

УДК 556.55

*А.Ш. Хабидов, К.В. Марусин, Е.А. Федорова, А.Л. Хомчановский,
А.А. Лыгин, Ан.А. Лыгин*

Организация мониторинга береговой зоны и дна Новосибирского водохранилища*

*A.Sh. Khabidov, K.V. Marusin, E.A. Fedorova, A.L. Khomchanovsky,
A.A. Lygin, An.A. Lygin*

Monitoring of the Novosibirsk Reservoir's Shores and Bottom Morphology

На примере Новосибирского водохранилища рассмотрен прототип системы мониторинга берегов и дна крупных искусственных водоемов федерального подчинения.

Ключевые слова: Новосибирское водохранилище, берега водоема, ложе водоема, мониторинг берегов и дна.

The prototype of the monitoring system of coastal zone and offshore area of large man-made lakes of federal importance is considered by an example of the Novosibirsk Reservoir.

Key words: Novosibirsk Reservoir, the man-made lake shores and bottom morphology, shores and bottom monitoring.

Введение. Создание водохранилищ влечет за собой преобразование ландшафтов бассейнов рек и естественных озер со многими негативными последствиями, в числе которых наиболее опасным является разрушение берегов искусственных водоемов [1]. В связи с этим возникает необходимость контроля за состоянием берегов искусственных водоемов, прогнозирования опасных природных явлений, разработки и внедрения эффективных методов предупреждения или смягчения их последствий.

Современный подход к мониторингу берегов и дна водных объектов России. В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2007 г. №219 «Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов» мониторинг представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов, находящихся в федеральной собственности, в собственности субъектов РФ, муниципальных образований, юридических и физических лиц. При этом одними из основных целей государственного мониторинга водных объектов должны стать мониторинг дна, берегов водных объектов и наблюдение за состоянием возведенных в береговой зоне гидротехнических сооружений.

Изменения состояния берегов и дна водохранилищ главным образом обусловлены деятельностью экзогенных процессов волновой и неволновой природы [2; 3].

Нормативную основу мониторинга состояния берегов водоемов данного типа сегодня составляют ГОСТ Р 22.1.06-99 «Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов» и утвержденные 26 июля 2000 г. МПР РФ «Методические рекомендации по составлению и ведению реестра наблюдательной сети мониторинга экзогенных геологических процессов». Однако в указанных документах не рассматриваются ни возможные подходы к оценке состояния берегов и ложа каких-либо гидрографических единиц, ни состав наблюдаемых параметров. Поэтому результаты проводимых Центром государственного мониторинга состояния недр (www.geomonitoring.ru/index.html) наблюдений за изменением состояния берегов водных объектов России представляют собой качественную оценку современного состояния их берегов, исключая возможность достижения сформулированных в «Положении об осуществлении государственного мониторинга водных объектов» целей.

Мониторинг состояния ложа каких-либо гидрографических единиц до сих пор нормативными документами не регламентируется и не проводится.

Альтернативный вариант организации мониторинга берегов и дна водных объектов. В рамках проекта «Разработка технологии создания автоматизированной информационной системы мониторинга состояния береговых зон морей и внутренних водоемов Российской Федерации» (государственный

* Работа выполнена в рамках мероприятия 1.5 Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» в соответствии с государственным контрактом №16.515.11.5075.

контракт №16.515.11.5075) нами на примере Новосибирского водохранилища апробируется альтернативный подход к организации мониторинга его берегов и дна.

Созданное в 1957–1959 гг. Новосибирское водохранилище относится к числу широко распространенных в России искусственных водоемов – долинных водохранилищ низменных равнин и невысоких плато. Наблюдения за рельефообразующими процессами на водохранилищах этого типа [3] позволили нам выделить в их котловинах динамические обстановки рельефообразования и осадконакопления (области) преимущественно волнового и флювиального морфолитогенеза, а также переходную между ними зону.

Область преимущественно флювиального морфолитогенеза Новосибирского водохранилища характеризуется значительной скоростью неволновой природы течений (стоковых/проточных), пренебрежимо малыми волновыми нагрузками на берега и представляет собой аналог естественных речных дельт – дельт выполнения. В *области переходного типа* происходит замещение дельтовых субобстановок обстановками мелководного водоема, благодаря чему формирование рельефа в основном обусловлено совместным действием ветровых волн и проточных течений. Однако, как и на других крупных искусственных водоемах [2], наиболее представительна по площади акватории и протяженности береговой линии *область преимущественно волнового морфолитогенеза* Новосибирского водохранилища. Здесь ведущую роль в процессах рельефообразования и осадконакопления играют волновые процессы, следствием чего является высокая скорость разрушения берегов (за 50 лет нормальной эксплуатации гидроузла они отступили на расстояние до 535 м), многократно превышающая скорость отступления береговой линии в других областях морфолитогенеза.

Иная ситуация складывается с накоплением твердого стока Оби, который происходит главным образом в области преимущественно флювиального морфолитогенеза. Значительная часть этого материала расходуется на образование новых островов и выдвижение береговой линии: за период нормальной эксплуатации Новосибирского водохранилища количество островов здесь возросло с 257 до 272, а их суммарная площадь изменилась с 43,330 до 68,233 км². В области с господствующей ролью ветрового волнения число островов, напротив, сократилось с 231 (площадь 19,321 км²) до 133 (площадь 13,510 км²). Соответственно изменялась и площадь территорий, утраченных в результате размыва берегов водохранилища. В границах области преимущественно флювиального морфолитогенеза она составила 1,301 км², в переходной области также превысила 1 км², тогда как в области преимущественно волнового морфолитогенеза достигла 28,786 км².

Крупнозернистые продукты (главным образом песчаные разности) размыва берегов составляют основную часть наносов береговой зоны, а тонкозернистый материал выводится за ее пределы и накапливается на ложе водоема. В результате за последние 50 лет средняя глубина Новосибирского водохранилища снизилась на 12,32%, а полный объем котловины водоема сократился на 11,59%.

Организация мониторинга берегов Новосибирского водохранилища. Как и берега всех крупных водохранилищ низменных равнин и невысоких плато, берега рассматриваемого водоема на большей части своей протяженности в геоморфологическом отношении подобны берегам внутренних морей [3]. Поэтому при развешивании опорных разрезов во внимание прежде всего необходимо принимать основные положения учения о развитии морских берегов [4], что и было сделано нами на Новосибирском водохранилище, где в 2008–2009 гг. мы заложили 50 разрезов (рис. 1).

Следуя [3; 4] и другим предложениям, наблюдаемыми параметрами на опорных разрезах должны стать колебания уровня невозмущенной водной поверхности, скорость и направление ветра, параметры ветровых волн, скорость течений, концентрация взвешенных наносов в охваченной волнением толще воды, изменения рельефа дна, протяженность и высота берегового уступа, подвергшегося размыву, средняя скорость отступления береговой линии и объем размывных пород за год, месяц и/или в шторм. Поскольку поступление продуктов размыва берегов может оказать неблагоприятное воздействие на качество прибрежных вод [5], состав наблюдений было решено дополнить контролем их состояния.

Для получения оперативных данных о состоянии водной среды создана мобильная платформа, в устройстве которой применены современные технические средства для определения ее местоположения и измерения параметров состояния природной среды в прибрежной зоне водоема: температуры воды, параметров ветровых волн, скорости (трех составляющих результирующего потока) и направления течений, концентрации взвешенных наносов, рН воды, содержания растворенного кислорода, содержания биогенных веществ в воде и других ее характеристик; измерение этих параметров осуществляется синхронно с работой устанавливаемой на изучаемых участках побережья метеостанции, позволяющей регистрировать скорость и направление ветра в приземном слое атмосферы. В контексте решаемых задач параллельно наблюдениям за состоянием водной среды на акватории водоема проводятся детальные промерно-грунтовые работы (в которых используется совмещенный с GPS-приемником навигационный эхолот), отбор проб грунта, а на побережье, на пляжах и в приурезовой полосе водохранилища – крупномасштабные топографические съемки.

Перечисленные средства измерений образуют единый автоматизированный измерительный комплекс (рис. 2), в полевых условиях поддерживаемый промышленным защищенным планшетным компьютером TS-006 «Гранат». Компьютер «Гранат» использует программные продукты семейства ArcGIS и их прило-

жения, которые обеспечивают интеграцию данных из локальных (данные наблюдений при осуществлении мониторинга состояния береговой зоны) и удаленных источников, с доступом к удаленным источникам через Web-сервер, а также оперативную работу клиентских приложений.

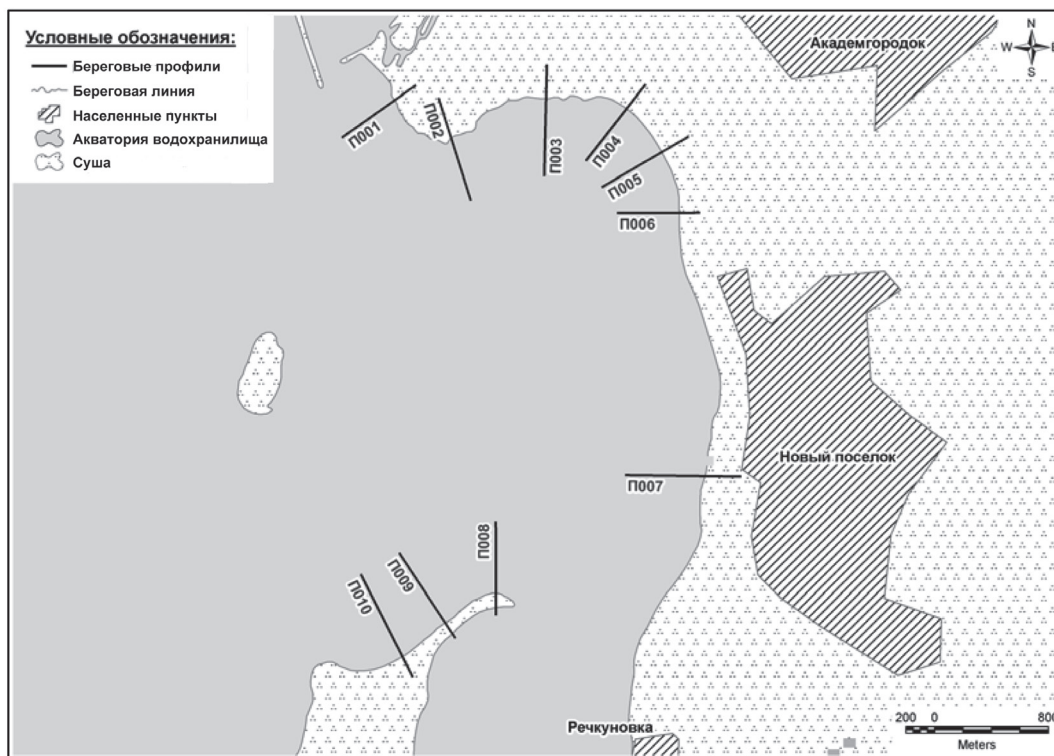


Рис. 1. Фрагмент карты-схемы размещения опорных разрезов системы мониторинга состояния берегов Новосибирского водохранилища

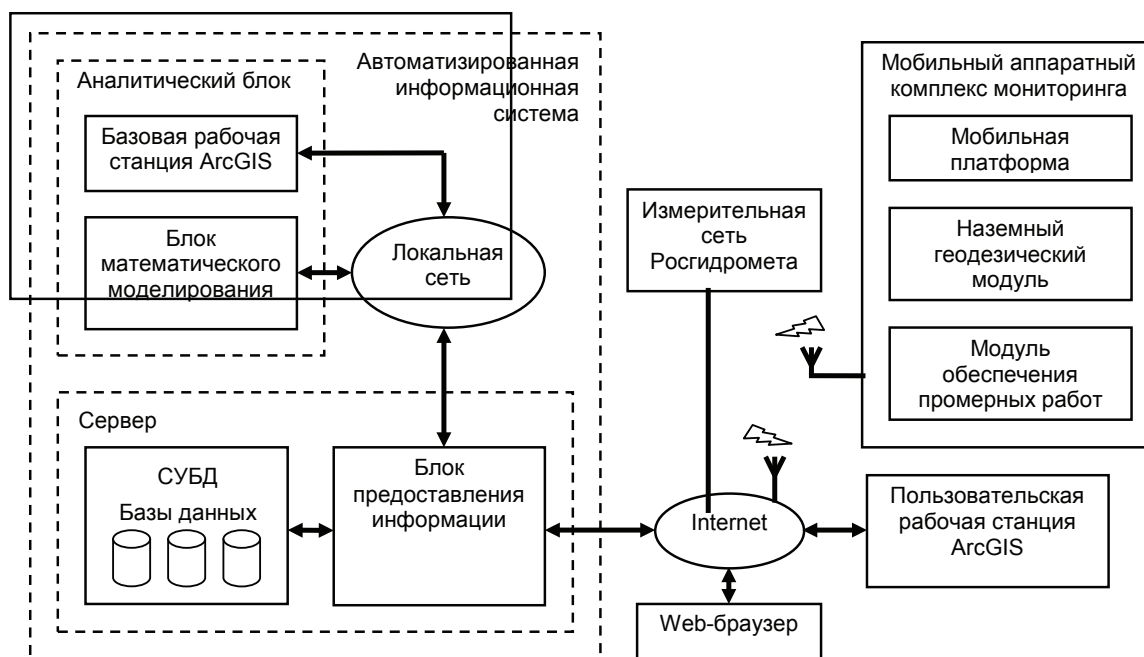


Рис. 2. Принципиальная схема автоматизированной системы мониторинга берегов и дна водоемов

Организация мониторинга дна Новосибирского водохранилища. Проект мониторинга состояния дна Новосибирского водохранилища базируется на батиметрических картах и цифровых моделях рельефа котловины водоема масштаба 1:25000 (основная акватория водоема) и 1:10000 (мелководные области водоема), построенных по результатам измерений глубины в 862267 точках с определенными географическими координатами. В результате были выявлены основные морфометрические характеристики водохранилища: объем при НПУ 113,5 м БС в настоящее время составляет 7,78 км³, площадь – 1081,79 км², в том числе площадь мелководий – 228,16 км², средняя ширина – 5,90 км, максимальная ширина –

22,00 км, длина по судовому ходу – 183,40 км, средняя глубина – 7,19 м, максимальная глубина – 24,20 м, количество островов – 406, площадь островов – 87,35 км², протяженность береговой линии (коренной берег) – 725,64 км. В дальнейшем промерные работы будут проводиться на 21 поперечном профиле (рис. 3), размещение которых учитывает особенности строения и плановых очертаний котловины, а также особенности протекающих на Новосибирском водохранилище процессов морфолитогеоза [3]. При ведении мониторинга дна контролируемый по результатам промерных работ параметр – изменение глубины водоема в точках с заданными географическими координатами.

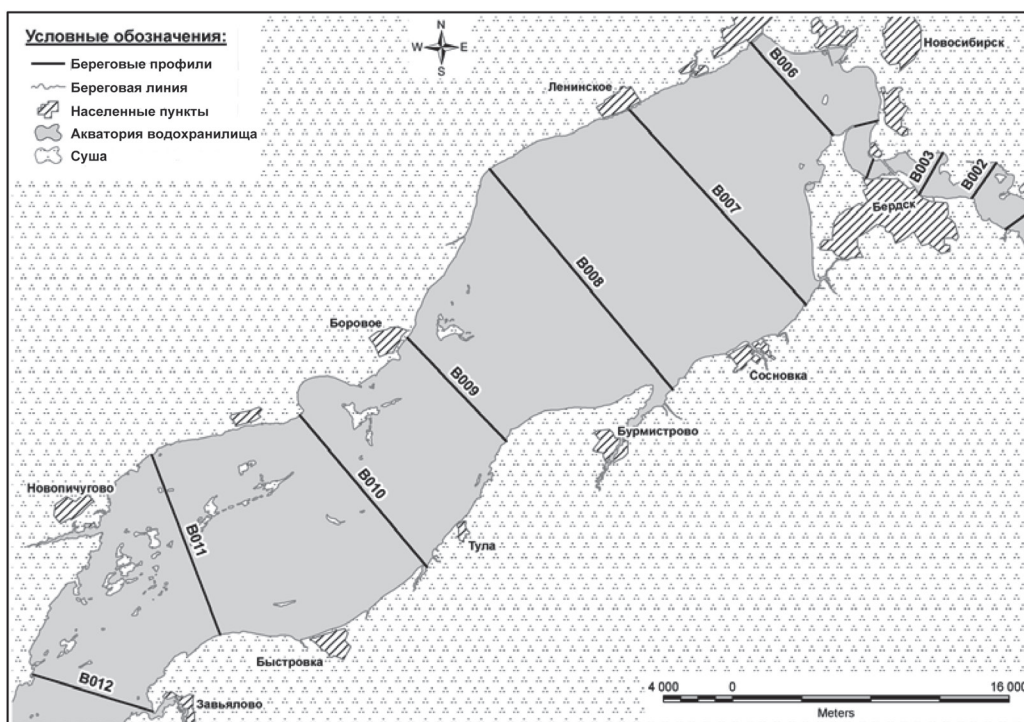


Рис. 3. Фрагмент карты-схемы размещения профилей системы мониторинга дна Новосибирского водохранилища

Заключение

1. До настоящего времени концепция мониторинга берегов и дна внутренних водоемов России не создана, отсутствует методика сбора, обработки и хранения информации, равно как нет рекомендаций по оперативному, средне- и долгосрочному прогнозированию береговых процессов на водохранилищах. В связи с этим ИВЭП СО РАН разрабатывается система мониторинга берегов и дна искусственных водоемов, апробируемая на Новосибирском водохранилище.

2. Ведение мониторинга состояния берегов Новосибирского водохранилища и программное обеспечение, используемое для анализа накапливаемых данных, позволяют составлять как оперативные, так и средне-, долгосрочные прогнозы их развития

и соответственно определять риск превышения контролируемых параметров в зависимости не только от степени активности протекающих в береговой зоне природных процессов, но и от масштабов и характера антропогенных нагрузок.

3. Анализ ЦМР котловины Новосибирского водохранилища и материалов мониторинга его дна дает возможность оценивать изменения морфометрических характеристик котловины водоема и использовать полученные данные для решения широкого круга прикладных задач, включая задачи управления водными ресурсами.

4. Система мониторинга берегов и дна Новосибирского водохранилища может стать прототипом аналогичных систем, намеченных к развертыванию на других искусственных водоемах России.

Библиографический список

1. Природные опасности России. Экзогенные геологические процессы / под ред. В.М. Кутелова, А.И. Шеко. – М., 2002. – Т. 3.
2. Хабидов А.Ш., Жиндарев Л.А., Тризно А.К. Динамические обстановки рельефообразования и осадконакопления береговой зоны крупных водохранилищ. – Новосибирск, 1999.
3. Хабидов А.Ш., Леонтьев И.О., Марусин К.В. и др. Управление состоянием берегов водохранилищ. – Новосибирск, 2009.
4. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. – М., 1962.
5. Guidance specifying management measures for sources of nonpoint pollution in coastal waters // Chapter I. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, Office of Water, 1990.