

СОУЧРЕДИТЕЛИ:
Российское общество инженеров строительства, Российская инженерная академия

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Социальные ожидания, жилищные программы и качество жизни на урбанизированных территориях
Ильичёв В. А., Емельянов С. Г., Колчунов В. И., Бакаева Н. В. _____ 3

СТРОИТЕЛЬНАЯ НАУКА

К расчету ширины раскрытия наклонных трещин третьего типа в составных железобетонных конструкциях
Клюева Н. В., Яковенко И. А., Усенко Н. В. _____ 8

Методика определения жесткости плосконапряженных и стержневых железобетонных составных конструкций при сейсмических воздействиях
Колчунов Вл. И., Марьенков Н. Г., Омельченко Е. В., Тугай Т. В., Бухтиярова А. С. _____ 12

Экспериментально-расчетный метод определения опорного момента консольной балки
Локтионов А. П. _____ 15

Решение задачи о свободных колебаниях упругой ортотропной пластинки методом интерполяции по коэффициенту формы.
Савин С. Ю. _____ 19

Прогибы и частоты собственных колебаний систем перекрестных балок на прямоугольном плане с различными размерами ячеек с учетом податливости узловых соединений
Макаров А. А., Турков А. В. _____ 22

ВЕСТИ РААСН

Хроника событий 2013 года _____ 26

ЭКОНОМИКА. УПРАВЛЕНИЕ. МАРКЕТИНГ

Моделирование управления инвестиционным потенциалом устойчивого развития города с использованием теории оптимального проектирования
Мошквич М. Л., Ступишин Л. Ю. _____ 30

В ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКУ

К определению размеров зоны пластичности при расчете остаточных сварочных напряжений
Михайленко Т. Г. _____ 33

ЭНЕРГОРЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ

Ресурсоэнергосберегающая конструктивная система жилых и общественных зданий с заданным уровнем конструктивной безопасности
Клюева Н. В., Колчунов В. И., Бухтиярова А. С. _____ 37

Методы и проблемы теплотехнических испытаний многослойных кладок
Ступишин Л. Ю., Масалов А. В. _____ 41

Поверочный расчет фазопереходного аккумулятора теплоты по условиям зарядки
Умеренкова Э. В., Умеренков Е. В. _____ 44

РЕКОНСТРУКЦИЯ. РЕСТАВРАЦИЯ. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Некоторые подходы к реконструкции городского пространства в условиях сложившейся застройки
Бредихин В. В., Бредихина Н. В. _____ 47

Восстановление несущей способности и эксплуатационных характеристик геометрически нелинейных пологих оболочек на прямоугольном плане.
Ступишин Л. Ю., Колесников А. Г. _____ 51

Изменение расчетного сопротивления грунтов основания, работающего как нелинейная неупругая система.
Сморчков А. А., Керб С. А., Орлов Д. А., Барановская К. О. _____ 54

ФАКУЛЬТЕТ ПГС – СТРОИТЕЛЯМ

Методика определения удельного теплопотребления при отоплении и вентиляции здания за отопительный период при применении рекуператоров в условиях Центральной Азии.
Усмонов Ш. З. _____ 57

Особенности катодной защиты теплоизолированного трубопровода с участками надземной прокладки на примере нефтепровода «Заполярье – НПС «Пур-Пе»
Суриков В. И., Скуридин Н. Н., Сощенко А. Е., Богатенков Ю. В. _____ 59

ЭКОЛОГИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Экологические проблемы возобновляемых источников энергии.
Алексашина В. В. _____ 63

Оценка современного состояния качества воды водоемов-охладителей Калининской АЭС
Григорьева И. Л., Комиссаров А. Б., Ланцова И. В., Липатникова О. А., Серяков С. А. _____ 66

Основные направления повышения эффективности оборотной системы охлаждающего водоснабжения в сахарном производстве
Поливанова Т. В., Фролов К. А., Поливанова С. А., Буромский В. В. _____ 70

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНИКА, МАТЕРИАЛЫ

Исследование характера работы буроинъекционных наклонных свай, армированных металлической трубой, на основе полевых экспериментальных испытаний
Смолак В. Я. _____ 74

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Передовые технологии инспекции трубопроводных систем водоснабжения и водоотведения
Орлов В. А., Дежина И. С. _____ 77

СПОНСОРЫ И ПАРТНЕРЫ

Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы, РААСН, Комитет Торгово-промышленной палаты РФ по предпринимательству в сфере строительства, Министерство строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Московской области, МГСУ, МНИИТЭП, Моспроект-2 им. М. В. Посохина, ПНИИИС, ЦНИИПромзданий, ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Шлихтер А. А. «Зеленая» стратегия американских корпораций // Мировая экономика и международные отношения. 2013. № 7. С. 12–21.
2. Лятхер В. М. Возобновляемая энергетика: эффективные решения. М. : ИКИ, 2011. 172 с.
3. Забродский А. Г. Исследования и разработки ФТИ им. А. Ф. Иоффе в области альтернативной энергетики и экологии // Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 05-06 (109-110). С. 22–29.
4. Энергия – вода – эволюция /под общей ред. В. В. Бушуева. М. : ИАЦ «Энергия», 2008. 140 с.
5. Стребков Д. С. Инновационные технологии для возобновляемой энергетики // Малая энергетика. 2013. № 1-2. С. 10–15.

R E F E R E N C E S

1. Shlihter A. A. «Zelenaja» strategija amerikanskih korporacij [«Green» strategy of American corporations]. *Mirovaja jekonomika i mezhdunarodnye otnoshenija*, 2013, no. 7, pp. 12–21. (In Russian).
2. Ljather V. M. *Vozobnovljaemaja jenergetika: jeffektivnye reshenija* [Renewable energetic: efficient solutions]. Moscow, IKI Publ., 2011. 172 p. (In Russian).
3. Zabrodskij A. G. Issledovanija i razrabotki FTI im. A. F. Ioffe v oblasti al'ternativnoj jenergetiki i jekologii [Research and developments of the Ioffe Physical-Technical Institute in the field of alternative energetics and ecology]. *Al'ternativnaja jenergetika i jekologija*, 2012, no. 05-06 (109-110), pp. 22–29. (In Russian).
4. *Jenergija – voda – jevoljucija* [Energy – water – evolution]. Pod obshhej red. V. V. Bushueva. Moscow, IAC «Jenergija» Publ., 2008. 140 p. (In Russian).
5. Strebkov D. S. Innovacionnye tehnologii dlja vozobnovljaemoj jenergetiki [Innovative technologies for renewable energy]. *Malaja jenergetika*, 2013, no. 1-2, pp. 10–15. (In Russian).

УДК 556.551.004.12

Оценка современного состояния качества воды водоемов-охладителей Калининской АЭС

Ирина Леонидовна ГРИГОРЬЕВА, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, e-mail: Irina0103@yandex.ru

Алексей Борисович КОМИССАРОВ, научный сотрудник, e-mail: aleco@inbox.ru

Иваньковская научно-исследовательская станция ФГБУ науки Института водных проблем РАН, 171251 г. Конаково, Тверская обл., ул. Белавинская, 61-А

Ирина Владимировна ЛАНЦОВА, доктор географических наук, зам. генерального директора, начальник отдела инженерно-экологических изысканий, e-mail: liveco@rambler.ru

ОАО «Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве» (ПНИИИС), 105187 Москва, Окружной проезд, 18

Ольга Александровна ЛИПАТНИКОВА, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, e-mail: lipatnikova_oa@mail.ru

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ), 119234 Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1

Сергей Алексеевич СЕРЯКОВ, гидролог цеха обеспечивающих систем, e-mail: sseryakov@mail.ru

ОАО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская атомная станция», 171841, г. Удомля, Тверская обл.

Аннотация. Приведены результаты гидрохимического и гидробиологического (фитопланктон) опробования осенью 2010 г. качества воды озер Песьво и Удомля, использующихся в качестве охладителей в производственном цикле Калининской АЭС, отнесенных к водоемам высшей рыбохозяйственной категории и являющихся рекреационными объектами и приемниками сточных вод от г. Удомля. Показано, что по большинству определявшихся в пробах воды макро- и микроэлементов не наблюдается превышения предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водоемов. Оценка качества воды по индексу сапробности, который изменялся от 2,08 до 2,31 в оз. Песьво, свидетельствует об умеренном загрязнении водоемов в результате поступления сточных вод г. Удомля и Калининской АЭС.

Ключевые слова: водоемы-охладители, Калининская АЭС, гидрохимический режим, качество воды, фитопланктон, тяжелые металлы, индекс сапробности.

EVALUATION OF PRESENT WATER QUALITY CONDITIONS OF THE KALININ NUCLEAR POWER STATION'S BASIN-COOLERS

Irina L. GRIGORIEVA, e-mail: Irina0103@yandex.ru, **Aleksey B. KOMISSAROV**, e-mail: aleco@inbox.ru
Ivankovo Scientific-Research Station, Water Problems Institute of RAS (Konakovo)

Irina V. LANTSOVA, e-mail: liveco@rambler.ru, «Production, Scientific and Research Institute for Engineering Survey in Construction» OJSC (Moscow)

Olga A. LIPATNIKOVA, e-mail: lipatnikova_oa@mail.ru, Lomonosov Moscow State University (MSU)

Sergey A. SERYAKOV, e-mail: sseryakov@mail.ru, Rosenergoatom Concern OJSC, Kalinin Nuclear Power Station (Udomlya)

Abstract. Results of the hydrochemical and hydrobiological (phytoplankton) testing of water quality conducted in the fall of 2010 at Lakes Pesvo and Udomlya which are used as coolers in the operational cycle of the Kalinin nuclear power station, rated as water bodies of the highest fishery category and are recreation objects and receivers of wastewater from the town of Udomlya are presented. It is shown that there is no exceeding the maximum permissible concentrations for fishery waters for the majority of macro- and microelements determined in water samples. The assessment of water quality according to the Sladeczek saprobity index, which was changing from 2.08 to 2.31 at the Pesvo, indicates the moderate pollution as a result of arrival of waste water from Udomlya and the Kalinin nuclear power station.

Key words: basin-coolers, Kalinin NPS, hydrochemical conditions, water quality, phytoplankton, heavy metals, saprobity index.

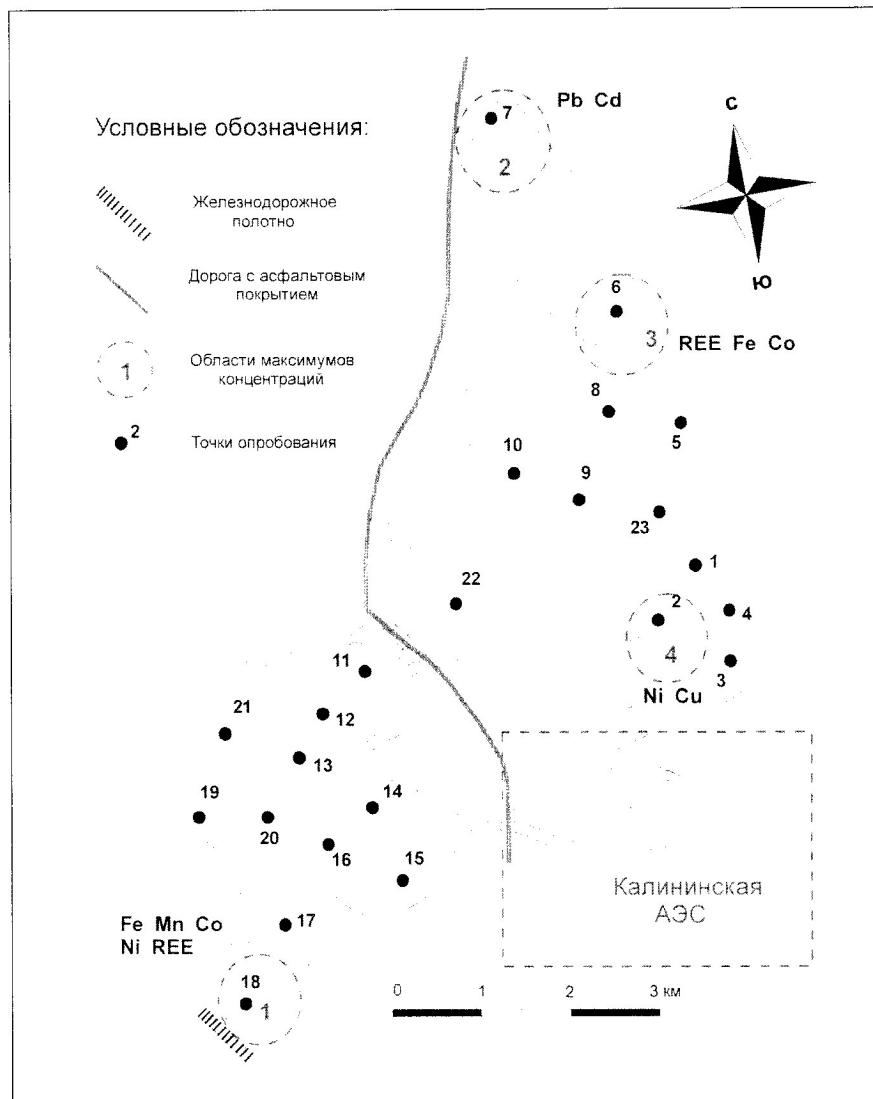
Влияние техногенных объектов, к которым относятся и атомные электростанции, на окружающую среду носит сложный и комплексный характер, для оценки которого необходимо проведение мониторинговых наблюдений всех природных сред: атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, биоты. Задача авторов этой статьи — оценка качества воды водоемов-охладителей Калининской АЭС, которая расположена на севере Тверской обл., в Удомельском районе. В состав атомной станции входят четыре действующих энергоблока ВВЭР-1000 мощностью 1000 МВт каждый, введенные в эксплуатацию в 1984, 1986, 2004 и 2012 гг. В качестве охладителей в производственном цикле Калининской АЭС используются озера Удомля и Песьво (табл. 1), отнесенные к водоемам высшей рыбохозяйственной категории и являющиеся рекреационными объектами и приемниками сточных вод от г. Удомля. Озера соединены между собой протокой, имеющей слабое течение в направлении от оз. Песьво к оз. Удомля, к южному берегу которого выходит Калининская АЭС.

Авторами статьи использованы материалы гидрохимического и гидробиологического (фитопланктон) опробования озер Песьво и Удомля, выполненного в сентябре 2010 г. сотрудниками Института водных проблем РАН, геологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова и Калининской атомной станции. Было отобрано 11 проб воды на макрокомпонентный состав, восемь проб на фитопланктон и 23 пробы на макрокомпонентный состав (см. рису-

нок). Макрокомпонентный состав вод (табл. 2–4) был определен методами объемного титрования и потенциометрии в гидрохимической лаборатории Ивановской научно-

исследовательской станции. Для анализа микрокомпонентов использовали масс-спектрометрический метод с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС). Измерения проводи-

Схема расположений точек пробоотбора и областей повышенных концентраций микроэлементов



лись на одноколлекторном масс-спектрометре ELEMENT 2 фирмы «Thermo Finnigan» на кафедре геохимии геологического факультета МГУ. Было определено содержание Fe, Mn, Cd, Zn, Pb, Co, Cu, Ni (табл. 5) и редкоземельных элементов REE.

Численность фитопланктона определяли путем подсчета клеток в камере «Учинская-2» (аналог камеры Ножотта) объемом 0,01 мл. Оценка биомассы проводилась счетно-объемным методом (приравнивание форм водорослей к геометрическим фигурам; объемы сложных клеток разбивались на простые). Для всех видов рассчитывали индивидуальные объемы [1]. Расчет индекса сапробности проводили на основании системы Пантле–Букка в модификации Сладечека [2].

Исследования показали, что по классификации О. А. Алекина [3] воды озер Удомля и Песьво относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Минерализация вод в среднем составляла 230–235 мг/дм³ (табл. 2).

Величина pH, одного из важнейших показателей качества воды, от которого зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды на металлы, бетон и т. д., не выходила за пределы допустимых значений 6,5–8,5 для водоемов рыбохозяйственного назначения (табл. 3).

Значения мутности и взвешенных веществ в озерах Песьво и Удомля, в основном, невысокие. Кислородный режим благоприятный, зафиксированные значения растворенного кислорода были во всех точках наблюдений выше минимально допустимого значения в период открытой воды 6 мг/дм³.

Высокие значения таких показателей, как цветность и перманганатная окисляемость (см. табл. 3) — свидетельство поступления в озера органических веществ, в основном, природного происхождения, поскольку водосборные бассейны водоемов значительно заболочены. Полученные значения хорошо согласуются с данными [4].

Концентрации биогенных элемен-

1. Характеристика озер Удомля и Песьво [4]

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

2. Солевой состав воды озер Песьво и Удомля (минимум / максимум / среднее значение), мг/дм³

Показатель	оз. Песьво	оз. Удомля	ПДК _{рыб-хоз}
Гидрокарбонаты HCO ₃ ⁻	159/165/162	159/165/163	—
Кальций Ca ²⁺	36/40/38	36/40/38	180
Магний Mg ²⁺	8,5/10,9/10	8,5/10,9/9,5	40
Натрий и Калий Na ⁺ + K ⁺	4,8/9,3/6,9	5,8/12,3/8,2	—
Сульфаты SO ₄ ²⁻	3,7/7,1/5,5	2/18,1/7,5	100
Хлориды Cl ⁻	6/8/6,9	6/7,3/6,7	300
Минерализация	224/240/230	228/247/235	—

3. Физико-химические характеристики и показатели содержания органического вещества водных масс озер Песьво и Удомля (минимум / максимум / среднее значение)

Показатель	оз. Песьво	оз. Удомля	ПДК _{рыб-хоз}
pH	7,08/7,27/7,2	6,79/7,66/7,35	6,5-8,5
Взвешенные вещества, мг/дм ³	0,2/2/0,9	0,8/13/3	—
Мутность, мг/дм ³	2,2/5,1/3,4	2,6/40,5/11,4	—
Кислород растворенный, мгO ₂ /дм ³	7,8/9,0/8,4	7,1/7,9/7,7	Не менее 6
Цветность, градусы цветности	97/111/104	44/161/128	—
Перманганатная окисляемость, мгO/дм ³	13/16/15	13/16/14	—
БПК ₅ , мгO ₂ /дм ³	0,8/1/0,9	0,6/1,1/0,8	2

4. Концентрации биогенных элементов в воде озер Песьво и Удомля (минимум / максимум / среднее значение)

Показатель	оз. Песьво	оз. Удомля	ПДК _{рыб-хоз}
Фосфор минеральный P _{мин.} , мгP/дм ³	0,027/0,037/0,032	0,021/0,038/0,033	—
Фосфор общий, P _{общ.} , мгP/дм ³	0,061/0,069/0,067	0,039/0,077/0,066	—
Азот аммония, NO ₄ ⁺ , мгN/дм ³	0,36/0,43/0,4	0,26/0,37/0,31	0,4
Азот нитритов, NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	0,005/0,009/0,007	0,004/0,009/0,007	0,02
Азот нитратов, NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	0,2/0,27/0,24	0,23/0,32/0,26	9,1
Кремний Si, мг/дм ³	1,4/1,6/1,5	1,4/2,1/1,9	—

тов, как правило, были невысокими и не превышали ПДК_{рыб-хоз} (табл. 4), за исключением аммонийного азота. Концентрации аммонийного азота, незначительно превышающие ПДК_{рыб-хоз} и на уровне этого критерия, были зафиксированы в оз. Песьво и в протоке между озерами. В оз. Удомля наблюдались более низкие концентрации, по сравнению с оз. Песьво. Такое повышение содержания аммония в воде озер может быть связано со сбросом коммунально-бытовых сточных вод МУП ЖКХ г. Удомля в южной части оз. Песьво.

По каждому из изученных микроэлементов построена карта распределения. Для выявления взаимосвязи в распределении изучаемых металлов вычислена матрица коэффициентов парной корреляции и построена корреляционная дендрограмма, на основании которой все элементы разделились на четыре группы: Mn-Fe-Co-REE, Cd-Pb, Cu-Ni и отдельно Zn. Распределение в водах тяжелых металлов (ТМ), принадлежащих к одной группе, имеет сходный характер. На основании карт выявлены четыре области, в которых наблюдается повышение концентраций большинства изученных ТМ (см. рисунок). По результатам исследований непосредственно к Калининской АЭС не приурочена ни одна из областей повышенных концентраций ТМ. Высокие концентрации меди в воде озер связаны, по-видимому, со значительной заболоченностью прилегающих территорий, поскольку для Ni и Cu

5. Микрокомпонентный состав воды озер Песьво и Удомля (минимум / максимум / среднее значение)

Ингредиент	Значение, мг/дм ³	ПДК _{рыб-хоз}
Железо Fe	0,02/0,15/0,027	0,1
Кадмий Cd	0,00001/0,00024/0,00002	0,005
Кобальт Co	0,00004/0,00009/0,00004	0,01
Марганец Mn	0,0006/0,0109/0,0007	0,01
Медь Cu	0,029/0,038/0,031	0,001
Никель Ni	0,0062/0,0068/0,0065	0,01
Свинец Pb	0,00008/0,00135/0,00014	0,006
Цинк Zn	0,0022/0,0239/0,0057	0,01

одной из форм существования в природных водах являются органо-минеральные комплексы с фульвокислотами.

Основу фитопланктона формировали, в основном, водоросли трех отделов – зеленые, криптофитовые и диатомовые. Численность и биомасса фитопланктона изменялись в широком диапазоне – от 692 тыс. кл/л до 3164 тыс. кл/л и от 0,551 мг/л до 1,852 мг/л соответственно. Наибольшие значения численности и биомассы фитопланктона наблюдались в районе поступления сточных вод от АЭС. В целом фитопланктон оз. Песьво отличался большими, по сравнению с фитопланктоном оз. Удомля, величинами численности и биомассы. Доминирующими видами как по численности, так и по биомассе, практически на всех станциях наблюдений были *Aulacoseira granulata* и *Cryptomonas ovata*.

Индекс сапробности в воде изменялся от 2,08 (оз. Песьво, напротив выпуска осадка сточных вод) до 2,31 (оз. Песьво, Митрошинский ж/д переезд), что говорит об умеренном загрязнении воды озер, которая относится к бета-мезосапробной зоне.

Вывод

Исследования гидрохимического и гидробиологического (фитопланктон) режимов озер Песьво и Удомля осенью 2010 г. не выявили значительного загрязнения водных масс водоемов такими элементами, как сульфаты, хлориды, биогены и тяжелые металлы. Оценка качества воды по индексу сапробности свидетельствует об умеренном загрязнении водоемов в результате поступления сточных вод г. Удомля и Калининской АЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин Г. В. Фитопланктон: видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 73–78.
2. Sladeczek V. System of water quality from biological point of view // *Ergebn. der Limnol. H. 7. Arch. fur Hydrobiol. Beiheft. 7.* 1973, pp. 1–218.
3. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 413 с.
4. География Удомельского района / под ред. Б. К. Виноградова. Тверь, 1999. 356 с.

REFERENCES

1. Kuz'min G. V. Fitoplankton: vidovoy sostav i obilie [Phytoplankton: species composition and abundance]. *Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov.* Moscow, Nauka Publ., 1975, pp. 73–78. (In Russian).
2. Sladeczek V. System of water quality from biological point of view. *Ergebn. der Limnol. H. 7. Arch. fur Hydrobiol. Beiheft. 7.* 1973, pp. 1–218.
3. Alekin O. A. *Osnovy gidrokhimii* [Basics of hydrochemistry]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1970. 413 p. (In Russian).
4. *Geografiya Udomel'skogo rayona* [Geography of Udomlya District]. Pod red. B. K. Vinogradova. Tver', 1999. 356 p. (In Russian).