

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

В.В. Шабанов, В.Н. Маркин

**ВЕДЕНИЕ МОНИТОРИНГА
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Монография

Москва
Издательство РГАУ-МСХА
2015

УДК 504.4.062.2
ББК 20.1

В.В. Шабанов, В.Н. Маркин. Введение мониторинга водных объектов в современных условиях: Монография / В.В. Шабанов, В.Н. Маркин. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 151 с.

В работе рассмотрены вопросы формирования системы мониторинга водных объектов. Предложены три уровня наблюдений: обзорный, основанный на использовании аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ); рекогносцировочный, использующий возможности беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); наземный, инструментальный. Параметры, полученные на всех уровнях мониторинга, могут вводиться в моделирующие системы и давать возможность прогнозировать поведение водного объекта в зависимости от изменения естественных и антропогенных воздействий.

In the work a monitoring formation system of water objects are considered. Three levels of supervision are offered: reinvestigation based on using a space system remote sounding of the Earth; research using possibilities of pilotless flying machines; land research. The parameters received at all levels of monitoring, should be entered into modeling systems, to give the chance to predict behavior of the water object depending on change of natural and manmade influences.

ISBN 978-5-9675-1115-8

© Шабанов В.В., Маркин В.Н., 2015
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
им. К.А. Тимирязева, 2015
© Издательство РГАУ-МСХА, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ	8
2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	13
3. СТРУКТУРЫ, ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ.....	31
4. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ДНА, БЕРЕГОВ, СОСТОЯНИЕМ И РЕЖИМОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ИЗМЕНЕНИЯМИ МОРФО- МЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ИЛИ ИХ ЧАСТЕЙ.	34
4.1. Общие принципы мониторинга.	38
4.2. Назначение створов наблюдений	38
4.3. Масштабы охватываемой территории.	40
4.4. Мониторинг состояния берегов и режима использования водоохраных зон.	42
4.5. Мониторинг донных отложений	46
4.6. Мониторинг качества воды водного объекта	50
5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	51
5.1. Формирование сети пунктов и программ наблюдений за загрязнением донных отложений.	57
5.2. Периодичность наблюдений	60
5.3. Отбор проб и анализ результатов	61
6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕТЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ РЕЧНЫХ РУСЕЛ НА ПОГРАНИЧНЫХ УЧАСТКАХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК.	63
6.1. Краткая характеристика проблемной ситуации.....	63

6.2. Общие принципы мониторинга трансграничных водных объектов .	65
6.3. Мониторинг и оценка.	66
6.4. Виды деятельности, приводящие к деформации ложа и берегов водного объекта	67
6.5. Мониторинг деформаций в руслах и берегах пограничных и трансграничных участках рек и водоемов.	71
6.6. Особенности совместного использования пограничных и трансграничных водных объектов	76
6.7. Использование средств дистанционного зондирования Земли для наблюдений за деформацией речных русел	78
6.8. Использование средств беспилотных летательных аппаратов для уточнения интенсивности деформации речного русла	81
6.9. Инструментальные методы наблюдения за деформацией речного русла на пограничных участках трансграничных водных объектах.	82
6.10. Методика выбора места наблюдения	83
6.11. Методика оценки частоты и точности наблюдений	83
7. МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА.	85
7.1. Методы аэрокосмического наблюдения.	85
7.1.1. Использование средств космического и воздушного базирования	85
7.1.2. Использование беспилотных летательных аппаратов	90
7.2. Методы биотестирования состояния водных объектов	92
7.3. Расчетные методы мониторинга.	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
ПРИЛОЖЕНИЯ	108
Приложение 1. Примерный список контролируемых параметров, режимов и процессов водного объекта.	108
Приложение 2. Методика биотестирования водных объектов (Николаев, 1992).	110

Приложение 3. Методика оценки качества воды и состояния водного объекта для целей разового, периодического и детального контроля (Шабанов, Маркин, 2009)	115
Приложение 4. Возможности космического наблюдения.	121
Приложения 5. Макеты программ ведения мониторинга.	123
Приложение 6. Трансграничные водные бассейны Российской Федерации....	137
Приложение 7. Выбор места и частоты морфометрических наблюдений за состоянием берегов и водоохранных зон	140
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	147

ВВЕДЕНИЕ

Государственный мониторинг водных объектов представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов и осуществляется в целях:

- своевременного выявления и прогнозирования развития негативных процессов, влияющих на качество воды в водных объектах и их состояние;
- разработки и реализации мер по предотвращению негативных последствий;
- оценки эффективности осуществляемых мероприятий по охране водных объектов;
- информационного обеспечения управления в области использования и охраны водных объектов, в том числе для государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов.

Государственный мониторинг водных объектов включает в себя:

- регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями состояния водных ресурсов, а также за режимом использования водоохраных зон;
- сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений;
- внесение сведений в государственный водный реестр;
- оценку и прогноз изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов.

Государственный мониторинг водных объектов состоит из:

- 1) мониторинга поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;

2) мониторинга состояния дна и берегов водных объектов, а также состояния водоохранных зон;

3) мониторинга подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр;

4) наблюдений за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и водоотведении.

Государственный мониторинг водных объектов осуществляется в границах бассейновых округов с учетом особенностей режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностей.

В данной работе рассматривается система организации и функционирования мониторинга водных экосистем суши и пути ее совершенствования. Результаты работы предлагаются для:

- организаций, проводящих и занимающихся организацией системы мониторинга водных объектов суши и его подсистем (мониторинг донных отложений, берегов и водоохранных зон);
- оперативно-производственных подразделений, которые осуществляют наблюдения за состоянием водных объектов, в рамках Государственной программы наблюдений;
- научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами оценки и прогнозирования последствий антропогенного воздействия на водные объекты;
- проектных организаций, разрабатывающих вопросы планирования и обоснования водохозяйственных и водоохранных мероприятий;
- собственников водных объектов, арендаторов и водопользователей.

1. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1. ВОДНЫЙ КОДЕКС РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. Принят Государственной Думой 12 апреля 2006 г. Одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 г. (в ред. Федеральных законов от 04.12.2006 г. № 201-ФЗ, от 19.06.2007 г. № 102-ФЗ, от 14.07.2008 г. № 118-ФЗ, от 23.07.2008 г. № 160-ФЗ, от 24.07.2009 г. № 209-ФЗ, от 27.12.2009 г. № 365-ФЗ, от 28.12.2010 г. № 420-ФЗ, от 11.07.2011 г. № 190-ФЗ, от 18.07.2011 г. № 242-ФЗ, от 19.07.2011 г. № 246-ФЗ, от 19.07.2011 г. № 248-ФЗ, от 21.07.2011 г. № 257-ФЗ).
2. Закон об экологическом мониторинге.
3. ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 10 апреля 2007 г. № 219 «Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов».
4. Приказ МПР РФ от 6 февраля 2008 г. № 30 «Об утверждении форм и порядка представления сведений, полученных в результате наблюдений за водными объектами, заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, собственниками водных объектов и водопользователями».
5. Трансграничное водное сотрудничество в новых независимых государствах. Европейская экономическая комиссия ООН. Региональный Европейский офис программы ООН по окружающей среде. Министерство природных ресурсов РФ. Агентство по охране окружающей среды Швейцарии. Агентство экологических оценок «Экотерра» Москва-Женева, 2003. 60 с.
6. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями от 22 августа, 29 декабря 2004 г.). Принят Государственной Думой 20 декабря 2001 г. Одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 г.
7. Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г.

8. ГН 1.2.1323-03. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды.
9. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
10. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
11. ГОСТ 17.1.1.02-77. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.
12. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
13. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
14. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
15. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения.
16. ГОСТ 27065-86 (СТ СЭВ 5184-85). Качество вод. Термины и определения.
17. ГОСТ 27384-2002. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств.
18. ГОСТ 8.315-97 ГСИ. Стандартные образцы. Основные положения, порядок разработки, аттестации, утверждения, регистрации и применения.
19. ГОСТ 8.556-91. ГСИ. Методики определения состава и свойств проб вод. Общие требования к разработке.
20. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.
21. ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.

22. ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений.
23. МИ 2335-2003. Рекомендации ГГИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа.
24. Р 52.24.353-94 Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод.
25. Р 52.24.566-94 Рекомендации. Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем.
26. Р 52.24.309-2004 Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета
27. Р 52.24.510-96. Рекомендации. Ведение каталога поисковых характеристик пунктов наблюдения за качеством поверхностных вод суши.
28. Р 52.24.581-97. Рекомендации. Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием природной среды в районах развития угледобывающей промышленности и сопутствующих производств.
29. Р 52.24.627-2001 Методы прогностических расчетов распространения по речной сети зон высоко загрязненных вод и использования для прогнозов трассерных экспериментов, имитирующих аварийные ситуации
30. РД 52.04.567-2003. Положение о государственной наблюдательной сети.
31. РД 52.10.324-92. Методические указания. Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек.
32. РД 52.18.263-90. Положение. Охрана природы. Гидросфера. Организация и порядок проведения наблюдений за содержанием остаточных количеств пестицидов, регуляторов роста растений и основных токсичных продуктов их разложения в объектах природной среды.
33. РД 52.18.595-96. Федеральный перечень методик выполнения измерений,

- допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды.
34. РД 52.18.598-98. Система аккредитаций аналитических лабораторий (центров) мониторинга загрязнения окружающей природной среды. Общие требования к «Руководству по качеству аккредитованной лаборатории (центра)».
35. РД 52.24.309-92. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Госкомгидромета.
36. РД 52.24.354-94. Методические указания. Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием поверхностных вод суши в районах разработки месторождений нефти, газа и газоконденсата.
37. РД 52.24.505-2010 Массовая доля нефтяных компонентов в донных отложениях. Методика выполнения измерений с идентификацией их состава и происхождения ИК-фотометрическим, люминесцентным и газохроматографическим методами
38. РД 52.24.508-96. Методические указания. Организация и функционирование подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод суши.
39. РД 52.24.509-2005. Внутренний контроль качества гидрохимической информации.
40. РД 52.24.564-96. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Метод оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития фитопланктонных сообществ // Биологические методы оценки загрязненности пресноводных экосистем.
41. РД 52.24.565-96 Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Методы оценки загрязненности пресноводных экосистем по показателям развития зоопланктонных сообществ.

42. РД 52.24.609-99. Методические указания. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях.
43. РД 52.24.618-2000. Методические указания. Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием природной среды в районах развития металлургического производства.
44. РД 52.24.620-2000 Охрана природы. Гидросфера. Организация и функционирование подсистемы мониторинга антропогенного эвтрофирования пресноводных экосистем
45. РД 52.24.626-2001. Методические указания. Мониторинг загрязнения донных отложений промышленными сточными водами Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Методика выполнения измерений изотопного состава углерода органического вещества методом масс-спектрометрического анализа.
46. РД 52.24.633-2002. Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем.
47. РД 52.24.634-2002 Уточнение местоположения створов (пунктов) наблюдений и режимов отбора проб на основе использования трассерных методов изучения гидродинамических характеристик водных объектов
48. РД 52.24.635-2002 Проведение наблюдений за токсичным загрязнением донных отложений в пресноводных экосистемах на основе биотестирования
49. РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям
50. РД 52.24.662-2004 Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений пресноводных экосистем методами биотестирования.

51. РД 52.44.2-94 Охрана природы. Комплексное обследование загрязнения природных сред промышленных районов с интенсивной антропогенной нагрузкой.

2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. **Авиасъемки БПЛА** – съемка беспилотным летающим аппаратом с высоты 10-500 м, позволяющая уточнить космические снимки и выявить места, требующие наземного (инструментального) мониторинга.

2. **Акватория** – водное пространство в пределах естественных, искусственных или условных границ.

3. **Антропогенное эвтрофирование** – ускоренное повышение биологической продуктивности водных объектов в результате хозяйственной деятельности, приводящее к серьезным структурным преобразованиям водных сообществ, а также к усилению развития фотосинтезирующих организмов, что может нередко вызывать «цветение» воды и ухудшение ее качества.

4. **Антропогенный объект** – объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов.

5. **Аэрогидрометрические методы** – совместное использование средств воздушной и наземной разведки для проведения гидрометрических изысканий.

6. **Береговой склон** – наклонный участок берега водного объекта.

7. **Бесплотинные водозаборы** – гидротехническое сооружение, предназначенное для забора воды из поверхностного водного объекта без подпорного сооружения.

8. **Биоиндикаторы** – организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания.

Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются объектами биоиндикации.

9. **Биоиндикация** – метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту наличия, отсутствия, особенностям развития организмов-биоиндикаторов.

10. **Биологические показатели** – гидробиологические показатели и показатели, полученные при биотестировании.

11. **Биотестирование** – метод, позволяющий в лабораторных условиях оценить качество объектов окружающей среды с помощью живых организмов.

12. **Благоприятная окружающая среда** – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

13. **Большая река** – река, бассейн которой располагается в нескольких географических зонах и гидрологический режим ее не свойственен для рек каждой географической зоны в отдельности. Примечание. К категории больших рек относятся равнинные реки, имеющие бассейн площадью более 50000 км².

14. **Взятие проб донных наносов**: донные отложения отбираются для анализа на загрязненность с целью оконтуривания зоны распространения отдельных загрязняющих веществ, определения характера, степени и глубины проникновения специфических загрязняющих веществ в донные отложения, изучения закономерностей процессов самоочищения, расчета элементов баланса, для определения источников вторичного загрязнения и учета воздействия антропогенного фактора.

15. **Визуальные наблюдения** – наблюдения за состоянием водоема или водотока путем его осмотра, при которых следует

обязательно отмечать явления, необычайные для данного водоема или водотока и свидетельствующие о его загрязненности (гибель рыбы и других водных организмов, земноводных и растений; выделение пузырьков донных газов; появление повышенной мутности, посторонних окрасок, запаха, цветения воды, пены, пленки и других посторонних предметов).

16. **Водные ресурсы** – поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы.

17. **Водный объект** – сосредоточение природных вод на поверхности суши либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима.

18. **Водный режим** – изменение во времени уровня, расхода и объема воды в водном объекте.

19. **Водоем** – водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием.

20. **Водоотведение** – любой сброс вод, в том числе сточных и дренажных, в водные объекты.

21. **Водопользование** – использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и экономики.

22. **Водопользователь** – физическое лицо или юридическое лицо, которым предоставлено право пользования водным объектом.

23. **Водоток** – водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности.

24. **Водохозяйственный участок** – часть речного бассейна, имеющая характеристики, позволяющие установить лимиты изъятия водных ресурсов из водного объекта и другие параметры использования водного объекта.

25. **Водохранилище** – искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением на водотоке в целях хранения воды и регулирования стока.

26. **Временные посты инженерно-геологического обследования** – посты, которые организуются на участках водных объектов, где не требуется проведение долгосрочных наблюдений в течении года или нескольких лет.

27. **Высокое загрязнение водоема или водотока** – явление, характеризующееся разовым увеличением содержания нормируемых веществ в водном объекте. Высокое загрязнение характеризуется также наличием нефтяной или масляной пленки, покрывающей от 1/4 до 1/3 поверхности водоема или водотока, если его обзримая площадь составляет до 6 км², или покрывающей от 1 до 2 км² поверхности, если его площадь составляет более 6 км².

28. **Гидробиологические показатели качества воды** – показатели, определяемые при гидробиологическом анализе.

29. **Гидрографическая сеть** – совокупность водотоков и водоемов в пределах какой-либо территории. В гидрографическую сеть обычно также включаются болота, каналы и родники.

30. **Гидрологическая сеть** – совокупность гидрологических постов, размещенных на какой-либо территории.

31. **Гидрологическая станция** - учреждение, осуществляющее изучение гидрологического режима всех гидрологических объектов какой-либо территории (рек, озер, морей, водохранилищ, болот, ледников). Обычно гидрологической станции подчинена сеть гидрологических постов.

32. **Гидрологический пост** - пункт на водном объекте, оборудованный устройствами и приборами для проведения систематических гидрологических наблюдений.

33. **Гидрологический режим рек** – гидрологический режим реки, закономерные изменения гидрологических характеристик реки во времени, обусловленные комплексом природных и антропогенных факторов.

34. **Государственная наблюдательная сеть** – наблюдательная сеть специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области гидрометеорологии и смежных с ней областях.

35. **Гранулометрический состав донных наносов** - содержание в донных отложениях твердых частиц различной крупности, выраженное в процентах от их массы или количества.

36. **Дамбы обвалования** - гидротехническое сооружение периодического действия, ограждающая защищаемую территорию от негативного воздействия водных стихий.

37. **Деформация русел** – изменение формы и размеров русла рек в результате русловых процессов, природного и антропогенного происхождения.

38. **Дноуглубительные работы** - работы по углублению и расширению водоёмов и водотоков путём выемки грунта.

39. **Донные гряды** - повышение донного рельефа вытянутой формы, возникающее в руслах водотоков, осуществляющих транспорт донных наносов.

40. **Донные отложения** – донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно в результате внутриводоемных процессов, в которых участвуют вещества естественного и антропогенного происхождения.

41. **Естественная экологическая система** – объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы, в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое

функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией.

42. **Загрязнение воды** – поступление в водный объект загрязняющих веществ, микроорганизмов и тепла.

43. **Загрязненность вод** – содержание загрязняющих воду веществ, микроорганизмов и тепла, вызывающее нарушение требований к качеству воды.

44. **Загрязняющее воду вещество** – вещество, которое вызывает нарушение норм ее качества воды.

45. **Замыкающий створ** – нижний створ по реке, ограничивающий рассматриваемый бассейн.

46. **Затон** – часть акватории реки, защищенная от ледохода и течений.

47. **Землеустроительный план** – масштабный чертеж, получаемый в результате съемки, отображающий определенный участок земли.

48. **Зона влияния источника загрязнения** – часть водоема или водотока, в которой превышаются фоновые значения показателя качества воды.

49. **Зона загрязненности водоема или водотока** – часть водоема или водотока, в которой нарушены нормы качества воды по одному или нескольким показателям.

50. **Излучина реки** – участок извилистого речного русла между двумя смежными точками перегиба его осевой линии.

51. **Измерительный створ** - условная горизонтальная или вертикальная плоскость в сооружении, в которой устанавливается контрольно-измерительная аппаратура.

52. **Изыскания (предполевые, полевые, камеральные)** - виды инженерной деятельности, обеспечивающей планирование, получение и

обработку необходимых данных для изучения природных и техногенных условий.

53. **Инструментальный мониторинг** - наблюдение и регистрация данных об объекте, с помощью измерительной аппаратуры.

54. **Использование водных объектов** – использование, различными способами, водных объектов для удовлетворения потребностей Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, физических лиц, юридических лиц.

55. **Источник загрязнения вод** – источник, вносящий в водные объекты загрязняющие воду вещества, микроорганизмы или тепло.

56. **Качество воды** – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования.

57. **Качество окружающей среды** – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью.

58. **Классификация качества воды** – условное разделение диапазона состава и свойств воды водных объектов по классам, характеризующих ее пригодность для использования и экологическое благополучие.

59. **Компоненты природной среды** – земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле.

60. **Контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль)** – система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе

нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

61. **Контроль качества воды** – проверка соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям.

62. **Ленточногрядовый тип руслового процесса** – наблюдается обычно на отдельных участках рек и не имеет широкого распространения. Деформации русла состоят в сползании по течению крупных гряд наносов, занимающих всю ширину русла. Берега русла устойчивые, задернованные, поймы небольшие без протоков и староречий, русло песчаное, в плане слабоизвилистое и его повороты совпадают с поворотами долины. Ленточные гряды наносов хорошо видны на аэрофотоснимках русла, снятого в период межени. Параметры ленточных гряд устанавливаются продольными промерами русла эхолотом. Подлежат определению следующие величины: высота гряды, средняя скорость перемещения гряд, которая может достигать до 200-300м/год, длина и ширина гряды.

63. **Лесосплавные сооружения** - гидротехническое сооружение, обеспечивающее лесосплав через гидроузел.

64. **Лимитирующий признак вредности вещества в воде** – признак, характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде.

65. **Лоцманские карты** - карта русла судоходной реки в бровках, с фарватером и судовыми знаками, используемая для безопасного судовождения.

66. **Малая река** – река, бассейн которой располагается в одной географической зоне, и гидрологический режим ее под влиянием местных факторов может быть не свойственен для рек этой зоны. К категории малых рек относятся реки, имеющие бассейн площадью не более 2000 км².

67. **Межень** - сезонное стояние низких уровней воды в реках.
68. **Миграция веществ** – перемещение, перераспределение в пространстве кого-либо вещества.
69. **Моделирование гидрологического процесса** – создание моделей, воспроизводящих отдельные стороны гидрологического процесса.
70. **Мониторинг** – система регулярных, длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающая информацию о состоянии окружающей среды с целью оценки прошлого, настоящего и прогнозов на будущее параметров окружающей среды, имеющих значение для человека.
71. **Мониторинг окружающей природной среды** – долгосрочные наблюдения за состоянием, происходящими процессами и явлениями, а также оценка и прогноз поведения окружающей природной среды.
72. **Мониторинг окружающей среды** – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.
73. **Морфометрические характеристики** – количественные характеристики формы водных объектов и водосборной площади.
74. **Негативное воздействие вод** – затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое негативное воздействие на определенные территории и объекты.
75. **Негативное воздействие на окружающую среду** – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды.
76. **Нормативы в области охраны окружающей среды (природоохранные нормативы)** – установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее,

при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

77. **Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду** – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды.

78. **Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду** – нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и (или) акваторий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

79. **Нормативы допустимых физических воздействий** – нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

80. **Нормативы качества окружающей среды** – нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда.

81. **Нормы качества воды** – установленные значения показателей качества воды по видам водопользования.

82. **Окружающая среда** – совокупность компонентов природной среды, природных и антропогенных объектов.

83. **Осередки** – отложение наносов (подводное или надводное) в русле реки, не имеющее растительности (ближе к берегу называется побочень, а у выпуклых берегов при меандрировании – пляж).

84. **Отбор проб донных наносов** – изъятие образца твердых веществ при внедрении специального прибора в донные отложения.

85. **Охрана водных объектов** – система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов.

86. **Охрана окружающей среды** – деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

87. **Оценка воздействия на окружающую среду** – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

88. **Паводок** – сравнительно кратковременное и непериодическое поднятие уровня воды в реке, возникающее в результате быстрого таяния снега при оттепели, ледников, обильных дождей, попусков воды из водохранилищ.

89. **Переформирование береговой зоны** – изменения первоначальной формы береговых склонов, выраженное разрушением надводной части склона волнами и образовании аккумулятивной береговой отмели.

90. **Плотинные водозаборы** – гидротехническое сооружение, позволяющее регулировать подачу воды в соответствии с графиком водопотребления, в максимальной степени освободиться от поступления наносов в канал, значительно сократить холостую часть магистрального канала, зарегулировать сток и полнее использовать его для орошения и обводнения.

91. **Побочень** – гребневая часть крупной гряды, пересекающей русло, обычно затопляемая в половодье и обсыхающая в около береговой части в межень.

92. **Побочневый тип руслового процесса:** наносы движутся мощными грядами, занимающими все русло и сильно перекошенными в плане. Пониженные части гряд образуют перекааты, а возвышенные части примыкают к берегам русла, обсыхают в межень и образуют собственно побочни. Деформации русла заключаются в сползании гряд, которые оказываются сдвинутыми относительно друг друга примерно на половину шага гряды. Паводочный поток параллелен берегам русла в пойменных бровках, а в межень поток делается извилистым, образуя у противоположных побочням берегов глубокие плесы. При размывах плесовых лощин происходит периодическое расширение, а затем, при подвижке побочня, сужение русла. Поймы, как правило, незначительны или отсутствуют за исключением случаев, когда побочни движутся в меандрирующем русле ниже впадения притока, резко изменившего расход наносов в сторону его увеличения. Такое явление может происходить в течение некоторого времени после спрямления вышележащих излучин русла.

Фракционный состав донных наносов, слагающих побочневые русла, колеблется от песков до крупной гальки. В паводок гряды движутся со скоростью от десятков до сотен метров в год. Подлежат определению следующие характеристики побочневого русла: ширина русла в пойменных бровках относительный шаг побочня; ширина меженного русла.

93. **Поверхностные воды** – воды, находящиеся на поверхности суши в виде различных водных объектов.

94. **Поверхностные воды** – воды, находящиеся на поверхности суши в виде различных водных объектов.

95. **Пограничные участки** – участки водных объектов, непосредственно примыкающие к государственной границе Российской Федерации на трансграничном водном объекте; участок реки, протекающий вдоль (по линии) границы, при этом граница может проходить по фарватеру.

96. **Пойма** – часть дна речной долины, сложенная наносами и периодически заливаемая в половодье и паводки.

97. **Портовые акватории** – водная поверхность порта с установленными границами, дающая возможность стоянки и маневрирования судов.

98. **Предельно допустимая концентрация веществ в воде (ПДК)** – концентрация вещества в воде, выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования.

99. **Природная среда** – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов.

100. **Природно-антропогенный объект** – природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение.

101. **Природный комплекс** – комплекс функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединенных географическими и иными соответствующими признаками.

102. **Природный объект** – естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

103. **Протока** – водоток, отчленяющий отдельный морфологический элемент сложного речного русла или соединяющий два водных объекта и не образующий типичных, свойственных речному руслу комплексов русловых образований.

104. **Пункт наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши** – место на водном объекте, в котором проводится комплекс работ для получения данных о составе и свойствах воды, предназначенных для последующего обобщения, анализа и систематизации.

105. **Рекогносцировочное обследование** – осмотр и обследование объекта с целью выбора положения пунктов для обоснования.

106. **Речной бассейн** – территория, поверхностный сток вод с которой через связанные водоемы и водотоки поступает в море или озеро.

107. **Речные излучины** – участок извилистого русла водотока между двумя смежными точками перегиба его осевой линии.

108. **Рукав** – хорошо сформировавшееся ответвление русла реки со всеми свойственными речному руслу особенностями морфологического строения.

109. **Русло реки** – выработанное речным потоком ложе, по которому осуществляется сток без затопления поймы.

110. **Русловая съемка** – комплекс инженерных гидрометеорологических, геодезических и экологических исследований, связанных с изучением русел рек, их изменений в пространственном и временном масштабе (русловых деформаций) и русловых процессов в целом.

111. **Русловой процесс** – постоянно происходящие изменения морфологического строения русла водотока и поймы, обусловленные действием текущей воды.

112. **Русловой режим рек** – совокупность характерных изменений русел под действием водного потока во времени.

113. **Русловые деформации** – изменения русел рек под влиянием водного потока. Содержанием русловых деформаций является совокупность размыва (намыва) берегов, отложений, грунтов, переноса и переотложения продуктов эрозии. Они тесно связаны с формированием и изменением стока наносов. Их результатом является повышение

или понижение отметок дна, увеличение или уменьшение объема речных отложений, смещение форм русла и форм руслового рельефа или их частей. Они представляют внешнее выражение (интегральный эффект) руслового процесса; изменение размеров и положения в пространстве речного русла и отдельных русловых образований, связанное с переотложением наносов.

114. Русловые образования – подвижные скопления наносов, определяющие морфологическое строение речного русла.

115. Русловые процессы – совокупность явлений, связанных с взаимодействием потока и грунтов, слагающих ложе реки. Она включает в себя формирование, транспорт и аккумуляцию наносов, изменение объема русловых и пойменных отложений, отметок поверхности дна, расположения русла в плане, развитие форм русел и руслового рельефа в сезонных, многолетних и вековых масштабах времени.

116. Самоочищение вод – совокупность природных процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водного объекта.

117. Сетевые наблюдения – наблюдения на сети метеорологических станций однотипными и однотипно установленными приборами на одной и той же высоте над уровнем местности, в одни и те же сроки по местному или по единому времени.

118. Сеть метеорологических станций – совокупность метеорологических станций, оборудованных однотипной аппаратурой и ведущих наблюдения по единой программе. В каждой стране существует государственная сеть метеостанций. В России эта сеть находится в ведении Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, которая издает руководства для наблюдений, организует (сама или через местные управления службы) снабжение станций аппаратурой, инспектирование их работы, передачу информации по каналам связи, хранение данных наблюдений, их обработку и публикацию. Помимо основной сети станций, существуют

сети станций специального назначения при опытных хозяйствах, на курортах, на транспорте.

119. **Сеть пунктов наблюдений** – совокупность пунктов наблюдений конкретного вида, построенная по научно обоснованному принципу.

120. **Сечение потока** – часть водного сечения, где скорости течения выше чувствительности прибора, измеряющего скорость. Принимается, что в остальной части поперечного сечения реки скорость равна нулю. В действительности она может отличаться от нуля или быть обратной по отношению к течению в живом сечении. Такая неточность может приводить к ошибкам в вычислении расхода воды.

121. **Состояние водного объекта** – характеристика водного объекта по совокупности его количественных и качественных показателей применительно к видам водопользования.

122. **Средняя река** – река, бассейн которой располагается в одной географической зоне и гидрологический режим ее свойственен для рек этой зоны. К категории средних рек относятся равнинные реки, имеющие бассейн площадью от 2000 до 50000 км².

123. **Старица** - водоем в пойме реки, удлинённый в плане, постепенно заиливающийся, возникший в результате отклонения участка речного русла при спрямлении излучины путем прорыва перешейка петли или разработки спрямляющей протоки.

124. **Створ гарантированного смещения** – условное поперечное сечение водотока, в котором устанавливается достаточно полное (не менее 80%) гарантированное в течение года смещение сточных вод источника загрязнения с водой водотока.

125. **Створ полного смещения** – ближайший к источнику, влияющему на качество воды, поперечный профиль русла водотока, в

котором устанавливается практически равномерное распределение значений температуры воды и концентраций веществ в ней.

126. Створ пункта наблюдений – условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором производится комплекс работ для получения данных о составе и свойствах воды.

127. Сточные воды – воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

128. Тип руслового процесса – определенная схема деформации русла и поймы реки, возникающая в результате определенного сочетания особенностей водного режима, стока наносов, ограничивающих деформацию условий и отражающая форму транспорта наносов.

129. Токсикологические (биотестовые) показатели – показатели биотестирования на различных тест-объектах.

130. Трансграничные водные объекты – поверхностные и подземные водные объекты, которые обозначают, пересекают границу между двумя или более иностранными государствами или по которым пролегает государственная граница Российской Федерации.

131. Трансграничные участки рек и водоемов – участки водных объектов, пересекающую границу.

132. Требования в области охраны окружающей среды (природоохранные требования) – предъявляемые к хозяйственной и иной деятельности обязательные условия, ограничения или их совокупность, установленные законами, иными нормативными правовыми актами, природоохранными нормативами, государственными стандартами и иными нормативными документами в области охраны окружающей среды.

133. Устьевой участок реки – часть нижнего течения реки, на которой проявляется влияние моря и происходит дельтообразование.

134. Фарватер – судовой ход, безопасный в навигационном отношении и обозначенный на местности и/или карте проход по водному

пространству, характеризующийся достаточными глубинами и отсутствием препятствий для судоходства.

135. Фонд данных о состоянии окружающей природной среды – совокупность сведений и информационной продукции, подлежащих длительному использованию и хранению.

136. Фоновое значение показателей качества воды – значение показателей качества воды водоема или водотока до влияния на него источника загрязнения.

137. Чрезвычайная ситуация – обстановка, сложившаяся в результате аварии, стихийного или иного бедствия, которые повлекли или могут повлечь за собой человеческие жертвы, принести вред здоровью людей или окружающей среде, привести к значительным материальным потерям и нарушению условий жизнедеятельности людей.

138. Эвтрофирование вод – повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов.

139. Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

140. Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

141. Экологическое благополучие экосистемы – состояние системы, которое характеризуется нормальным воспроизведением ее основных звеньев.

3. СТРУКТУРЫ, ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ

Государственный мониторинг водных объектов ведется Министерством природных ресурсов Российской Федерации совместно с Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (по поверхностным водным объектам) и другими специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды.

1. Министерство природных ресурсов Российской Федерации:

- Обеспечивает, совместно с Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, создание и развитие государственной сети станций и постов наблюдений на водных объектах. Обеспечивает разработку автоматизированных информационных систем по ведению государственного мониторинга водных объектов; создает наблюдательную сеть постов на водохозяйственных системах и сооружениях.
- Координирует работы, связанные с ведением государственного мониторинга водных объектов.
- Ведет совместно с Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды мониторинг поверхностных водных объектов суши и морей.
- Разрабатывает и утверждает нормативно-методические документы по ведению государственного мониторинга водных объектов.
- Передает Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ее территориальным органам данные мониторинга подземных водных объектов и мониторинга водохозяйственных систем и сооружений, необходимые для ведения мониторинга поверхностных вод.
- Обобщает ежегодно данные о состоянии водных объектов, ведет обработку, накопление, хранение, распространение информации и банк данных государственного мониторинга водных объектов по бассейнам рек,

морей, их участкам, гидрогеологическим бассейнам, территориям субъектов Российской Федерации и в целом по Российской Федерации.

2. Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды:

- Осуществляет мониторинг поверхностных водных объектов, в том числе наблюдение
- Разрабатывает и утверждает нормативно-методические документы по ведению государственного мониторинга водных объектов
- Передает Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ее территориальным органам данные мониторинга подземных водных объектов и мониторинга водохозяйственных систем и сооружений, необходимые для ведения мониторинга поверхностных вод
- Обобщает ежегодно данные о состоянии водных объектов, ведет обработку, накопление, хранение, распространение информации и банк данных государственного мониторинга водных объектов по бассейнам рек, морей, их участкам, гидрогеологическим бассейнам, территориям субъектов Российской Федерации и в целом по Российской Федерации.

Мониторинг поверхностных водных объектов ведется на базе:

- государственной сети гидрометеорологических станций и постов системы Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- станций и постов других федеральных органов исполнительной власти;
- органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации с привлечением иных источников получения информации (искусственных спутников Земли, авиационных, экспедиционных и других наблюдений).

Ведение государственного мониторинга донных отложений осуществляется на локальном, территориальном, региональном (бассейновом) и федеральном уровнях.

- Локальный уровень – мониторинг осуществляют водопользователи, которые ведут систематические наблюдения за водными объектами.

- Территориальный уровень – мониторинг водных объектов осуществляют территориальные органы Министерства природных ресурсов Российской Федерации и Федеральной служб России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

- Региональный (бассейновый) уровень – мониторинг водных объектов осуществляют бассейновые водохозяйственные управления, региональные геологические центры и другие уполномоченные органы Министерства природных ресурсов.

- Федеральный уровень – ведение мониторинга водных объектов обеспечивается Министерством природных ресурсов Российской Федерации и Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

4. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ДНА, БЕРЕГОВ, СОСТОЯНИЕМ И РЕЖИМОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ИЗМЕНЕНИЯМИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ИЛИ ИХ ЧАСТЕЙ

Ухудшение экологического состояния водных объектов ведет не только к их деградации, но и к проблемам их водохозяйственного использования. Происходит это на фоне сокращения сети наблюдений в системе государственного мониторинга, и ослабления контроля за влиянием на водные объекты антропогенной деятельности. В России 1,25 млн малых, средних и крупных рек, которые представляют собой основные источники водоснабжения. Из них активно используются примерно 20%. Применение методов моделирования, позволяет задействовать 20% всех рек для получения необходимых рядов гидрологических данных. Таким образом, количество постов наблюдений, даже исходя из расчета 1 пост на реке, должно составлять ~ 50000 шт. Существующая сеть гидрологических наблюдений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды включает 3085 гидрологических постов, из них на реках 2731 постов [Водная стратегия..., 2009]. Это составляет менее 6% от требуемого количества. Из 2290 водохранилищ России, наблюдениями охвачено не более 16%.

В настоящее время актуальны вопросы, связанные с выявлением источников негативного воздействия, контролем происходящих процессов, как в самих водных объектах, так и в пределах их водоохранных территорий. Решение данных вопросов, путем восстановления сети станций наблюдений, представляются не достаточными, и даже, не возможным. Связано это с характером и рядом последствий антропогенного влияния:

- количество источников негативного воздействия и их разнообразие возросло и продолжает увеличиваться;

- совместное влияние нескольких причин, ухудшающих качество воды, – еще одна серьезная причина опасности для водных объектов, сложная для обнаружения и разработки методов охраны. Влияние многочисленных негативных факторов, в силу действия законов «Эмерджентности» и «Боулича» (Реймерс,1990), даже при подпороговом уровне их воздействия на систему, может вызвать получение качественно нового отрицательного эффекта;

- возросла роль причинно следственных связей. Последнее приводит к тому, что следствия, вызванные ранее какой-либо причиной, или их совокупностью, перерастают в причины. *Например, загрязненность реки Москвы первоначально отмечалась в связи с поступлением загрязнений со сточными водами (причина). Это привело к загрязнению грунтов донной толщи (следствие) и, в настоящее время, вторичное загрязнение играет (переросло в причину) существенную роль в загрязнении реки. Таким образом, донные отложения стали источником загрязнения.*

В условиях, когда усложняются взаимосвязи и взаимозависимости в техно-природной системе, невозможно управление простыми способами. Требуется развитие многообразных структур и методов. Это в полной мере относится и к мониторингу, основные требования к которому могут быть сформулированы следующим образом.

- Постоянство контроля и охват больших территорий на основе использования стационарных станций наблюдения. *Постоянство контроля больших территорий может быть достигнуто при использовании средств космического сканирования и/или аэрофотосъемки. Космическая и аэрофотосъемка с высокой разрешающей способностью позволяют составить общее представление о состоянии объекта и выявить возможные проблемные области (например: паводковая обстановка, состояние территорий, переброска стока, пожароопасность, наполнение водохранилищ и т.п.). Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), при съемке с малых высот,*

позволяет конкретизировать обстановку в проблемной зоне, путем получения дополнительных исходных данных. Анализ получаемых сведений позволит обосновать принимаемые решения.

- Оперативность и достоверность, на фоне относительной простоты и снижения трудоемкости, достигается использованием разноуровневого контроля (космический контроль → аэро → наземный), с частичным дублированием информации и достаточной для практики периодичностью. В соответствии с общим принципом системных исследований «от общего к частному» происходит локализация проблемных зон, на которых и проводятся конкретные детальные исследования.

Таким образом, развитие мониторинга предлагается на основе постоянного отслеживания изменений в водных и около водных объектах современными техническими средствами. Развитие пригодных для разных уровней мониторинга методов прогноза и оценки состояния объектов – с учетом обратной связи, которая осуществляется периодическим контролем фактического состояния.



Рис. 4.1. Схема выявления проблемной зоны и конкретизация ситуации

Общая схема мониторинга представляется следующим образом:

А. Рекогносцировочный контроль – анализ общего состояния водных и наземных объектов, с одновременным применением разных методов: аэрокосмической съемки, наземного визуального и инструментального обследования, биотестирования и расчетных методов. Цель – оценить фактическую ситуацию и эффекты воздействия антропогенной деятельности за прошедший период, оценить формирующиеся тенденции изменения состояния системы и уточнить связи между параметрами определяемыми разными методами. *Данный контроль обеспечивает «реперную» привязку к конкретным условиям (данный вид контроля может проводиться 1 раз в несколько лет, раз в год или период года, в зависимости от потребностей).*

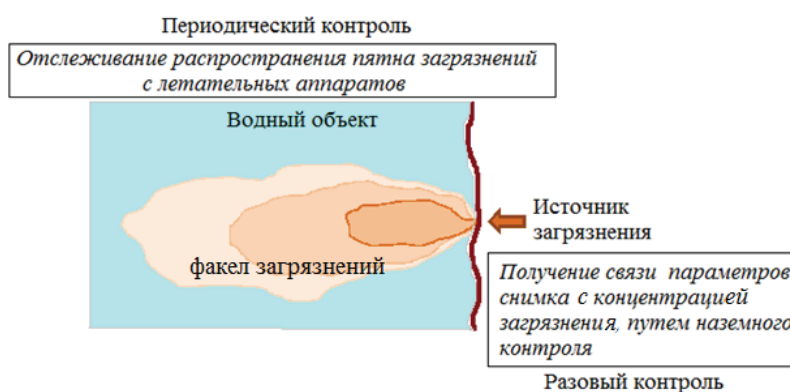


Рис. 4.2. Применение методов контроля разного уровня

Б. Постоянный контроль ситуации (не реже 1 раз в 10 дней) позволяет выявлять проблемные зоны, путем анализа происходящих изменений и отклонений от естественных процессов. *Используется стационарная сеть наблюдений, методы аэрокосмического сканирования, с прогнозированием ситуации расчетными методами.*

С. Разовое обследование (по мере необходимости) – наблюдения в проблемных зонах, опасных очагах путем использования средств высокой разрешающей способности, позволяющих получать параметры, конкретизирующие ситуацию.

Д. Прогнозирование ситуации на постоянно действующей модели водной системы. Это позволяет использовать полученную информацию для выявления проблемных участков, на которых могут возникать недопустимые отклонения от норм.

4.1. Общие принципы мониторинга

Основная идея проведения мониторинговых исследований заключается в формировании блочной структуры, основанной на многоуровневом делении территории с применением комплекса средств. Блочность подразумевает выделение объектов, за которыми проводится наблюдение (водная толща, донный грунт, береговая линия, прибрежная территория и т.д.). В каждом блоке проводится весь комплекс необходимых наблюдений. Полученные данные по разным блокам должны быть сопоставимы между собой. В каждом блоке используются новейшие технические средства (летательные аппараты, наземные наблюдения и расчетные методы).

Многоуровенность связана с необходимостью охвата всей территории исследуемого объекта и строится по схеме: от общей ситуации на крупномасштабной территории к детализации, с частичным дублированием (уточнением) информации.

Данная схема позволяет получать необходимые данные для любого объекта в целом и его отдельного участка, восполнять ряды наблюдений (например, в условиях потери части данных или пропуска наблюдений), контролировать всю территорию и получать данные сопоставимые в пространственно временном отношении.

4.2. Назначение створов наблюдений

Мониторинг осуществляется на водных объектах включая их прибрежные территории, в первую очередь – берега и водоохранные зоны, водохозяйственные системы и сооружения. Количество створов наблюдений и их размещение определяется принципами «Разумной достаточности», «Эффективности», «Управляемости» и «Обратной связи» (Реймерс, 1990). Это обеспечивает удовлетворение потребности для выполнения хозяйственных задач (необходимость в гидрологической, гидрохимической, гидробиологической информации). Размещение контрольных створов

производится на основе анализа: природных условий среды; характера и интенсивности антропогенного воздействия; хозяйственной и экологической значимости объектов. В связи с этим выделяются следующие зоны мониторинга.

1. Зона непосредственного воздействия – районы интенсивного протекания русловых процессов, переформирования прибрежных территорий, устья рек и их отдельные участки, гидроузлы, места сброса сточных вод, поступление площадных стоков и т.п.

2. Зона транзитных участков – контроль загрязнения воды в районах, примыкающих к зонам непосредственного влияния и попадающих под косвенное воздействие. В данных зонах осуществляется мониторинг трансформации и распространения загрязнений.

3. Фоновые зоны – вне зон прямого и косвенного антропогенного воздействия (например, верховья рек).

Проведение наблюдений в данных зонах должны позволять получать следующие сведения.

- Выявить влияние антропогенного воздействия (сосредоточенного и рассредоточенного, прямого и косвенного) и изменения, происходящие в окружающей среде. В этом случае необходимы наблюдения в источниках воздействия, в створах выше и ниже мест их влияния на реку (рис. 4.3).

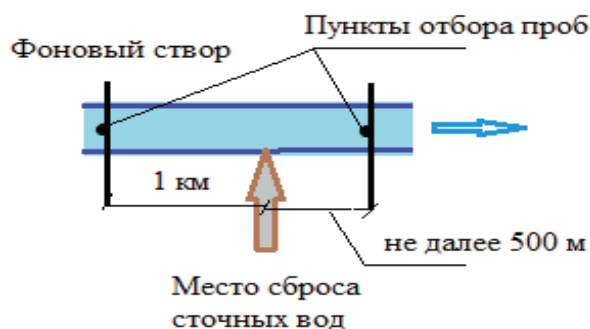


Рис. 4.3. Места отбора проб воды и донного грунта для проведения гидрохимического и гидробиологического анализа в случае сосредоточенного воздействия на реку

- Анализировать данные, проводить оценку и прогноз изменений состояния природной среды в целом и отдельных её компонентов. В данном случае появляется необходимость получения сведений о естественном (фоновом) состоянии водных объектов и их состоянии с учетом оказываемого влияния. Створы наблюдения устанавливаются в местах (рис. 4.4):
 - отсутствия прямого и косвенного антропогенного влияния (или косвенное воздействие несущественно) – *фоновые створы*;
 - проявления процессов естественного или антропогенного происхождения (оползни, сели, подтопление, эрозия и др.);
 - регламентируемых потребностями планирования использования водных ресурсов [Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов. МПР России. 2007].
 - Разрабатывать оптимальную систему управления на основе минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

Получаемые в створах данные должны позволять формировать многолетние ряды контролируемых параметров водных объектов. В этом случае учитывается использование расчетных методов (особенно для неконтролируемых постоянными наблюдениями створов), в том числе методов аналогии на фоне районирования территории. Районирование проводится, например, на основе типизации основных параметров (гидрологических, гидрохимических) и условий формирования водных объектов.

4.3. Масштабы охватываемой территории

Масштабы мониторинговых исследований разделяются по уровням, в соответствии с принципом «Иерархичности»:

- **глобальный** осуществляется на основе международного сотрудничества (необходим, например, для мониторинга трансграничных водных объектов);

- **национальный** осуществляется в пределах страны и ее крупных регионов, бассейнов крупных и уникальных водных объектов (например, озеро Байкал), водохозяйственных систем государственного значения (например, Волжско-Камский каскад);
- **региональный** осуществляется в пределах бассейнов рек, интенсивно осваиваемых районов (например, московский мегаполис);
- **локальный** включает в с слежение за изменениями качества среды в пределах водохозяйственного гидроузла, участка водного объекта;
- **импактный** осуществляется в пределах особо опасного источника.

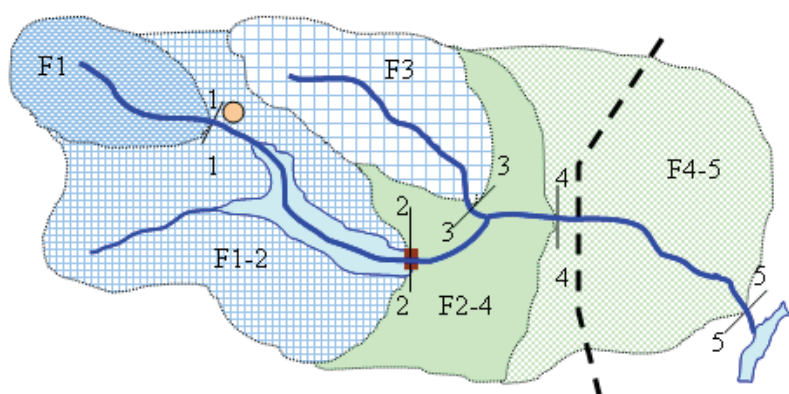


Рис. 4.4. Пример назначения створов мониторинговых наблюдений:

- 1-1 - фоновый створ; 2-2 - створ гидроузла; 3-3 - устье крупного притока;
 4-4 - на границе административных образований или государственного деления;
 5-5 - устье реки

Каждый уровень исследований предполагает контроль изменения соответствующих параметров окружающей среды, которые должны позволять:

- определить загрязненность различных сред, распределение загрязняющих агентов в пространстве и времени;
- определить скорость протекания негативных процессов, в том числе величины и скорости распространения потоков загрязняющих веществ, возможных путей их трансформации;
- решить проблемы сопоставимости результатов анализов, проводимых разными методами;

- обеспечить заинтересованных пользователей информацией, необходимой для принятия решений (оперативных и перспективных) на различных административных уровнях.

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию, касающуюся:

- состояния водных объектов водной (водной толщи, донных отложениях, состояния биоты);
- состояния прилегающей территории и берегов;
- сведений об источниках и факторах воздействия;
- оценки допустимости воздействий.

4.4. Мониторинг состояния берегов и режима использования водоохранных зон

Водоохранные зоны (ВОЗ) представляют собой геоэкологические барьеры, функциями которых являются:

- защита берегов от размыва;
- биологический дренаж;
- перевод поверхностного стока в грунтовый (водорегулирующая функция);
- предотвращение загрязнения водного объекта;
- сохранение экологических условий переходной зоны от водного объекта к сухопутным системам.

Водоохранные зоны устраиваются вдоль всего водного объекта согласно Водному кодексу ФЗ-№ 74 от 2006 г. Минимальная ширина ВОЗ в настоящее время назначается по участкам рек, в зависимости от их протяженности (табл. 4.1, 4.2). Водоохранная зона устраивается с учетом особенностей местности. В нее включаются поймы рек, овраги и балки надпойменных террас. Ширина водоохранной зоны водохранилища, расположенного на водотоке, устанавливается равной ширине ВОЗ этого водотока. Водоохранная зона

магистральных и межхозяйственных каналов совпадает по ширине с полосами землеотвода.

Следует сказать, что установление зависимости ширины водоохранной зоны от длины водного объекта или его вида (река, озеро) неправильно. Получается, что крупный объект требует большей защиты (регламентируется увеличение ширины водоохранной зоны), а малый объект нуждается в меньшей защите. Размеры экологического барьера определяются нагрузкой на систему, а не только его параметрами, тем более геометрическими.

Таблица 4.1

Ширина водоохранной зоны рек

Протяженность водотока от истока, км	Ширина ВОЗ, м
< 10	50
10 ... 50	100
> 50	200

В пределах водоохранной зоны выделяется прибрежная водоохранная полоса (ПВП), ширина которой устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта (табл. 4.3).

Таблица 4.2

Ширина водоохранной зоны водоемов

Водоем	Площадь водоема, км ²	Ширина ВОЗ, м
Озера, болота	<0.5	50
Море	-	500

Таблица 4.3

Ширина прибрежной водоохраной полосы (ПВП)
в зависимости от уклона берега, м

Обратный или нулевой уклон	$I < 3^\circ$	$I > 3^\circ$
30	40	50

Ширина водоохранной зоны реки отсчитывается от уреза воды при среднемноголетнем меженном уровне, для водохранилищ – от уреза НПУ.

Регламентируемая ширина водоохранной зоны явно недостаточна для выполнения ее функций в требуемом объеме. Установленная в соответствии с действующими нормативами водоохранная зона занимает площадь менее 5% от площади бассейна. В соответствии с принципом «20/80» – 20% площади водосбора обладают эффективностью 80%, что и определяет минимальную требуемую площадь водоохранной зоны. В этом случае ширина зоны должна быть увеличена по сравнению с существующей в 4 раза. Это хорошо соответствует данным о влиянии рассредоточенных стоков на загрязнение водных объектов (Хрисанов, 1993). При удаленности источника рассредоточенных стоков от реки на расстояние 500 м и более оказываемое ими влияние снижается и стремится к фоновому уровню. Отсюда, в частности, следует, что мониторинговые исследования должны не ограничиваться пределами водоохранной зоны, а охватывать большую часть водосборной площади (в идеале всю). Этому и отвечает блочная структура мониторинга, описанная выше.

Мониторинг состояния берегов и режима использования водоохранных зон позволяет выявить процессы:

- эволюционные (естественно-исторические процессы развития);
- антропогенные (связанные с человеческой деятельностью), в том числе чрезвычайные ситуации (связанные с авариями, катастрофами, стихийными и экологическими бедствиями).

Основными задачами мониторинга водоохранных зон являются:

- своевременное выявление изменений состояния объектов, их оценка, прогноз и выработка рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов;
- контроль использования и охрана земель.

Содержание мониторинга прибрежных территорий водного объекта составляют систематические наблюдения (съемки, обследования), выявление изменений и оценка:

- состояния берегов и водоохранных зон;
- процессов, связанных с формированием русла, в том числе разрушение берегов, оврагообразование, подтопление и заболачивание водоохранных зон;
- состояния гидротехнических сооружений.

Оценка состояния прибрежных территории выполняется путем анализа ряда последовательных наблюдений (периодических, постоянных, разовых) и сравнения полученных показателей с допустимыми. Количество и периодичность наблюдений зависит от направленности и интенсивности изменений.

Как указывалось выше, для получения необходимой информации при мониторинге земель применяются:

- дистанционное зондирование (съемки и наблюдения с космических аппаратов, самолетов, средств малой авиации и др.), что позволяет получить характеристики состояния земель на крупномасштабном уровне. Съемки и наблюдения с помощью малой авиации производятся для локального изучения состояния земель и уточнения аэрокосмической информации;
- наземные съемки и наблюдения, приводящиеся с использованием стационарных и передвижных лабораторий;

- расчетные методы позволяющие моделировать и прогнозировать изменение ситуации на объекте, выявлять потенциально опасные зоны, осуществлять оперативное и перспективное планирование хозяйственной, в том числе природоохранной деятельности.

В зависимости от сроков и периодичности проведения осуществляются три группы наблюдений:

- **базовые** (исходные, фиксирующие состояние объектов наблюдений на момент начала ведения мониторинга или начала его очередного периода, например, в начале водохозяйственного года);
- **периодические** (позволяющие определить проблемные области с опасностью развития негативных процессов);
- **оперативные** (фиксирующие текущие изменения в «аварийных» ситуациях).

4.5. Мониторинг донных отложений

Наблюдения за изменением состояния дна водных объектов проводятся для отслеживания их загрязнения и протекания русловых процессов. Процессы формирования русла, связанные с деформациями, оказывают существенное влияние на водный объект, так как приводят к изменению мест обитания водных организмов и объемов жизненного пространства.

Русловые деформации – изменение размеров и положения в пространстве речного русла и отдельных русловых образований, связанные с отложением и перераспределением наносов. Деформации являются результатом протекания русловых процессов как в русле реки, так и на ее пойме. Деформации могут быть обратимые и необратимые. Обратимые процессы связаны с размывом и отложением наносов, не вызывающие изменения морфологических характеристик реки. Необратимые – это медленно протекающие процессы изменения русла и поймы, вследствие вековых процессов развития реки и хозяйственной деятельности человека.

Различают следующие руслоформирующие факторы:

- основные – расход воды, сток наносов;
- ограничивающие, которые сдерживают проявление результатов активного руслоформирующего фактора, например: выходы неразрываемых пород, базис эрозии, борта долины и др.

Русловые процессы – это постоянно происходящие изменения морфологического строения русла водотока и поймы, обусловленные действием текущей воды, поэтому они могут отслеживаться изменениями морфометрических показателей (Рыбкин, 1952). Обоснование размещения пунктов наблюдений должно учитывать условия руслообразовательных процессов.

Различают следующие типы русловых процессов: меандрирование, русловая многорукавность, пойменная многорукавность.

Критерием руслоформирования служит относительная транспортирующая способность потока, которая определяется как отношение транспортирующей способности потока ($Q_{тр}$) к скорости поступления в реку наносов (G_n): $Q_{тр}' = Q_{тр}/G_n$. Превышение объема поступающих наносов (G_n) над транспортирующей способностью потока ($Q_{тр}$) приводит к их осаждению ($Q_{тр}' < 1$). В случае, если объем поступления наносов меньше транспортирующей способности ($G_n < Q_{тр}$), происходит формирование меандр ($Q_{тр}' > 1$).

Изменение условий землепользования на водосборной площади (например, распашка, эрозия почв) приводит к увеличению количества наносов, что сказывается на процессах формирования русла.

Меандрирование – деформации речного русла, приводящие к созданию излучин. Причинами меандрирования считаются циркуляции потока в русле и его размываемость.

Многорукавность – русловая деформация, приводящая к разветвлению русла в случае резкого снижения транспортирующей способности речного потока на определенном участке реки.

Формирование пойменных разветвлений связано с малой пропускной способностью русла реки, что приводит к выходу воды на пойму, и подверженность поверхности поймы к размыву (рис. 4.6). Причиной русловых разветвлений считается образование осерёдков, которые впоследствии покрываются растительностью и иногда превращаются в острова.

Осерёдок – скопление наносов, обычно в средней части русла реки. Скопление наносов происходит при малой транспортирующей способности потока воды и большом поступлении наносов в русло. Формирование русловых островов связано с дисбалансом между количеством наносов и транспортирующей способностью.

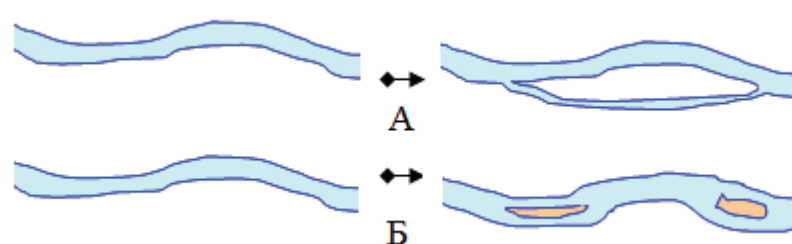


Рис.4.6. Схема образования пойменных (А) и русловых (Б) разветвлений

Таким образом, мониторинг донных и береговых процессов направлен на отслеживание:

- русловых деформаций, с определением: режима стока наносов, параметров русла (глубина, ширина русла), скорости воды;
- эрозии берегов с исследованием геометрических параметров берегов, уровенного режима водного объекта и др.;
- загрязнение донных грунтов, связанное с определением концентрации загрязняющих веществ в донном грунте, их распределение в толще грунтов, процессы накопления и др. (*Загрязнение воды и донных отложений отрицательно сказывается на водной растительности, что*

снижает ее защитные свойства и приводит к усиленной деградации русла и берегов.)

Задачи контроля деформаций выполняются на основе наблюдений за изменением морфометрических параметров. Это объясняет необходимость использования средств космической и воздушной разведки.

Периодичность контроля параметров деформационных процессов связана со скоростью их протекания.

- Медленные (ведутся постоянные наблюдения, например, раз в год, после прохождения половодья).
- Быстрые (постоянные наблюдения, количество которых определяется необходимостью получения данных в начальной фазе протекания процессов, фазе активного их протекания и фазе затухания).
- Катастрофические (разовое обследование, для оценки результата последствий).

Все данные типы процессов отслеживаются с помощью съемки с летательных аппаратов. Наземная съемка проводится с целью осуществления обратной связи (например, уточнения получаемых параметров, привязки к условиям местности, детализации). Это существенно упрощает мониторинг и позволяет охватывать весь объект в целом.

Контроль загрязненности донного грунта осуществляется на основе:

- периодического отбора проб и их анализом;
- выявленных связей гидрохимического равновесия грунтов и водной толщи;
- расчетных методов.

4.6. Мониторинг качества воды водного объекта

Наблюдения за изменением качества воды проводятся с помощью:

- сети стационарных наблюдений (определяются гидрологические, гидрохимические и гидробиологические показатели, по полной или сокращенной схеме. Периодичность наблюдений должна обеспечивать необходимую связь между показателями);
- применения расчетных методов (по мере накопления данных проверяются или устанавливаются связи между параметрами и закономерности их изменения. Это позволит сократить количество определяемых параметров и увеличить интервал между проведением наблюдений);
- передвижных станций, при проведении разовых наблюдений (проводится обследование по интересующим параметрам);
- применения летательных аппаратов (отслеживается распространение специфических загрязнений и изменение параметров, для которых определены связи с параметрами сканирования, такими как яркость, цвет и др.).

Проведение мониторинговых исследований должны учитывать:

- специфические загрязняющие вещества свойственные конкретным водным объектам;
- общие для всех водных объектов показатели и показатели свойственные природным водам.

Перечень определяемых гидрохимических показателей воды устанавливался с учетом программы проведения режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши [РД 52. 24. 309-2004].

На основе получаемой информации развиваются расчетные методы, направленные на выявление зависимостей и закономерностей происходящих изменений, с целью прогноза и планирования мероприятий.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Формирование водного объекта происходит под влиянием внешних и внутренних факторов, которые определяют гидрологический и гидрохимический и биологический режимы. Объемы воды в данном случае представляют жизненное пространство для водной биоты. Однако данное пространство определяется не только объемом воды, диапазонами изменения уровней, скоростью воды, но формой и составом отложений на дне. Состав отложений, влияющих на формирование глубин, влияет и на химический состав вод. В процессе развития, условия водной среды претерпевают постоянные изменения, в том числе путем изменения мощности и состава донных отложений. Если водная толща подвергается непосредственному внешнему влиянию, то донные отложения, в первую очередь отражают отклик водной системы на данные воздействия. Кроме того, режим донных наносов связан с русловыми процессами, вызванными как природными факторами, так и антропогенными. В связи с этим наблюдения за их состоянием являются необходимым компонентом мониторинга водных объектов.

Изменения, происходящие с донными отложениями, отражают аккумулятивные процессы трансформации и перемещения органических и неорганических веществ. В соответствии с законом Боулича (или иначе – закон «Все или ничего»), внешние воздействия, не превышающие сопротивляемость системы, не оказывают на нее заметного влияния, но, накопившись, они приводят к развитию бурных динамических процессов. Донные отложения демпфируют внешнее воздействие на водную систему, участвуя в процессе самоочищения воды, путем накопления в своей толще «лишних», в том числе губительных веществ. При определенных условиях, загрязненность донного грунта может привести к вторичному загрязнению (переход количества в качество).

Донные отложения являются средой обитания донных бентосных организмов. Все происходящие с донным грунтом изменения (например, загрязнение, перемещение) могут привести к изменению видового состава донной биоты и нарушению экологического состояния всего водного объекта.

В соответствии с законом «Все связано со всем» (закон Коммонера), донный грунт и водная толща связаны между собой условиями гидрохимического равновесия. Изменения в одном (например, загрязнение) из компонентов приводит к изменению второго. Поэтому наблюдения за загрязненностью донных отложений становятся неотъемлемой частью мониторинга состояния водных объектов, который обладает рядом отличий от мониторинга водной фазы. Это служит основанием организации и проведения наблюдений за состоянием донных отложений.

Экологический мониторинг донных отложений водных объектов суши является составной частью общего экологического мониторинга водных объектов, предназначенного для их изучения и охраны. Анализ внутри водоёмных процессов позволяет выявить закономерности, характер и направленность происходящих изменений.

Наблюдения за изменениями донных отложений, проводимые совместно с исследованиями водной толщи, состояния берегов и прибрежной зоны (переходной зоны между водным объектом и объектами суши), позволяют осуществлять комплексный подход, рассматривая водный объект с позиций целостности и единства (рис. 5.1). Это отвечает принципам системных исследований.

Состояние водной толщи характеризуется качеством воды, которое в большой степени отражает «мгновенные» процессы непосредственного влияния внешних (в основном антропогенных) факторов. Анализ донных отложений позволяет выявлять «историю» протекания процессов и реакцию системы на внешние явления. Это отражает:

- гидрохимические явления (например, загрязнение водного объекта, в том числе и вторичного характера);

- гидродинамические процессы (русловые, связанные, например, с трансформацией и переносом донных отложений);
- гидрологические (изменение глубины, площади мелководной зоны, скоростного режима).

Методы мониторинга основаны на наблюдениях за изменением отдельных элементов водных экосистем (уровенный и расходные режимы, изменение гидрохимических показателей, оценка состояния биотической фазы).

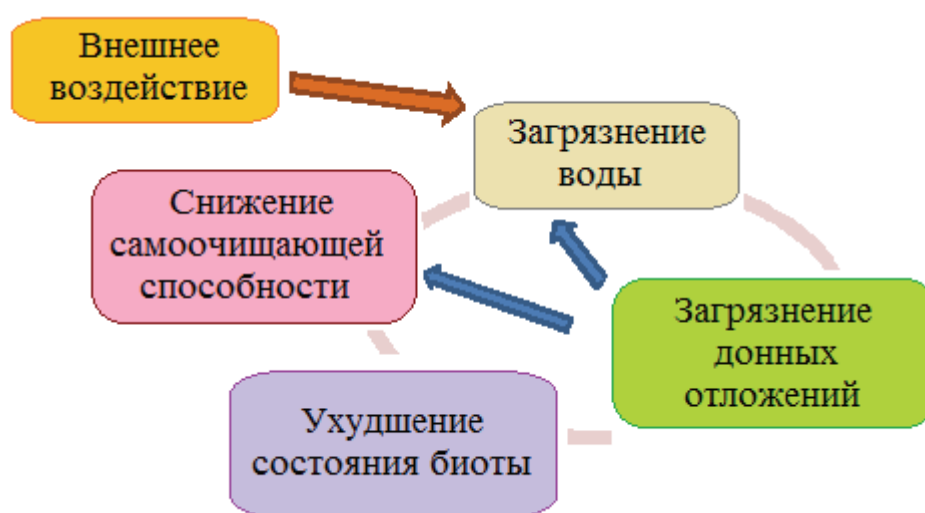


Рис. 5.1. Реакция водной экосистемы на внешнее загрязняющее воздействие

Несмотря на очевидные достоинства современной системы наблюдений (постоянство контроля, сопоставимость результатов, совершенство, используемых методик), выявляются ее недостатки (по: Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В, Данилов-Данильян В.И):

- практическое отсутствие методики оценки состояния экосистемы в целом, а значит невозможность оценки последствий;
- охват ограниченного пространства (количества водных объектов и их участков, что не позволяет учитывать «Закон уникальности природных систем»), в частности, это приводит к тому, что проблемные экологические зоны и очаги риска часто не попадают под постоянный контроль;
- отсутствие мобильности контроля в выявлении негативных явлений;

- низкая степень использования приборов автоматизированного контроля и оснащённость гидрохимических лабораторий устаревшими средствами не позволяет решать оперативные задачи;
- не учитываются характеристики состояния водных объектов природного и антропогенного происхождения;
- отсутствует программа определения ряда опасных стойких органических веществ;
- недостаточная частота отбора и количество проб (рис.5.2);
- практическая недоступность информации широкому кругу потребителей.

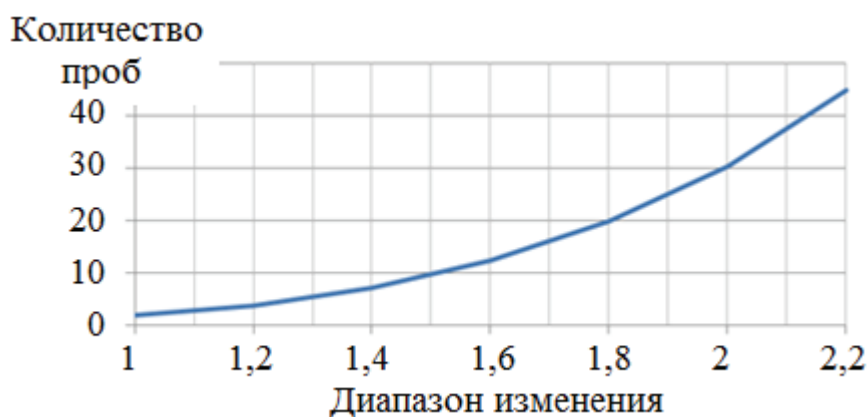


Рис. 5.2. Необходимое количество проб для обнаружения статистически достоверных тенденций в зависимости от диапазона изменения величин (по: Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В, Данилов-Данильян В.И.)

Преодолеть эти недостатки можно, если выполнить ряд последовательных шагов, а именно:

1. Разработать научные принципы мониторинга водных объектов.
2. Создать системы мониторинга крупномасштабных объектов и источников загрязнения.
3. Создать системы мониторинга чрезвычайных экологических ситуаций.

4. Оснастить участников процесса мониторинга современными техническими средствами сбора, анализа и хранения данных.

5. Создать базы данных на основе современных компьютерных систем, обеспечивающей доступ заинтересованных пользователей.

6. Разработать правовые и экономические вопросы мониторинга.

Устранение недостатков и учет современных требований, предъявляемых к системе мониторинга, возможны за счет применения современных средств контроля, позволяющих отслеживать большие территории. Такими средствами являются методы космического и авиа (пилотного и беспилотного) зондирования. Эти средства позволяют отслеживать «визуально» измеряемые параметры, например, глубину воды, ширину водного объекта, пятна загрязнений и др. Данные параметры должны быть привязаны к оценочным параметрам состояния системы. Для этого необходимы параллельные наземные наблюдения, позволяющие связать между собой необходимые параметры и проверять точность оценки результата наблюдений. В этом случае, при ограниченном количестве наземных станций, а значит, и количества створов наблюдения, с помощью летательных аппаратов можно, практически постоянно, отслеживать ситуацию на объекте.

Представленная схема нуждается в дополнении разовым контролем. Например, при выявлении с помощью авиаразведки проблемной зоны, с целью уточнения, проведения комплексного исследования и исследования сути проблемы, используются передвижные станции, которые могут комплектоваться беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) (рис. 5.3).

Система наблюдений нуждается в выявлении комплексных параметров, по изменению которых делается оценка изменений в системе (вызванных природными или антропогенными факторами) и устанавливается направленность протекающих в системе процессов. С учетом «визуальности» авиационных наблюдений комплексные показатели должны отражать геометрические характеристики объекта изучения (например, глубина

и ширина водного объекта) или характерные окрашивающие признаки (например, изменение цвета и температуры воды в результате загрязнений, «цветения» воды). В связи с этим следует уделить внимание морфометрическим характеристикам водных объектов.

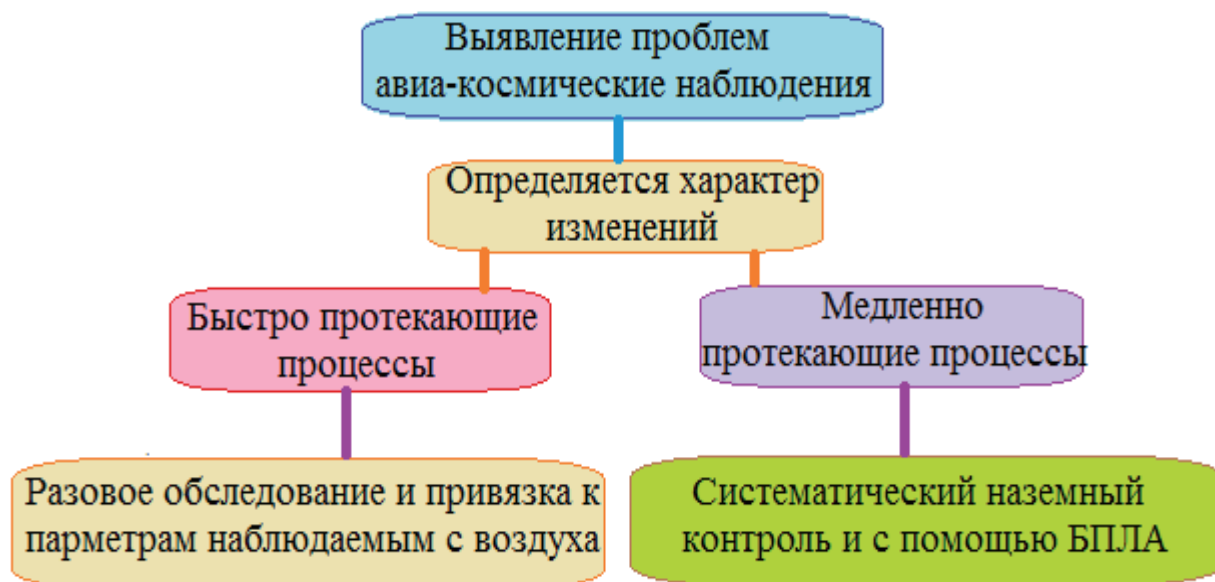


Рис. 5.3. Общая схема периодического и разового контроля территории наземными средствами и беспилотными летательными аппаратами

Они учитывают своеобразие процессов в водной системе и отражают влияние совокупности условий, характерных для конкретной территории. Использование морфометрических критериев дает возможность получения количественных оценок происходящих изменений. Например, используется в настоящее время способ отслеживания паводков и половодий по изменениям геометрических размеров зоны затопления (авиакосмическими средствами) позволяет в краткосрочной и среднесрочной перспективе делать прогнозы развития данного процесса и их угрозы человеку.

Глубина и ширина водного объекта могут служить мерой, позволяющей следить за русловыми процессами, в том числе интенсивностью накопления донных отложений или их размыву. Зависимость между шириной и глубиной

русла служит мерой оценки устойчивости русла, а логарифмические значения ширины, глубины и скорости течения воды позволяют классифицировать руслообразовательные процессы (Рыбкин С.И., 1947, 1952). Данные параметры наблюдаются с летательных аппаратов. В этом случае потребуется привязка к расходному режиму, что позволит отделять изменение глубины и ширины водного объекта в результате изменений объемов стока, от внутри водоемных процессов. На этом основании створы наблюдений надо размещать там, где отмечаются места интенсивного накопления донных осадков или размывов русла. Достоинства летательных средств контроля в этом случае неоспоримы, поскольку позволяют наблюдать общую ситуацию на всей водосборной площади и отслеживать источники поступления в водные объекты продуктов эрозии и выявлять места их проявления.

5.1. Формирование сети пунктов и программ наблюдений за загрязнением донных отложений

Наблюдения за загрязнением донных отложений делятся на постоянные, периодические и разовые. В соответствии с этим строится работа по формированию сети наблюдений. Сеть включает в себя наземные и авиакосмические наблюдения.

Наземные наблюдения делятся по периодичности проведения.

- Постоянные (режимные) наблюдения проводятся в пунктах стационарной сети наблюдений за гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими параметрами. Они позволяют контролировать протекание процессов в естественных условиях (фоновые участки) и места постоянного антропогенного влияния (гидроузлы, влияние сельского и коммунального хозяйства, промышленности).
- Периодические наблюдения проводятся в местах подверженных медленно протекающим процессам (русловые процессы), с целью выявления общих закономерностей. К периодическим относятся и специальные наблюдения, которые проводятся для изучения конкретных условий.

- Разовые (оперативные) наблюдения проводятся в местах быстропротекающих процессов (например, аварии, залповые сбросы).

Средства наземной разведки в данном случае являются ведущими средствами мониторинга и используют физические, химические и биологические методы.

Методы биотестирования в данном случае очень полезны, поскольку позволяют давать комплексную оценку состояния донного грунта и обладают рядом других достоинств:

- относительная простота;
- достоверность и сопоставимость результатов;
- оперативность и объективность получаемой информации;
- низкая относительная стоимость.

В полной мере этими достоинствами обладает метод (Николаев С.Г., 1992), основанный на анализе представителей макрозообентоса.

Авиакосмические наблюдения, в том числе с помощью беспилотных средств.

- Постоянные наблюдения за рассматриваемой территорией, проводятся с целью отслеживания общего состояния и выявления источников загрязнения водных объектов (в том числе, причин снижения эффективности водоохраных зон).

- Периодические наблюдения проводятся в случае больших масштабов территории. В этом случае периодически делается анализ состояния всего объекта, в то время как постоянные наблюдения направляются на контроль конкретной территории. В зависимости от средств контроля и возможностей, необходимость периодических наблюдениях может отпасть.

- Разовые наблюдения проводятся в проблемных зонах и дополняют или заменяют наземные исследования. Основная их цель получение сведений об источнике внешнего воздействия на водный

объект и его состояние (заращение, распространение визуально определяемых пятен загрязнений, тепловых потоков, использование водного объекта и т.п.). В данном случае необходимо максимально задействовать беспилотные средства контроля.

Авиакосмические наблюдения используют методы определения «визуально» наблюдаемых параметров (например, цвет и глубина воды позволяют выявить мелководья и места размывов русла; ширина русла определяет места береговой эрозии).

Следует отметить, что для целей мониторинга загрязнения донных отложений возможно использование дистанционных плавающих средств зондирования. Они, в отличие от БПЛА, позволяют получать не только «визуальные» данные (например, эхолокационные), но и показатели химических и физических свойств воды и ее загрязненности, на основании чего расчетными методами оценивается загрязненность донных отложений.

Наблюдения следует проводить в местах:

- интенсивного применения ядохимикатов и в местах их производства;
- повторяющихся случаев превышения нормативов качества воды и загрязненности донных отложений;
- режимных пунктов наблюдений, в том числе трансграничных створах;
- добычи полезных ископаемых;
- сброса сточных вод промышленных предприятий;
- интенсивного судоходства, включая акватории портов.

Створ наблюдений за донными отложениями на водотоках выбирается в местах:

- гарантированного (или полного) смешения сточных и речных вод;
- максимальной толщины донных отложений (в зоне интенсивного отложения наносов);

- поступления сточных вод.
- в зонах подпора боковых притоков;
- на судовом ходу;
- на перекатах рек и др.

На водоемах пробы отбирают в местах:

- питающих их водотоков;
- на участках водоемов с глубинами до 10 м;
- на участках ветрового перемешивания вод;
- в зоне влияния сброса сточных вод;
- в зоне верхнего бьефа гидроузла или в районе истока реки (канала).

Для трансграничных водных объектов, дополнительно предусматриваются наблюдения в пограничных створах или близких к ним пунктах наблюдений.

Формирование сети пунктов наблюдений и гидрологических постов, в этом случае, производят на основании предварительных исследований, заключающихся во всестороннем ознакомлении с районами наблюдений по имеющимся литературным, архивным материалам и другим источникам и в обследовании приграничных участков водоемов и водотоков.

5.2. Периодичность наблюдений

Периодичность проведения наблюдений за донными отложениями по гидрохимическим и гидробиологическим показателям устанавливают с учетом трудоемкости и охвата наблюдениями основных фаз гидрологического режима. Например, на реках, наблюдения проводятся 7 раз в год (на подъеме, пике и спаде половодья; во время летней и зимней межени; при прохождении дождевого паводка и осенью перед ледоставом). На водоемах требование охвата основных фаз гидрологического режима обеспечивается проведением наблюдений 4 раза в год.

Наблюдаемые параметры определяются с учетом:

- целей поддержания и улучшения существующего качества воды, способствующего восстановлению природного экологического состояния водных объектов;
- антропогенных нагрузок и обоснования мероприятий, направленных на их сокращение;
- требований к качеству воды (например, цели питьевого водоснабжения, орошения, сохранения экосистем);
- возможностей достижения целевых показателей.

5.3. Отбор проб и анализ результатов

Отбор проб донного грунта по согласованной программе наблюдений и их подготовку к анализу выполняют согласно ГОСТ 17.1.5.01-80.

Анализ загрязняющих веществ в донных отложениях выполняют по аттестованным методикам выполнения измерений в соответствии с нормативными документами ГОСТ 17.1.5.01-80; ГОСТ 27384-2002, ГОСТ Р 8.563-2009.

Основные характеристики донных отложений водных объектов выделяются с учетом условий их формирования, например: интенсивности поступления и состав осадочного вещества, окислительно-восстановительные условия, гидрологический режим, характеристика внешних источников воздействия на водный объект (табл. 5.1, 5.2). В связи с этим необходимо определять состояние донного грунта и характер протекающих процессов на основе анализа ряда свойств:

- тип, состав и консистенция отложений;
- органолептические признаки (цвет, запах).

Список параметров достаточно большой. Поэтому используются разные схемы определения: полная, сокращенная и оценочная.

Полная схема предусматривает определение всех параметров характерных для конкретного участка (специфических) и общих для всей сети наблюдений в государственном масштабе.

Сокращенная схема предусматривает анализ состояния донного грунта по характерным, для данного участка, параметрам и свойствам.

Оценочная схема предусматривает определение комплексных показателей в интересующих местах, что позволяет охватывать большую территорию. В данном случае используются биологические методы.

Таблица 5.1

Минимальная периодичность отбора проб донных отложений
(в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000)

Водоток		Водоем	
Периодичность, количество в год	Период	Периодичность, количество в год	Период
1	Половодье	1	В начале многоводного периода
1	Межень	1	Максимальное наполнение
1	Паводок	1	Маловодный период

Таблица 5.2

Оценка уровня токсического загрязнения донных отложений водоемов и водотоков (РД 52.24.662-2004)

Тип и характер донных отложений	Число участков водного объекта, где в пробах обнаружена токсичность	Уровень токсического загрязнения донных отложений водного объекта
Ил преимущественно мелко-детритный	На отдельных участках	Умеренно загрязненные
Ил мелко- и крупно-детритный	На значительной части участков	Загрязненные
Ил всех типов, илистый. Песок	На всех участках	Грязные
Донные отложения всех типов, поверхность камней, гравия, гальки	На всех участках	Очень грязные

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕТЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ РЕЧНЫХ РУСЕЛ НА ПОГРАНИЧНЫХ УЧАСТКАХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК

6.1. Краткая характеристика проблемной ситуации

В соответствии с 30 статьей Водного кодекса государственный мониторинг водных объектов представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменения состояния водного объекта, находящихся в федеральной собственности или собственности других субъектов РФ.

В последние годы довольно серьезной проблемой на территории РФ стала проблема изменения морфологических характеристик пограничных и трансграничных водных объектов. Эти изменения вызываются хозяйственной деятельностью на сопредельных территориях и существенно влияют на освоения территорий, подверженных затоплению и подтоплению.

Очень часто это становится причиной существенного ущерба объектам хозяйственной деятельности и угрозы жизни людей. Кроме того, неправильное освоение новых территорий в сопредельных странах может привести к загрязнению водных объектов, особенно в период половодья. Однако при проведении мониторинга трансграничных водных объектов необходимо проводить наблюдения за режимом использования указанных территорий, для прогнозирования качества вод и морфометрических характеристик водного объекта. Особенно это важно в период половодий и паводков. Без информации об использовании этих территорий невозможно прогнозировать уровень риска объектам хозяйственной деятельности и населению в период половодий, а также изменения состояния водных объектов.

В соответствии с Положением об осуществлении государственного мониторинга водных объектов, утвержденным постановлением Правительства РФ от 10 апреля 2007 г. № 219, собственники водных объектов и водопользователи в порядке, установленном Министерством природных ресурсов и экологии РФ:

- ведут учет объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества;
- ведут регулярные наблюдения за водными объектами (их морфометрическими особенностями) и их водоохранными зонами;
- представляют в территориальные органы ФАВР сведения, полученные в результате такого учета и наблюдений, в соответствии с установленными формой и периодичностью.

Во исполнение этих положений необходимо установить порядок ведения регулярных наблюдений за водными объектами (их морфометрическими особенностями) и их водоохранными зонами.

Кроме того, в соответствии с указанным положением на органы исполнительной власти субъектов РФ возложена организация проведения регулярных наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов или их частей, находящихся в федеральной собственности и расположенных на территории субъекта РФ, за исключением водных объектов, мониторинг которых осуществляется федеральными органами исполнительной власти, а также водных объектов, водохозяйственных систем, в том числе гидротехнических сооружений, расположенных на территории субъекта РФ и находящихся в собственности, как субъектов РФ, так и муниципальных образований.

Одним из элементов нормативной базы, определяющей порядок и методы проведения регулярных наблюдений за состоянием дна, берегов, изменениями морфометрических особенностей, состоянием водоохранных зон водных объектов или их частей, находящихся в федеральной собственности и расположенных на территории субъекта РФ, являются «Методические указания

по проведению сетевых наблюдений за деформациями речных русел на пограничных участках трансграничных рек».

Это может помочь осуществлению деятельности органов исполнительной власти субъектов РФ, обеспечив требуемое качество данных работ, что в свою очередь, облегчит деятельность РосВодРесурсов по оценке и прогнозированию состояния водных объектов.

6.2. Общие принципы мониторинга трансграничных водных объектов

Соглашение об основных принципах взаимодействия в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов государств-участников СНГ было подписано в Москве в 1998 г. [Трансграничное водное..., 2003] и с 6 июня 2002 г. вступило в силу. В настоящее время Сторонами этого Трансграничного водного соглашения стран СНГ (ТВС СНГ) являются три страны: Беларусь (с 06.11.1998 г.), Российская Федерация (06.06.2002 г.) и Таджикистан (16.01.2001 г.). Это соглашение основано на положениях Водной конвенции ЕЭК ООН (Преамбула Соглашения), но оно призвано решить и некоторые важные проблемы, которые не решаются в Конвенции.

В частности, стороны по этому соглашению обязуются (Преамбула):

- исчислять ущерб, нанесенный водным объектам, на единой методологической основе;
- не проводить водохозяйственные мероприятия, которые могут оказывать негативное влияние на окружающую среду, в том числе на водные объекты;
- определять общие принципы использования и деления водных ресурсов водных объектов.

В некоторых случаях официальные органы, ответственные за управление трансграничными водами, являются недостаточно сильными и/или не имеют мандата на развитие сотрудничества в полном объеме.

Слабым звеном процесса управления водными ресурсами часто являются программы мониторинга. Имеющиеся данные, не приведенные в соответствие между странами и являющиеся неполными и недостоверными, затрудняют определение стратегии улучшения управления водными ресурсами.

В настоящее время трудности заключаются и в недостаточности информации, и в ее непредоставлении общественности, а также в отсутствии достаточного обмена информацией между странами. Более того, очень слабым звеном является недостаток участия общественности.

Все водные бассейновые соглашения должны формулировать взаимоотношения и поведение стран, имеющих общий бассейн, в отношении интегрированного управления водными ресурсами и заболеваний, обусловленных плохим качеством воды. Они должны закрепить обязанности прибрежных стран в отношении односторонне планируемого использования воды, процедуры трансграничной оценки воздействия на окружающую среду и распределение обязанностей в случае наводнений, засухи или чрезвычайных ситуаций. Кроме того, соглашения должны предусматривать договоренности о консультациях и действенные механизмы для предупреждения, контроля и снижения трансграничных воздействий включая выявление источников загрязнения, уменьшение загрязнения воды, мониторинг качества воды. Также должны предусматриваться снижение риска для здоровья и заболеваемости, вызываемых плохим качеством воды, информирование и участие общественности, режим ответственности за нанесенный ущерб и урегулирование разногласий.

6.3. Мониторинг и оценка

Основой трансграничного сотрудничества являются разработка и принятие программ совместного мониторинга и оценки. Этот процесс требует, чтобы страны определили общие информационные потребности, необходимые с точки зрения их политики управления водными ресурсами, и после этого разработали и ввели в действие программы мониторинга, согласились

по стратегии оценки и пересматривали их свои стратегии управления водными ресурсами на базе результатов оценки. Эффективные программы мониторинга должны включать в себя обмен гармонизированными данными и информацией.

При разработке программ мониторинга необходимо принимать во внимание потребность в интегральной оценке. Оценка эффективности издержек и постепенный подход также важны.

Должен использоваться опыт, который уже получен в этой области, такой, например, как деятельность Рабочей группой по мониторингу и оценке в рамках Водной конвенции ЕЭК ООН¹, или пилотных проектов, финансируемых ТАСИС.

6.4. Виды деятельности, приводящие к деформации ложа и берегов водного объекта

Деформация ложа водоема или водотока может происходить в результате следующей антропогенной деятельности:

- Проведение агротехнических, лесотехнических или строительных мероприятий на водосборах.
- Создание инженерных сооружений и проведение мероприятий на акватории водного объекта
- Активные (первой категории) – строительство плотин, мостовые переходы перекрывающие пойму, отъем стока из рек при его переброске, обводнение рек при переброске стока, массовые русловые и пойменные карьеры для добычи песка и гальки.
- Активные (второй категории) – строительство русловыправительных сооружений, капитальные судоходные прорези, спрямление русла, русловые перемычки, одиночные русловые и пойменные карьеры, дамбы обвалование и дорожные насыпи, плотинные водозаборы,

¹ См. также: «Руководящие принципы мониторинга и оценки трансграничных рек», подготовленные Рабочей группой ЕЭК ООН по мониторингу и оценке.

лесосплавные сооружения и мероприятия, мостовые переходы, не перекрывающие поймы.

- Пассивные – бесплотинные водозаборы, водосбросы и выпуски сточных вод, переходы через реки трубопроводов, дюкеров, ЛЭП, линий связи, малые судоходные прорези, подводные траншеи, портовые акватории, сооружения курортно-оздоровительных комплексов, причалы и набережные.

В зависимости от видов антропогенной деятельности планируются объем и расположение пунктов наблюдения за состоянием русла и берегов. Расположение мест развития антропогенной деятельности может быть как на территории РФ, так и на территории сопредельного государства. В первом случае необходим прогноз возможных русловых деформаций на сопредельных территориях, во втором, прогноз возможных деформаций и переформирования берегов на территории России. Для этого оценку русловых деформаций следует выполнять на всех этапах проектирования, но с различной степенью детальности. Исходные материалы, используемые для составления прогноза, должны обеспечивать необходимую его точность.

Для оценки фактических русловых деформаций и переформирований берегов водоемов на участке следует пользоваться имеющимися картографическими и топографическими материалами, космическими и аэрофотосъемками, землеустроительными планами, лоцманскими картами разных лет издания, материалами гидрометрических измерений, выполняемых на гидрологических постах и станциях Госкомгидромета, русловыми и береговыми съемками бассейновых управлений пути Минречфлота РСФСР, материалами предыдущих изысканий проектных организаций, а также данными обследований действующих гидротехнических сооружений.

Для составления прогноза руслового или берегового процессов рек или водоемов в малоизученных районах, на участках с интенсивными глубинными и плановыми деформациями, а также в случаях, когда к надежности существующих объектов предъявляются особые требования, следует проводить

детальные исследования руслового процесса или динамики береговой зоны водоемов по специальным программам (в том числе и моделирующим поведение реки) с привлечением специализированных организаций.

В особо ответственных случаях, когда изменения режима реки грозит существенному изменению морфометрических характеристик необходимо предусматривать проведение лабораторных исследований на гидравлических моделях участка реки или водоема.

Прогнозирование деформаций русел рек следует выполнять на основании комплексных исследований гидрологического режима реки и морфологического строения русла с учетом типа руслового процесса, геологических условий, динамики развития целостных морфологических структур русла и поймы: макроформ (пойменных массивов, речных излучин, островов), мезоформ (ленточных гряд, побочней, осередков), микроформ (гряд).

Прогнозирование деформаций берегов водоемов следует выполнять на основании комплексных исследований гидрометеорологического режима водоема и морфологического строения его берегов, геологических условий и динамики перестроения береговой зоны.

При выборе освоения берегов следует принимать наиболее благоприятный (по режиму русловых или береговых деформаций) вариант, обеспечивающий наилучшие условия строительства и эксплуатации планируемого сооружения.

Оценка влияния всех типов гидротехнических сооружений на русловой режим должна производиться в соответствии с общими принципами взаимодействия руслового процесса и инженерных сооружений.

Прогноз русловых и береговых деформаций в первую очередь должен учитывать разработку карьеров в руслах рек для добычи нерудных материалов, а также дноуглубительные и русловыправительные работы на судоходных реках, способные изменить естественный гидрологический и русловой режимы рек.

При прогнозе русловых деформаций следует учитывать инженерные мероприятия, предусматриваемые с целью закрепления береговых склонов и грунта дна.

Прогнозу и расчету деформаций русла в измерительном створе должна предшествовать оценка общих тенденций естественного изменения участка реки и изменения, вызываемого воздействием гидротехнических сооружений, расположенных на реке выше или ниже по течению.

При оценке общих тенденций необходимо установить:

- характер взаимодействия антропогенных воздействий (инженерных сооружений) и руслового процесса на участке мониторинга в соответствии с классификацией сооружений;
- вид необходимого прогноза руслового процесса в соответствии с классификацией русловых прогнозов;
- основной прогнозируемый элемент руслового процесса в соответствии с классификацией прогнозируемых элементов и характеристик руслового процесса.

При оценке характера взаимодействия инженерных сооружений и руслового процесса необходимо учитывать, что все инженерные сооружения и мероприятия, проводимые на реках, разделяются на два класса: активные и пассивные (см. выше).

При оценке влияния активных и пассивных сооружений на характер и интенсивность русловых деформаций в створах переходов следует учитывать, что:

- зона влияния на русловой процесс сооружений I категории простирается по реке выше и ниже их местоположения, захватывая участки реки, состоящие из нескольких макроформ;
- зона влияния на русловой процесс сооружений II категории ограничивается одной макроформой или несколькими мезоформами;

- возведение в реке пассивных сооружений не приводит к изменению русловых макроформ и мезоформ, а касается лишь перестройки русловых микроформ в непосредственной близости от сооружения или в его пределах.

6.5. Мониторинг деформаций в руслах и берегах пограничных и трансграничных участках рек и водоемов

Задачи и состав мониторинга

1. Изыскательские работы на участках мониторинга, необходимые для прогнозирования и учета деформаций русел и берегов водоемов, следует выполнять поэтапно (предполевые, полевые, камеральные) в соответствии с задачами, подлежащими решению.

2. На предполевом этапе должны решаться следующие задачи:

- предварительный выбор участков мониторинга, осуществляется посредством анализа космических снимков бассейна реки на сопредельной территории;
- сбор и анализ материалов картографической изученности;
- определение типа руслового процесса на предполагаемых участках мониторинга;
- предварительная качественная оценка характера глубинных и плановых деформаций русла и поймы, а также их количественных измерителей осуществляется по материалам авиасъемки БПЛА.
- сбор и анализ опубликованных данных по гидрологическому режиму реки на участке мониторинга;
- составление программы инструментального мониторинга.

3. Предполевой этап должен заканчиваться составлением обзорной схемы участка реки с указанием местоположения створа мониторинга, обозначением границ меженного русла, поймы, коренных берегов долины, выделением целостных морфологических образований и фрагментов русла (побочней, осередков, островов, перекатов, плёсовых лощин, затонов, проток), нанесением

средней геометрической линии меженного русла и линии фарватера, обозначением хорошо опознаваемых ориентиров на местности, указанием расстояний до ближайших гидрологических постов, гидротехнических сооружений, мостов. Масштаб схемы должен быть не менее:

1:10000 - для рек шириной до 150 м

1:25000 - для рек шириной от 150 до 500 м

1:50000 - для рек шириной более 500 м.

Длина участка реки на схеме должна быть не менее 20 ширин русла и включать не менее 3-4 целостных русловых форм.

4. На основании анализа материалов, собранных на первом этапе мониторинга, должна быть составлена краткая справка, содержащая данные о гидрологическом режиме реки, типе руслового процесса, возможном характере и предполагаемых темпах русловых деформаций, условиях судоходства. К справке необходимо приложить: совмещенные выкопировки из лоцманских карт либо топографических карт и планов участка разных лет съемки, предварительную оценку и расчеты плановых и высотных деформаций русла.

Указанные материалы вместе с обзорной схемой служат обоснованием выбора возможных вариантов створа мониторинга.

5. На втором этапе полевых изысканий должны решаться следующие задачи:

- установление типа руслового процесса на участке перехода;
- определение самых низких отметок плёсовых лощин выше створов мониторинга;
- определение состава донных наносов и границ залегания слабо размываемых грунтов;
- измерение геометрических и динамических характеристик донных гряд;
- определение сезонных изменений самых низких отметок плёсовых лощин (при годовом цикле наблюдений);
- определение расчетных уровней и скоростей течения в паводок и межень;

- определение скорости смещения целостных морфологических образований русла (мезо- и макроформ) при годичном цикле наблюдений.

На этапе инструментального мониторинга окончательно выбирают створы перехода, подготавливают исходные материалы для построения линии возможного размыва русла на расчетный срок.

6. В процессе инструментального (полевого) мониторинга должны быть выполнены следующие работы:

- рекогносцировочное гидроморфологическое обследование участка реки в меженный период;
- наблюдения за уровнем воды и измерения расходов воды на временных постах;
- инженерно-геологическое обследование участка мониторинга;
- русловая съемка;
- взятие проб донных наносов на участке мониторинга;
- измерения поля поверхностных скоростей во время половодья и межени наземным или аэрогидрометрическим методами;
- измерения скорости потока на вертикалях по намеченным створам (во время половодья и межени);
- повторные промеры глубин русла по поперечникам и продольникам в различные фазы водного режима на подъеме, при прохождении пика и спаде половодья и паводков.

7. На стадии завершения этапа полевых изысканий должны быть получены следующие материалы: схематический план гидроморфологического обследования участка мониторинга, план русловой съемки, схема геологического рекогносцировочного обследования участка с геологическими разрезами по створам перехода (по данным инженерно-геологических изысканий), а также совмещенные поперечные профили и предварительный вариант поперечного профиля возможного размыва русла (для

ленточногрядового, побочного типов руслового процесса и ограниченного меандрирования).

8. На камеральном этапе изысканий составляют прогноз глубинных и плановых деформаций русла на период эксплуатации перехода с построением проектного профиля возможного размыва русла.

9. На завершающей стадии камерального этапа изысканий для составления окончательного прогноза русловых деформаций наряду с материалами предполевого и полевого этапов изысканий, необходимо иметь следующие материалы:

- совмещенные планы и профили сезонных деформаций русла (для годового цикла наблюдений);
- план поверхностных скоростей течения на участке перехода в период половодья и межени (при годовом цикле наблюдений);
- совмещенные продольные профили дна по створам участка мониторинга;
- типовые гидрографы стока воды для маловодного, среднего и многоводного годов;
- кривые обеспеченности расходов и уровней воды;
- графики связи уровней и максимальных глубин по материалам многолетних наблюдений на изучаемом участке реки или ближайшем гидростворе Госкомгидромета (на территории РФ) и аналогичные материалы с территории сопредельного государства.

10. В случае, если на территории сопредельного государства или на территории РФ ведется строительство в русле реки, то для составления прогноза заносимости подводных траншей при строительстве необходимо иметь следующие материалы:

- продольные профили дна реки по створам строительного объекта;
- распределение средних на вертикалях скоростей течения в створах перехода по ширине реки;

- данные анализа гранулометрического состава донных наносов на участке перехода.

11. Прогнозирование русловых деформаций следует выполнять с использованием следующих характеристик:

- средней скорости смещения мезоформ (ленточных гряд, побочней, осередков) за многолетний период;

- средней скорости размыва берегов за многолетний период;

- средней сезонной деформации плёсов;

- максимальной прогнозируемой глубины русла в створе мониторинга

Необходимость выполнения расчетов указанных характеристик определяется для каждого створа в отдельности в зависимости от типа руслового процесса, размеров реки, геологических условий, ограничивающих деформации русла, и конструктивных особенностей гидротехнических сооружений.

12. Отчет о мониторинге деформаций на пограничном участке – трансграничном водном объекте «Прогноз деформаций русла (берегов водоемов)» – должен включать в себя следующие параграфы:

а) гидроморфологическая характеристика участка;

б) тип руслового процесса;

в) деформации русла и поймы;

г) профиль возможного размыва русла.

13. В параграфе «Гидроморфологическая характеристика участка» приводят обзорную схему и краткое описание морфологического строения участка реки и данные о границах залегания трудноразмываемых грунтов; дают оценку устойчивости берегов в зоне переменного уровня, приводят результаты анализа характеристик водного режима (продолжительности основных гидрологических фаз, обеспеченность уровней затопления русловых форм и поймы, скоростей течения потока в паводок и в межень, диапазоны расходов воды с активной фазой движения донных наносов).

14. В параграфе «Тип руслового процесса» приводятся опознавательные признаки данного типа руслового процесса и качественная характеристика глубинных и плановых деформаций (направление деформаций, тенденции их развития).

15. В параграфе «Деформации русла и поймы» приводятся фактические данные о количественных показателях многолетних и сезонных деформаций на участке перехода, на смежных участках русла, на реках-аналогах, а также рассчитанные значения деформаций (при применении расчетных методов).

16. В параграфе «Профиль возможного размыва русла» дается краткое описание методики его построения, приводятся исходные данные, принятые для построения, и оценивается их точность.

6.6. Особенности совместного использования пограничных и трансграничных водных объектов

В соглашениях о трансграничном использовании рек предписывается регулирование хозяйственной и иной деятельности, связанной с использованием водных ресурсов трансграничной реки. Устанавливается, что это использование может осуществляться только с учетом интересов государств обеих Сторон при учете большого значения водных ресурсов трансграничной реки и гидравлически связанных с ними подземных вод для социально-экономического развития, охраны окружающей среды и сохранения биоразнообразия приграничных регионов государств Сторон. При этом декларируется, что распределение водных ресурсов трансграничной реки должно отвечать принципам справедливого и разумного использования трансграничных водных объектов, руководствуясь Конвенцией по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер от 17 марта 1992 г.

В соответствии с этим документом стороны обязываются осуществлять обмен текущей и оперативной гидрологической, водохозяйственной и иной информацией о состоянии водных ресурсов трансграничной реки с использованием совместных информационных систем.

Для этого должен быть установлен определенный порядок информирования Сторонами друг друга о планируемых к осуществлению водохозяйственных мероприятиях, способных привести к существенному трансграничному воздействию и оказать влияние на условия водопользования другой Стороны.

В целях контроля действий обеих Сторон обговаривается система мониторинга. В соответствии с этим Стороны обеспечивают гидрологические наблюдения, учет водных ресурсов трансграничной реки и их использования.

В целях реализации Соглашения Стороны в течение 1 года со дня вступления в силу Соглашения должны обеспечить обустройство совместного поста гидрологических наблюдений в начале пограничного участка трансграничной реки и организовать его работу.

Оценка количества и качества водных ресурсов трансграничной реки осуществляется Сторонами по согласованным программам и методикам на согласованных Сторонами створах наблюдений.

Кроме фиксированных створов наблюдений, могут вводиться подвижные створы, в которых может происходить чрезвычайные явления, связанные с размывом берегов, переформированием русла и водоохраных зон.

Стороны обмениваются гидрологической, водохозяйственной и иной информацией, в том числе об объемах забора (перераспределения) воды, включая объемы используемых подземных вод, в связи с выполнением настоящего Соглашения и содействуют развитию сотрудничества в области водного хозяйства, комплексного использования и охраны водных объектов, эксплуатации гидротехнических сооружений, предотвращения загрязнения и истощения вод.

В целях обеспечения доверительных отношений между сторонами Стороны обеспечивают условия для упрощенного пересечения границ, в целях осуществления мониторинга и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также ликвидации их последствий.

6.7. Использование средств дистанционного зондирования Земли для наблюдений за деформацией речных русел

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) – наблюдение поверхности Земли авиационными и пограничных участках трансграничных водных объектах имеет космическими средствами, оснащёнными различными видами съемочной аппаратуры. Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата, характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы. Космические аппараты дистанционного зондирования Земли используются для изучения природных ресурсов Земли и решения задач метеорологии.

Космические аппараты для исследования природных ресурсов оснащаются, в основном, оптической или радиолокационной аппаратурой. Преимущества последней заключаются в том, что она позволяет наблюдать поверхность Земли в любое время суток, независимо от состояния атмосферы.

Использование космических снимков для сетевых наблюдений за деформациями речных русел на следующие преимущества – обзорность и возможность пространственного осреднения.

Это обеспечивает интегральную оценку гидрологической ситуации и существенно дополняет наземную систему наблюдений.

Широкое применение сдерживается относительно высокой стоимостью снимков и эпизодичность съемок.

В тоже время использование космических и аэросъемок дает повышение эффективности прикладных гидрологических наблюдений для целей

водохозяйственного управления в условиях значительных антропогенных нагрузок.

Данное положение усиливается еще и тем, что существенные (чрезвычайные, а иногда, и катастрофические) изменения стока и формы русла могут происходить на территории сопредельной страны. Поэтому, совместно применяя данные со спутников, беспилотных летательных аппаратов, различных видов карт и наземных наблюдений, можно объединить эту информацию посредством геоинформационной системы и использовать ее в дальнейшей работе для мониторинга водного объекта.

На начальном этапе применения спутниковых съемок в гидрологии в ГГИ была разработана методика и технология гидрологического дешифрирования снимков. Это позволило использовать результаты в расчетах и прогнозов речного стока для обеспечения прикладных гидрологических задач.

В работе с космическими снимками предпочтение отдается снимкам в видимой и ближней инфракрасной области спектра. Данные ДДЗ могут широко использоваться при мониторинге и управлении водными ресурсами и анализе влияния хозяйственной деятельности на территории всего бассейна, что очень важно в том случае, когда водный объект расположен на территории нескольких государств.

Последовательность операций по использованию информации дистанционного зондирования может быть следующей: дешифрирование снимков – оценка форм водных объектов – оценка гидрологических характеристик – включение их в диагностические и прогностические модели.

В настоящее время использование спутниковой информации для гидрологии осуществляется по следующим направлениям:

- Оценка ледового режима озер
- Расчет снегозапасов на горных водосборах
- Мониторинг наводнений на поймах больших рек
- Оценка загрязненных земель на водосборах

- Уточнение гидрографических характеристик водных объектов
- Измерение влажности почвы на водосборе (СВЧ – излучение)

По данным ИТЦ СканЭКС [http://www.scanex.ru/pdf/General_rus2007.pdf], характеристика съемочной аппаратуры спутника EROS-A следующая: орбита 500 км, круговая Гелиосинхронная, наземное разрешение составляет 2 м, а ширина полосы съемки 13,5 км.

Спутник сверхвысокого разрешения (EROS-B) при тех же параметрах орбиты позволяет получить разрешение 0,7 м при захвате полосы съемки 7 км.

Существующее программное обеспечение позволяет:

- осуществлять управление антенной;
- осуществлять прием данных;
- проводить формирование и обработку данных;
- архивировать их, просматривать и предварительно обрабатывать;
- проводить углубленную обработку и осуществлять тематическую интерпретация данных в пространстве.

Полученные данные могут быть направлены в модуль моделирования, который позволяет реализовать несколько гидрологических моделей, предназначенных для различных природных процессов.

Гидрологическая модель «Topmodel» используется для **прогнозирования стока в створе реки** (замыкающем створе речного бассейна) и ориентирована на моделирование небольших бассейнов в крупном масштабе. Параметры модели настраиваются на основе данных о рельефе и фактических данных об осадках, испарении и стоке (гидрографе). Результат моделирования визуализируется в виде графика, параметры осей которого могут быть изменены пользователем в интерактивном режиме.

Для **моделирования разливов, паводков и наводнений** используются гидрологические модели «Saturatedzones» (зоны подтопления) и «Propagate» (модели подтопления). В ходе моделирования пользователь имеет возможность

в интерактивном режиме просматривать текущий результат в заданном диапазоне дат.

В состав модуля также включена модель «FillDepression», которая позволяет выявить впадины или низинные места затопления на основе анализа рельефа. Модель рельефа, полученная в результате обработки, может использоваться при расчете других гидрологических моделей в частности деформации берегов.

Мультиспектральные данные среднего (20-30 м) пространственного разрешения могут быть получены с аппаратов: SPOT 4, SPOT 5, Formosat-2, LANDSAT-5, DMC-2.

Для уточнения данных по состоянию водоохранных зон может быть использована съемка высокого разрешения, от 2,5 м с аппаратов: SPOT 5 (2,5-5 м), Cartosat-1, EROS-A,B, GeoEye, IKONOS, QuickBird. [<http://www.scanex.ru/ru/services/services.asp>].

Широкое развитие методов дистанционного мониторинга и тенденция удешевления инструментальных средств и программного обеспечения делают эти методы перспективными для широкого использования в практике мониторинга морфометрических параметров водных объектов.

6.8. Использование средств беспилотных летательных аппаратов для уточнения интенсивности деформации речного русла

В настоящее время в России и за рубежом разработан широкий ряд беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга земель

Беспилотные летательные аппараты, управляемые с помощью спутниковой навигации, были разработаны для предоставления возможностей быстрого мониторинга больших территорий и зон бедствий.

Новая техника уже помогает в борьбе эрозией водосборов, оценки зон затопления. Многие компания занимаются изготовлением данных систем, названных микро-летательными аппаратами (MAV) из-за размаха крыла менее двух метров.

В отличие от авиамониторинга, проводимого пилотируемой авиацией, который достаточно дорог и не всегда доступен, системы БПЛА высокоэффективны, относительно дешёвы в эксплуатации, могут быть приготовлены к полёту в течение короткого времени и могут нести как камеры дневного или инфракрасного видения, так и прочее оборудование, необходимое заказчику.

Автопилот новых летательных аппаратов использует данные GPS для следования по заданным маршрутам, а также для ориентирования камеры.

6.9. Инструментальные методы наблюдения за деформацией речного русла на пограничных участках трансграничных водных объектах

Перечень показателей наблюдений за водными объектами (их морфометрическими особенностями):

Водотоки

1. Наименование и код водного объекта.
2. Номер и координаты створа «0» графика.
3. Дата наблюдений.
4. Глубины водотока (средние, максимальные и минимальные).
5. Уровень над «0» графика, м.
6. Скорость течения, м/сек.
7. Расход воды, м³/сек.
8. Площадь акватории, км².

Водоемы

1. Объем, тыс. м³
2. Максимальная глубина, м.
3. Средняя глубина, м.
4. Уровень над «нулем» графика поста, м.
5. Особые отметки – изменение конфигурации водотока или водоема по визуальным и авиакосмическим съемкам (описание и % изменения площади).

6.10. Методика выбора места наблюдения

Методика выбора места наблюдения должна учитывать тип русла, время года, гидрологическая фаза. Выбор места сетевого наблюдения за деформациями речных русел зависит от ряда причин (прил. 7).

Во-первых, наблюдения проводятся на стационарных гидрометрических постах, как на территории России, так и на территории сопредельного государства. Методика наблюдений согласовывается при подписании Соглашения об использовании трансграничного водного объекта; во-вторых, – на границах (в точках, где река пересекает границы России); в-третьих, целесообразно устанавливать посты наблюдения в местах, подверженных начальным стадиям переформирования русла (дна и берегов), чтобы проследить динамику процесса или наметить мероприятия необходимые для стабилизации положения русла, если это грозит какими-нибудь ущербами; в-четвертых, в местах ожидаемого переформирования русла, координаты которых могут быть получены по результатам моделирования русловых процессов. Места ожидаемого переформирования русла могут быть выявлены и на основании связи между деятельностью в бассейне и переформированием русла по реке-аналогу.

6.11. Методика оценки частоты и точности наблюдений

Частота наблюдений определяется соглашением с Сопредельным государством и назначается исходя из частоты естественных фаз «жизни» реки и частоты антропогенного вмешательства в природный режим водного объекта.

Исходя из природного ритма изменения стока, обязательными моментами измерения являются «моменты» прохождения паводков и ливней.

Вместе с тем при любом антропогенном воздействии, которое может повлечь за собой изменение русла, назначаются дополнительные измерения, частота которых определяется скоростью «затухания процесса», вызванного антропогенным воздействием. Местом (зоной) измерений назначается наиболее

«уязвимое» место водного объекта, положение которого определяется на основании результатов моделирования процессов изменения русла.

В связи с тем, что наблюдения должны быть максимально стандартизированы, точность их может быть принята по рекомендациям Всемирной метеорологической организацией (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Точность измерения гидрологических параметров,
рекомендованная ВМО

Гидрологические переменные	Рекомендуемая точность
Осадки (сумма и форма)	3-7%
Интенсивность осадков	1 мм/час
Высота снега (в точке)	1 см при менее 20 см и 10% при высоте более 20 см
Водность снега	2,5-10%
Испарение (в точке)	2-5%, 0,5 мм
Скорость ветра	0,5 м/сек
Уровень воды	10-20 мм
Высота волны	10%
Глубина воды	0,1 м, 2%
Ширина водной поверхности	0,5%
Скорость течения	2,5%
Расход воды	5%
Концентрация взвешенных наносов	10%
Сток наносов	10%
Сток донных наносов	25%
Температура воды	0,1-0,5°
Растворенный кислород (при температуре воды более 10°С)	3%
Мутность	5-10%
Цвет	5%
РН	0,05-0,1 ед. рН
Электропроводность	5%
Толщина льда	1,2 см, 5%
Покрытость льдом	5%
Влажность почвы	5%

7. МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА

Методы мониторинговых наблюдений можно разделить на две группы.

- Методы наблюдения с воздуха, средствами космической или авиаразведки. Это позволяет контролировать общую ситуацию на больших площадях, например: наблюдения за формированием стока на водосборной территории, выявление источников воздействия на водные объекты, отслеживать «визуально» наблюдаемые изменения состояния водного объекта, в том числе оценка параметров, характеризующих состояние донного грунта.
- Наземные методы являются основными с точки зрения идентификации объектов наблюдения, определения точности и привязки результатов воздушных наблюдений.
- Расчетные методы.

7.1. Методы аэрокосмического наблюдения

Средства воздушной разведки позволяют следить за изменениями условий руслоформирования, в том числе вследствие изменений состояния донных отложений. С этой целью определяются комплексные характеристики русла в конкретных створах, которые контролируются с воздуха. Первоначально они привязываются, а в дальнейшем периодически уточняются наземными методами.

7.1.1. Использование средств космического и воздушного базирования

Глобальная Навигационная Спутниковая Система «ГЛОНАСС» предназначена для непрерывного обеспечения неограниченного числа потребителей высокоточной координатно-временной информации в любой точке Земли независимо от метеоусловий [<http://www.24telecom.ru/technology.html>]. Современные многоканальные приемники обеспечивают достаточно высокую точность. Спутники системы непрерывно излучают навигационные сигналы двух типов:

- стандартной точности (СТ) в диапазоне (1,6 ГГц);
- высокой точности (ВТ) в диапазонах (1,2 ГГц).

Информация, предоставляемая навигационным сигналом СТ, доступна всем потребителям на постоянной и глобальной основе. Сигнал ВТ предназначен, в основном, для потребителей Министерства обороны России, и его несанкционированное использование не рекомендуется [<http://www.systim.ru/technologies>].

Средства воздушной разведки позволяют осуществлять оптическое, инфракрасное (тепловое) и электромагнитное сканирование местности.

Таблица 7.1

Характеристики съемочных систем космического базирования
[<http://www.iki.rssi.ru/earth/pres2006/zhukov.pdf>]

Съемочная система	Спектральный диапазон, мкм	Разрешение, м	Полоса обзора, км
QuickBird	0.45-0.9	0.6 / 2.4	16.5
Ресурс-ДК	0.5-0.8	1 / 3	28
SPOT-5	0.5-1.7	5 / 10 / 20	60
Монитор-Э	0.5-0.9	8 / 20	90/160
ETM+ /Landsat	0.45-12.5	15 / 30 / 60	185
ASTER /Terra	0.5-11.7	15 / 30 / 90	60
AWiFS /IRS-P6	0.52-1.7	56	740
КМСС	0.37-0.9	60 / 120	930
MODIS /Terra-Aqua	0.5-14.4	250 / 1000	2230
AVHRR / NOAA	0.6-12.5	1100	2600

Спутниковые изображения могут быть выполнены в видимой, ультрафиолетовой, инфракрасной части спектра, с помощью радарной съёмки. Дешифрование и анализ спутниковых снимков выполняется с помощью

автоматизированных программных комплексов, которые позволяют подготавливать снимки для использования в ГИС и САПР.

Спутниковые фотографии имеют, на сегодняшний день, разрешающую способность 60 см (в массовом использовании задействованы аппараты с разрешением 6 м), а в перспективе позволят опознавать объекты на поверхности Земли размером менее полуметра. В последнее время при производстве аэрофотосъемки используются системы GPS и ГЛОНАСС.

Таблица 7.2

Требования к спутниковым системам
[\[http://www.ntsomz.ru/projects/eco/econews_271108_beta\]](http://www.ntsomz.ru/projects/eco/econews_271108_beta)

Вид параметра	Разрешение, м			Частота наблюдений, 1 раз в		
	Макс.	Мин.	Опт.	Макс.	Мин.	Опт.
Топография	1	20	10	2 года	5 лет	год
Типы растительного покрова	10	150	20	месяц	3 месяца	2 месяца
Землепользование	10	150	20	3 месяца	6 месяцев	6 месяцев

Космическая съемка дает возможность получать многозональную информацию высокого и среднего разрешения с помощью сканеров видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Комплекс научной аппаратуры позволяет оперативно не более 2 раз в сутки получать изображения в видимом и инфракрасном диапазонах.

Спутниковые системы позволяют осуществлять контроль:

1. Залповых выбросов загрязняющих веществ в водные объекты (что позволяет выявлять участки риска загрязнения донных отложений)
2. Крупных или постоянных загрязненных сбросов (выявляются проблемные участки загрязнения донного грунта)

3. Техногенное влияние на состояние водных объектов (образование конусов выноса грунта при разрушении берегов, обмеление и зарастание водных объектов)

4. Сезонных паводков и разливов рек (основные гидрологические фазы по условию руслоформирования)

5. Состояния водосборной площади, как источника рассредоточенного воздействия (выявляется влияние диффузионных источников загрязнения, эрозии почв).

Таблица 7.3

Спектральные каналы с аппаратов космического базирования и их применение

Спектр	Возможности
голубой	<ul style="list-style-type: none"> • выявление подводной растительности, мутности воды и водных осадков; • наблюдения за формированием снежного покрова, эродированными почвами
зеленый	<ul style="list-style-type: none"> • чувствителен к различиям в мутности воды, осадочным шлейфам; • наблюдения за состоянием растительного покрова, в том числе подводной растительности
красный	<ul style="list-style-type: none"> • чувствителен в зоне сильного поглощения хлорофилла, то есть хорошо распознает почвы и растительность; • чувствителен в зоне высокой отражательной способности почв и грунтов; • полезен для оконтуривания снежного покрова
ближний инфракрасный	<ul style="list-style-type: none"> • различает растительное многообразие; • может быть использован для оконтуривания водных объектов и деления сухих и влажных

	почв, так как вода сильно поглощает ближние инфракрасные волны
средний или коротко-волновой инфракрасный	<ul style="list-style-type: none"> • полезен для определения энергии растений и отделения суккулентов от древесной растительности; • особенно чувствителен к содержанию трехвалентного железа; • отличает лед и снег
Длинно-волновой инфракрасный или тепловой	<ul style="list-style-type: none"> • датчики предназначены для измерения температуры излучающей поверхности от -100°C до 150°C; • подходит для дневного и ночного использования; • применение тепловой съемки: анализ влажности почв, выявление теплового загрязнения воды, инвентаризация живой природы, выявление геотермальных зон
средний или коротко-волновой инфракрасный	полезен для литологической съемки
Панхроматический-4,3,2	наиболее типичная комбинация каналов, используемая в дистанционном зондировании для анализа землепользования и водно-болотных угодий

Аэрофотосъемка осуществляется с пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов, с высоты от 10 до 2000 м и более на протяжении десятков и сотен километров.

Детальная съемка обеспечивается дистанционно управляемыми аппаратами, которые способны стартовать в непосредственной близости от снимаемого объекта. Преимуществами использования беспилотных летательных аппаратов являются [<http://aerophoto.com.ua/technology.html>]:

1. - **высокое разрешение на местности** – видны мельчайшие детали рельефа, и объекты сантиметрового размера;
2. - **оперативность** – весь цикл, от выезда на съемку до получения конечных результатов занимает несколько часов;
3. - **возможна детальная съемка небольших объектов** – технология позволяет проводить фотосъемку небольших объектов и малых площадок там, где сделать это другими видами аэрофотосъемки совершенно нерентабельно, а в ряде случаев и технически невозможно;
4. - **низкая стоимость** – в 10 раз дешевле традиционных методов аэрофотосъемки (10-15 тыс. руб./час при стоимости самого летательного аппарата около 30...40 тыс. руб.);
5. - **облегченная процедура получения разрешений на полет.**

7.1.2. Использование беспилотных летательных аппаратов

Современные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) позволяют в автоматическом режиме, контролируемом с помощью компьютера, выполнять программу полета: от взлета до посадки. Оператор в режиме реального времени следит за полетом и имеет возможность изменять маршрут, загружая новые полетные задания. Относительно невысокая стоимость аппаратов (от 30 тыс. руб.), а также малые размеры делают их перспективной альтернативой традиционной авиации в деле мониторинга.



Рис. 7.1. Снимок пруда с БПЛА. Хорошо видно состояние прибрежной зоны, участок интенсивного зарастания водоема, пятно загрязнения и замусоренный участок [http://www.solomax.org.ua/ecolog_ru.html]

Отечественная промышленность предлагает беспилотные аппараты, например:

- «Иркут-10» – взлетная масса 10 кг, дальность полета 70 км;
- ZALA 421-12 – взлетная масса 15 кг и дальность полета 50 км.

Дальность полета беспилотных средств позволяет охватывать территорию бассейна малой реки. Аппараты оснащаются видео-, фотосредствами и тепловизорами, которые способны передавать информацию в реальном времени.

Эксплуатация комплекса, состоящего из 2...4 летательных аппаратов и станции управления, обеспечивается операторами из 2-3 чел. В работах используются фотокамеры с разрешением не менее 12 Мп при высоте съемки 150 ... 300 м и частоте съемки 1 кадр в секунду вне зависимости от облачности. Высокое разрешение снимков и автоматическое позиционирование с использованием GPS позволяют проводить съемку и последующую обработку результатов. Эффективной технологией является проведение тепловизионной съемки в инфракрасном диапазоне (8-12 мкм). Существуют методики совместного использования данных фотографической съемки с беспилотных летательных аппаратов и данных, получаемых с космических аппаратов.

Удельная стоимость при этом на порядок ниже стоимости аналогичных работ, выполняемых с использованием пилотируемой авиации.

7.2. Методы биотестирования состояния водных объектов

Действующая в настоящее время система экологического контроля загрязненности среды основана на концепции предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК). Однако известно, что концепция ПДК экологически не обоснована. Основные недостатки этой концепции (Абакумов, Сущеня, 1991) следующие.

- Нормативы ПДК определяются в лабораторных условиях в краткосрочных (дни) и хронических (недели) экспериментах на изолированных популяциях организмов. Популяции принадлежат к небольшому числу видов. Определение реакции организмов идет по ограниченному набору физиологических и поведенческих реакций на отдельные факторы. Не учитывается их взаимодействие. Поэтому экстраполяция нормативов ПДК на реальные природные объекты неправомерна.

- ПДК принимаются в качестве единых нормативов без учета специфического естественного фона, климатических, хозяйственных и многих других характеристик конкретного региона.

- Исследования по определению ПДК дорогостоящие. К настоящему времени установлено около тысячи ПДК (не более 10% от общего числа нормированных по ПДК веществ обеспечено методами обнаружения на уровне ПДК (Абакумов, Сущеня, 1991). Число загрязняющих веществ антропогенного происхождения превысило миллионы наименований и ежегодно синтезируется около четверти миллиона новых химических веществ.

- Вредное действие физических, химических и других факторов при их комбинировании может усиливаться (синергизм), что представляет наибольшую опасность для организмов. Комбинированное воздействие

факторов приводит к образованию дополнительных повреждений за счет взаимодействия, индуцируемых каждым из агентов и не являющихся значимыми при раздельном воздействии каждого из факторов (Петин и др., 1999). Показано, что существует оптимальное соотношение воздействующих агентов, при котором повреждающий эффект максимален. Чем меньше интенсивность одного фактора, тем меньшая интенсивность другого фактора должна использоваться для проявления максимального повреждающего эффекта. Анализ аддитивного взаимодействия факторов актуален при нормировании воздушных загрязнений.

- Помимо химического загрязнения, которое учитывается ПДК, на организмы оказывают влияние многие факторы другой природы: тепловое, радиационное, электромагнитное или биологическое загрязнения и др. Это не учитывается при определении ПДК из-за больших материальных затрат.

- Не учитываются особенности природных зон, времени года, местообитания. В самом деле, каждая экосистема обладает эволюционно обусловленным уникальным комплексом связей между отдельными компонентами, специфическим адаптационным потенциалом к возможным опасным воздействиям, выработанной со временем токсикорезистентностью.

- Отсутствие соответствия между лабораторными и природными моделями экосистем приводит к тому, что ПДК часто оказываются завышенными (Жигальский, 1997).

Перечисленные недостатки концепции ПДК ставят под сомнение возможность всей существующей системы экологического контроля и природоохранной деятельности.

Альтернативой методологии ПДК, может служить концепция экологической толерантности, устанавливающая допустимые уровни воздействий для биотической части реальных экосистем. Согласно предлагаемой концепции (Максимов, 1991), для любой экологической системы можно найти такие пределы изменений экологических факторов, при которых сохраняют относительную стабильность признаки, отличающие эту экосистему от других, соседних экосистем. В указанном смысле можно отождествить пределы экологической толерантности с границами, внутри которых состояние экосистемы можно считать нормальным. Вследствие этого, при выходе какого-либо фактора за пределы толерантности, у организма наблюдается изменение функциональных показателей его состояния при неизменных показателях его состава и структуры, т.е. морфологических признаков (рис. 7.1).

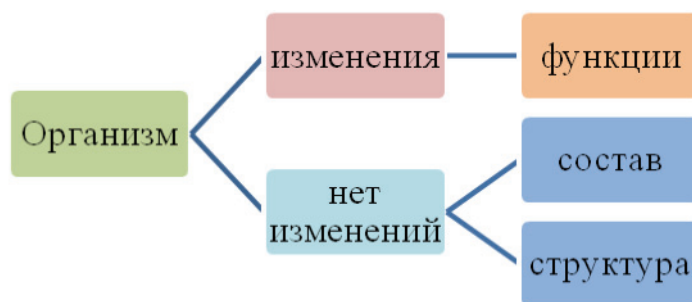


Рис. 7.1. Изменения в организме вызванные ухудшения состояния среды

В противоположность этому любое изменение внешних условий вызывает в экосистеме структурные изменения (рис. 7.2). Сохраняется относительное постоянство функциональных показателей, и других процессов экологического метаболизма (Федоров, 1974).

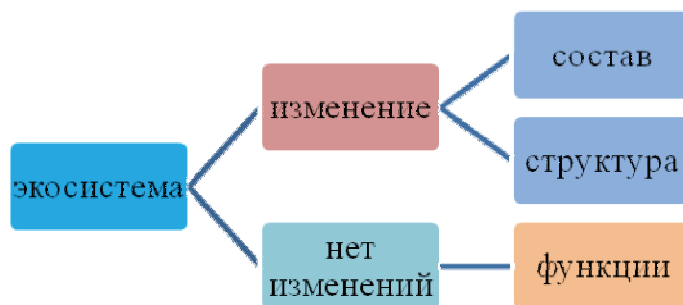


Рис. 7.2. Изменения в экосистеме вызванные ухудшения состояния среды

Биотический подход реализуется набором методов необходимых для получения оценок состояния сообществ, с помощью которых можно отличить экологически благополучную экосистему от экосистемы, с существенными изменениями, вызванные внешними, в первую очередь – антропогенными, воздействиями. Систематический контроль изменения выбранных оценок состояния составляет основу биологической части экологического мониторинга. Выявление физико-химических изменений экосистемы позволит отслеживать изменение условий существования биоты и количественно определять ее выход за установленные границы стабильного существования. Это математические методы анализа, позволяющие установить экологически допустимые уровни воздействия (ЭДУ) на водные системы.

Учитывая специфику проведения мониторинговых исследований водных объектов, включающих оценку состояния водной толщи, донных отложений и биоты, к методам биотестирования предъявляют требования:

- относительная простота, позволяющая проводить исследования техническому персоналу службы мониторинга;
- достоверность и сопоставимость результатов;
- оперативность и объективность получаемой информации;
- низкая относительная стоимость.

Данные требования в полной мере удовлетворяет методика, разработанная С.Г. Николаевым (утверждена Комитетом по водным ресурсам Министерства экологии и природных ресурсов 15.01.1993 г.).

В настоящее время в мировой и отечественной практике контроля качества вод используется шестиуровневая классификация загрязнений по результатам химических, бактериологических и гидробиологических анализов. Отличительной особенностью гидробиологических методов оценки по растительному и животному населению водоемов является возможность обнаружить последствия не только постоянного загрязнения, но и разового, которое предшествовало времени анализа, поскольку анализ определяет

состояние сообществ гидробионтов, существующих продолжительное время в определенной среде. Методы биоиндикации менее затратные, но их применение требует привлечения специалистов высокой квалификации, что при недостатке последних ограничивает масштабность контроля качества вод. В связи с этим разработан упрощенный метод биоиндикации, учитывающий специфику определенного типа водоема и фаунистические особенности конкретного региона (Николаев, 1992).

Рассматриваемый метод учитывает особенности обследуемого водоема, наличие, условную значимость и разнообразие индикаторных организмов. Метод дает оценку экологической полноценности и хозяйственной значимости вод по шести классам. В качестве индикаторных организмов рассматриваются макро беспозвоночные донных сообществ, которые имеют длительные жизненные циклы, ведут малоподвижный образ жизни и могут быть легко определены по специально разработанному для методических указаний атласу-определителю. Ценность получаемой информации со временем возрастает, так как служит основой для выявления изменений водных экосистем и принятия обоснованных решений по их охране и восстановлению.

Предлагаемый метод биоиндикации уровня загрязнения рекомендован для малых рек. Распределение донных обитателей, на учете которых основан данный метод, приурочено к определенным местообитаниям-биотопам, тип которых определяется скоростью течения, глубиной, особенностью речного грунта, наличием растительности. Все многообразие этих индикаторных организмов, для удобства пользования данным методом, объединяются на уровне разных систематических рангов в близкородственные группы - таксоны. Сообщества донных организмов наиболее информативны в индикаторном смысле в биотопах, лишенных водной растительности.

Являясь сильнейшим фактором самоочищения, заросли растений представляют собой «островки выживания» гидробионтов и часто сохраняют разнообразнейших обитателей, даже при значительном загрязнении водотоков. Результаты анализа могут показать завышение качества воды. Однако это не относится к биотопам, в которых водные растения не образуют мощных зарослей. Поэтому данным методом

предусматривается анализ состояния сообществ в биотопах, незащищенных «самоочищающим» эффектом густых и обширных зарослей водной растительности.

7.3. Расчетные методы мониторинга

Наблюдения за изменением параметров состояния водного объекта могут быть непосредственными и опосредованными. Многие параметры, характеризующие природные процессы, трудноизмеримы. В этом случае прибегают к вычислению их через величины, массовое измерение которых налажено в системе контроля состояния окружающей среды. Понятия мониторинга в этом случае расширяется. Появляется возможность не только измерять базовые параметры, но выполнять прогноз тех параметров, измерение которых затруднено или невозможно. В этом случае речь идет о расчетном мониторинге.

Мониторинг позволяет выявить процессы, происходящие в водном объекте, их направленность и интенсивность в зависимости от внешних и внутренних факторов природного и антропогенного характера. Протекающие в водных объектах процессы по скорости и характеру протекания делятся на постоянные, циклические и чрезвычайные (связанные с авариями, катастрофами, стихийными и экологическими бедствиями). Система расчетного мониторинга в настоящее время больше применима к природным процессам циклического характера и постоянным антропогенным процессам. Однако, несмотря на трудности математического моделирования и прогноза чрезвычайных ситуации, интерес к ним, возможность и необходимость их проведения обоснованно важны для человека.

Цель расчетного мониторинга связана с необходимостью принятия управляющих воздействий при возникновении или угрозе возникновения негативного проявления природный или антропогенных процессов. Основными задачами являются:

- своевременное выявление изменений состояния водного объекта;

- оценка и прогноз происходящих изменений;
- выработка рекомендаций по предупреждению и устранению негативных последствий;
- информационное обеспечение заинтересованных лиц.

Решение задач связано с разработкой методов, которые позволяют дать оценку состояния системы. В этом случае необходимо использовать комплексные показатели, пригодные для прогностических целей. Такие показатели состояния выражаются как в абсолютных, так и в относительных значениях, отнесенных к определенному периоду времени.

Понятия мониторинга при использовании расчетных методов расширяется, так как происходит не только измерение базовых параметров, но и прогноз параметров, измерение которых затруднено или невозможно.

Расчетный мониторинг может быть использован для водных объектов и их компонентов. При ведении мониторинга выявляются процессы:

- эволюционные и антропогенные;
- циклические и связанные с чрезвычайными ситуациями.

Система расчетного мониторинга больше применима к эволюционным, циклическим и антропогенным процессам. В случае чрезвычайных ситуаций применение расчетного мониторинга ограничено, так как математическое моделирование катастрофических процессов затруднено.

Оценка экологического состояния использует расчетный экологический мониторинг, заключающийся в моделировании состояния донного грунта на внешние возмущающие воздействия. Процедура проведения расчетного мониторинга представлена на рисунке 7.3.

В результате математического моделирования определяются проблемные участки, которые могут возникнуть при определенных условиях, требующие проведения мероприятий по улучшению экологического состояния водного объекта. Данный вид мониторинговых исследований позволяет снизить объемы инструментального мониторинга.



Рис. 7.3. Этапы расчетного мониторинга

Моделирование дает возможность выявить и обратить внимание, прежде всего на потенциально опасные с экологической точки зрения участки (например, участки, где отмечаются быстропротекающие процессы: загрязнения, заиления, зарастания). Это позволяет провести районирование по степени опасности и наметить водоохранные мероприятия, что может стать результатом данного вида мониторинга.

Данные по биотическому и химическому составу воды и донного грунта, с привязкой к единой схеме, позволят проводить анализ сопряженности картографической информации о различных параметрах, измеренных в пространственно-временных масштабах и зафиксировать в наглядной (и очевидной для административных органов) форме динамические процессы и взаимодействия в природной среде.

Достоинства расчетного мониторинга:

1. Система расчетного мониторинга может служить инструментом для принятия управленческих решений,
2. Отличительной чертой является возможность провести оценку состояния водного донного грунта с учетом оценки его биологической составляющей.

3. Применимость для анализа и прогноза развития эволюционных, циклических и антропогенных процессов.

4. Расчетный мониторинг может использоваться для оперативного слежения за состоянием водных объектов, включая состояние донного грунта (оперативный или дежурный мониторинг) с использованием данных базового и периодического мониторинга. Полученные результаты при этом легко совмещаются с банками данных автоматизированных информационных систем.

5. Используя систему расчетного мониторинга, можно получать карты изменения состояния донного грунта на больших территориях; осуществить прогноз биопродуктивности бентосных организмов, а значит и рыбопродуктивности (например, рыб бентофагов), в зависимости от изменения условий внешней среды; осуществлять исследование возможных ситуаций при изменении условий антропогенной нагрузки, климата.

6. Расчетный мониторинг предлагает гибкую, адаптируемую к изменяющимся потребностям условиям и потребностям систему, которая позволяет пользователям извлекать, анализировать и критериально оценивать данные в различных контекстах, обеспечивая многоцелевой анализ.

В ПРИЛОЖЕНИИ описан метод оценки качества воды и экологического состояния водного объекта «Метод соответствия параметров» (Шабанов, Маркин, 2007, 2009)]. В качестве комплексного показателя предлагается использование показателя предельной загрязненности вод (модифицированный индекс загрязнения воды), который позволяет связать гидробиологические характеристики с гидрохимическими и гидрологическими. Последние подвергаются непосредственному антропогенному воздействию. Используемый комплексный показатель позволяет учитывать данные воздействия и прогнозировать поведение водного объекта в разных условиях фактического или планируемого воздействия.

Расчетный мониторинг сопрягается с системой дистанционных наблюдений (съемок и наблюдений аэрокосмическими средствами), главное назначение которых – получение характеристик состояния водного объекта на глобальном и региональном уровнях. Съемки и наблюдения с помощью беспилотных средств проводятся на локальном уровне для уточнения аэрокосмической информации, совместно с наземными наблюдениями. На этом этапе может использоваться расчетный метод.

В зависимости от сроков и периодичности проведения осуществляются три группы наблюдений:

- базовые (исходные, фиксирующие состояние объектов наблюдений на момент начала ведения мониторинга);
- периодические (в течение года или по годам);
- оперативные (фиксирующие текущие изменения).

Система расчетного мониторинга может использоваться для любой группы наблюдений, но в каждом случае исходные данные будут различны. Например, базовый мониторинг может использовать средние многолетние величины. Периодический контроль может оперировать среднедекадными, среднемесячными и годовыми значениями. В оперативных целях используются наблюдения с целью определения часовых и суточных изменений. Расчетный мониторинг может использоваться и для оперативного слежения за состоянием контролируемого объекта (оперативный или дежурный мониторинг), который ведется с использованием данных базового и периодического мониторинга. Полученные результаты при этом легко совмещаются с банками данных автоматизированных информационных систем. Данные, получаемые при непосредственных наблюдениях или в результате расчетного мониторинга, могут обобщаться по водным объектам и водохозяйственным участкам.

Требования к информационно-методическому обеспечению системы расчетного мониторинга включают в себя:

- возможность для пользователя отбирать различные данные, представлять их в структурно упорядоченном виде, уплотнять, извлекать и отображать их различными способами;
- система должна быть достаточно гибкой для введения в нее процедур использования новых данных, адаптации этих данных к изменяющимся потребностям их отображения и использования;
- возможность для пользователя извлекать, анализировать и оценивать данные в различных контекстах, обеспечивая многоцелевой анализ.

Моделирование, проводимое в рамках расчетного мониторинга, дает возможность выявить и обратить внимание, прежде всего на потенциально опасные с экологической точки зрения места, и в первую очередь там планировать проведение инструментального мониторинга для детального изучения причин неблагоприятной экологической ситуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с Государственным Водным кодексом мониторинг водных объектов представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза состояния водных объектов включая состояние водоохранных зон и берегов. Мониторинг осуществляется в границах объектов водохозяйственного деления территории.

Использование существующей системы мониторинга становится невозможным из-за сокращения количества наблюдений, устаревших средств, снижения информативности получаемых данных, которые не отвечают современным требованиям. К последним относятся:

- охват больших территорий;
- оперативность, сопоставимость и достоверность данных на фоне относительной простоты и снижения трудоемкости.

Проведение мониторинговых исследований предлагается в соответствии с блочной структурой, основанной на многоуровневом делении объекта по территориальному признаку, с привлечением разных средств и методов контроля. Получаемые данные в разных блоках должны быть автономны и сопоставимы между собой, с частичным дублированием. Данная схема позволяет получать необходимые данные для любого объекта, проверять их достоверность, восполнять ряды отсутствующих наблюдений, контролировать всю территорию и получать данные сопоставимые в пространственно временном отношении.

Наблюдения проводятся в зоне непосредственного воздействия внешних факторов на водный объект в транзитных зонах и на фоновых участках. Это позволяет делать оценку влияния на водный объект, прогнозировать изменения его состояния и планировать мероприятия по снижению негативного воздействия.

Мониторинг состояния берегов и водоохраных зон направлен на выявление изменений, выработку рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов.

Мониторинг состояния дна водных объектов проводится для отслеживания загрязнения донных отложений и протекания русловых процессов.

Мониторинг качества воды водного объекта проводится с помощью сети стационарных наблюдений, передвижных станций; разовых наблюдений и применения расчетных методов. Привлекаются средства аэрокосмической съемки и наземной разведки. Последние включают в себя методы, позволяющие на основе комплексных показателей делать оценку состояния исследуемого объекта в целом или по его отдельным компонентам. Предлагается совместное использование концепций:

- оценка загрязненности воды основанной на нормативах действующих ПДК (оценка пригодности воды для питьевых и хозяйственных целей);
- использование экологических нормативов, учитывающих конкретные особенности водного объекта и основанных на биотестировании (оценка качества воды водных объектов и состояния водных экосистем).

К методам биотестирования предъявляются требования: относительная простота; достоверность и сопоставимость результатов; оперативность и объективность получаемой информации; низкая относительная стоимость. Данным требованиям, например, в полной мере удовлетворяет методика разработанная С.Г. Николаевым, которая основана на анализе структуры сообщества макрозообентоса.

В целях расчетного мониторинга предлагается использовать при оценке качества воды и состояния водных объектов «Метод соответствия параметров экосистемы». Метод основан на связи гидрохимических, гидробиологических и гидрологических параметров и отвечает, предъявляемым требованиям развития мониторинговых исследований и водохозяйственного планирования. Метод применим для оперативного контроля и проведения прогнозных расчетов,

связанных с планированием водохозяйственной и водоохранной деятельности на масштабных объектах.

Предлагаемый подход к развитию системы мониторинга полностью соответствует принципам системных исследований, что обеспечивает его эффективность.

Таким образом, предлагаемое направление развития мониторинга основано на постоянном контроле изменений в водных и околводных объектах современными техническими средствами; развития пригодных для разных уровней мониторинга методов прогноза и оценки состояния объектов, которые проверяются и корректируются периодическим контролем фактического состояния. Общая схема мониторинговых исследований включает в себя следующие этапы.

1. *Разовый контроль, обеспечивающий «реперную» привязку к конкретным условиям.* Осуществляется анализ общего состояния водных и наземных объектов методами аэрокосмической съемки, наземного обследования, включая биотестирование, что позволяет выявлять мгновенные эффекты антропогенного воздействия и формирующиеся тенденции в развитии процессов.

2. *Периодический контроль методами аэрокосмического фотографирования.* Выявляются проблемные зоны путем анализа происходящих изменений и отклонений от естественного хода процессов.

3. *Разовое обследование.* Детальное изучение опасных очагов путем использования средств высокой разрешающей способности, позволяющих получать параметры, конкретизирующие ситуацию.

4. *Расчетный мониторинг.* Постоянный прогноз возможных последствий хозяйственной деятельности, приводящий к изменению состояния среды.

Проведение сетевых наблюдений за деформациями речных русел трансграничных рек затрудняется по следующим причинам.

- Объект наблюдений (место деформации) может появиться с определенной вероятностью в любой точке реки.
- Появление деформации русла зависит от многих причин, часть из которых, проанализирована в работе.
- Зная причины деформаций можно прогнозировать место, время и масштабы деформации русла.
- Ряд причин возникновения деформаций может быть вызван антропогенными воздействиями, которые осуществляются на территории сопредельного государства.
- Своевременная фиксация причин деформации русла на сопредельных территориях может быть сделана методами дистанционного космического и авиационного (БПЛА) зондирования.
- Для прогнозирования места и времени появления деформации русла необходима общедоступная модель, позволяющая связать антропогенную деятельность на акватории и на водосборе с тенденциями перестроения русла.
- Модель должна позволить отделить природные деформации русла от антропогенных и дать возможность на ранних стадиях прогнозировать последствия деформаций дна и берегов водных объектов для своевременного реагирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Целесообразно разделить систему мониторинга берегов трансграничного водного объекта на ряд уровней: обзорный (спутниковые системы), детальный (беспилотные летательные аппараты), инструментальный (наземный).

Первый уровень мониторинга – обзорный, выполняемый системами космического зондирования в различных диапазонах спектра. На этом уровне выявляются антропогенные воздействия на территории водосбора, способствующие изменению морфометрических параметров водного объекта. Это позволяет на ранних этапах заявить протест сопредельной стороне и не допустить негативного развития событий. На этом же уровне можно заметить места с начинающимися деформациями (пространственное разрешение – 6-10 м).

Второй уровень позволяет наблюдать на ранних стадиях развитие деформации на своей территории и предпринимать соответствующие меры по их прекращению.

На третьем уровне осуществляется наземный мониторинг с детальной съемкой деформируемой поверхности с использованием наземной съемки с использованием GPS устройств (пространственное разрешение десятки сантиметров).

В целях получения сопоставимых данных необходимы соглашения по принятию единой методологии мониторинга.

Антропогенные воздействия на водосборе и в русле реки, проводимые на своей территории, необходимо прочитывать на опасность воздействий на территории сопредельного государства.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Примерный список контролируемых параметров, режимов и процессов водного объекта

1	<p style="text-align: center;">Гидрофизические параметры</p> <ul style="list-style-type: none">• Температурный режим.• Ледовый режим.• Турбулентность и дисперсия потока.• Режим наносов.
2	<p style="text-align: center;">Гидрологические параметры</p> <ul style="list-style-type: none">• Гидрография и морфометрия.<ul style="list-style-type: none">○ Длина.○ Глубина.○ Ширина.○ Площадные характеристики.○ Характеристики меандрирования.○ Параметры и изрезанность береговой линии.○ Характеристики приточности.○ Тип русла.• Расходный и скоростной режим.• Уровенный режим.• Волновой режим.
3	<p style="text-align: center;">Гидрохимические параметры</p> <ul style="list-style-type: none">• Физические параметры качества воды.• Химические параметры качества воды.<ul style="list-style-type: none">○ Макрокомпоненты.○ Биогенные компоненты.○ Органические вещества.○ Металлы.
4	<p style="text-align: center;">Гидробиологические параметры</p> <ul style="list-style-type: none">• Продукционно-деструкционные характеристики.<ul style="list-style-type: none">○ Скорость продукции органического вещества.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Скорость деструкции органического вещества. ○ Общая биомасса органического вещества. ○ Скорость накопления органического вещества. ● Устойчивость водных экосистем. <ul style="list-style-type: none"> ○ Характеристики видового разнообразия ○ Характеристики рыбного сообщества. ○ Характеристики сообщества водных млекопитающих. ○ Запасы промысловых объектов. ○ Численность особо охраняемых и ценных видов. ● Характеристика сапробности и трофности. ● Санитарно-эпидемиологические параметры. <ul style="list-style-type: none"> ○ Параметры бактериального и вирусного заражения. ○ Параметры гельминтозного заражения. ○ Параметры грибкового заражения.
5	<p style="text-align: center;">Характеристика водоохранной зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Геологическое строение (генезис, механический и минералогический состав подстилающих почвы горных пород). ● Рельеф (поймы, террасы, прилегающих земель). ● Почвы, грунты, растительный и животный мир. ● Характеристика оврагов и балок (длина, ширина, глубина, густота) и динамика их развития. ● Залесенность и закустаренность склонов оврагов и балок. <p style="text-align: center;">Характеристика водоохранной зоны и водосборной площади</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Интенсивность эрозионных процессов. ● Использование земель. ● Имеющиеся и потенциальные источники загрязнений.

Методика биотестирования водных объектов (Николаев, 1992)

Предлагаемый метод биоиндикации уровня загрязнения основан на учете распределения индикаторных видов макрозообентосных организмов, всего многообразия этих организмов в таксоны. Численность организмов, попадающих в определенные таксонометрические группы, с учетом значимости групп используются для оценки класса качества воды.

Выбор обследуемых участков и биотопов

Данный метод биологического анализа позволяет идентифицировать классность качества вод конкретных речных участков. Таким образом, в зависимости от цели размещение обследуемых участков предполагает их привязку к источнику загрязнения (выше или ниже) или водоток обследуется на всем протяжении через равные интервалы, от истока до устья. Выбранные участки должны отвечать определенным требованиям. На них не должно быть затонов, которые характеризуются особыми физико-химическими и биологическими режимами. В случае распределения загрязнений по всему сечению потока, обследование участка может быть проведено с одного берега.

Сбор и первичная обработка макробентоса

Отобранный грунт промывают, прополаскивают до полного просветления промывных вод. Весь оставшийся материал переносится в кювету для выборки организмов на месте. Живые организмы хорошо заметны и легко поддаются выборке. Их просмотр в кювете с тонким слоем воды или в банке дает первую информацию к определению индикаторных таксонов по атласу. В связи с этим весьма желателен разбор собранного материала на месте. Для этого маленькие порции промытого грунта разбирают в кювете с небольшим слоем воды, обнаруженных гидробионтов извлекают пинцетом, и помещают в баночки с 4%-ным раствором формалина. На баночки наклеивают этикетки с указанием: названия реки, места отбора животных макробентоса, биотопа и даты. Наиболее благоприятными периодами для обследования малых рек являются

весна и начало осени, когда вылет насекомых не начался или закончился, а их личинки достигли сравнительно крупных размеров. При обследовании рек в летний период, когда численность личинок мала, необходимо значительно увеличивать площадь исследуемых биотопов.

Определение класса качества вод

Собранные в результате обследования гидробионты разделяются по индикаторным видам и составляется список обнаруженных таксонов в строгом соответствии с формулировкой, данной в таблице 1 П2. Определение уровня загрязнения реки в конкретном створе проводится по Шкале классов качества вод (табл. 2 П2). Имея список обнаруженных таксонов, определение класса качества вод удобнее проводить в следующей последовательности. Каждый обнаруженный таксон существует в водах определенного качества, *например: обнаруженный таксон «губки» может существовать в водах 2 и 3 классов качества.* Подсчитываем число индикаторных видов, попадающих в определенный класс качества воды, и умножаем на коэффициент значимости таксонов. Подсчитывается суммарная индикаторная значимость таксонов в каждом классе.

Шкала классов качества вод

Табл. атласа	Перечень индикаторных таксонов	Классы качества					
		1	2	3	4	5	6
21	Риакофила	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Макро беспозвоночных нет
15	Веснянки, кроме Немуры	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
29	Вилохвостка	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
9	Бокоплав	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4	Губки		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
7	Беззубка		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
5	Затворки		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
10	Речной рак		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
22,26	Нейреклипсис, Моланна,		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
25	Брахицентрус		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
12,13	Красотка и Плосконожка		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
17	Роющие личинки поденок		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
2	Плоские пиявки		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	Перловица		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18	Водяные клопы		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16	Плоские личинки поденок		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
19	Личинки вислоккрылки		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
27	Личинки мошек		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
23,24	Гидропсиха, Анаболия			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14	Дедки (личинки стрекоз)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	Червеобразные пиявки			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

6	Горошинки, шаровки			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	Водяной ослик			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	Трубочник, в массе				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
28	Мотыль, в массе				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
30	Крыска				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Коэффициент значимости таксонов		25	6	5	7	20	-

Полное отсутствие донных макро беспозвоночных, соответствует «очень грязной» воде. Оценка качества воды, состояние водного объекта рек и его водохозяйственное значение даются в соответствии с таблицей 2 П2.

Таблица 2 П2

Обобщенная характеристика качества воды, экологического состояния малых рек и их практическое использование

Класс качества вод	Сапробность	Трофность	Экологическая полноценность и практическое использование вод
1 очень чистые	ксено-сапробные	олиго-трофные	Экологически полноценные: питьевое, рекреация, рыбохозяйственное, орошение, техническое
2 чистые	олиго-сапробные	α -мезо-трофные	Экологически полноценные: питьевое, рекреация, рыбохозяйственное, орошение, техническое
3 удовл. чистые	α -мезо-сапробные	β -мезо-трофные	Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация,

			рыбоводство, орошение, техническое
4 загрязнен ные	β -мезо- сапробные	эвтрофные	Экологически неблагоприятные: ограниченное рыбоводство, техническое, ограниченное орошение
5 грязные	α -поли- сапробные	поли- эвтрофные	Экологически неблагоприятные: техническое
6 очень грязные	β -поли- сапробные	гипер- эвтрофные	Экологически неблагоприятные: техническое с очисткой

Методика оценки качества воды и состояния водного объекта для целей разового, периодического и детального контроля (Шабанов, Маркин, 2009)

Практика мониторинга обладает определенной спецификой, связанной с необходимостью обследования достаточно больших территорий, и осуществления постоянного контроля. При этом важно отслеживать изменение качества воды и экологического состояния водного объекта. Первое дает «мгновенную» характеристику водной среды; второе – «долговременную», которая характеризует «здоровье» экосистемы, ее способность сопротивляться внешнему возмущающему воздействию, сохранять устойчивость.

Применение биологических методов позволяет выйти на качественный анализ, а гидрохимические методы дают количественную оценку. Те и другие имеют свои достоинства и недостатки. Совместное их применение позволит уменьшить состав, снизить сложность мониторинговых исследований и получить показатели, необходимые для прогнозных расчетов.

Крупномасштабность объектов мониторинга, необходимость прогноза влияния деятельности человека на водные объекты в разные по водности годы, при снижении трудоемкости работ требуют применения особого метода. Метод должен позволять решать следующие задачи.

1. Оценка экологического состояния экосистемы на основе легко определяемых и доступных в инженерной практике параметров.
2. Прогноз изменения состояния экосистемы, находящейся под антропогенным влиянием, или подверженной природным процессам.
3. Оперативная оценка и прогноз изменения качества воды и ее пригодность для тех или иных целей, с учетом планируемой водохозяйственной деятельности.
4. Обоснование водоохранных мероприятий.

Решение данных вопросов возможно путем использования связи между показателями состояния водной биоты и гидрохимическими показателями.

Предъявляемым требованиям отвечает методика, разработанная в МГУ природообустройства: «Метод соответствия параметров экосистемы» (Шабанов В.В., Маркин В.Н, 2007, 2009). Метод основан на связи гидрохимических, гидробиологических и гидрологических параметров.

Качество воды характеризуется путем определения комплексного показателя «коэффициент предельной загрязненности», который является модификацией широко используемого в отечественной и зарубежной практике индекса загрязнения воды (ИЗВ). Показатель предельной загрязненности можно выразить в безразмерном виде ($K_{пз}$ – коэффициент предельной загрязненности, который определяется с учетом методики определения ИЗВ) и в размерном виде ($W_{пз}$ – показатель предельной загрязненности, выраженный в единицах объем воды).

Таблица 1 ПЗ

Связь показателей состояния водной экосистемы и качества воды

Оценочный показатель	Класс качества воды					
	1	2	3	4	5	6
	Очень чистая	Чистая	Умеренно загрязненная	Загрязненная	Грязная	Очень грязная
БПК ₅ , мг О/л	0.5-1.0	1.1-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-10.0	>10
ИЗВ	≤0.2	0.2-1	1-2	2-4	4-6	>6
Индекс сапробности (S)	≤0.5	0.5-1.5	1.5-2.5	2.5-3.5	3.5-4	>4
Фосфаты, мгР/л	0,005-0,015	0,015-0,05	0,05-0,2	0,2-0,3		0,3-0,6
Нитраты, мгN/л	0,05-0,2	0,2-1,0	1,0-2,0	2,0-2,5		2,5-4,0
Индекс Шеннона (H)	3.06-2.30	2.30-1.89	1.89-1.52	1.52-1.25		1.25-1.11
Биотический индекс по Вудивису	10	9-7	6-5	4	3-2	1-0
Трофность	Олиго-	мезотрофная		эвтрофная		Гипер-эвтроф.
Сапробность	ксно-	олиго-	α-мезо-	β-мезо-		Поли-
Зоны кризисности экосистемы	Стадия обратимых изменений	Стадия обратимых изменений	Пороговая стадия	Стадия необратимых изменений		

Последнее непосредственно связывает его с такой гидрологической характеристикой, как объем стока.

$$W_{пз} = W_p * K_{пз} \quad (1 \text{ ПЗ})$$

$$K_{пз} = (1/N) * \sum (C_i / ПДК_i), \quad (2 \text{ ПЗ})$$

где i – номер загрязняющего воду вещества; W_p – объем фактического речного стока (с учетом использования воды); $K_{пз}$ – коэффициент предельной загрязненности воды i -ми веществами; C_i – значение параметра, используемого для оценки показателя; $ПДК_i$ – нормативное значение параметра; N – количество i -х параметров используемых для оценки показателя.

Предложенный показатель качества воды ($K_{пз}$) имеет существенное достоинства:

- в отличие от ИЗВ он получен на основе решения уравнений гидрохимического и водохозяйственного баланса;
- возможность выражения в безразмерном виде и в размерности единиц объема воды, что позволяет связать гидрохимические и гидрологические параметры и использовать величины водохозяйственного баланса, для оценки качества речной воды или загрязненности сточных вод.

1. Оценка качества речной воды по данным о загрязненности сточных (возвратных) вод

В этом случае делается оценка загрязненности сточных вод путем расчета показателя ($K_{пз}^{ББ}$) по формуле (2 ПЗ). Далее, зная объём сточных вод ($W_{вв}$) и фактический стоке реки ($W_{ф}$), рассчитывают показатель качества речной воды ($K_{пз}$):

$$K_{пз} = \sum W_{вв} * (K_{пз}^{ББ} + 1) / W_{ф} - A, \quad (3 \text{ ПЗ})$$

где A – параметр учитывающий естественный фон. Если фоновое качество воды оценивается на уровне «Чистой», $A=1$; если естественный фон соответствует классу «Умеренно загрязненной» воды, $A=0$.

Используя полученное значение $K_{пз}$, по классификационной таблице (табл. 1 ПЗ) определяют класс качества воды.

2. Оценка качества речной воды по данным о ее загрязненности

В этом случае непосредственно по формуле (2 ПЗ) рассчитывается значение коэффициента предельной загрязненности воды в реке ($K_{пз}$), и с помощью таблицы (табл. 1 ПЗ) определяется ее класс.

3. Прогноз изменения качества воды в многолетнем разрезе

Оценка качества воды для лет разной водности делается на основе коэффициентов предельной загрязненности ($K^{P\%}_{пз}$), которые рассчитываются с учетом обеспеченности ($P\%$) стока воды в реке:

$$K^{P\%}_{пз} = ((K_{пз}+1) \times W_{ф} / W_{P\%}) - A, \quad (4 \text{ ПЗ})$$

где $K_{пз}$ – коэффициент предельной загрязненности воды в отчетный год (по данным за который определяется значение $K_{пз}$); $W_{ф}$ – объем стока воды в реке для отчетного года (фактический сток); $W_{P\%}$ – объем стока в год заданной обеспеченности $P\%$; A – коэффициент (см. формулу 3 ПЗ).

Сток воды в реке удобно выразить в безразмерном виде, в виде модульных коэффициентов стока (K_p), тогда формула (4 ПЗ) будет иметь вид:

$$K^{P\%}_{пз} = ((K_{пз}+1) \times K^{\phi}_p / K^{P\%}_p) - A, \quad (5 \text{ ПЗ})$$

где K^{ϕ}_p , $K^{P\%}_p$ – соответственно модульные коэффициенты стока реки для отчетного года и года заданной обеспеченности $P\%$.

Параметры водного объекта, которые надо контролировать при использовании данного метода:

- расход воды в реке;
 - концентрации i -х загрязняющих веществ в речной воде (C_i).
- Рекомендуемый набор загрязняющих веществ состоит из двух групп: обязательные вещества и показатели состояния (БПК, растворенный кислород,

pH); характерные, для конкретных условий загрязнители (например, Fe, Cu, Zn, Ni, Mn, Фенол, нефть, СПАВ).

Состояние водных объектов контролируется на основе связи показателей качества воды и состояния экосистемы (например, индекс сапробности, индекс Шеннона).

Связь гидробиологических и гидрологических характеристик позволяет в ряде случаев получать новые знания об объекте. Основано это на том, что частотные показатели видового разнообразия водной экосистемы (n_i) линейно связаны с плотностью распределения речного стока (ρ_{wi}): $n_i \sim \rho_{wi}$. Распределение частотных характеристик объемов естественного стока используется как модель, описывающая видовое разнообразие реки. Изменение характеристик стока в результате антропогенного воздействия позволяет сделать оценку изменения видового разнообразия. В этом случае на основе плотностей распределения объемов стока, которые строятся в относительных единицах, выявляются области с высоким и пониженным видовым разнообразием.

Возможности космического наблюдения

Спутниковые системы позволяют получать изображения в видимой, ультрафиолетовой, инфракрасной части спектра. Дешифрование и анализ спутниковых снимков выполняется с помощью автоматизированных программных комплексов, таких, как:

- ERDAS Imagine - растровый графический редактор и программный продукт, который позволяет подготавливать снимки для использования в ГИС и САПР, производить преобразования изображений и снабжать их географической информацией;
- ENVI - программный продукт для визуализации и обработки данных дистанционного зондирования Земли, который позволяет проводить обработку данных и их её интеграцию с данными ГИС.

Спутниковые фотографии имеют на сегодняшний день разрешающую способность до 60 см. В последнее время при производстве аэрофотосъёмки используются системы GPS и ГЛОНАСС. Для разных отраслей хозяйства выбираются свои диапазоны, которые дают возможность легко изучить по фотографиям поверхность суши, океана, ледового покрова [http://nashivkosmose.ru/kosmich_foto-glaz_one.html].

Спутниковое сканирование позволяет создать системы контроля за состоянием водных объектов средствами российских космических аппаратов детального, высокого и среднего разрешений «Ресурс-ДК», «Метеор-М» № 1, «Канопус-Вулкан» и «Ресурс-П».

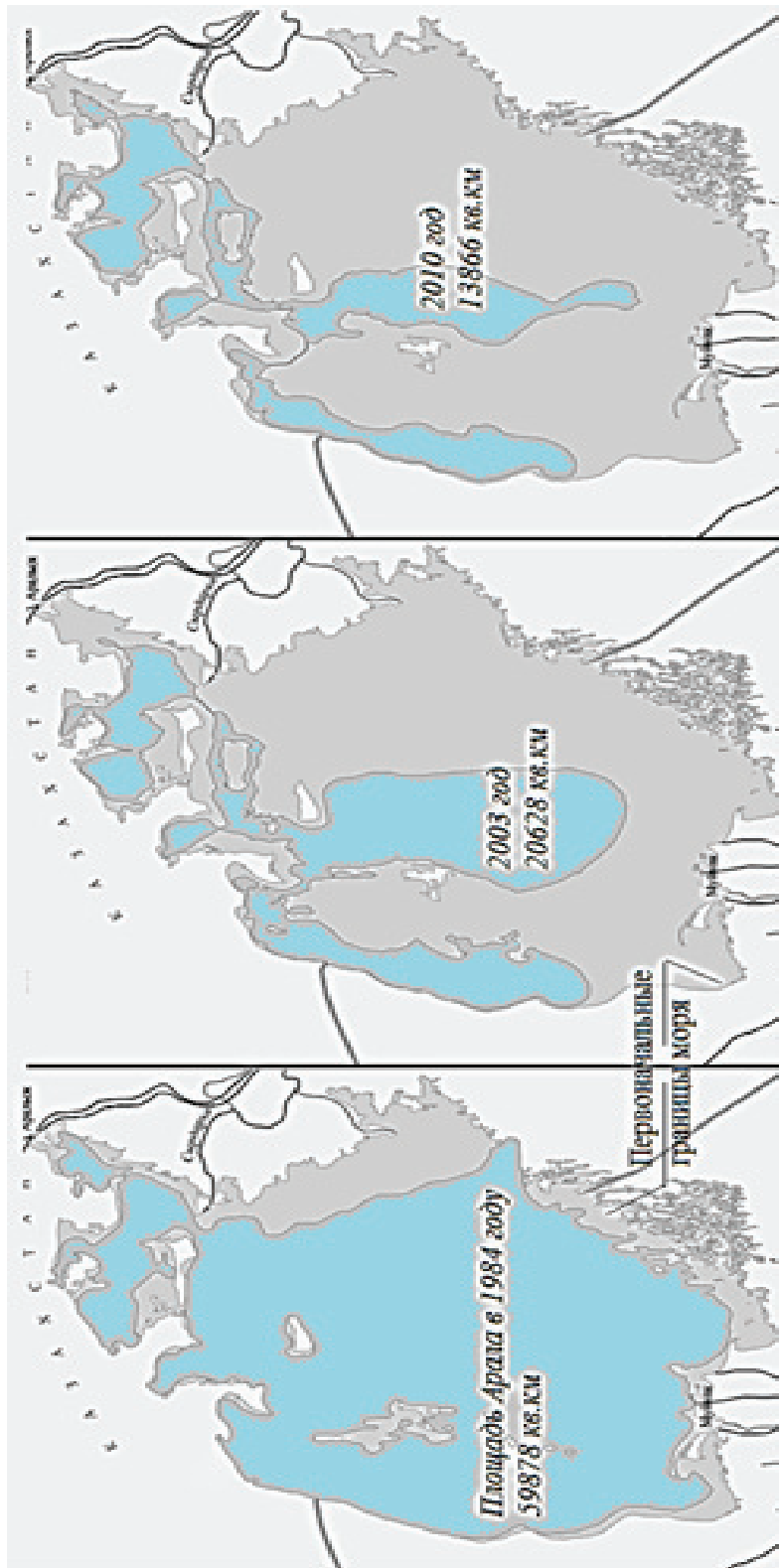


Рис. 1 П4. Динамика высыхания Аральского моря, полученная на основе обработки космических снимков /Федеральное космическое агентство Научный центр оперативного мониторинга земли [<http://www.ntsofz.ru/>]

Макеты программ ведения мониторинга

1. Программа мониторинга состояния дна, берегов, состояния и режима использования водоохранных зон и изменений морфометрических особенностей водных объектов

1.1. Основные задачи и цели наблюдения

Одним из основных факторов негативного воздействия на водные объекты является усиление процессов эрозии, что приводит к дополнительному поступлению наносов в водотоки и увеличению мутности воды. Геологическое строение верхних грунтовых толщ при определенных условиях может обусловить высокое содержание взвешенных наносов в речных потоках во время прохождения половодий и паводков. По этой же причине повышение эрозии на водосборах в результате антропогенной деятельности может привести к еще большему поступлению взвешенных наносов в гидрографическую сеть. Особенно ярко эти явления заметны на объектах, которые находятся в непосредственном контакте с водотоками или близко расположены к ним

Процессы стока воды и наносов неизбежно сопровождаются деформациями русла и поймы реки.

Основной целью мониторинга состояния дна, берегов, состояния и режима использования водоохранных зон и изменений морфометрических особенностей водных объектов является получение фактического материала о деформациях речных русел и пойм, необходимого для оценки негативного влияния хозяйственной (антропогенной) деятельности и принятия мер по его предупреждению.

Основные задачи, требующие проведения общих наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных

зон и изменениями морфометрических особенностей трансграничных водных объектов, могут быть сведены к следующему:

- оценка условий строительства и эксплуатации объектов на сопредельных территориях, а также на территории РФ в зависимости от местных русловых и пойменных деформаций;
- определение соответствия морфологического состояния водного объекта на данном участке естественному состоянию, а в случае строительства проектной документации и материалам изысканий;
- выбор наиболее эффективных систем защитных мероприятий по обеспечению нормальной работы сооружений;
- оценка соответствия условий размещения и эксплуатации объектов установленному режиму хозяйственной деятельности в водоохранных зонах.

Основной целью мониторинга состояния дна, берегов, состояния и режима использования водоохранных зон и изменений морфометрических особенностей водных объектов является отслеживание состояния водных объектов и сопоставление фактической ситуации с прогнозной.

Программа мониторинга разрабатывается в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- Водный кодекс Российской Федерации;
- СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»;
- СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства»;
- Методические рекомендации УГКС по сетевым русловым наблюдениям. Ленинград: Гидрометеоздат, 1981.

Проведение данного вида мониторинга необходимо осуществлять периодически (один раз в квартал на реках с динамичным характером русла, раз в полгода на реках со средней интенсивностью динамики русла, всегда после

прохождения паводка на всех реках), а также при строительстве в бассейне реки на сопредельной территории (на всех стадиях строительства и последующей эксплуатации объектов).

Программа мониторинга включает в себя:

- сбор и систематизацию гидрологических и морфометрических материалов по водным объектам включая крупномасштабные топографические карты и планы, аэрофотосъемочные материалы и космические снимки;

- сбор и систематизацию материалов, характеризующих состояние водоохранных зон на контролируемых участках;

- обработку и обобщение материалов изысканий, уточнение и проверку выполненных в ходе изысканий гидрологических расчетов.

Наблюдения могут быть общими и детальными.

Общие наблюдения проводятся на участках большой длины, включающих в себя ряд целостных морфологических образований и зоны наиболее интенсивного освоения. Их задачей является накопление данных о размерах плановых и высотных деформаций речного русла и выяснение причин, вызывающих их интенсификацию.

Детальные наблюдения проводятся на коротких участках в пределах двух-трех морфологических образований для изучения их деформации под влиянием гидравлического и водного режимов потока.

Для получения устойчивых характеристик русловых процессов проводится разовая морфологическая съемка, как правило, после половодья в период межени.

Основное внимание при проведении разовой съемки должно быть направлено на решение следующих вопросов:

- установление (уточнение) типа руслового процесса;
- получение количественных характеристик русловых и пойменных плановых и высотных деформаций;

- выявление местных факторов, влияющих на характер морфологического облика русла и поймы реки и на особенности их деформации;
- оценка влияния русловых и пойменных деформаций на условия хозяйственной деятельности;
- выявление участков, требующих по своей хозяйственной значимости постановки детальных наблюдений.

Состав и методика проведения морфологических наблюдений изложены в Методических рекомендациях УГКС по сетевым русловым наблюдениям (1981).

В результате проведения разовой морфологической съемки должны быть получены:

- геоморфологическая характеристика долины, пойм и русла водного объекта на участке воздействия строительного объекта, линейного сооружения (коммуникации, дороги и т.д.) или берегоукрепительных сооружений и мероприятий;
- геологическое строение русла, поймы и долины реки на участке воздействия;
- характеристика гидравлического режима водного объекта, разработанная на основе материалов изысканий;
- характеристика гранулометрического состава донных наносов и режима транспорта наносов в каждом водном объекте с оценкой темпов плановых и высотных деформаций русла и поймы;
- фотографии и топографические схемы, отображающие морфологические характеристики русла и поймы реки.

Данные начального этапа мониторинга должны быть использованы при оценке фонового состояния водных объектов.

Целями мониторинга на этапах строительства и ввода в эксплуатацию антропогенных объектов являются:

- оценка вида и интенсивности фактического воздействия строительства на гидроморфологическое состояние водного объекта;

- своевременная корректировка технологии и графика строительства объекта для предотвращения необратимых негативных трансформаций речных русел и пойм в результате строительства;
- своевременное выявление нарушений режимов водоохранных зон.

На основании вышеизложенного объектами мониторинга являются участки рек, подверженные наибольшему влиянию в зонах сосредоточения строящихся объектов.

На трансграничных реках наблюдения целесообразно вести по программе регулярных и разовых наблюдений с некоторым увеличением контролируемых показателей в зависимости от поставленной цели, на трех уровнях:

1. диагностический – с помощью средств ДЗЗ для прогноза возможных последствий действий сопредельной стороны;
2. обзорный – с помощью средств, размещенных на БПЛА для уточнения места инструментальных наблюдений;
3. инструментальный – позволяющий точно фиксировать морфологические изменения водного объекта (русла, берегов, прирусловой полосы, земель водосбора)

1.2. Наблюдательная сеть

Наблюдательная сеть системы мониторинга состояния дна, берегов, состояния и режима использования водоохранных зон и изменений морфометрических особенностей водных объектов формируется исходя из анализа схемы размещения антропогенных объектов, характера их воздействия на поверхностные водные объекты в период строительства и эксплуатации с учетом поставленных задач мониторинга.

Для наблюдений за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водных объектов определяются ключевые участки водных объектов:

1. **Наблюдение на притоках** включая участки расположения берегоукрепительных сооружений.

2. **Наблюдение на участке** от устья реки до... включая участки расположения берегоукрепительных сооружений.

3. **Наблюдение от устья реки до...** включая участки расположения берегоукрепительных сооружений.

4. **Наблюдение за состоянием мест расположения мостовых переходов** на всех реках и притоках в зоне строительства объектов.

5. **Наблюдение за состоянием водоохранных зон рек** на участках контроля гидроморфологического состояния рек.

1.3. Контролируемые показатели

Исходя из поставленной задачи при осуществлении мониторинга контролируются следующие показатели:

- характерные русловые формы;
- изменение формы речного русла;
- образование аккумулятивных аллювиальных форм или скоплений наносов
- продуктов эрозии;
- топография паводочного речного русла рек;
- наличие инородных объектов в русле реки (деревья, бетонные обломки и др.);
- изменение положения береговой линии;
- причины и динамика изменения берегов;
- последствия и потенциальная опасность изменения берегов;
- данные о водоохранных зонах;
- данные наблюдений за режимом использования водоохранных зон.

В местах строительства мостовых переходов контролируются следующие параметры:

- изменение формы речного русла;
- наличие инородных объектов в русле реки (деревья, бетонные обломки и др.);
- изменение положения береговой линии;
- причины и динамика изменения берегов;
- последствия и потенциальная опасность изменения;
- качество укрепления и рекультивации берегов.

1.4. Режим наблюдений

Негативное воздействие строительства объектов может быть связано с активизацией процессов эрозии и изменениями гидрологических характеристик русел рек и проявляется, как правило, после весеннего половодья или серии дождевых паводков. Исходя из вышеизложенного в рамках мониторинга проводятся общие сетевые русловые наблюдения один раз в год в период межени после половодья или после серии дождевых паводков (август-октябрь). Проведение обследований водоохранных зон по времени совмещается с работами, связанными с русловыми наблюдениями.

1.5. Методическое обеспечение наблюдений

Основным методическим документом при проведении наблюдений в рамках мониторинга состояния дна, берегов, состояния и режима использования водоохранных зон и изменений морфометрических особенностей являются *Методические рекомендации УГКС по сетевым русловым наблюдениям (1981)*.

Наблюдения проводятся экспедиционной группой в составе: один инженер, два техника и три наблюдателя. Эта группа, кроме полевых наблюдений, осуществляет обработку результатов наблюдений и картирование русловых и пойменных деформаций.

Техника проведения русловых исследований не имеет существенных различий с обычными топографическими, гидрографическими и гидрометрическими работами. Наблюдения могут осуществляться на договорных началах с организациями, имеющими лицензию на проведение этих работ.

Основой полевых работ являются гидроморфологические обследования водотоков, в ходе которых должны быть построены морфологические схемы речных русел и пойм. Крайне желательно в ходе проведения обследования произвести отбор проб донных наносов на различных характерных морфологических элементах русел рек для последующего контроля степени строительного заиления.

Морфологические схемы участков должны сопровождаться серией фотографий, характеризующей строение и состав донных наносов, русловой и пойменной фаций, аллювия в структуре пойменных массивов, строение орографических берегов, характер растительности, формы транспорта донных наносов, характер поверхности поймы или склонов долины и т.д.

1.6. Авианаблюдения и космическая съемка

При организации и проведении наблюдений использование материалов аэровизуальных наблюдений, аэрофото- и космической съемки должны найти самое широкое распространение. Эти работы существенно сократят объем наземных работ и будут способствовать значительному расширению возможности анализа ввиду исключительной надежности и подробности получаемого с их помощью материала. Проведение гидрографического мониторинга водных объектов с помощью аэрофотоснимков и космических снимков позволяет получать нужную информацию на больших территориях с большой экономией времени и средств.

Организация аэровизуальных наблюдений и аэрофотосъемки описана в методических рекомендациях (Методические рекомендации УГКС по сетевым русловым наблюдениям, 1981).

Основой методологии дешифрирования космических и аэроснимков является отработка ключевых участков, то есть определение на местности конкретных типов гидроморфологических характеристик и других элементов ландшафтов и сопоставление их с соответствующими оптическими полями на снимках. Полученные таким образом «ключи» позволяют дешифрировать гидроморфологические условия на аналогичных участках рек.

Тон и текстура аэро- и космического снимка определяются особенностями ландшафта: его геоморфологией, гидрографией, характером растительного покрова. В соответствии с этим при заказе космических снимков учитывается сезон, когда целесообразно произвести съемку. При этом учитываются два фактора: 1) контрастность изображения береговой линии обеспечивается в период минимальной вегетации растений; 2) период съемки должен захватывать период весеннего половодья. Наиболее приемлемые сроки – март-май.

Наиболее четко на снимках видны и легко дешифрируются русла рек, каналы, открытые зеркала озер, открытые участки морских побережий, участки, сильно преобразованные сельскохозяйственной деятельностью. Водная поверхность без надводной растительности распознается по темно-серому, почти черному незернистому фототону, нередко с более светлыми, размытыми, вытянутыми пятнами. Последние являются отображением направления течения водотоков с повышенным содержанием взвесей. Особенно важно отслеживать с помощью космосъемки характер распространения взвесей в прибрежной зоне моря в период паводков на контролируемых реках.

1.7. Обработка и передача данных

При обработке данных выполняются следующие виды работ:

- сбор и анализ материалов наблюдений на водных объектах, выполненных в соответствии с разработанной программой мониторинга;
- установление характера процессов руслоформирования и типа руслового процесса;

- оценка фактически измеренных значений характеристик и параметров, изменение которых в силу естественных или антропогенных причин выявляет положительные или отрицательные тенденции изменения состояния водного объекта;
- выявление основных причин отрицательных тенденций изменения состояния водного объекта;
- оценка эффективности берегоукрепительных работ.

По результатам обследований составляются гидроморфологические схемы, на которых должно быть нанесено следующее:

- плановое положение урезов воды на день наблюдений;
- плановое положение пойменных бровок (там, где они опознаются), их высота;
- геологическое строение пойменных массивов (на участках размыва пойменных берегов);
- контуры обсохших внутрирусловых образований (островов, пляжей, кос, перекатов);
- положение подводных гребней перекатов;
- ширина пойменных массивов;
- вид и местоположение (схематично) различных видов растительности на берегах и на поверхности внутрирусловых образований;
- вид и местоположение (схематично) донных наносов по градации: ил, песок, галька, гравий;
- участки размыва пойменных берегов.

По материалам наблюдений, представленным БВУ уполномоченным органом исполнительной власти БВУ проводится общая оценка и прогнозирование изменений состояния водных объектов, дна, берегов водных объектов, их морфометрических особенностей, водоохраных зон водных объектов.

Типовые формы программ мониторинга

**Для принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование
в целях сброса сточных вод
(представляются 2 программы)**

Программа ведения регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохраной зоной (1)

Место проведения наблюдений	Периодичность наблюдений	Перечень контролируемых показателей	Организация, осуществляющая ведение наблюдений*
1	2	3	4
Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод			
Река ... место сброса сточных вод			
Река ... выше сброса сточных вод (фоновый створ)			
Река ... ниже сброса сточных вод (контрольный створ)			
Наблюдения за морфометрическими характеристиками водного объекта			
В месте водопользования		Глубина водного объекта (максимальная, средняя), изменение береговой линии	
Наблюдения за состоянием водоохранной зоны			
В месте водопользования		(не указывается)	

**Программа
проведения измерений качества сточных и (или) дренажных вод (2)**

Место проведения наблюдений	Периодичность наблюдений	Перечень контролируемых показателей	Организация, проводящая наблюдения*
1	2	3	4
Сточные воды, сбрасываемые в реку ...			

*Для принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование
(без сброса сточных вод)
(представляется 1 программа)*

**Программа
ведения регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохранной зоной (1)**

Место проведения наблюдений	Периодичность наблюдений	Перечень контролируемых показателей	Организация, осуществляющая ведение наблюдений*
1	2	3	4
Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод			
Река ... выше места водопользования (фоновый створ)			
Река ... ниже места водопользования (контрольный створ)			
Наблюдения за морфометрическими характеристиками водного объекта			
В месте водопользования		Глубина водного объекта (максимальная, средняя), изменение береговой линии (для акватории – изменение площади используемой акватории)	
Наблюдения за состоянием водоохранной зоны			
В месте водопользования		(не указывается)	

*Для заключения договора водопользования
в целях забора (представляется 1 программа)*

**Программа
регулярных наблюдений за состоянием водного объекта
и его водоохранной зоной (1)**

Место проведения наблюдений	Периодичность наблюдений	Перечень контролируемых показателей	Организация, осуществляющая ведение наблюдений*
1	2	3	4
Гидрохимические наблюдения за показателями качества забираемой воды			
Река ... в месте забора воды			
Наблюдения за морфометрическими характеристиками водного объекта			
В месте водопользования		Глубина водного объекта (максимальная, средняя), изменение береговой линии	
Наблюдения за состоянием водоохранной зоны			
В месте водопользования		(не указывается)	

**Для заключения договора водопользования
в целях использования акватории и производства электроэнергии
(представляется 1 программа)**

**Программа
регулярных наблюдений за состоянием водного объекта
и его водоохранной зоной (1)**

Место проведения наблюдений	Периодичность наблюдений	Перечень контролируемых показателей	Организация, осуществляющая ведение наблюдений*
1	2	3	4
Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод			
Река ... выше места водопользования (фоновый створ)			
Река ... ниже места водопользования (контрольный створ)			
Наблюдения за морфометрическими характеристиками водного объекта			
В месте водопользования		Глубина водного объекта (максимальная, средняя), изменение береговой линии (для акватории – изменение площади использ.акватории)	
Наблюдения за состоянием водоохранной зоны			
В месте водопользования		(не указывается)	

Трансграничные водные бассейны Российской Федерации

Пограничная река / озеро	Пограничные страны	Длина реки, км	Площадь водного бассейна/ озера, 10 ³ км ²	Расход, м ³ /с
Река Пасвик (Паатсоюки)	Российская Федерация/ Норвегия/ Финляндия		18,3	172-195
Река Кемь	Российская Федерация/ Финляндия	191	27,7	275
Река Вуокса	Российская Федерация/ Финляндия	156	52,4	600
Река Тулома	Российская Федерация/ Финляндия	64	6,25	241
Река Нарва	Российская Федерация/ Эстония	77	56,2	41,5
Озерная система Чудское оз. (оз.Пепси) – Псковское оз.	Российская Федерация/ Эстония		3,55	
Река Неман (Нямунас)	Российская Федерация/ Литва Беларусь/ Литва	937	98,2	678
Река Днепр	Российская Федерация/ Беларусь Беларусь/ Украина Украина/ Российская Федерация	2200	504	1670

Пограничная река / озеро	Пограничные страны	Длина реки, км	Площадь водного бассейна/ озера, 10³ км²	Расход, м³/с
Река Западная Двина (Даугава)	Российская Федерация/ Беларусь Беларусь/ Латвия	1020	87,9	700
Река Северский Донец	Украина/ Российская Федерация	1053	98,9	190
Река Псоу	Российская Федерация/ Грузия		0,42	17,3
Река Самур	Азербайджан/ Российская Федерация	213	7,33	75
Река Большой Узень'	Российская Федерация/ Казахстан	650	15,6	
Река Малый Узень	Российская Федерация/ Казахстан	638	18,2	
Река Иртыш	Российская Федерация/ Казахстан	4248	1643	2830
Река Урал	Российская Федерация/ Казахстан	248	231	400
Река Тобол	Российская Федерация/ Казахстан	1591	426	805

Пограничная река / озеро	Пограничные страны	Длина реки, км	Площадь водного бассейна/ озера, 10³ км²	Расход, м³/с
Река Ишим	Российская Федерация/ Казахстан	2450	177	56,3
Река Волга	Российская Федерация/ Казахстан	*	*	*
Река Селенга	Российская Федерация/ Монголия	1024	447	> 900
Река Амур	Российская Федерация/ Китай	2824 (4480) ²	1855	10900
Река Аргунь	Российская Федерация/ Китай	1620	164	340
Река Уссури	Российская Федерация/ Китай	897	193	1200
Озеро Ханка	Российская Федерация/ Китай		4,19	
Река Туманная (Туманган, Тумыньцзян)	Российская Федерация/ Корейская Народная Демократическая Республика	521	41,2	

**Выбор места и частоты морфометрических наблюдений
за состоянием берегов и водоохранных зон**

Мониторинг осуществляется на водных объектах, включая их берега и водоохранные зоны. Количество створов наблюдений и их размещение определяются с учетом выполнения хозяйственных задач. Размещение контрольных створов производится с учетом анализа: природных условий среды; антропогенного воздействия; значимости объектов. В связи с этим выделяются следующие зоны мониторинга.

4. Зона непосредственного воздействия - районы интенсивного протекания русловых процессов, переформирования прибрежных территорий, устья рек и их отдельные участки, гидроузлы, места сброса сточных вод, поступление площадных стоков и т.п.
5. Зона транзитных участков - контроль загрязнения воды в районах, примыкающих к зонам непосредственного влияния и попадающих под косвенное воздействие. В данных зонах осуществляется мониторинг распространения и трансформации загрязнений.
6. Фоновые зоны - вне зон прямого и косвенного антропогенного воздействия (например, выше по течению рек).

Параметры мониторинга в указанных зонах имеют стохастическую природу, т.е. случайны либо во времени, либо в пространстве. Поэтому в условиях сокращения количества наблюдательных постов, станций, створов имеет смысл определить типичные, для данного места наблюдения, участки, чтобы можно было распространить эти результаты на другие территории. Методология определения типичности сложных природных объектов, характеризуемых стохастическими параметрами, была разработана в Проблемной лаборатории МГМИ (Шабанов, 1971; 1973).

Итак, далеко не всегда имеется информация обо всех участках водной системы, которая включает в себя водный объект и его водосборную площадь.

Поэтому, проводя мониторинг на конкретном участке данной системы, целесообразно иметь возможность распространить полученные на нем результаты на другие участки, для которых он является типичным. Эту процедуру можно выполнить, если количественно установить типичность отдельных участков относительно «эталонного». Типизация может быть выполнена на основе некоторой математической модели количественной классификации. Один из вариантов такой модели был разработан для таких сложных природно-технических систем, какими являются объекты мелиорации, находящиеся на водосборе реки (Шабанов, 1971). При классификации типичных участков водного объекта, необходимо соблюдать определенные требования. Так, классификационные признаки должны иметь следующие свойства:

- 1) математическая структура, адекватна структуре объекта, т.е. описываются стохастическими закономерностями;
- 2) обладать устойчивостью характеристик при повторном измерении и однозначностью;
- 3) иметь разную степень значимости для принятия решения;
- 4) количество признаков должно быть минимально для данной классификации.

Выбранные признаки создают N -мерное пространство, в котором выделяется N -мерная область классового эталона. За эталон предлагается принять множество, обладающее перечисленными свойствами $\{\varphi'; \varphi'' \dots \varphi^n\}$, в пространстве признаков, заданное формальным правилом (характеристическим свойством), определяющим принадлежность природного (в том числе и водного) объекта t к множеству.

В связи с тем, что любой объект может быть задан различными характеристическими свойствами, каждая классификация индивидуальна.

Эталоном для данного класса объектов водных систем предлагается называть множество объектов, обладающее тем свойством, что при наложении

(применении на них) одинаковых управлений создаются условия равной степени точности по заданному множеству факторов, т.е.

$$M = \{m: S(U) = const\}$$

Одной из наиболее ответственных процедур является процедура формирования эталона. В целях достижения однозначности построения эталона он должен формироваться с учетом следующих требований:

1. Эталоны в пространстве признаков не должны пересекаться. Это означает, что существует некоторое минимальное расстояние в заранее выбранной метрике между двумя классовыми эталонами, которые для всех N -координат остается больше наперед заданной величины точности классификации.

2. Эталон должен иметь минимальный размер в пространстве признаков, позволяющий правильно производить классификацию, т.е. подмножества, составляющие эталон не должны быть пустыми.

3. Граница эталона определяется как геометрическое место точек, где мера принадлежности отличается от нуля на величину ошибки классификации.

В случае, если все признаки равноценны, то меру принадлежности k -го объекта к s -му эталону в пространстве признаков можно определить по зависимости:

$$P[(\varphi_1 \subset S) \wedge (\varphi_2 \subset S) \wedge \dots \wedge (\varphi_n \subset S_n)] = \prod_{i=1}^n (\varphi_i \subset S) \quad (1 \text{ П7})$$

где \wedge - обозначения конъюнкции и \subset знак принадлежности к множеству соответственно.

Учет признаков второго порядка в математической модели можно записать в виде:

$$P\{\wedge[\vee(\varphi \subset S)]\} = \prod_{i=1}^m \left\{ P_k \left[1 - \prod_{k=1}^m (1 - P_n) \right] \right\} \quad (2 \text{ П7})$$

где \vee - операция логического сложения (дизъюнкция), m - количество признаков, k - номера признаков первого порядка, n - номера признаков второго порядка.

Для нормального закона распределения признаков, выражение (2 П7) можно записать в виде комбинаций вероятности. Так, вероятность принадлежности к условному эталону может быть записана в явном виде:

$$P = \prod_{i=1}^m \left\{ P_k \left[1 - \prod_{k+1}^m (1 - P_n) \right] \right\} \quad (3 \text{ П7})$$

Значения P_k и P_n вычисляются по формуле

$$P_{k;n} = \Phi^* \left(\frac{S'' - \varpi}{\sigma_w} \right) - \Phi^* \left(\frac{S' - \varpi}{\sigma_w} \right),$$

где S'' - верхняя граница эталонного диапазона, S' - нижняя граница эталонного диапазона, ϖ - центр распределения признака, σ_w - среднее квадратическое отклонение.

В первом приближении можно предположить, что $S'_i = \varpi_i - 3\sigma_{w_i}$ и $S''_i = \varpi_i + 3\sigma_{w_i}$. При отклонении закона распределения от нормального может быть использован графоаналитический метод, разработанный в (Шабанов, 1973).

Наблюдения, проведенные в типичных зонах, должны содержать информацию, позволяющую:

- Выявить влияние антропогенного воздействия (сосредоточенного и рассредоточенного, прямого или косвенного) и природных изменений, происходящих в окружающей среде. В этом случае необходимы наблюдения в источниках воздействия, в створах выше и ниже мест их влияния на реку.
- Проводить оценку и прогноз изменений состояния природной среды в целом и отдельных её компонентов. В данном случае появляется необходимость получения сведений о естественном (фоновом) состоянии водных объектов и их состоянии с учетом оказываемого влияния.

Створы наблюдения устанавливаются в местах:

- отсутствия прямого и косвенного антропогенного влияния (или косвенное воздействие незначительно) – фоновые створы;
- проявления процессов естественного или антропогенного происхождения (оползни, сели, подтопление, эрозия и др.);
- регламентируемых потребностями планирования использования водных ресурсов (Методика.., 2007).

Получаемые в створах данные должны позволять формировать многолетние ряды контролируемых параметров водных объектов. В этом случае учитывается использование расчетных методов (особенно для неконтролируемых постоянными наблюдениями типичных створов), в том числе методом аналогии на фоне районирования территории.

Районирование проводится, например, на основе типизации основных параметров (гидрологических, гидрохимических) и условий формирования водных объектов.

Выбор места сетевых наблюдений за деформациями речных русел зависит от многих причин и их следует выбирать в следующих местах:

- подверженных начальным стадиям переформирования русла (дна и берегов), чтобы проследить динамику процесса или наметить мероприятия необходимые для стабилизации положения русла, если это грозит какими-нибудь ущербами;
- ожидаемого переформирования русла, координаты которых могут быть получены по результатам моделирования русловых процессов. Места ожидаемого переформирования русла могут быть выявлены и на основании связи между деятельностью в бассейне и переформированием русла в реке-аналоге.

Методика оценки частоты наблюдений (нормативная и с учетом скорости изменения процесса).

Частота наблюдений зависит от физической сущности процесса и назначается исходя из частоты естественных фаз «жизни» реки и частоты антропогенного вмешательства в природный режим водного объекта.

Исходя из природного ритма изменения стока обязательными моментами измерения являются «моменты» прохождения паводков и ливней.

Вместе с тем при любом антропогенном воздействии, которое может повлечь за собой изменение русла, назначаются дополнительные измерения, частота которых определяется скоростью «затухания процесса», вызванного антропогенным воздействием.

Место (зона) измерений назначается на наиболее «уязвимом» участке водного объекта, положение которого определяется на основании результатов моделирования процессов изменения русла.

Вместе с тем, частота наблюдений, при прочих равных условиях, зависит от характера случайного процесса или, при фиксированном времени, от закона распределения случайной величины.

Методика оценки точности наблюдений (дистанционные методы, непосредственные наблюдения).

В связи с тем, что наблюдения должны быть максимально стандартизированы, точность их может быть принята по рекомендациям Всемирной метеорологической организацией (табл.).

Таблица

**Точность измерения гидрологических параметров,
рекомендованная (ВМО)**

Гидрологические переменные	Рекомендуемая точность
Осадки (сумма и форма)	3-7%
Интенсивность осадков	1 мм/час
Высота снега (в точке)	1 см при высоте менее 20 см и 10% при высоте более 20 см
Водность снега	2,5-10%

Испарение (в точке)	2-5%, 0,5 мм
Скорость ветра	0,5 м/сек
Уровень воды	10-20 мм
Высота волны	10%
Глубина воды	0,1 м, 2%
Ширина водной поверхности	0,5%
Скорость течения	2,5%
Расход воды	5%
Концентрация взвешенных наносов	10%
Сток наносов	10%
Сток донных наносов	25%
Мутность	5-10%
Толщина льда	1,2 см, 5%
Покрытость льдом	5% для 20 кг/м ³
Влажность почвы	5%

Такой подход позволяет разрабатывать оптимальную систему управления на основе минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абакумов В.А., Сущеня Л.М. Гидробиологический мониторинг пресноводных экосистем и пути его совершенствования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: Труды международного симпозиума. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 41-51.
2. Белоусова Н.В., Зенин А.А. Гидрохимический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 239.
3. Временная инструкция по определению некоторых загрязняющих веществ в донных отложениях и в воде. М.: Изд-во ГУГМС, 1972. С. 57.
4. Временные методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды и грунта на химический и гидробиологический анализ и проведение анализа первого дня. М.: Гидрометеиздат, 1983. С. 27.
5. ВСН 163-83-«Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов)».
6. Гончаренко А. Использование ресурсов трансграничных вод: состояние и перспективы // Мировая экономика и международные отношения. 2002. № 5. С. 83-91.
7. Данилов-Данильян В.И., Иванков С.А., Хранович И.Л. Согласование стратегий использования трансграничных водных ресурсов // Экономика и математические методы. Москва: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2010. Т. 46. № 2. С. 49-59.
8. Жигальский О.А. Экологическое нормирование антропогенных нагрузок // Тез. докл. 3 Междунар. конф. «Освоение Севера и пробл. Рекультивации». Сыктывкар, 1997. С. 73-75.
9. Комплексное использование водных ресурсов и охрана природы: Учебник; Под ред. В.В. Шабанова. М.: Колос, 1994. С. 316.

10. Концепция Федеральной целевой программы «развитие водохозяйственного комплекса российской Федерации в 2012-2020 годах».
11. Максимов В.Н. Проблемы комплексной оценки качества природных вод (экологические аспекты) // Гидробиол. журн. № 3. 1991. № 8-13.
12. Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов. МПР России. 2007. С. 47.
13. Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов. МПР России. 2007.
14. Методические рекомендации по дистанционным методам контроля качества поверхностных вод суши. Вып. 1. Подготовка и проведение экспрессной гидрохимической съемки. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 32 с.
15. Методические рекомендации по размещению сети пунктов наблюдений на реках, озерах и водохранилищах. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 73 с. Методические рекомендации УГКС по сетевым русловым наблюдениям. Ленинград: Гидрометеиздат, 1981. 17. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Вып. 2 / Под ред. В.А. Брызгалю, Т.А. Хоружей. Л., 1989. 276 с.
18. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: «Мысль», 1990. С. 639.
19. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 2. Ч. II. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 264 с.
20. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 383 с.
21. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 7. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 475 с.
22. Никаноров А.М., Назарова А.А. Гарантии и контроль качества в системе мониторинга поверхностных вод суши. СПб.: Гидрометеиздат, 1996. 139 с.

23. Николаев С.Г. Биоиндикация уровней загрязнения водотоков. Госкомгидромет, 1992. С. 18.
24. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействий вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / Росрыбвод. М., 1995. С. 220.
25. Петин В.Г., Жураковская Г.П., Пантюхина А.Г., Рассохина А.В. Малые дозы и проблемы синергического взаимодействия факторов окружающей среды // Радиационная биология. 1999. 39. № 1. С. 113-126.
26. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения) / Госкомприрода СССР. М., 1991. С. 34.
27. РД 52.24.508-96. Руководящий документ: Методические указания «Организация и функционирование подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод суши». Дата введения: 1999-04-01.
28. Рекомендации по использованию аэрокосмической информации при изучении руслового процесса. ГГИ. Одобрены Методической комиссией Государственного гидрологического института по приборам и методам получения и переработки гидрологической информации (22 ноября 1984 г.) Л.: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1985: Отв. ред.: канд. геогр. наук В.Ф. Усачев.
29. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 318 с.
30. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 534 с.
31. Рыбкин С.И. К вопросу о закономерностях движения воды в реках и каналах // Инженерный сборник. Т. XII, М.: Изд-во Института механики АН СССР, 1952.
32. Рыбкин С.И. Морфометрическая классификация рек // Метеорология и гидрология. № 4. 1947. С. 46-52
33. СНИП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

34. СП 11-103-97 Свод правил «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства». Дата введения: 1997-08-15.
35. Трансграничное водное сотрудничество в новых независимых государствах. Европейская экономическая комиссия ООН. Региональный Европейский офис программы ООН по окружающей среде. Министерство природных ресурсов РФ. Агентство по охране окружающей среды Швейцарии. Агентство экологических оценок «Экотерра». Москва-Женева, 2003. 60 с.
36. Федоров В.Д. Устойчивость экологических систем и ее измерение // Изв. АН СССР. Сер. Биол. № 3. 1974. С. 402-415.
37. Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. С. 276.
38. Шабанов В.В. Биоклиматическое обоснование мелиораций. Гидрометеиздат, 1973. С. 292.
39. Шабанов В.В. Типизация объектов с.-х. мелиорации // Вестник с.-х. науки № 1. 1971. С. 8.
40. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Эколого-водохозяйственная оценка водных объектов. М.: МГУП, 2009. С. 154.
41. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Метод оценки качества вод и состояния водных экосистем в схемах КИОВР. Москов. гос. ун-т. природообустройства. Деп. В ВИНТИ 06.11.07. Москва, 2007. С. 81.
42. Шабанов В.В., Некоторые задачи многофакторной количественной классификации мелиоративных объектов // Режим осушения и методика полевых научных исследований. Сб. 1971. С. 8.

Научное издание

Шабанов Виталий Владимирович'

Маркин Вячеслав Николаевич

**Ведение мониторинга водных объектов
в современных условиях**

Монография

Редактор А.А. Боркова

Компьютерная верстка, оригинал-макет – *М.В. Васильева*

Обложка – *М.В. Васильева*

Подписано в печать 17.03.2015 г. Формат 60x84 ¹/₁₆
Усл. печ. л. 9,5. Уч.-изд. 10. Тираж 100 экз. Зак. 419.

Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44
Тел. 977-00-12, 977-26-90, 977-46-64