

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. Г. МАКСИМОВИЧ  
С. В. ПЬЯНКОВ

**МАЛЫЕ ВОДОХРАНИЛИЩА:  
ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ**

---

МОНОГРАФИЯ

ПЕРМЬ 2012

Николай Георгиевич Максимович  
Сергей Васильевич Пьянков

### МАЛЫЕ ВОДОХРАНИЛИЩА: ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ

Монография

Печатается по решению  
ученого совета Естественного института  
Пермского государственного национального  
исследовательского университета

#### Максимович Н. Г.

М18 Малые водохранилища: экология и безопасность: монография / Н. Г. Максимович, С. В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – 256 с., ил.

В монографии рассматриваются экологические проблемы, возникающие при создании, эксплуатации и ликвидации малых водохранилищ, а также вопросы их безопасности, связанные с возможными аварийными ситуациями. На примере Нижнезырянского водохранилища, расположенного в районе крупного промышленного центра г. Березники (Пермский край), детально изучено его влияние на биотические и абиотические компоненты. Дан прогноз и оценка экологических последствий, связанных с предполагаемым снижением уровня водохранилища.

В основу монографии положены комплексные полевые и лабораторные исследования, обработка данных которых проведена с применением математико-картографического моделирования и геоинформационных технологий. Издание предназначено для преподавателей, студентов и специалистов в области гидрологии, экологии, гидротехники, геологии, гидрогеологии, биологии, геоинформатики и охраны окружающей среды.

Монография издана при финансовой поддержке ООО «Природоохранные технологии» и ООО «Центр космических технологий и услуг», гранта РФФИ 10-05-96017 р\_урал\_а и программы «Поддержка научно-педагогических кадров России 2009-2013» № 2012-1.2.2-12-000-1007-013 (руководитель Н. Г. Максимович), грантов РФФИ № 11-05-96026-р\_урал\_а и № 11-05-00858-а (руководитель С. В. Пьянков).

УДК 502.51:504.5

ББК 26.22

Рецензенты: д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки, зав. кафедрой гидрофизики и гидропрогнозов В. В. Коваленко (Российский гос. гидрометеорологический ун-т); канд. геогр. наук, ведущий науч. сотр. А. В. Кошкарёв (Ин-т географии Рос. акад. наук); лаборатория охраны геологической среды Моск. гос. ун-та им. М. В. Ломоносова.

ISBN 978-5-7944-1944-3

© Н. Г. Максимович, С. В. Пьянков. 2012

© Издательство «Раритет-Пермь».

Редакционная подготовка, дизайн. 2012

Пруды и водохранилища на Урале создавались с XVIII века, в основном для промышленного водоснабжения. Они были неотъемлемой частью планировки горнозаводских поселков и городов. Большинство водоемов относятся к малым водохранилищам (согласно классификации А. Б. Авакяна – объемом от 1 до 10 млн м<sup>3</sup>), которые и сейчас расположены в старопромышленных районах. Такие объемы воды существенно меняют экосистему прилегающих территорий и влияют на безопасность в случае аварийных ситуаций.

В нижнем бьефе заводских прудов, как правило, расположены селитебные территории. Известны случаи прорывов малых водохранилищ, которые сопровождались большими разрушениями и человеческими жертвами, например, на Киселевском и Тирлянском водохранилищах. На фоне старения и обветшания гидротехнических сооружений риск таких аварий увеличивается.

В связи с изменением структуры производства и землепользования, старые заводские пруды меняют свое функциональное назначение и в ряде случаев становятся источником экологических проблем, возникновение которых в период их строительства было трудно предположить. Одна из наиболее типичных – формирование донных отложений, в которых аккумулируются загрязнители, поступающие в водоем в течение десятков лет. Плановый или аварийный спуск водохранилища приводит к возникновению целого комплекса негативных последствий: пылевое загрязнение, активизация эрозии, ухудшение санитарной обстановки и др. Негативному воздействию в этом случае подвергается значительная территория, в том числе селитебные и рекреационные зоны. При значительном объеме накопленных донных отложений быстрое решение подобных проблем невозможно.

В настоящей работе экология малых водохранилищ рассмотрена на примере Нижнезырянского водохранилища, расположенного в границах Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (над выработанным пространством соляных шахт), вблизи крупного промышленного центра Пермского края г. Березники. Аварийная ситуация привела к затоплению одного из рудников и образованию крупного провала в промышленной части города, в непосредственной близости от водохранилища.

Во избежание катастрофических процессов, без достаточных обоснований, было начато снижение его уровня, а в перспективе был поставлен вопрос о полном спуске. В этой связи возникла необходимость в сжатые сроки оценить экологические последствия ликвидации данного водоема. Полученные в ходе выполнения данные показали, что резкое снижение уровня, особенно в летнее время, создает значительные экологические риски. На основании этого, и с учетом развития ситуации на затопленном руднике, водохранилище снова начали наполнять.

Комплекс работ по оценке влияния снижения уровня водохранилища на экологическую ситуацию включал детальное изучение гидрологических, геологических, гидрогеологических, санитарно-эпидемиологических условий состояния атмосферного воздуха, почв, растительного и животного мира, ландшафтов. Был выполнен значительный объем полевых и лабораторных исследований. Обработка данных проводилась с применением методов математического моделирования и использованием ГИС-технологий. В результате этого дан прогноз, и проведена оценка последствий снижения уровня водохранилища с позиции влияния на экологию и безопасность прилегающих территорий, в соответствии с нормативными документами, действовавшими на момент проведения исследования.

Разделы, касающиеся экологических характеристик донных отложений, почв, растительности и ландшафтов, подготовлены при непосредственном участии к. г. н. Е. А. Ворончихиной, животного мира и водной растительности – к. б. н. М. А. Бакланова, общей характеристики малых водохранилищ – к. г. н. Ю. Н. Шавниной, физико-географических условий – И. В. Китаевой, которым авторы приносят глубокую благодарность.

Авторы благодарны уважаемым рецензентам – д. т. н. В. В. Коваленко, к. г. н. А. В. Кошкарёву, сотрудникам лаборатории охраны геологической среды Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова – за ценные замечания и советы, которые были учтены при подготовке монографии к печати.

## Глава 1

### Малые водохранилища и особенности их эксплуатации

## Содержание

Введение .....	3
<b>Глава 1. Малые водохранилища и особенности их эксплуатации .....</b>	<b>5</b>
1.1. Обзор современного состояния водоподпорных гидротехнических сооружений России .....	6
1.2. Малые водохранилища в системе водоподпорных ГЭС Пермского края .....	12
1.2.1. Анализ современного состояния .....	12
1.2.2. Особенности пространственно-временного распределения .....	25
1.3. Нормативно-правовые аспекты эксплуатации водохранилищ .....	33
<b>Глава 2. Природные условия и техногенные процессы в районе Нижнезырянского водохранилища .....</b>	<b>39</b>
2.1. Общая характеристика водохранилища .....	40
2.2. Физико-географические условия .....	47
2.2.1. Климат .....	47
2.2.2. Орoграфия .....	52
2.2.3. Гидрография .....	53
2.3. Геологическое строение .....	56
2.3.1. Тектоника .....	56
2.3.2. Стратиграфия, литология .....	58
2.3.3. Гидрогеология .....	68
2.3.4. Геологические процессы .....	78
2.4. Растительность и животный мир .....	82
2.4.1. Растительность .....	82
2.4.2. Животный мир .....	87
2.5. Техногенные процессы, вызванные созданием водохранилища .....	91
2.5.1. Формирование донных отложений .....	91
2.5.2. Экзогенные геологические процессы .....	94
2.5.3. Всплывание торфяников .....	96
2.5.4. Формирование водного биоценоза .....	97
2.5.5. Формирование ландшафтов .....	99
2.6. Техногенные процессы, влияющие на экологическое состояние водохранилища .....	103
2.6.1. Оседание поверхности .....	103
2.6.2. Перетоки и разгрузка минерализованных подземных вод .....	107
2.6.3. Загрязнение сточными ливневыми водами .....	111
2.6.4. Привнос загрязняющих веществ рекой Зырянка и ее притоками .....	113
<b>Глава 3. Методические основы и комплексное обследование малого водохранилища .....</b>	<b>115</b>
3.1. Характеристика донных отложений .....	116

3.1.1. Методика проведения полевых работ .....	116
3.1.2. Мощность накопленных донных отложений и их распределение по площади .....	117
3.1.3. Состав донных отложений и их соответствие нормативным показателям .....	122
3.2. Характеристика поверхностных вод .....	136
3.2.1. Морфометрические характеристики водохранилища .....	136
3.2.2. Качество вод .....	138
3.3. Характеристика подземных вод по данным обследования родников .....	154
3.4. Характеристика водной растительности .....	158
3.5. Характеристика животного мира .....	161
3.5.1. Гидробионты .....	161
3.5.2. Ихтиофауна .....	168
3.6. Результаты рекогносцировочного обследования .....	175
3.6.1. Состояние водоохранной зоны .....	175
3.6.2. Последствия изменения уровня водохранилища .....	179
<b>Глава 4. Моделирование снижения уровня воды в водохранилищах и прорыва плотины .....</b>	<b>181</b>
4.1. Выбор метода построения цифровой модели рельефа дна водохранилища .....	182
4.2. Моделирование процесса сработки и оценка мощности донных отложений .....	192
4.3. Моделирование волны прорыва в нижнем бьефе Нижнезырянского водохранилища .....	197
<b>Глава 5. Прогноз и оценка последствий при снижении уровня водохранилища: экологические аспекты .....</b>	<b>203</b>
5.1. Экологические последствия .....	204
5.2. Прогноз изменения экологической ситуации при снижении уровня Нижнезырянского водохранилища .....	211
5.2.1. Донные отложения .....	211
5.2.2. Поверхностные воды .....	214
5.2.3. Подземные воды и геологические процессы .....	224
5.2.4. Биотические компоненты .....	229
5.3. Оценка последствий в соответствии с нормативными критериями .....	232
5.3.1. Атмосферный воздух .....	233
5.3.2. Поверхностные и подземные воды .....	234
5.3.3. Биотические компоненты .....	240
<b>Заключение .....</b>	<b>245</b>
<b>Список использованных источников .....</b>	<b>246</b>