



**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
СОЗДАНИЯ СИСТЕМ
МОНИТОРИНГА
КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**Научные основы создания систем
мониторинга качества
природных поверхностных вод**

Москва
Научный мир
2016

УДК 502.17, 504.05, 504.06

ББК 26.222

Н34

Авторский коллектив: Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В., Авандеева О.П., Борисов В.М., Запезалов М.А., Зволинский В.П., Кирпичникова Н.В., Курбатова И.Е., Островский Г.М., Остроумов С.А., Савека А.Ю., Салтанкин В.П., Семенова И.В., Степановская И.А., Чиганова М.А., Шумакова Е.М.

Научные редакторы:

докт. физ.-мат. наук Баренбойм Г.М.,
докт. физ.-мат. наук Веницианов Е.В.

Ответственный редактор:

канд. геогр. наук Авандеева О.П.

Научные основы создания систем мониторинга качества природных поверхностных вод – М.: Научный мир, 2016. – 462 с. 2 цв. вклейки. Библ. 569 назв.

В монографии изложение материала впервые проведено в рамках концепции мониторинга как «технологической платформы», т.е. совокупности его технологий, с учетом следующих факторов: взаимосвязь различных технологий и методов мониторинга, перспективы их развития; различные потребности пользователей, а также ориентация на потребности управления водохозяйственным комплексом. Преследовались две основные задачи: обобщение сведений о существующих технологиях систем мониторинга водных объектов и их научной основе; выделение наиболее перспективных технологий, в перечень которых вошли автоматизированные системы мониторинга, технологии дистанционного наблюдения, биологическое детектирование качества поверхностных вод, технологии мониторинга водных объектов в условиях нефтегенного загрязнения, информационные технологии мониторинга водных объектов. Внимание также уделено научно-технологическим аспектам некоторых важных, но плохо разработанных направлений мониторинга (например, мониторинга донных отложений).

Приведена информация о конкретных методах, приборах, математическом обеспечении, информационных системах мониторинга и других современных технологиях мониторинга водных объектов. Представлены структура и содержание интегрирующей информационно-аналитической системы мониторинга.

Книга содержит обширную библиографию научных работ российских и зарубежных авторов в рассматриваемой области.

Материалы, представленные в главе 3 и частично в главе 14, получены при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках Соглашения с ИВП РАН № 14-17-00672 от 10.07.2014 «Новые факторы загрязнения водных объектов и меры по снижению его негативного воздействия на качество вод».

При подготовке монографии использованы результаты исследований, проведенных при выполнении федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах», Государственный контракт ИВП РАН с ФГБУ «Информационно-аналитический центр развития водохозяйственного комплекса» № 42-НИОКР/4-3-2012 от 26.11.2012.

ISBN 978-5-91522-439-0

© ИВП РАН, 2016

© Коллектив авторов, 2016

© Научный мир, 2016

Оглавление

Список сокращений.....	10
Введение.....	13
Глава 1. Общие проблемы создания систем мониторинга водных объектов <i>Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В., Островский Г.М.</i> ..	17
1.1. Общие научные и технологические представления о мониторинге	17
1.2. Цели и задачи мониторинга водных объектов	21
1.3. Нормативно-правовое и инструктивно-методическое обеспечение государственного мониторинга водных объектов	25
1.4. Мониторинг в системе поддержки управляющих решений	30
1.5. Некоторые особенности систем мониторинга водных объектов в зависимости от состояния водных объектов и антропогенной нагрузки на них	40
Глава 2. Разработка научных основ комплексного мониторинга в связи с проектированием технологической платформы <i>Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В.</i>	46
2.1. Разработка методологии комплексного мониторинга и проектирование его технологической платформы	46
2.2. Разработка методологии проектирования технологической платформы комплексного мониторинга применительно к технологиям наблюдения (измерения).....	48
2.3. Мониторинг загрязнения природных вод (мониторинг качества вод): общие принципы	49
2.4. Некоторые требования к системам мониторинга водных объектов при оценке качества вод.....	51
2.5. Предпроектное обследование при мониторинге водных объектов.....	54

Глава 3. Мониторинг водных объектов в условиях органического ксенобиотического загрязнения, включая лекарственные компоненты <i>Баренбойм Г.М., Чиганова М.А.</i>	57
3.1. Общие сведения	57
3.2. Источники органических примесных компонентов природных вод.....	63
3.3. Обзор некоторых методов идентификации и определения содержания в воде органических соединений	64
3.3.1. Общие аспекты.....	64
3.3.2. Некоторые общие особенности хроматографии применительно к задачам анализа органических ксенобиотиков	66
3.3.3. Использование масс-спектрометрии применительно к задачам анализа органических ксенобиотиков	70
3.4. Некоторые конкретные методы количественного определения и идентификации органических ксенобиотиков, включая лекарства и их метаболиты	73
3.4.1. Тотальный скрининг: разработка методики	73
3.4.2. Методы обнаружения конкретных препаратов или отдельных фармакологических групп лекарств	76
3.5. Обзор методик и программных средств для идентификации органических ксенобиотиков, включая лекарства и их метаболиты.....	77
3.6. Некоторые примеры применения методов обнаружения и идентификации органических ксенобиотиков.....	79
Глава 4. Биологический мониторинг <i>Остроумов С.А.</i>	81
4.1. Общие проблемы биомониторинга качества природных вод.....	81
4.1.1. Международный опыт.....	81
4.1.2. Традиционные подходы в биомониторинге качества вод	83
4.1.3. Рекомендуемые принципы биологического мониторинга качества воды	86
4.2. Измерительные средства на основе биотестирования загрязняющих воду веществ, биодатчиков и биодетекторов.....	88
4.2.1. Стандартизированные методы.....	88
4.2.2. Биодатчики, сопряженные с генерацией характеристик, измеряемых физическими приборами.....	93
4.2.3. Методы биотестирования различных групп загрязняющих веществ.....	94
4.3. Заключительные замечания, выводы и рекомендации	106

Глава 5. Мониторинг дна <i>Веницианов Е.В., Салтанкин В.П.</i>	110
5.1. Общие проблемы мониторинга дна	110
5.2. Мониторинг донных отложений (основной и примесный химический состав)	114
5.3. Методы картирования донных осадков	119
5.3.1. Методы гидролокации	120
5.3.2. Метод сейсмоакустического профилирования при исследовании донных отложений	129
5.3.3. Применение метода гидроакустики для изучения донных отложений водных объектов Московского региона и р. Волги	130
Глава 6. Мониторинг русловых процессов, берегов водных объектов и состояния водоохранных зон <i>Шумакова Е.М.</i>	133
Глава 7. Гидрологический мониторинг <i>Шумакова Е.М.</i>	145
7.1. Современное состояние	145
7.2. Принципы рационального размещения сети наблюдений	148
7.3. Состав и методика измерений. Аппаратурное обеспечение измерений	152
7.4. Сбор и хранение информации. Создание и ведение банков данных	154
7.5. Оценка и прогноз состояния водных объектов	158
Глава 8. Мониторинг атмосферы как переносчика загрязняющих веществ в водные объекты <i>Баренбойм Г.М., Зволинский В.П.</i> .	164
8.1. Общие представления	164
8.2. Особенности мониторинга	166
8.2.1. Подпрограмма АМ: Метеорология	167
8.2.2. Подпрограмма АС: Химия воздуха	168
8.2.3. Подпрограмма РС: Химия осадков	169
8.2.4. Дополнительная подпрограмма МС: Тяжёлые металлы во мхах	172
8.2.5. Подпрограмма ТФ: Подкроновый сток	172
8.2.6. Подпрограмма SC: Химия почв	175
8.2.7. Подпрограмма SW: Химия почвенных вод	175
8.2.8. Дополнительная подпрограмма GW: Химия грунтовых вод	175
8.2.9. Подпрограмма RW: Химия руслового стока	177
8.2.10. Дополнительная подпрограмма LC: Химия озёрных вод	177

8.2.11. Газовоздушные выбросы промышленных предприятий и автотранспорта.....	178
8.2.12. Оценка фоновое состояние компонентов окружающей среды.....	180
8.2.13. Фоновое содержание загрязнений в компонентах окружающей среды.....	181

Глава 9. Мониторинг источников загрязнения водных объектов

<i>Веницианов Е.В., Киртичникова Н.В.</i>	183
9.1. Актуальность проблемы идентификации источников загрязнения	183
9.2. Факторы, определяющие загрязнение водных объектов	188
9.3. Классификация диффузных источников загрязнения водных объектов.....	191
9.3.1. Классификация, основанная на генезисе формирования качества воды водных объектов	191
9.3.2. Классификация диффузных источников загрязнения по видам хозяйственной деятельности.....	196
9.3.3. Современная коттеджная застройка береговых зон – новый вид диффузного источника загрязнения.....	200
9.4. Перечень приоритетных веществ, загрязняющих водные объекты.....	203
9.5. Мониторинг и идентификация диффузных источников загрязнения.....	206
9.5.1. Экспликационный метод.....	206
9.5.2. Метод идентификации.....	210
9.5.3. Метод материального баланса.....	212

Глава 10. Мониторинг источников воздействия на водные объекты

<i>Салтанкин В.П., Баренбойм Г.М., Авандеева О.П.</i>	215
10.1. Мониторинг природных источников воздействия на водные объекты.....	215
10.2. Некоторые особенности мониторинга антропогенных источников воздействия на водные объекты (по материалам Всемирного банка)	220

Глава 11. Некоторые аспекты выбора технических средств при проектировании технологической платформы применительно к регистрации химического загрязнения вод *Затевалов М.А., Семенова И.В., Баренбойм Г.М., Авандеева О.П.*

<i>Затевалов М.А., Семенова И.В., Баренбойм Г.М., Авандеева О.П.</i>	224
11.1. Общая классификация технических средств.....	224

11.2. Автоматизированные системы мониторинга и автоматические посты (аспекты проектирования)	225
11.2.1. Введение (постановка задачи)	225
11.2.2. Автоматизированные системы в различных странах (обзор состояния проблемы).....	229
11.2.3. Организационные, научные и технологические основы проектирования автоматических станций контроля воды	240
11.2.4. Выбор существующих технологий	248
11.2.5. Технические требования к измерительной части станции контроля загрязненности воды	251
11.2.6. Реализация требований к проектированию автоматизированной станции с береговым размещением измерительных блоков (конкретные примеры)	252
11.2.7. Особенности проектирования АСК-В с береговым размещением измерительных блоков второго типа.....	259
11.2.8. Особенности проектирования АСК-В при размещении станции на плавающей и погружной платформе (станции третьего типа)	260
11.2.9. Особенности проектирования АСК-В при размещении измерительных блоков станции на мостовых опорах	267
Глава 12. Мониторинг аварийных нефтяных загрязнений водных объектов Савека А.Ю., Борисов В.М., Веницианов Е.В., Баренбойм Г.М.	272
12.1. Общие сведения	272
12.2. Задача аварийного мониторинга качества воды (на примере нефтегенного загрязнения водных объектов).....	276
12.3. Методы и технологии мониторинга водных объектов в условиях аварийного разлива нефти	278
12.3.1. Структура нефтяной индустрии и ее влияние на загрязнение окружающей среды	279
12.3.2. Методы определения нефтяного загрязнения.....	283
12.3.3. Дистанционные методы обнаружения нефтяного загрязнения.....	301
12.4. Некоторые аспекты использования информационных систем мониторинга при разливах нефти и нефтепродуктов.....	322
12.4.1. Информационная система мониторинга нефтяного разлива (Oil spill information system of monitoring – OSIMS)	323
12.4.2. Система обработки данных для чрезвычайных ситуаций на море. Версия системы применительно к аварийным разливам нефти (The Wave-Current-Surge Information System – WAVCIS)	324

- 12.4.3. Система раннего обнаружения разлива нефти с использованием изображений, полученных радаром с синтезированной апертурой (Early warning system for oil spill using SA Rimages – EWSOSUSAR) 325
- 12.4.4. Информационная система для разливов нефти на море (Marine oil spill information system – MOSIS)..... 326

Глава 13. Дистанционные технологии мониторинга водных

- объектов Курбатова И.Е.** 328
- 13.1. Дистанционное зондирование Земли как источник информационного обеспечения мониторинга водохозяйственных систем 329
- 13.2. Методы преобразования космических изображений 336
- 13.3. Примеры интеграции данных дистанционного зондирования с картографией и ГИС-технологиями для решения задач водохозяйственного мониторинга 338
- 13.3.1. Инвентаризация водных объектов 338
- 13.3.2. Использование космоснимков для решения водохозяйственных задач управления трансграничными водными объектами и оценки их экологического состояния..... 339
- 13.4. Опыт использования ДЗЗ для решения прикладных задач 342
- 13.4.1. Мониторинг образования водохозяйственного объекта 342
- 13.4.2. ДЗЗ и контроль за качеством воды..... 343
- 13.4.3. Мониторинг негативных процессов на реках и водохранилищах 345
- 13.5. Организация космического мониторинга водохозяйственного комплекса 351
- 13.6. Прогноз развития направления ДЗЗ в России и за рубежом 356

Глава 14. Информационные технологии мониторинга водных

- объектов Степановская И.А., Авандеева О.П., Баренбойм Г.М., Венецианов Е.В., Чиганова М.А.** 363
- 14.1. Информационные технологии: обзорные сведения 363
- 14.2. Технологическая grid-сетевая платформа экологического мониторинга 367
- 14.2.1. Общие сведения 367
- 14.2.2. Общие характеристики grid-проектов мониторинга водных объектов 369
- 14.2.3. Типовые системы мониторинга водных объектов..... 372
- 14.3. Типовой алгоритм информационной системы бассейнового уровня..... 377

14.4. Подсистемы информационной системы в рамках типового алгоритма	385
14.4.1. Математические модели, используемые в системах принятия решений.....	385
14.4.2. Обзор прикладных моделей.....	387
14.4.3. Экологические модели воды водных объектов.....	392
14.4.4. Поисковые и расчетные технологии в определении опасности ксенобиотического загрязнения.....	396
14.5. Использование ГИС в рамках общей информационной системы мониторинга.....	405
Глава 15. Прогнозы развития мониторинга водных объектов <i>Баренбойм Г.М.</i>	412
Заключение	416
Литература	420