

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ОНЗ РАН «ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ СУШИ»

УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ РАН

УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П.П. ШИРШОВА РАН
АТЛАНТИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАУК НГК РФ

ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДНЫХ
ОБЪЕКТОВ, ВОДОСБОРНЫХ
И ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ;
РИСКИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

25–30 июля 2011 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Калининград
2011

УДК 556.5.01:628.1:504.4.06

ББК Д220.8 лО

У81

Организация конференции и издание сборника осуществлены при финансовой поддержке Российской академии наук, Федерального агентства водных ресурсов, Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 11-05-06058-г).

Редакционная группа:

д-р техн. наук В. Г. Пряжинская — ответственный редактор;

д-р геогр. наук Н. Н. Новикова;

канд. техн. наук М. И. Степанова;

Р. И. Бедная;

И. И. Макаров

У81 Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования: Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции (Калининград, 25–30 июля 2011 г.). — Калининград: Капрос, 2011. — 592 с.
ISBN 978-5-904291-07-5

В настоящий сборник вошли доклады, представленные на Всероссийскую научную конференцию «Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования» (г. Калининград, 25–30 июля 2011 г.), проведенную Научным советом Отделения наук о Земле РАН «Водные ресурсы суши» совместно с Учреждением Российской академии наук Институтом водных проблем РАН и Учреждением Российской академии наук Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Атлантическое отделение).

УДК 556.5.01:628.1:504.4.06

ББК Д220.8 лО

© Учреждение Российской академии наук
Институт водных проблем РАН, 2011

© Учреждение Российской академии наук
Институт океанологии им. П.П. Ширшова
РАН, Атлантическое отделение, 2011

ISBN 978-5-904291-07-5

© Авторы докладов, 2011

Научное издание

**УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВОДОСБОРНЫХ
И ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ; РИСКИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Сборник научных трудов

Подписано в печать 28.06.2011 г. Формат 70x108 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 48,1.
Тираж 200 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Терра Балтика».
236029 г. Калининград, ул. Гаражная, 2Б-208

<i>Волкова З.В., Бреховских В.Ф.</i> Изменчивость содержания загрязняющих веществ в водах Нижней Волги как фактор устойчивости гидрохимического состояния	97
<i>Воронов Б.А.</i> Трансграничные проблемы использования водных ресурсов в бассейне реки Амур	102
<i>Гарцман Б.И., Галанин А.А.</i> Современные средства структурно-морфометрического анализа речных систем	106
<i>Гарцман Б.И., Соколов О.В.</i> Компоненты системы долгосрочного прогноза притока воды в Бурейское водохранилище	113
<i>Глухих М.В., Хранович И.Л.</i> Механизмы страхования риска водопользования	121
<i>Готовцев А.В.</i> Эвристический алгоритм выбора агрегированных очистных сооружений при планировании водоохраных мероприятий (на примере Волжского бассейна).....	129
<i>Готовцев А.В., Атавин А.А., Овчинникова Т.Э. Теленкова А.И.</i> Имитационное моделирование водоохраных мероприятий на примере Верхнеобского бассейна	136
<i>Григорьева И.Л.</i> Изменение качества воды Верхней Волги под влиянием антропогенных факторов	143
<i>Данилов-Данильян В.И.</i> Устойчивость – ключевое понятие современных концепций развития	150
<i>Дёмин А.П.</i> Современные и перспективные оценки водопотребления в бассейне Каспийского моря	159
<i>Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Кричевец Г.Н., Сафронова Т.И., Игонина М.И.</i> Современные ресурсы поверхностных и подземных вод рек Севера Европейской территории России и бассейна р. Волги	166
<i>Дзюба А.В.</i> Риск вирусного и бактериального загрязнения подземных вод криолитозоны в связи с изменениями климата	174
<i>Зиновьев А.Т., Кошелев К.Б., Марусин К.В.</i> Моделирование физико-химических процессов в Телецком озере для решения задач мониторинга	183
<i>Злобина В.Л.</i> Мониторинг подземной гидросферы при оценке техногенного воздействия на водосборы Европейской части РФ	189
<i>Зырянов В.Н.</i> Процессы обмена в озерах подо льдом	194
<i>Клепов В.И.</i> Гидролого-водохозяйственное обоснование устойчивого водообеспечения крупного региона	202
<i>Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Георгиади А.Г., Долгов С.В., Зайцева И.С.</i> Риски экстремальных гидрологических ситуаций на территории России	209
<i>Косолапов А.Е., Никаноров В. А.</i> Опыт применения принципов интегрированного управления водными ресурсами при разработке Схем КИОВО	216
<i>Кочарян А.Г., Лебедева И.П.</i> Проблемы возможного уменьшения влияния неконтролируемых рассредоточенных источников загрязнения водосборов на качество речных вод	222

высокотехнологичные решения для очистки канализационных сточных вод.

Литература

1. Заключительный научно-исследовательский отчет по Госконтракту «Исследование современного состояния и научное обоснование методов и средств обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса в бассейнах рек Оби и Иртыша» (науч. рук. Винокуров Ю.И., отв. исполнитель. Пузанов А.В.) // ИВЭП СО РАН, Барнаул, 2010.

2. *Готовцев А.В.* Агрегированная эколого-экономическая модель "ВсеВолги" и ее реализация для бассейна Волги // Государственное управление в XXI веке. Традиции и инновации. Материалы 7-ой междунар. конф. факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова (27-29 мая 2009 г.). М.: МАКС Пресс. С. 813-823.

3. *Готовцев А.В.* Модификация системы Стритера-Фелпса с целью учёта обратной связи между концентрацией растворённого кислорода и скоростью окисления органического вещества // Водные ресурсы. 2010. Т. 37, № 2. С. 250–254.

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Григорьева И.Л.

Институт водных проблем РАН, г. Москва

Irina0103@yandex.ru

Формирование химического состава природных вод происходит под воздействием совокупности факторов, которые можно разделить на ряд групп: физико-географические, геологические, физико-химические, биологические и антропогенные [1] или на две большие группы: природные и антропогенные.

Приоритетными природными характеристиками, определяющими химический состав поверхностных вод, являются, прежде всего, геолого-геоморфологические особенности территории; механический состав донных водосбора и их физические характеристики (плотность, влажность, пористость, коэффициент фильтрации и т.д.) и адсорбционные свойства; характер растительной ассоциации и степень задернованности поверхности; количество и характер выпадения атмосферных осадков, их химический состав и т. д. Антропогенные факторы связаны с хозяйственной деятельностью человека.

Комплексные экспериментальные исследования водохранилищ Верхней Волги (табл. 1) и незарегулированного участка р. Волги между бейшлотом и г. Тверь в 2007-2009 гг. позволили оценить роль природных и антропогенных факторов в формировании гидрохимического режима и качества воды исследуемых водоемов, а также проследить межгодовую и межсезонную динамику исследуемых показателей.

По схеме физико-географического районирования территория региона Верхней Волги относится к ландшафтной стране Русской равнины.

ны, на развитие ландшафтов которой большое влияние оказали четвертичные оледенения. После отступления ледника широкое распространение здесь получили лесные ландшафты. Рельеф региона довольно однообразный. Развита типология рельефа ледникового, водноледникового, озёрного и аллювиального происхождения, которые представлены в основном слабовсхолмлённой, всхолмлённой и холмистой равнинами.

Таблица 1. Краткая морфометрическая характеристика водохранилищ Верхней Волги (проектные данные)

Характеристика	Водохранилище			
	Верхнее-волжское	Иваньковское	Угличское	Рыбинское
НПУ, м	206,5	124,0	113,0	102,0
Площадь водного зеркала, км ²	183	327	249	4550
Объем, км ³	0,52	1,12	1,24	25,42
Средняя глубина, м	2	3,4	5,0	5,6
Длина, км	92,5	111	146	250
Наибольшая ширина, км	4,4	8,0	5,0	70

Климат региона 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/см², среднегодовая температура воздуха составляет 3.8⁰ С.

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 тяжёлыми суглинками.

Особенности рельефа, гидрологических и климатических условий, разнообразие почвообразующих пород и растительных ассоциаций привели к формированию на водосборе Верхней Волги 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]. Верхневолжский бассейн в сильной степени заболочен, чему способствует слабая водопроницаемость подстилающих, преимущественно глинистых грунтов и избыточная увлажненность территории. Суммы годовых осадков колеблются в среднем от 550 до 700 мм в год.

Физико-географические условия водосборных бассейнов верхневолжских водохранилищ играют определяющую роль при формировании гидрохимического режима, для которого характерна малая (Верхневолжское) или средняя минерализация воды (Иваньковское, Угличское, Рыбинское), а также высокое содержание окрашенного органического вещества гумусовой природы.

В последние десятилетия все возрастающий вклад в изменение химического состава воды водохранилищ вносят антропогенные факторы (сброс сточных вод, плоскостной смыв с территории промышленных и сельскохозяйственных предприятий и селитебных территорий, рекреация). В Верхневолжское водохранилище поступают сточные воды МУП ЖКХ п. Пено (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика сбрасываемых сточных вод в Верхневолжское и Ивановское водохранилища в 2007-2008 гг., тонн

Показатель	Верхневолжское (п. Пено)		Ивановское	
	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.
Сухой остаток	5,873	4,509	5066	4677
Сульфаты	2,143	2,363	504	493
Хлориды	3,965	3,949	549	513
Азот аммонийный	0,270	0,22	17,91	14,68
Нитрат-ион	1,132	0,887	520,22	855,52
Нитрит-ион	0,025	0,034	4,16	3,15
Железо общее	0,012	0,032	4,84	6,40

В береговой зоне Ивановского водохранилища расположен 21 выпуск сточных вод, в том числе и от г. Тверь – самого крупного города региона, численность жителей которого составляет порядка 450 тысяч человек. В 2007 г. от предприятий г. Тверь в Волгу было сброшено 151897 тысяч м³ сточных вод, а в Ивановское водохранилище в пределах Конаковского района – 94000 тысяч м³ сточных вод.

В водоохраной зоне Угличского водохранилища на конец 2006 г. было расположено 12 предприятий имеющих локальные очистные сооружения, 5 водозаборов и 6 городских очистных сооружений, 39 промышленных предприятий и 21 сельхозпредприятие, 38 баз отдыха и 12 мест зеленых стоянок, садоводческие товарищества. Крупными предприятиями, осуществляющими забор воды из Угличского водохранилища, являются 4 предприятия коммунального хозяйства. По данным, представленным этими водопользователями, для нужд экономики в 2005 г. забор воды из водохранилища составил 18335,33 тыс м³. Больше число хозяйств осуществляет забор воды из скважин. Организованные выпуски сточных вод осуществляет 23 водопользователя. Общий объем сточных вод в 2005 г. составил 20174,356 тыс м³/год.

Рыбинское водохранилище находится под мощным влиянием промышленных, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных сточных вод. Самым крупным источником загрязнения воды опасными ингредиентами является Череповецкий промышленный регион, в котором сосредоточены предприятия металлургической (АО «Северсталь»), химической (АООТ «Аммофос, ОАО «Азот»), деревообрабатывающей (ЗАО «Фанерно-мебельный комбинат»), ЗАО «ФЭСКО» (спичечная фабрика) и ряда других отраслей промышленности. Хотя на большинстве предприятий этого региона имеются локальные очистные сооружения, однако эффективность их работы чрезвычайно низка. Качество сточных,

сбрасываемых в водоемы, по степени очистки не соответствует установленным нормативам (ПДК).

Основными загрязняющими веществами (ЗВ) водотоков Верхней Волги антропогенного происхождения (поступающими со сточными водами предприятий) являются взвешенные вещества, хлориды, сульфаты, аммонийный, нитратный и нитритный азот, фосфаты, нефтепродукты, уксуснокислый натрий. Со сточными водами муниципального унитарного предприятия «Тверьводоканал» поступает также больше тонны СПАВ, диметилацетамида, этиленгликоля, сульфидов, тяжелых металлов.

Гидрохимический режим Верхневолжского водохранилища формируется, прежде всего, под воздействием природных факторов. По сравнению с другими водохранилищами, здесь характерна более высокая цветность воды, повышенные концентрации железа общего и аммонийного иона.

В результате поступления в р. Волгу сточных вод п. Селижарово, гг. Ржев, Старица и Тверь происходит увеличение в волжской воде, по сравнению с Верхневолжским водохранилищем, концентраций нитритов и хлоридов – в два раза, нитратов – в 2-2,5 раза, фосфатов – в 1,5-2 раза. В Ивановском водохранилище ниже с. Городня наблюдается уменьшение концентраций нитритов и нитратов по сравнению с незарегулированным участком р. Волги в 1,3–1,5 раза в результате внутриводоемных процессов.

В створах Угличского водохранилища Белый Городок и Углич, из-за поступления сточных вод этих городов, происходит увеличение концентраций нитратного азота, по сравнению с замыкающим створом Ивановского водохранилища, более чем в два раза. Водные массы этого водохранилища характеризуются повышенными значениями ХПК ($50-60 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), что является свидетельством большого количества органических веществ как природного, так и антропогенного происхождения. В воде Верхневолжского водохранилища значения ХПК не превышают, в основном, $40 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, в воде Угличского – $35 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в воде Рыбинского – $32 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

В створах наблюдений Кимры и Белый Городок Угличского водохранилища, по сравнению с замыкающим створом Ивановского, наблюдается увеличение концентраций хлоридов, а в створах Калязин, Прилуки, Углич – превышение концентраций сульфатов (более чем в 2 раза). Для водной массы Угличского водохранилища также характерны более высокие концентрации фосфатов по сравнению с другими водоемами. Во всех исследованных водохранилищах и в воде незарегулированного участка Верхней Волги концентрации фосфатов в летнюю межень 2008 г., в основном, не превышали $0,02 \text{ мг}/\text{дм}^3$, а в воде Угличского водохранилища они достигали $0,11-0,17 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Очевидно, что это влияние коммунально-бытовых сточных вод, содержащих повышенные концентрации фосфатов, и применение удобрений на сельскохозяйственных полях береговой зоны водохранилища и его притоков.

В замыкающем створе Рыбинского водохранилища в летнюю ме-
жень 2008 г. наблюдались более низкие концентрации сульфатов, нит-
ритного азота, фосфатов, ХПК по сравнению с расположенными выше
Иваньковским и Угличским водохранилищами.

Сравнительный анализ гидрохимической характеристики верхне-
волжских водохранилищ в меженный период 1997 г. [3] и 2008 гг. пока-
зал, что наблюдаются более высокие значения ХПК в воде Иваньков-
ского водохранилища летом 2008 гг., что может быть свидетельством
возрастающей органической нагрузки на водоем.

Исследование водохранилищ Верхней Волги показало, что на фор-
мирование их гидрохимического режима влияют как природные, так и
антропогенные факторы. Первые имеют определяющее значение для
Верхневолжского водохранилища. На химический состав водных масс
Иваньковского и Угличского водохранилища большое влияние оказы-
вают антропогенные факторы (диффузный сток, коммунально-бытовые
и промышленные стоки, рекреация). Для Рыбинского водохранилища
загрязнение водных масс наблюдается в зоне влияния Череповецкого
промузла. В замыкающем створе Рыбинского водохранилища в резуль-
тате внутриводоемных процессов происходит значительное снижение
концентраций ЗВ.

Для Верхней Волги и ее водохранилищ характерна межгодовая и
межсезонная динамика основных показателей гидрохимического режи-
ма. В Иваньковском водохранилище высокая цветность воды, которая
колеблется в интервале от 40 до 140 градусов Pt-Co шкалы цветности и
высокие значения перманганатной окисляемости (7,3-28 мгО/дм³). Зна-
чения цветности и ПО имеют межгодовую и межсезонную динамику.
Цветность воды, как правило, зависит от притока высоко окрашенных
вод с водосбора, а также от водности периода. В год пониженной вод-
ности (2007 г) отмечались более высокие значения БПК₅, диапазон из-
менения их значений – 0,8-5,1 мгО₂/дм³ (табл. 3).

Таблица 3. Минимальные и максимальные значения некоторых показате-
лей качества воды Иваньковского водохранилища
в створах наблюдений за период 2007-2009 гг.

	Городня		Безбородово		Заборье		Верхний бьеф	
	Мин.	Макс	Мин.	Макс	Мин.	Макс	Мин.	Макс
Цветность	35	140	40	130	45	140	40	120
ПО	9,2	28	9,2	19,6	7,6	16,2	7,3	22,4
БПК ₅	0,8	3,2	0,8	4,7	0,4	5,1	0,7	3,1
Фосфаты	0,02	0,13	0,02	0,17	0,01	0,13	0,01	0,11
Аммонийн. ион	0,05	0,57	0,19	0,68	0,20	0,42	0,10	0,48
Нитрит-ион	0,02	0,09	0,01	0,07	0,02	0,11	0,01	0,07
Нитрат-ион	0,7	4,4	0,4	4,2	0,6	3,8	0,4	4,2
Сульфаты	9,4	34,4	8,6	47,3	9,6	34,6	10	43
Хлориды	3,6	12,5	2	14,5	3,2	11	2,5	13,8

Для Иваньковского водохранилища характерны высокие значения
биогенных элементов. Концентрация фосфатов в этот период колеба-
лась в интервале от 0,01 до 0,17 мг/дм³, аммонийного иона от 0.05 до

0,68 мг/дм³, нитрат иона от 0,4 до 4,4 мг/дм³, нитрит иона – от 0,01 до 0,11 мг/дм³. Повышенные концентрации аммонийного иона и нитрат-иона, как правило, отмечаются в зимний период, когда происходит минерализация органического вещества.

Повышенные концентрации сульфатов в воде Иваньковского водохранилища отмечаются, в основном, в период открытой воды в год пониженной водности, а максимальные значения хлоридов наблюдаются в весенний период также года пониженной водности. Таким образом, водность периода играет большую роль в формировании гидрохимического режима и качества воды водохранилища. Недоучет водности периода может привести к серьезным просчетам при прогнозных оценках качества воды водоема.

Экспериментальные исследования гидрохимического и водного режимов Верхней Волги на участке от ее истока до замыкающего створа Рыбинского водохранилища позволили установить закономерности формирования качества воды р. Волги и верхневолжских водохранилищ (Верхневолжского, Иваньковского, Угличского и Рыбинского) в условиях изменяющейся антропогенной нагрузки и для различных периодов водности. Наши исследования подтвердили выводы авторов [4], что гидрохимический режим Верхней Волги на участке от истока до г. Тверь и ее притоков определяется, прежде всего, природными условиями. Для водоемов и водотоков исследуемой территории характерна пониженная или средняя минерализация воды, повышенные концентрации железа общего, марганца и аммония, а также повышенная цветность вод.

Исследования в 2007-2009 гг. выявили увеличение минерализации воды от оз. Пено вниз по течению реки Волга до г. Тверь и показали, что минерализация притоков Волги, в основном выше, чем в самой реке, что объясняется значительной ролью подземного стока в питании малых притоков в летний период.

Наращение антропогенного пресса на р. Волгу вниз по течению приводит к увеличению концентраций сульфатов и хлоридов, а сброс сточных вод – к повышению концентраций аммонийного азота, сульфатов, хлоридов, минерального и общего фосфора, нитратного и нитритного азота. Наиболее уязвимы к антропогенному воздействию малые притоки р. Волги; по многим показателям наблюдается ухудшение качества воды р. Сишки, куда поступают сточные воды от двух выпусков.

Основными антропогенными факторами, влияющими на качество воды водохранилищ Верхней Волги, являются поступление ЗВ со сбросом сточных вод и от диффузных источников загрязнения. В последние годы значительное влияние на качество воды водоемов оказывает застройка береговой зоны и неорганизованный отдых.

Наибольшие превышения ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения наблюдаются во все годы для показателей: железо общее и марганец. Отмечено увеличение концентраций ряда ЗВ от бейшлота до плотины Иваньковской ГЭС. На участке от оз. Пено до Рыбинской ГЭС

происходит трансформация гидрохимического режима Верхней Волги под воздействием природных и антропогенных факторов и влиянием внутриводоемных процессов верхневолжских водохранилищ.

Определяющее значение для Верхневолжского водохранилища имеют природные факторы, так как антропогенная нагрузка невелика. По сравнению с другими водохранилищами в воде отмечаются более высокие значения цветности, железа общего и аммонийного иона.

На химический состав водных масс Ивановского и Угличского водохранилища большое влияние оказывают антропогенные факторы (диффузный сток с береговой зоны, коммунально-бытовые и промышленные стоки, рекреация).

Водная масса Ивановского водохранилища характеризуется повышенной цветностью и высокими значениями ХПК. Гидрохимический режим Угличского водохранилища в большой степени зависит от сбросов воды из Ивановского. Для водных масс Угличского водохранилища характерны более высокие значения фосфатов и сульфатов в период летней межени по сравнению с Ивановским водохранилищем. В Рыбинском водохранилище загрязнение водных масс водоема происходит локально, в зоне влияния Череповецкого промузла. В замыкающем створе в результате внутриводоемных процессов происходит значительное снижение концентраций ЗВ.

Для оценки выноса ЗВ с водным стоком из каждого водохранилища необходимо проведение синхронных гидрохимических съемок с определением одних и тех же ингредиентов и показателей качества воды. Стабилизация экологического состояния исследуемых водохранилищ возможна при проведении ряда природоохранных мероприятий на акватории и в береговой зоне и снижении антропогенных нагрузок на акваторию-береговые комплексы за счет повышения контроля над соблюдением режима водоохраных зон. Для каждого из исследуемых водохранилищ необходима разработка программ комплексного геоэкологического мониторинга и проведение мониторинговых исследований в одних и тех же створах по идентичному набору показателей, перечень которых должен быть значительно расширен.

Литература

1. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды, М.: Эколайн, 2000, 108 с.
2. Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Ивановского водохранилища и его водосбора. Конаково. 2000, 248 с.
3. Бикбулатов ЭС, Лебедев Ю.М., Литвинов А.С. и др. Гидрохимическая характеристика верхневолжских водохранилищ в меженный период // Водные ресурсы, 2001. Т. 28, №5. С. 606-614.
4. Kuzovlev V.&Schletterer M. (Eds.) Proceedings of Freshwater Research. V. 1: Upper Volga Expedition 2005 –Technical Report. Der Andere Verlag, 2006, 140 p.