

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

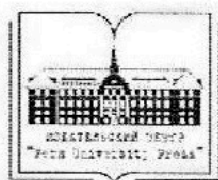
КАМСКОЕ БАССЕЙНОВОЕ ВОДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ ВОДОСБОРОВ**

**Труды VI Международной научно-практической конференции
(29 мая – 1 июня 2017 г., г. Пермь)**

Том 2

КАЧЕСТВО ВОДЫ. ГЕОЭКОЛОГИЯ



Пермь 2017

УДК 551.579
ББК 26.222.6
С56

С 56 **Современные проблемы водохранилищ и их водосборов:** тр. VI
Междунар. науч.-практ. конф. (г. Пермь 29 мая – 1 июня 2017 г.): в 3 т.
Т.2: Качество воды. Геоэкология/ науч. ред. А.Б. Китаев; Перм. гос. нац.
исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – 264 с.: ил.

ISBN 978-5-7944-2512-1 (т. 2)
ISBN 978-5-7944-2510-7

Рассмотрены вопросы загрязнения водных объектов биогенными и органическими веществами; дана гидрохимическая характеристика и оценено состояние гидрофауны водоемов-охладителей атомных и тепловых электростанций; рассмотрена методика и представлены результаты биогеохимического баланса природно-техногенных геосистем; дана оценка зависимости качества воды водохранилищ от экологического состояния их водоохраных зон; рассмотрены вопросы использования математического моделирования для оценки распространения загрязнений в водных объектах; представлены современные подходы обнаружения лекарственного загрязнения вод; представлены результаты экологогидрогеохимических мониторинговых исследований речных бассейнов.

Рассмотрены вопросы интегральной оценки экологического благополучия речных систем; представлены гидроэкологические проблемы водоохраных зон водохранилищ; намечены пути снижения негативного воздействия сточных вод промышленности на водные объекты; дана оценка водных ресурсов речных бассейнов в условиях интенсивного сельскохозяйственного землепользования; рассмотрены вопросы рекреационного использования искусственных и естественных водотоков и водоемов.

Материалы конференции могут заинтересовать специалистов в области гидрологии и геоэкологии.

Посвящается памяти выдающегося ученого-гидролога, доктора географических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора *Юрия Михайловича Матарзина* и Году экологии в России.

УДК 551.579
ББК 26.222.6

*Печатается по решению оргкомитета конференции при финансовой поддержке
Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края*

Научный редактор: А. Б. Китаев

ISBN 978-5-7944-2512-1 (т.2)
ISBN 978-5-7944-2510-7

© ПГНИУ, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

КАЧЕСТВО ВОДЫ

<i>Амиргалиев Н.А., Л.Т. Исмуханова, Кулбекова Р.А.</i> Динамика уровня кумуляции тяжелых металлов в Капшагайском водохранилище	4
<i>Беляев С.Д.</i> Учет Пространственной дифференциации природной среды при построении водоохранной стратегии в речном бассейне	9
<i>Веницианов Е.В., Киртичникова Н.В., Тиунов А.А.</i> Прогноз возможного распространения загрязнений от береговых источников загрязнения (на примере Клязьминского водохранилища)	14
<i>Волкова З.В., Бреховских В.Ф.</i> Оценка уровня загрязнения вод и донных отложений дельты р.Волги	17
<i>Возняк А.А.</i> Проблема Жесткости на водозаборе и возможность прогнозирования периодов воды низкого качества	23
<i>Гареев А.М., Малмыгин И.А., Максимова Е.И.</i> Основные тенденции изменения гидрохимических показателей и экологических условий в водохранилищах бассейна р. Белая (на примере Нижнекамского водохранилища)	29
<i>Гречушников М.Г., Бадюков Д.Д., Саввичев А.С., Казанцев В.С., Ломова Д.В.</i> Сезонные изменения содержания метана в Можайском водохранилище	34
<i>Груздев В.С., Суслов С.В., Груздева Л.П.</i> Зависимость качества воды водохранилищ от состояния их водоохранных зон	38
<i>Губернаторова Т.Н., Дину М.И.</i> Выявление кинетических закономерностей разложения стойкого органического вещества в водной среде при исследовании биотрансформации гумусовых соединений под действием культуры <i>pleurotus pulmonarius</i> в условиях погруженного культивирования	43
<i>Даценко Ю.С., Пуклаков В.В.</i> Влияние режима весеннего наполнения на распределение биогенных веществ в водохранилище	47
<i>Двинских С.А., Зуева Т.В.</i> Анализ содержания железа в водозаборах питьевого назначения в пределах города Перми и его влияние на органолептические свойства воды	52
<i>Дерягин В.В., Аминова К.Г., Сотников В.В.</i> Отклик донных отложений Аргазинского водохранилища на техногенное загрязнение	57
<i>Захаров С.Г.</i> Определение уровня загрязнения природно-техногенных водоемов (на примере озер окрестностей г. Челябинска)	63
<i>Ерина О.Н., Ефимова Л.Е., Заславская М.Б.</i> Параметризация качества вод водных объектов водораздельного бьефа канала имени Москвы различными методами	67
<i>Ерина О.Н., Ефимова Л.Е., Терешина М.А., Соколов Д.И.</i> Межгодовая изменчивость притока фосфора в Можайское водохранилище	72

<i>Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Белозёрова Е.А., Африсунова Л.Ф.</i> Исследование влияния биогенов на качество речных вод (на примере Уфимского бассейна)	76
<i>Кременецкая Е.Р., Ломова Д.В., Ефимова Л.Е., Терская Е.В.</i> О Влиянии стратификации водной толщи на содержание растворенных форм марганца и железа в придонной воде Можайского водохранилища	81
<i>Комиссаров А.Б., Григорьева И.Л., Чекмарёва Е.А.</i> Гидрохимическая характеристика воды и состояние сообществ фитопланктона водоёмов-охладителей Калининской АЭС в 2014 г.	86
<i>Котвица М.М., Лычагин М.Ю., Ткаченко А.Н., Ткаченко О.В.</i> Тяжёлые металлы в Симферопольском водохранилище	91
<i>Котегов Б.Г., Аксенова Н.П., Захаров В.Ю., Холмогорова Н.В., Каргапольцева И.А.</i> Экологическое состояние реки Иж и ее основных притоков в водосборе Ижевского водохранилища в аспекте биогенного и органического загрязнения	96
<i>Латина Е.Е., Кудряшова В.В., Ероценко С.В.</i> Гидрохимический режим и источники питания болотных озёр водосбора Ивановского водохранилища (юго-восток Тверской области)	101
<i>Линник П.Н., Жежеря В.А., Линник Р.П.</i> Роль нейтральной фракции растворенных органических веществ в миграции металлов в водохранилищах	106
<i>Ломова Д.В., Кременецкая Е.Р.</i> Параметризация величины потока органического вещества на дно в стратифицированном водохранилище	111
<i>Морозова А.А.</i> Гидрохимическая характеристика и качество воды водоема-охладителя Запорожской АЭС и прилегающей акватории Каховского водохранилища	115
<i>Панина М.В., Лиходумова И.Н., Малаев А.В.</i> Провинциальные особенности рек верхней части Иртышского бассейна	121
<i>Полетаева В.И., Пастухов М.В.</i> Основной ионный состав поровых вод барьерной зоны Братского водохранилища	126
<i>Почечун В.А., Бабенко Д.А.</i> Методика и результат расчета биогеохимического баланса природно-техногенной геосистемы Среднего Урала	131
<i>Соколов Д.И., Ерина О.Н.</i> Параметризация притока органических веществ в Можайское водохранилище	135
<i>Хрусталева М.А.</i> Эколого-гидрогеохимические мониторинговые исследования ландшафтов бассейна Москворецких водохранилищ	140
<i>Чиганова М.А.</i> Современные подходы в системе обнаружения лекарственного загрязнения природных и сточных вод	144
<i>Чуйко Г.М., Холмогорова Н.В.</i> Показатели состояния оксидативного стресса (СОС) двустворчатых моллюсков сем. <i>unionidae</i> как биомаркеры антропогенной нагрузки на пресноводные объекты	148

А.Б. Комиссаров, И.Л. Григорьева, Е.А. Чекмарёва, Alecol@inbox.ru
*Иваньковская НИС филиала Института водных проблем РАН,
г. Конаково, Россия*

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДЫ И СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОЁМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ КАЛИНИНСКОЙ АЭС В 2014 Г.

Дана гидрохимическая характеристика и состояние сообществ фитопланктона водоёмов-охладителей Калининской АЭС в 2014 г. Показано, что состав воды в озёрах-охладителях однороден. Основу фитопланктона формировали зелёные и диатомовые водоросли.

Ключевые слова: Калининская АЭС, водоёмы-охладители, гидрохимическая характеристика, фитопланктон.

A. Komissarov, I. Grigorieva, E. Chekmariova, Alecol@inbox.ru
Ivankovo research station of Water Problems Institute of RAS, Konakovo, Russia

HYDROCHEMICAL AND PHYTOPLANKTON CHARACTERISTICS OF WATER-COOLER PONDS OF KALININ NUCLEAR POWER STATION IN 2014

There are described hydrochemical characteristic of water and phytoplankton of the cooling-ponds of the Kalinin Nuclear Power Station in 2014. The hydrochemical regime was simple in the all sampling points, but lake Pesvo was under effluent disposal. The algae was formed by Chlorophyta and Bacillariophyta.

Keywords: Kalinin Nuclear power Station, cooling-ponds, hydrochemical characteristic, phytoplankton.

Калининская атомная электростанция расположена в г. Удомля Тверской области в 120 км севернее Твери. Первая очередь АЭС была запущена в 1984 г. Для охлаждения реакторов используется вода озёр Песьво и Удомля, которые были превращены в водохранилища сооружением плотины на вытекающей из озера Песьво – р. Съезжа (относится к Бассейну Балтийского моря).

Сбор проб воды на гидрохимический анализ проводился с февраля по декабрь 2014 г. ежемесячно в 30-40 м от берега при помощи батометра в соответствии с общепринятой методикой, в период открытой воды – с моторной лодки, во время ледостава – со льда [2]. Схема отбора проб представлена на рисунке 1.

Количественный химический анализ воды был произведён в аккредитованной лаборатории Иваньковской НИС по общепринятым методикам [6]. Параллельно проводился отбор проб на исследование фитопланктона в соответствии с принятой в альгологии методикой [3]. Фильтрация и концентрирование проб проводились через мембранные фильтры «Владипор» с размером пор 1 мкм. Определение видов и внутривидовых таксонов

осуществлялось на микроскопе Carl Zeiss Primo Star при увеличении 400. Подсчёт численности клеток производился в камере «Учинская-2» объёмом 0.01 см³, оценка биомассы – счётно-объёмным методом [3].



Рис. 1. Схема водохранилищ-охладителей Калининской АЭС и станции отбора проб воды

Проведённые исследования показали, что гидрохимический состав воды в водоёмах-охладителях АЭС практически однороден по большинству показателей, отличия наблюдались в месте выпуска коммунально-бытовых и промышленных сточных вод ст г. Удомли (табл. 1).

Таблица 1

Гидрохимические показатели в водоёмах-охладителях Калининской АЭС в основные фазы водного режима в 2014 г. (диапазон изменений по станциям)

Показатели	Месяцы				
	Февраль	Апрель	Июль	Октябрь	Декабрь
Температура, °С	0,1–11,7	9,2–13,6	27,4–33,2	12,4–17,2	0,6–12,0
рН, единицы	8,01–8,12	8,00–8,72	7,55–8,75	7,41–8,29	7,74–8,36
Минерализация, мг/дм ³	246–328	209–373	253–263	284–315	300–416
Ж _{общ.} , мг-экв/дм ³	3,0–3,7	2,4–4,4	2,9–3,1	3,3–3,6	3,7–4,6
НСО ₃ ⁻ , мг/дм ³	159–201	134–220	171–177	190–201	201–287
Са ²⁺ , мг/дм ³	44–55	38–67	44–47	49–56	51–76
Мг ²⁺ , мг/дм ³	5–14	6–13	8–10	7–13	10–30
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	14–16	13–24	12–13	4–17	11–17
Cl ⁻ , мг/дм ³	7–15	7–22	8–9	10–13	10–26
Fe _{общ.} , мг/дм ³	0,08–0,16	0,05–0,17	0,04–0,08	0,04–0,12	0,09–0,15
P _{общ.} , мгР/дм ³	0,100–0,447	0,056–0,698	0,040–0,052	0,096–0,251	0,122–1,467
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	0,54–3,30	0,73–4,00	0,26–0,35	0,09–0,15	0,09–11,10
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	2,40–13,20	1,2–11,6	0,48–0,68	0,9–4,0	1,6–10,5
Цветность, градусы	45	35–50	35	30	30–35
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	0,3–3,9	0,6–4,3	1,2–2,3	1,1–2,5	1,0–7,8

ПО, мгО/дм ³	13–15	11–18	14–16	12–16	11–14
ХПК, мгО/дм ³	31–39	31–44	34–47	30–47	28–43
О ₂ , мгО ₂ /дм ³	8,0–11,9	8,9–16,0	6,7–10,3	6,7–8,2	6,9–10,9

Примечание: Ж_{общ} – жёсткость общая, Р_{общ} – фосфор общий, БПК₅ – биохимическое потребление кислорода за 5 суток, ХПК – химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ПО – перманганатная окисляемость, О₂ – растворённый кислород

На большинстве станций отмечались превышения температуры воды относительно естественного фона. Воды озёр в 2014 г. относились к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, по степени минерализации являлись пресными, по величинам жёсткости – мягкими, по значениям pH – слабощелочными и щелочными [1;4]. Кислородный режим был благоприятным: концентрация растворённого кислорода постоянно находилась выше установленных норм для зимнего (не менее 4 мгО₂/дм³) и летнего (не менее 6 мгО₂/дм³) периодов. Концентрации биогенных элементов и показателей содержания органических веществ – ионов аммония, нитратов, общего фосфора, перманганатной и бихроматной окисляемости, БПК₅ – на большинстве станций не выходили за рамки установленных нормативов ПДК_{рыб-хоз.} Значительные превышения по содержанию общего фосфора, аммонийного азота, нитритов и нитратов наблюдались в месте выпуска сточных вод. В целом, в оз. Удомля наблюдались более высокие концентрации биогенов по сравнению с оз. Песьво, что может быть связано со сбросом в последнее коммунально-бытовых сточных вод МУП ЖКХ г. Удомля.

В составе фитопланктона в 2014 г. было идентифицировано 167 видов, разновидностей и форм водорослей из 8 отделов, что сопоставимо с разнообразием флоры в первые годы после запуска АЭС (1985 г.), а также сравнимо с богатством водорослей в 2007 и 2008 гг. Максимальное число видов, разновидностей и форм фитопланктона было отмечено в 2010 г. – до запуска 4-ого энергоблока в 2012 г. (табл. 2). Основу альгофлоры формировали зелёные и диатомовые водоросли. Согласно ранее проведённым исследованиям, таксономическое разнообразие водорослей начало снижаться с 1985 г., а с 2007 г. – возрастало [5]. Влияние подогрева вод в первые годы работы АЭС отразилось на увеличении видового разнообразия, однако в последующие годы число таксонов снизилось из-за постоянного воздействия высоких температур от сброса подогретых вод.

Стоит отметить исчезновение в 2014 г. десмидиевых водорослей и появление с 2010 г. криптофитовых. Десмидиевые водоросли предпочитают воды с более низкими величинами pH, поэтому их выпадение из состава альгофлоры может быть связано с возрастанием pH в озёрах-охладителях. Появление криптофитовых водорослей может быть связано с возрастающей антропогенной нагрузкой на экосистемы озёр, поскольку представители этого отдела обитают в широком температурном диапазоне, устойчивы к загрязнению окружающей среды и могут переходить на гетеротрофный тип питания (например, питаться бактериопланктоном).

Изменение таксономического разнообразия фитопланктона в водоёмах-охладителях Калининской АЭС с 1985 по 2014 гг. (2010 и 2014 гг. – собственные данные, остальные даны по [5])

Отделы	Годы исследования											
	1984	1985	1991	1993	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2010	2014
Зелёные	39	81	32	29	35	21	29	11	38	48	74	72
Диатомовые	39	43	34	17	7	12	10	31	70	89	55	51
Цианобактерии (Синезелёные)	16	19	9	10	11	8	11	6	22	22	15	14
Эвгленовые	2	5	-	-	6	6	6	-	1	-	13	12
Золотистые	3	1	-	-	-	2	-	-	2	1	4	6
Динофитовые	2	3	-	-	3	2	2	-	3	-	3	3
Жёлтозелёные	1	-	-	-	-	-	-	5	-	5	2	1
Криптофитовые	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
Всего	102	152	75	69	62	51	58	51	136	165	174	167

Примечание: «-» – не обнаружены

Общая численность фитопланктона изменялась в течение года от 124 тыс.кл/л до 3.4 млн кл/л, общая биомасса – от 0,033 до 5,424 мг/л, достигая минимальных величин в сентябре, максимальных – в марте и апреле. Влияние термического режима озёр-охладителей сказалось на снижении численности и биомассы водорослей в летний период, когда температура воды достигала высоких значений и превышала естественный фон, что угнетало вегетацию флоры планктона.

Основу численности формировали в разные месяцы и сезоны зелёные, криптофитовые, диатомовые водоросли и цианобактерии, тогда как основу биомассы – диатомовые водоросли при участии криптофитовых в зимне-весенний период и зелёных – в летне-осенний (рис. 2). Состав комплекса доминирующих по численности и биомассе водорослей планктона достаточно сильно изменялся в течение года.

По численности преобладали в зимнее время цианобактерии *Oscillatoria planctonica* Woloszynska, *O. limnetica* Lemmermann, *Lyngbya limnetica* Lemmermann и криптомонада *Chroomonas acua* Utermohl. Весной – представитель зелёных *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komarkova-Legnerova и диатомеи *Melosira varians* Agardh, *Diatoma vulgare* Bory, *Gomphonema olivaceum* (Horneman) Brebisson, *Fragilaria construens* (Ehrenberg) Grunow. В летний период доминировали зелёные *Pediastrum duplex* Meyen, *Scenedesmus acutus* Meyen, *S. communis* Hegewald. Осенью к перечисленным выше зелёным водорослям присоединялись цианобактерии *Oscillatoria agardhii* Gomont, *Oscillatoria* sp. и *Gloeocapsa* sp.

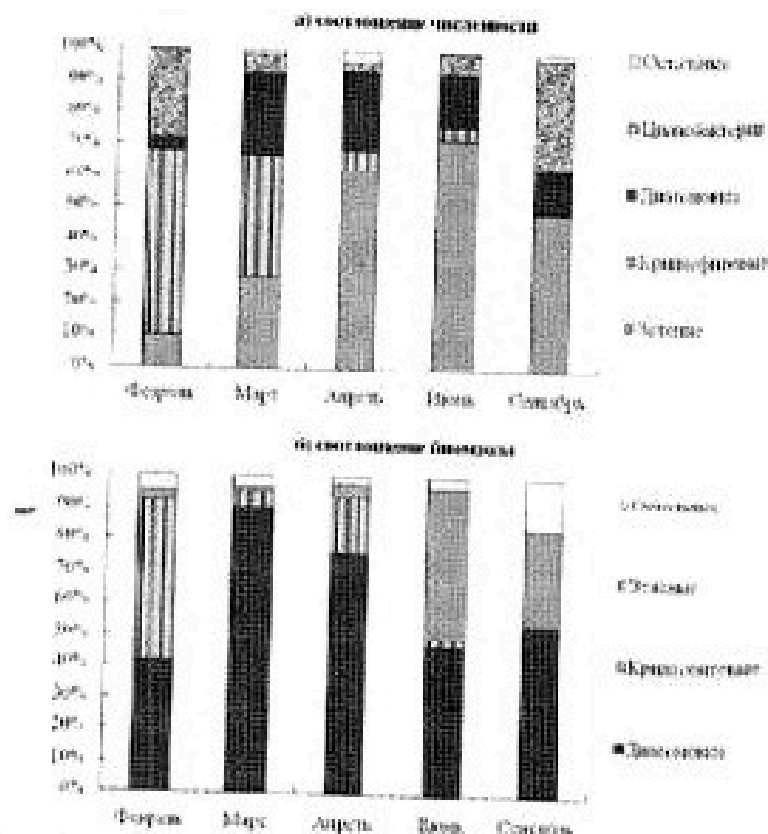


Рис. 2. Соотношение численности и биомассы основных отделов водорослей планктона охладителей Калининской АЭС в 2014 г.

По биомассе в 2014 г. доминировали представители диатомовых водорослей при участии криптофитовых в зимне-весенний период и зелёных — в летне-осенний. Зимой и весной преобладали диатомея *Stephanodiscus neocastrii* Hakansson & Hickel, *Aulacoseira amigua* (Grunow) Simonsen, *Melosira varians*, *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith, *Navicula capitata* Ehrenberg, *Diatoma vulgare*, *Gomphonema clivaceum* и криптофитовые *Chroomonas acuta* и *Cryptomonas marssonii* Skuja. Летом и осенью доминировали диатомовые *Aulacoseira granulata*, *A. Ambigua* и *Stephanodiscus hantzschii* Grunow при участии зелёных *Pediastrum duplex*, *Scenedesmus communis* и *S. acutus*.

Библиографический список

1. Алексин О.А. Общая гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
2. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб 35 с.
3. Кузьмин Г.В. Фитопланктон: видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: 1975. С. 73-87.
4. Мязметев А.Х., Руминцева Э.А. Влияние различных факторов на интенсивность антропогенного эвтрофирования озёр // Антропогенное воздействие на малые озёра. Л.: Наука, 1980. С. 120-127.
5. Серяков С.А., Марков М.В. Альгоиндикация состояния водоёмов-охладителей (на примере некоторых озёр Удомельского района Тверской области). Вестник Тверского государственного университета. Сер. География и геоэкология. 2009. № 31. С. 43-61.

6. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной чистоты по международным стандартам. Энциклопедический справочник. М.: Протектор, 1995. 624 с.

УДК 911.2:550.461

М.М. Котвица, maria-kotwica@mail.ru, М.Ю. Лычагин, lychagin@geogr.msu.ru
А.Н. Ткаченко, tkachenkomsu@yandex.ru, О.В. Ткаченко, tov1989@yandex.ru
*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия*

ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СИМФЕРОПОЛЬСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Рассмотрены концентрации тяжёлых металлов в воде и взвешенных наносах Симферопольского водохранилища. Проведена оценка загрязнения водохранилища тяжёлыми металлами относительно ПДКвр, среднемировых показателей и бассейна питающей реки Салгир. Выявлена сезонная динамика содержания тяжёлых металлов в зависимости от фаз водного режима реки Салгир и условий эксплуатации водохранилища.

Ключевые слова: водохранилище, тяжёлые металлы, Крым, взвешенные наносы, качество водных ресурсов, аквальные ландшафты.

M. Kotwica, maria-kotwica@mail.ru, M. Lychagin, lychagin@geogr.msu.ru
A. Tkachenko, tkachenkomsu@yandex.ru, O. Tkachenko, tov1989@yandex.ru
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

HEAVY METALS IN THE SIMFEROPOL RESERVOIR

Concentrations of heavy metals in the water and suspended loads of the Simferopol reservoir were studied. The reservoir pollution by heavy metals was analyzed in relation to TLV for fish breeding ponds, global average index and average indications in the Salgir river that provides water for the reservoir. The seasonal dynamics of heavy metal substances was revealed, dependent on the phases of the hydrological Salgir river regime and the operating conditions of the reservoir.

Keywords: reservoir, heavy metals, Crimea, suspended load, water quality, aquatic systems.

Водохранилища играют важную геохимическую роль «отстойников», где благодаря своеобразному гидрологическому режиму оседает большое количество взвешенного материала, зачастую обогащённого загрязняющими веществами [5]. Одними из приоритетных поллютантов водных экосистем являются тяжёлые металлы (ТМ), поскольку даже при сравнительно невысоких концентрациях они могут оказывать токсическое воздействие на живые организмы.

Симферопольское водохранилище – второе по величине в Крыму после Чернореченского, сооружено в 1954 году. Расположено южнее г. Симферополь на р. Салгир. Это основной источник водоснабжения города и прилегающих населённых пунктов. Кроме того, его воды используются для орошения