

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ

ОАО «РУСГИДРО»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОТЕХНИКИ им. Б.Е. ВЕДЕНЕЕВА

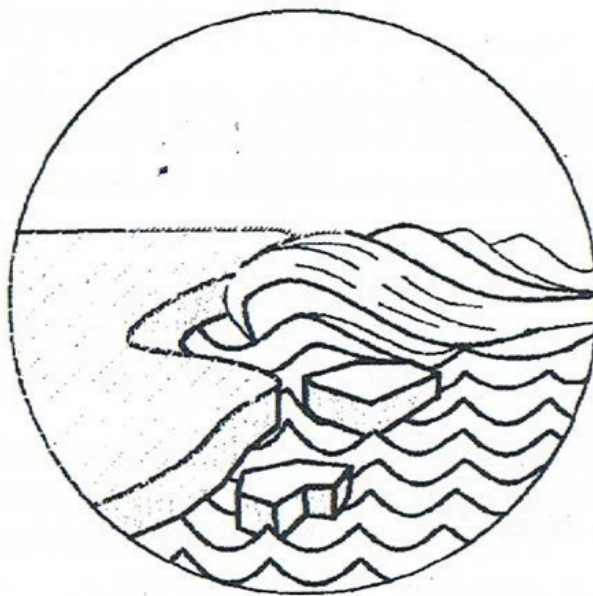
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

СЕВЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОСЛУЖБЫ

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ТРУДЫ

III ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ЛЕДОВЫЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ РОССИИ»



6-11 июня 2011 г.,
г. Онега Архангельской обл., Россия

ББК 26.222.5

Т 78

Т 78 Труды III Всероссийской конференции «Ледовые и термические процессы на водных объектах России», г. Онега Архангельской обл., Россия 6-11 июня 2011 г., Институт водных проблем РАН, М.; 2011. - 418 стр

В сборник включены доклады III Всероссийской конференции «Ледовые и термические процессы на водных объектах России». Основная задача конференции – представление и обсуждение наиболее важных и значимых результатов исследований в области ледовых и термических процессов на водных объектах России, полученных в последние четыре года, определение приоритетных направлений исследований в ближайшие годы и их координация.

Сборник подготовлен и выведен в печать сотрудниками лаборатории динамики русловых изменений и эдиперимента ИВН РАН О.Я. Масликовой, И.И. Грицуком, Г.А. Самыкиным и редакцией при финансовой поддержке Отделения наук о Земле РАН и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-05-06039-г).

ISBN 978-5-209-03728-6

ББК 26.222.5

© Коллектив авторов, 2011

© Московский государственный университет природообустройства, Издательство, 2011

Секция 3 «Моделирование ледовых процессов и опасных ледовых явлений (заторы, зажоры) на водных объектах»	229
<i>Дьяченко Н.Ю., Бузин В.А.</i> ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРОГНОЗ ЗАЖОРОВ ЛЬДА НА РЕКЕ НЕВА	231
<i>Иванов В.В.</i> ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ И МОРФОМЕТРИИ РУСЛА НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕДОВЫХ ЗАТОРОВ	240
<i>Ильинов А.К., Кирик О.М., Беликов В.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДОВЫХ ПРОЦЕССОВ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕДОВЫХ ЗАТОРОВ НА СРЕДНЕЙ ЛЕНЕ	246
<i>Калинин В.Г., Трофимов Н.А., Микова К.Д.</i> ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОСодЕРЖАНИЯ ВОДНЫХ МАСС, МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕПЛООБМЕНА НА ПРОЦЕССЫ ЛЕДООБРАЗОВАНИЯ	250
<i>Музылев С.В.</i> ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВОЛНОВЫХ ДВИЖЕНИЙ ПОД ЛЕДЯНЫМ ПОКРОВОМ	259
<i>Фролова Н.Л., Агафонова С.А., Рулева С.Н., Сурков В.В., Жук В.А., Широкова В.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА И ПРОЦЕССОВ ЗАТОРООБРАЗОВАНИЯ НА РЕКЕ ТОМЬ	269
Секция 4 «Экологические аспекты термических и ледовых процессов»	277
<i>Голубчиков С.Н., Голубчиков М.Ю.</i> ВОЗМОЖНЫЕ ДЕСТРУКТИВНЫЕ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АРКТИКИ	279
<i>Гончаров А.В., Исиев В.А., Лобченко Е.Е., Ничипорова И.П.</i> ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННОГО В ВОДЕ КИСЛОРОДА ПРИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА НЕКОТОРЫХ РЕК В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ	286
<i>Григорьева И.Л., Суховская Л.Н.</i> ВЛИЯНИЕ АНОМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА 2010 Г. НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА	290

содержания растворенного в воде кислорода. Причиной этого является тепловое воздействие Новосибирского водохранилища. При этом в Оби на участке от плотины до 9 км ниже г. Новосибирск (то есть в 35 км ниже плотины) прослеживается возрастание содержания кислорода, связанное с атмосферной аэрацией поступающих в реку придонных, обедненных кислородом, вод водохранилища.

Тепловое влияние Новосибирского водохранилища прослеживается и в с. Дубровино (в 130 км ниже плотины), где продолжительность периода ледостава составляет 142 суток при достаточно высоком насыщении воды кислородом в конце ледостава – 75,1-77,6 %.

Таким образом, в результате теплового воздействия могут происходить существенные изменения кислородного режима рек, от которого, в свою очередь, зависит характер протекания многих физико-химических процессов в водотоках, а также – состав и функционирование речных биоценозов. Исследование таких воздействий имеет существенное значение при оценке экологического состояния рек и для разработки мероприятий по рациональному использованию и охране водных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов Д.В. Основы гидрофизики. Учебное пособие. - М.: Изд-во МГУП. 2004. - 246 с.

ВЛИЯНИЕ АНОМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА 2010 Г. НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

И.Л. Григорьева*, Л.Н. Суховская**

*Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем РАН, Москва, Россия

**Федеральное государственное водохозяйственное учреждение «Центррегионводхоз», Москва, Россия
e-mail: Irina_Grigorieva@list.ru

Формирование качества воды водохранилищ зависит как от природных, так и антропогенных факторов [1]. К первым следует отнести природные и климатические условия региона, в котором расположено водохранилище, гидрологические и морфометрические характеристики водоема. Большую роль в формировании качества воды

играют также водность года, положение водохранилища в каскаде, сезонная и суточная динамика внутриводоемных процессов, которая в большой степени зависит от температуры воды. Аномально высокие температуры воздуха и температуры воды летнего периода 2010 г. в значительной степени повлияли на формирование качества воды водных объектов Московского региона, в частности водохранилищ Московцевской водной системы и водохранилищ Водораздельного бьефа канала имени Москвы.

В состав Московцевской водной системы входят следующие водохранилища: Истринское на реке Истра, Можайское на реке Москва, Озернинское на реке Озерна, Рублевское на реке Москва (водохранилище по существу является верхним бьефом Рублевского гидроузла), Рузское на реке Руза. Рузское водохранилище помимо аккумуляции стока с водосбора реки Руза, подпитывается также из Вазузской гидротехнической системы. Все водохранилища руслового типа и осуществляют многолетнее (кроме Рублевского) регулирование речного стока.

Назначением рассматриваемых водохранилищ и образующих их гидроузлов является:

- водоснабжение города Москвы,
- уменьшение паводковых и паводковых расходов реки Москвы в черте города,
- обеспечение гарантированных судоходных глубин на реках: Москве и Оке,
- выработка электроэнергии,
- санитарное обводнение реки Москвы в меженный период.

За последние годы водохранилища, даже в некоторой степени Рублевское, приобрели существенное рекреационное значение.

В июле - августе 2010 г. формирование качественных характеристик воды Московцевских водохранилищ проходило в условиях жаркой, безветренной погоды с практически полным отсутствием дождевых осадков. Анализ многолетней динамики температуры показывает, что температура воды поверхностных горизонтов приплотинных зон водохранилищ в июле-августе находилась в диапазоне 20-24 °С. В 2010 г., впервые за весь период наблюдений, июльский уровень температур повысился с 24 °С в первой декаде до 26-27 °С во 2-й и 3-й декадах месяца, а в начале августа – до 26,5-27,5 °С. Такой уровень температуры сохранялся до конца августа. В сентябре температура воды довольно резко снизилась до 16 °С, что на 3-4 градуса ниже уровня предыдущего года.

Повышенный уровень летней температуры 20-22°C придонных горизонтов создал благоприятные условия для интенсификации восстановительных процессов у дна, в результате которых снижались концентрации растворенного кислорода, увеличилось количество сероводорода, аммония, появились интенсивные гнилостные и сероводородные запахи. Наиболее заметно ухудшение кислородного режима наблюдалось в Озернинском и Истринском водохранилищах. В нижнем бьефе последнего сероводородный запах интенсивностью 5 баллов наблюдался в течение двух месяцев.

На численность фитопланктона (по данным Мосводоканала) в отчетный период оказывали влияние климатические и гидробиологические условия летнего периода 2010 года (небольшие объемы притока воды в водохранилища и высокие температуры воздуха и воды).

В конце июля началась вегетация сине-зеленых водорослей, достигая пика своего развития в августе месяце. Доминировал *Aphanizomenon flos-aqua*. Максимальные концентрации в верховьях Истринского водохранилища достигали 1,8 млн.кл/л. В сентябре количество сине-зеленых в Можайском и Рузском водохранилищах пошло на убыль. В Озернинском и Истринском водохранилищах развитие сине-зеленых водорослей продолжалось и оставалось на уровне нескольких сотен тысяч кл/мл.

Усиленное развитие фитопланктона повлияло на концентрацию некоторых ингредиентов в воде водохранилищ, в частности биогенов.

Сравнительный анализ значений химических показателей и концентраций ингредиентов в замыкающих створах летом 2009 и 2010 гг. показал, что в замыкающем створе Можайского водохранилища летом 2010 г. произошло увеличение концентрации нитрат-иона с 1,31 до 2,4 мг/дм³, уменьшение цветности с 77 до 66 градусов цветности за счет отсутствия притока воды с водосбора, уменьшение концентраций аммонийного иона с 0,24 до 0,05 мг/дм³, нитрит-иона с 0,053 до 0,035 мг/дм³ и фосфат-иона с 0,142 до 0,005 мг/дм³. Уменьшение концентраций большинства биогенных элементов связано с усвоением их фитопланктоном. Повышенные концентрации нитрат-иона летом 2010 г., по сравнению с 2009 г., очевидно, связаны с локальным загрязнением.

Во всех остальных водохранилищах в замыкающих створах наблюдались более высокие, чем в 2009 г., значения рН, что является косвенным свидетельством интенсивного цветения воды. В Рузском водохранилище в створе плотины рН воды летом 2010 г. составлял 9,1 ед. рН, тогда как летом 2009 г. - 8,7 ед. рН, в Озернинском в 2010 г. - 8,4

ед. рН, летом 2009 г. - 8,2 ед. рН; в Истринском соответственно 8,9 и 8,2 ед. рН, в Рублевском - 8,8 и 8,1 ед. рН.

В Озернинском, Истринском и Рублевском водохранилищах летом 2010 г. были зафиксированы более высокие, чем в 2009 г., значения ХПК. Так в створе плотины Озернинского водохранилища значение ХПК летом 2010 г. составило 57 мгО/дм³, а летом 2009 г. только 41 мгО/дм³; в створе плотины Истринского гидроузла - соответственно 46 и 18 мгО/дм³; в створе плотины Рублевского водохранилища - соответственно 28 и 9 мгО/дм³.

В замыкающем створе Истринского водохранилища отмечались высокие значения БПК₅ (8,2 мгО₂/дм³), что является свидетельством высокой антропогенной нагрузки на водохранилище.

В замыкающих створах Рублевского и Рузского водохранилищ летом 2010 г., по сравнению с летней меженью 2009 г., возросли концентрации нитрит-иона, в первом соответственно 0,037 и 0,026 мг/дм³, во втором 0,027 и менее 0,02 мг/дм³. Концентрации нитрат-иона возросли не только в Можайском, но и створах плотин Рузского (0,3 мг/дм³ в 2010 и менее 0,1 мг/дм³ - в 2009 г.) и Озернинского (соответственно 0,19 мг/дм³ и менее 0,1 мг/дм³) водохранилищ.

В замыкающих створах Можайского, Озернинского, Истринского и Рузского водохранилищ летом 2010 г. были зафиксировано превышение концентраций нефтепродуктов по сравнению с летом 2009 г., что вызвано более интенсивным использованием маломерного флота в период жаркой бездождливой погоды.

В водораздельный бьеф входят водохранилища судоходной части - Икшинское, Пестовское, Пяловское, Клязьминское и Химкинское, а также примыкающее к ним с востока отстойное Учинское водохранилище. ФГУП «Канал им. Москвы» эксплуатирует Икшинское, Клязьминское и Химкинское водохранилища, остальные - МГУП «Мосводоканал».

В водохранилища водораздельного бьефа по каналу имени Москвы из Ивановского водохранилища насосными станциями подается 90 % всей воды. Остальные 10 % приходной части водного баланса покрываются естественным притоком рек, имеющим дождевое, снеговое и подземное питание. Волжская вода поступает через северный склон канала имени Москвы в Икшинское водохранилище.

Все водохранилища сезонного регулирования: заполняются до расчетных отметок НПУ перед навигацией и опорожняются после ее окончания. Водотоки, впадающие в водохранилища Водораздельного бьефа, имеют снеговое, дождевое и грунтовое питание.

Аномальные погодные условия, высокая температура воды и хорошие прогрев и освещенность водной толщи послужили причиной интенсификации ряда внутриводоёмных процессов, способствовавших ухудшению качества воды в водохранилищах водораздельного бьефа. В 3-ем квартале 2010 года (по данным Мосводоканала) отмечались повышенные по сравнению с многолетним периодом концентрации аммонийного азота и марганца. Максимальные концентрации марганца в воде Клязьминского водохранилища достигали $3,46 \text{ мг/дм}^3$. Высокие значения отмечены также в Учинском водохранилище. Следует полагать, что основным источником поступления марганца в водную толщу в июле-августе этого года явились донные отложения.

Наиболее существенно качество воды изменилось в Клязьминском водохранилище. С 14 июля начался рост содержания марганца и при достижении в питьевой воде предельно допустимой концентрации ($0,1 \text{ мг/дм}^3$) Клязьминская насосная станция была выведена из работы. Максимумы концентрации аммонийного азота в Учинском водохранилище достигали значений $0,5 \text{ мг/дм}^3$ и отмечались также у дна.

Уровень развития фитопланктона за 9 месяцев 2010 года был выше среднеголетних величин. В Икшинском водохранилище содержание микроводорослей доходило 200 тыс. кл./мл . Среднее же количество водорослей в этот период достигало 48 тыс. кл./мл , что в несколько раз выше среднеголетнего максимума – $10,0 \text{ тыс. кл./мл}$. На водозаборах станций водоподготовки за 9 месяцев 2010 года численности фитопланктона были также выше уровня среднеголетних значений и колебались от $2,6$ до $19,7 \text{ тыс. кл./мл}$, тогда как максимальный показатель предыдущего десятилетия достигал $5,5 \text{ тыс. кл./мл}$.

Сравнительный анализ показал, что во время отбора проб воды летом 2009 г. температура воды в створах Икшинского водохранилища изменялась от $22,9^{\circ}\text{C}$ до $23,7^{\circ}\text{C}$. В 2010 г. температура в поверхностном горизонте изменялась от $24,3^{\circ}\text{C}$ до $25,6^{\circ}\text{C}$.

В Пестовском водохранилище летом 2009 г. температура воды в поверхностном горизонте изменялась от $23,4^{\circ}\text{C}$ до $24,0^{\circ}\text{C}$, а летом 2010 г. от $25,5^{\circ}\text{C}$ до $26,1^{\circ}\text{C}$. В Учинском водохранилище в период отбора проб воды летом 2009 г. температура воды изменялась от $25,5^{\circ}\text{C}$ до

$26,9^{\circ}\text{C}$, а летом 2010 г. – от $26,1$ до $26,7^{\circ}\text{C}$. Во всех остальных водохранилищах температуры поверхностного горизонта летом 2010 г. превышали $26,0^{\circ}\text{C}$.

Прогрев воды до температур выше $26,0^{\circ}\text{C}$ привел к интенсивному цветению воды водохранилищ и изменению ряда гидрохимических характеристик. Так летом 2010 г. во всех водохранилищах наблюдались более высокие значения БПК₅ и ХПК, чем летом 2009 г., что является свидетельством повышенного продуцирования органического вещества при возрастании температур воды.

В летнюю межень 2010 г. в створах Икшинского водохранилища значения БПК₅ изменялись от $3,4 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (Шютина) до $4,6 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ – в двух других створах, а летом 2009 г. диапазон изменения БПК₅ составил $2,4-4,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. В Пестовском водохранилище летом 2010 г. величины БПК₅ варьировали в диапазоне $4,0-4,2 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в Учинском – $3,4-3,7 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ в 2010 г. и $1,94-3,4 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ в 2009 г. В створах Пяловского водохранилища значения БПК₅ летом 2010 г. изменялись от $3,9 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (Никольское) до $4,9 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (Аксаково), а летом 2009 г. от $3,3$ до $4,6 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. В створах Клязьминского водохранилища в летнюю межень 2010 г. значения БПК₅ изменялись от $3,7 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (Болтино) до $4,7 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (Троицкое), летом 2009 г. – от $2,9 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (Пирогово) до $3,4 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (Хлебниково). В Химкинском водохранилище в створе Северный порт значения БПК₅ летом 2010 г. достигали $13,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

Значения ХПК в створах Икшинского водохранилища летом 2010 г. изменялись от $36 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ (д. Большая Черная) до $72 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ (пристань Икша), а летом 2009 г. – от $24 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ (пристань Икша) до $37 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ (д. Большая Черная). В створах Пестовского водохранилища значения ХПК летом 2010 г. варьировали от $42 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ (Драчево) до $78 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ (Румянцево), в створах Учинского водохранилища – от $41 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ до $45 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ летом 2010 г. и от $19 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ до $31 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ – в 2009 г. В створах Пяловского водохранилища значения ХПК изменялись от $32 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ до $44 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ летом 2010 г. и от $32 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ до $33 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ летом 2009 г. В Клязьминском водохранилище максимальные значения ХПК летом 2010 г. достигали $50-52 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ (Хлебниково, Троицкое), а летом 2009 г. не превышали $20 \text{ мгO}/\text{дм}^3$ (п. Хлебниково). В Химкинском водохранилище значения ХПК не были такими высокими, как в Клязьминском, но все же превышали значения, зафиксированные в 2009 г.

Во всех водохранилищах летом 2010 г. отмечались более высокие, чем летом 2009 г., значения pH. Так в Клязьминском и Химкинском водохранилищах величины pH летом 2010 г. в отдельных створах

достигали 10,1-10,4 ед. рН. Повышенные значения рН также обусловлены цветением водоемов.

Бурное развитие фитопланктона привело к снижению концентраций нитратов и нитритов во всех водохранилищах Водораздельного бьефа в летний период 2010 г. Например, летом 2009 г. в створах Икшинского водохранилища концентрации нитрат-иона составляли 1,46-4,3 мг/дм³, а летом 2010 г. они снизились до 0,46-0,84 мг/дм³. Концентрации нитрит-иона в створах Икшинского водохранилища летом 2009 г. составляли 0,035-0,052 мг/дм³, а летом 2010 г. – они снизились до 0,024-0,35 мг/дм³.

Интенсификация внутриводоемных процессов в водохранилищах, как было сказано выше, привела к значительному увеличению в некоторых створах водохранилищ Водораздельного бьефа концентраций аммонийного иона. В Икшинском водохранилище концентрации аммонийного иона летом 2009 г. были менее 0,05 мг/дм³, а летом 2010 г. они возросли от 0,058 до 0,12 мг/дм³. В створах Пестовского водохранилища в летнюю межень 2009 г. концентрации аммонийного иона не превышали 0,05 мг/дм³, а летом 2010 г. они возросли до 0,061-0,099 мг/дм³.

Концентрации марганца в воде водохранилищ в начале июля были меньше, чем летом 2009 г. С середины июля, по наблюдениям лаборатории Мосводоканала, концентрации марганца в воде водохранилищ начали увеличиваться, что связано с поступлением его из донных отложений. С середины июля и до 20-х чисел августа значительно уменьшилось количество растворенного в воде кислорода.

В летний период 2010 г. во всех водохранилищах Водораздельного бьефа наблюдались высокие значения нефтепродуктов, превышающие ПДК в 2-5 раз. Так в створах Икшинского водохранилища концентрации нефтепродуктов изменялись летом 2010 г. от 0,071 мг/дм³ (1,6 ПДК) (плотина) до 0,11 мг/дм³ (2,2 ПДК) - Икша, пристань; летом 2009 г. диапазон изменения концентраций нефтепродуктов составил 0,048-0,11 мг/дм³. Высокие концентрации нефтепродуктов были зафиксированы в створах Пяловского водохранилища: 0,09-0,27 мг/дм³ и Клязьминского водохранилища: 0,07-0,12 мг/дм³.

Таким образом, более высокие температуры воздуха летом 2010 г. привели к более значительному прогреву водных масс Москворецких водохранилищ и Водохранилищ водораздельного бьефа, чем в 2009 г., что привело к более интенсивному цветению фитопланктона, уменьшению за счет этого концентраций биогенных элементов в начале

июля месяца, увеличению рН воды и увеличению содержания органического вещества в воде водохранилищ. Высокие концентрации БПК₅, нитрат-иона и нефтепродуктов в воде водохранилищ являются свидетельством увеличения рекреационной нагрузки на водохранилища в период жаркой и бездождливой погоды.

Аномальные погодные условия летом 2010 г. привели к ухудшению кислородного режима водохранилищ, интенсивному цветению воды и ухудшению качества воды водохранилищ Водораздельного бьефа по таким показателям как: аммонийный ион, марганец, БПК₅, ХПК, нефтепродукты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Москва: Эколайн, 2000.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В МЕЛКОМ ОЗЕРЕ, ПОКРЫТОМ ЛЬДОМ

Р.Э. Здоровеннов, Г.Э. Здоровеннова, Т.В. Ефремова, Н.И. Пальшин, А.Ю. Тержевик

*Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия
e-mail: npalshin@mail.ru*

К настоящему времени остаются недостаточно изученными физические процессы, определяющие термодинамику и газовый режим покрытых льдом водоемов, нет четкого представления о реакции озера на атмосферное воздействие. Снежно-ледовый покров исключает ветровые течения и ветро-волновое перемешивание, ограничивает тепло- и газообмен с атмосферой, резко уменьшает проникновение солнечной радиации в воду, лимитируя интенсивность фотосинтеза. Воздействие ветра и перепадов атмосферного давления на ледовый покров, предположительно, может приводить к его вертикальным смещениям, и способствовать появлению в озере сейсмоподобных колебаний [6, 9]. Внутренние волны, возникающие на придонном термоклине до ледостава, могут существовать в течение нескольких недель после появления льда и заметно усиливать процессы перемешивания в придонных слоях [8]. Проникновение солнечной радиации под лед с одной стороны активизирует фотосинтез, с другой - развивает конвективное перемешивание, проникающее на значительную глубину