	0,044	0,098	0,52	0,006	0,46	2,4	0,10
		лето	0,007	0,049	0,38	0,003	0,15	0,6	0,04
		осень	-	-	-	-	-	-	-
5	оз. Удомля, устье р. Тихомандрицы	зима	0,075	0,136	0,56	0,003	0,46	3,6	0,13
		весна	0,031	0,075	0,58	0,004	0,31	1,9	0,12
		лето	0,008	0,052	0,15	0,002	0,13	0,9	0,07
		осень	0,040	0,094	0,11	0,005	0,14	1,4	0,06
6	р.Сьежа, ниже плотины	зима	0,073	0,146	0,48	0,003	0,53	3,9	0,12
		весна	0,035	0,067	0,53	0,005	0,38	1,0	0,09
		лето	0,017	0,057	0,22	0,002	0,13	1,4	0,10
		осень	0,037	0,077	0,12	0,007	0,17	1,4	0,05
7	протока из оз. Песьво в оз. Удомля	зима	0,070	0,120	0,49	0,003	0,47	3,5	0,14
		весна	0,045	0,086	0,58	0,004	0,46	2,1	0,08
		лето	0,005	0,050	0,26	0,002	0,14	1,2	0,05
		осень	0,047	0,092	0,11	0,008	0,17	1,4	0,07
8	оз. Удомля, устье р. Овсянка	зима	0,053	0,144	1,05	0,003	0,52	5,5	1,57
		весна	0,035	0,075	0,56	0,005	0,45	2,2	0,14
		лето	0,009	0,043	0,22	0,003	0,14	1,1	0,05
		осень	0,039	0,095	0,10	0,009	0,16	1,4	0,06

В отобранных пробах определялся аммонийный, нитратный и нитритный азот. Наибольшие концентрации всех форм азота, как и фосфора, наблюдались в районе выпуска сточных вод в зимний период и достигали для аммонийного азота 5.61 мг/дм³, для нитритного азота – 0.055 мг/дм³, а для нитратного азота 2.68 мг/дм³ (табл. 1).

Максимальные концентрации кремния в воде исследованных озер наблюдались в зимний период и не превышали 5.5 мг/дм³ (табл. 1).

Концентрации железа общего изменялись, в основном, в диапазоне от 0.04 до 0.14 мг/дм³ (табл. 1). В устье р. Овсянка в зимний период концентрация железа общего составила 1.57 мг/дм³, что связано с питанием реки подземными водами в зимний период.

Таким образом, максимальные концентрации минерального фосфора, аммонийного нитратного и нитритного азота отмечены в районе выпуска сточных вод. В остальных точках наблюдений концентрации минеральных форм азота и фосфора были на порядок ниже и достигали максимальных значений в зимний период. Пониженные концентрации биогенных элементов наблюдались в летний период. По предварительным данным тепловое загрязнение водоемов не оказало значительного влияния на режим биогенных элементов.

Таблица 2 – Характеристика озер Удомля и Песьво, по [1]

Показатели	Оз. Удомля	Оз. Песьво
Высота над уровнем моря, м	154,7	154,7
Площадь, км ²	10,1	6,6
Объем воды, млн. м ³	100	17,8
Длина, км	7,4	4,3
Ширина, км	3,2	3
Наибольшая глубина, м	30	5,2
Средняя глубина, м	10	2,7

Таблица 3 – Концентрации биогенных веществ в воде озер Песьво и Удомля в мае 2017 г.

№ точки отбора	Место отбора	P _{мин} , мгP/дм ³	NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³	NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	Fe _{общ.} , мг/дм ³
9	контрольная точка КАЭС	0,016	0,040	0,006	0,29	0,074
10	р-н д. Троица (прорезь между озерами)	0,006	0,035	0,008	0,20	0,063
11	оз. Удомля, напротив плотины на р. Съежа	0,013	0,007	0,009	0,25	0,079
12а	оз. Удомля, о. Двиново (поверхность)	0,011	0,017	0,003	0,28	0,068
12б	оз. Удомля, о. Двиново (дно)	0,024	0,004	0,003	0,39	0,113

Литература

1. География Удомельского района / Под ред. Б.К. Виноградова. – Тверь: РИУ тверского госуниверситета, 1999. – 356 с.
2. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.