

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ И АКВАТОРИИ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С. П. Казьмин, О. В. Климов, Ю. В. Матвеева

*Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Россия*

*Поступила в редакцию 12 июля 2011 г.*

**Аннотация:** Приведены масштабы освоения водосборной территории и результаты батиметрической съемки акватории Беловского водохранилища. Дана оценка геоэкологического состояния береговой зоны по степени благоприятности, выявлены участки техногенного загрязнения прибрежной части акватории.

**Ключевые слова:** переработка берегов, сток, рельеф дна, изобаты, ландшафт, техногенное загрязнение.

**Abstract:** The scales of development of the catchment area and the results of bathymetric survey of the Belovskoye reservoir area have been presented. The geoecological condition of the coastal zone in depending on the favourable conditions has been estimated. The areas of man-made pollution of coastal waters have been revealed.

**Key words:** recycling banks, runoff, bottom contour, depth contours, landscape, man-made pollution.

Беловское водохранилище руслового типа было создано в 1964 году в долине р. Ини, между отрогами Кузнецкого Алатау и Салаирского горного кряжа. Водоем сезонного регулирования образован подпорными гидросооружениями Беловской ГРЭС, расположенными у с. Коротково Беловского района Кемеровской области в 547 км от устья реки. Длина водохранилища по руслу достигает 19 км, средняя ширина около 1 км. Площадь водосбора в створе гидроузла ГРЭС составляет 1970 км<sup>2</sup>.

Водные ресурсы водоема и его береговая зона используются комплексно для водоснабжения населения и промпредприятий пос. Инской и г. Белово, при поливах прилегающих сельскохозяйственных угодий, в рыбохозяйственных и рекреационных целях. Ограничений водопользования нет. На берегах расположены базы отдыха предприятий и организаций, частных лиц.

В настоящее время водосборная территория и акватория водохранилища испытывают разнообразные техногенные воздействия на естественную природную среду. Это вызывает порой весьма негативные последствия. Каждый из антропогенных факторов влияет на экологическую обстановку как независимо от других, так и в определенной взаимосвязи с ними. Техногенные нагрузки на природ-

ные комплексы и экосистемы приводят к явному ухудшению их экологического состояния.

В 2010 г. лабораторией прикладной экологии и климата «СибНИГМИ» (г. Новосибирск) по заявке Беловской ГРЭС Кузбасского филиала ОАО «Кузбассэнерго», как водопользователя, с целью оценки экологической ситуации, выявления и установления характера влияния техногенных объектов на береговую зону и акваторию водохранилища были проведены геоэкологические исследования.

### Методика и результаты исследований

Исследования, полученные в результате совмещения дистанционного зондирования земной поверхности, топокарт различного масштаба [2] и необходимого комплекса полевых работ позволили оценить пространственные масштабы урбанизации, промышленного и агропромышленного освоения водосборной площади.

Водосборный бассейн включает долину реки Иня и сопряженную с ней слева плоскостную слаборасчлененную аккумулятивную равнину, а справа расчлененную аккумулятивно-денудационную поверхность, где размещены техногенные системы и промышленные, сельскохозяйственные, энергетические, транспортно-коммуникационные и рекреационные объекты.

На левобережье водоема в пределах Бачат-Инского междуречья сосредоточены Беловская ГРЭС,

коммунальное хозяйство, транспортная сеть, свалки бытовых и промышленных отходов и прочие объекты. Наиболее крупным промышленным техногенным объектом, примыкающим к водохранилищу, является Беловская ГРЭС. Предприятие базируется в пос. Инской (в 8 км к северо-востоку от г. Белово) на двух промплощадках.

Размещение вскрышных грунтов в отвалах вызывают нарушения значительных площадей. Непосредственно на поверхности угольных разрезов, гидроотвалов происходят процессы пылеобразования и окисления. Это приводит к загрязнению атмосферы, почвогрунтов, поверхностных и подземных вод. Транспортно-коммуникационные линейные объекты (автомобильная магистральная дорога по насыпям, линии электропередач) оказывают влияние в зоне до 300 м по обе стороны системы в зависимости от ширины коридора. Их прокладка изменила режим поверхностного и грунтового стоков. Для поддержания природного (экологического) равновесия вдоль основных автодорог высажены защитные лесополосы. Наиболее выположенные участки, где сосредоточены основные массивы черноземов, распаханы. Глубокая вспашка полей без учета особенностей естественного рельефа привела к эрозии почвы, изменению направлений потоков поверхностных вод. Для защиты распаханых территорий от ветровой и водной эрозии на обрабатываемых землях левобережья размещены лесополосы.

На правобережье водохранилища основным антропогенным фактором, воздействующим на экологическую ситуацию, является сельское хозяйство. Загрязнение компонентов природной среды носит, как правило, локальный характер и достаточно четко контролируется нарушениями режимов природопользования (нарушения складирования ГСМ, удобрений, ядохимикатов, неорганизованные свалки, сплошная вспашка и т.д.). В качестве сенокосов и пастбищ используются естественные понижения (лога, балки и т.д.), леса. Немаловажную роль на нарушение экологического равновесия и на состояние компонентов природной среды, особенно режим и состав поверхностных и подземных вод, играют несакционированные лесные вырубки, приводящие к обезлесению территории.

Поверхностные и подземные воды загрязнены нитратами, аммонием, пестицидами, фосфатами, калием, местами тяжелыми металлами и нефтепродуктами.

Прибрежная полоса левобережья между отводящим каналом и водохранилищем используется как зона отдыха. Здесь расположены городской пляж, спасательная станция, парусный яхт-клуб, сады. На правом берегу водохранилища расположены зоны и базы отдыха.

По интенсивности нарушения природной среды [6] выделяются следующие техногенные объекты и системы:

а) интенсивного нарушения (практически все элементы природного ландшафта изменены на 70-80% и более) – Беловская ГРЭС; угольный разрез; отвал; гидроотвал; отстойник; промышленные зоны; селитебные зоны; автомагистрали; автомагистрали по насыпям; насыпи.

б) средней степени нарушения (нарушен только растительный покров) – распаханые поля; плодотомники; коллективные сады; сбросной канал ГРЭС; автомобильные дороги с покрытием; автомобильные дороги с покрытием по насыпям; улучшенные грунтовые дороги; улучшенные грунтовые дороги по насыпям; железные дороги.

в) малой степени нарушения (растительный покров нарушен менее, чем на 50%) – рекреационные зоны; луговые земли и пастбища; грунтовые проселочные дороги; полевые и лесные дороги; кладбища.

На водосборной территории Беловского водохранилища активно протекают экзогенные геологические процессы, а именно: боковая речная эрозия, оврагообразование, осыпи и обвалы, плоскостной смыв почвогрунтов на распаханых полях, суффозионно-просадочные блюдца на междуречьях, ветровая эрозия, заболачивание днищ просадочных понижений и зарастающих балок.

Образование Беловского водохранилища активизировало размыв берегов.

Основным фактором, генерирующим размыв береговых склонов, являются ветровые волны. Под их воздействием происходит деформация береговой линии и формирование новых контуров берегов, образование береговой отмели и мелководных участков на акватории водоема в результате переноса продуктов переработки надводных и подводных береговых склонов от зон размыва к местам их аккумуляции. Кроме продуктов переработки берегов на дне водохранилища осаждается значительная часть твердого стока, поступающего с водосборного бассейна.

Для мониторинга береговой зоны важно знать состояние береговой линии на момент начала ис-

следований. При проведении полевых работ в июле 2010 г. было заложено 5 профилей (по два в нижней и средней зонах, и один в верхней зоне водохранилища). Профили закладывались на основе обследования берегов, при которых были выявлены участки наиболее интенсивной переработки берегов водоема для каждой зоны. Ежегодные количественные замеры смещения бровки берега на оборудованных реперами профилях дадут возможность составлять краткосрочный прогноз среднегодовой скорости (м/год) отступления береговой линии. Полученные данные будут свидетельствовать о прогрессирующем снижении или наоборот увеличении интенсивности абразии берегов. Это позволит выработать проведение оптимальных инженерных берегоукрепительных мероприятий – укладка бетонных плит, выполаживание откосов, лесопосадки, каменная наброска и т.д.

Современное состояние водной массы водоема определяется структурой исходных генетических типов вод формирующихся на водосборах и передвигающихся под влиянием силы тяжести (гравитации). Выделяется несколько генетически различных категорий гравитационных вод, влияющих на современное состояние водохранилища:

а) поверхностно-склоновые воды, стекающие по поверхности почвенного слоя водосбора и заканчивающиеся здесь формирование своего химического состава;

б) почвенно-поверхностные воды, стекающие по микропучковой сети и представляющие смесь поверхностно-склоновых вод и вод, дренирующихся из верхнего переувлажненного слоя почвы, формирование химического состава которых заканчивается на поверхности и в самом верхнем слое почвенного покрова;

в) почвенно-грунтовые воды, дренируемые р. Иня и водохранилищем из временных слабодоносных горизонтов, образующихся во время обильного увлажнения водосборной площади талыми или дождевыми водами в почвенно-грунтовой толще, в которой и завершается формирование химического состава этих вод;

г) грунтовые воды, стекающие в речную сеть из постоянных водоносных горизонтов и формирующие свой химический состав в процессе просачивания через всю толщу почвогрунтов, расположенных в зоне аэрации.

Генетическая структура стока сильно изменяется в различные фазы водного режима и, как правило, в различные фазы преобладают воды одной из указанных категорий. На подъеме и пике поло-

водья доминируют быстро стекающие маломинерализованные талые воды, насыщающиеся взвешенными минеральными и органическими веществами природного и антропогенного происхождения, которые накопились за зиму в снежном покрове и в предзимье на поверхности природных ландшафтов и урбанизированных территорий. В это время русловая сеть водосбора получает наибольшее питание за счет талых вод, стекающих со склонов. В весенний период восстанавливаются запасы воды в почвенно-грунтовой толще. В период интенсивного снеготаяния часть талых вод стекает по поверхности склонов и по микропучковой сети в р. Иня, ее притоки и водохранилище, часть инфильтруется в почвенные грунты. Микропучковые воды имеют низкую минерализацию. В период половодья в водах водохранилища и его притоках происходит интенсивное поступление маломинерализованных снеговых вод, образующихся на водосборах при весеннем снеготаянии, в результате чего резко снижается минерализация водных масс в водоеме. Высоту весеннего половодья в притоках водохранилища, а также минерализацию и химический состав воды в водоеме определяет объем вод, поступающих с водосбора.

Чем резче выражены в водохранилище и его притоках внутригодовые колебания водности, тем сильнее различия химического состава и мутности весенних, летне-осенних и зимних водных масс. Объем образующихся на водосборе генетических типов вод ежегодно изменяется вследствие климатически обусловленных колебаний интенсивности разнообразных процессов формирования речного стока. Наименее подвержены таким колебаниям и изменению химического состава грунтовые воды, в то время как в многоводные фазы при увеличении гравитационного стока склоновых и почвенных вод в реке Иня и Беловском водоеме обычно снижается концентрация растворенных веществ и возрастает содержание взвесей. Тем не менее, величина стекающей с водой массы не только взвешенных, но и растворенных веществ, всегда больше в многоводные сезоны и годы, чем в маловодные. Эта природная закономерность может нарушиться лишь крупными аварийными сбросами загрязняющих веществ в водные объекты.

Для правильного истолкования исходного процесса формирования и непрерывного передвижения влаги в природных ландшафтах необходимо знать наиболее вероятные пути цикла миграции воды на рассматриваемой территории. На основе цифровой модели топоосновы Беловского водохра-

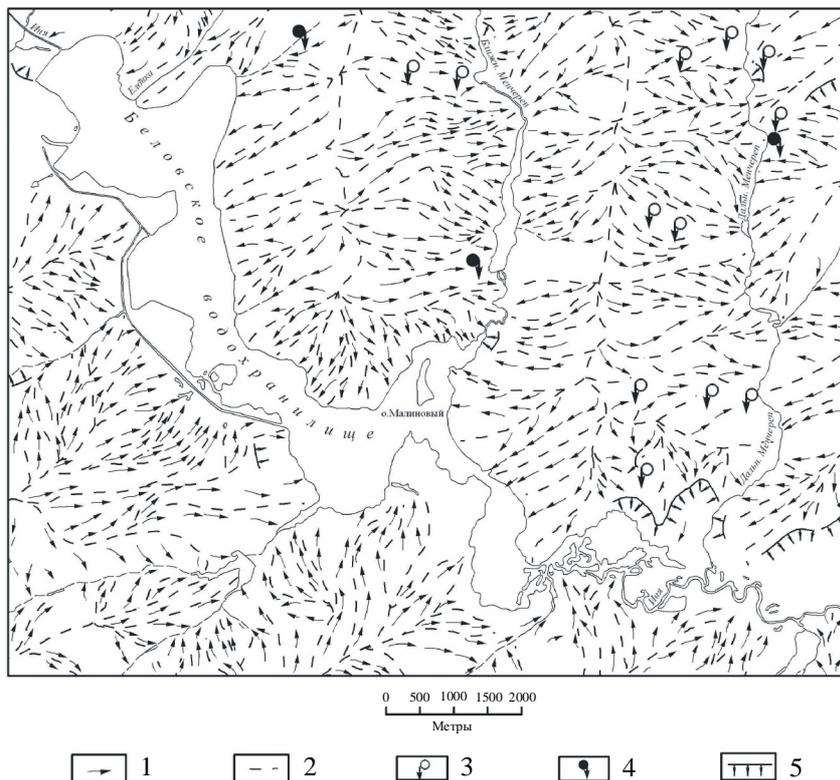


Рис. 1. Карта стока гравитационных вод:

1 – направление поверхностного стока гравитационных вод; 2 – линия местных водоразделов; 3 – разгрузка грунтовых вод на поверхности в виде мочажин; 4 – разгрузка грунтовых вод на поверхности в виде нисходящих родников; 5 – участки площадной разгрузки грунтовых вод на поверхности

нилища и прилегающей территории в масштабе 1 : 50000 (рис. 1) были выделены линии местных водоразделов, с учетом характерных для рассматриваемой площади типологических категорий ландшафтов (водотоков, тальвегов эрозионных форм, мелких ложбин). Линии водоразделов разбили рассматриваемую территорию на сеть элементарных бассейнов, с которых в местные водотоки и водохранилище стекают гравитационные воды, передвигающиеся под влиянием силы тяжести (грунтовые, внутрипочвенные, поверхностно-склоновые, почвенно-поверхностные, почвенно-грунтовые, микроручейковые). На карте направление поверхностного стока гравитационных вод отражено при помощи линий со стрелками.

Поступление грунтовых вод в водохранилище и его притоки составляет их подземное питание. В процессе обследования общего водосбора и дешифрирования аэрофотоснимков [5] с учетом топографической основы были выявлены участки площадной разгрузки грунтовых вод на поверхности в виде заболачивания земель, локальных мочажин и нисходящих родников. Участки и места разгрузки грунтовых вод, привязанных к координатной системе при помощи электронного навигатора GPSMAP 60CSx, показаны с помощью линий и немасштабных знаков.

Подземный сток является наиболее устойчивым источником питания водных объектов в наиболее маловодные периоды – в летнюю и зимнюю межень. В приходной части водного баланса подземное питание составляет заметную величину. Его доля для правобережья водосборной площади составляет до 15-20 %, для левобережья – до 10-15 % [1, 8].

Представленная карта стока гравитационных вод является необходимым исходным материалом для тематических карт, ориентированных на использование в решении задач природопользования в бассейне Беловского водохранилища. С ее помощью можно отследить миграцию загрязняющих веществ от вероятных источников загрязнения к области разгрузки в искусственный водоем.

С целью оценки современной структуры акватории водоема была проведена батиметрическая съемка рельефа дна. Работы сделаны в соответствии с «Правилами гидрографической службы. Съемка рельефа дна» [7]. Масштаб съемки опре-

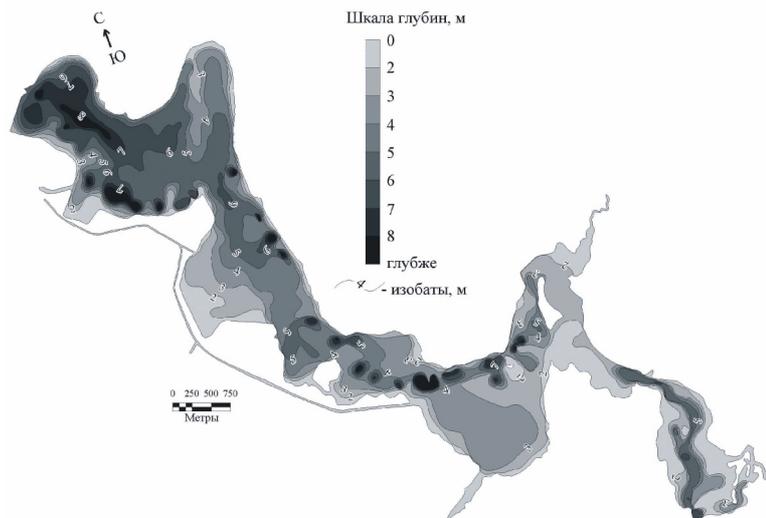


Рис. 2. Батиметрическая карта Беловского водохранилища

делялся площадью зеркала водохранилища. Так как площадь акватории при нормальном подпорном уровне (НПУ) по проектным данным составляет ~13,60 км<sup>2</sup>, то согласно Ведомственным строительным нормам (ВСН) [4] масштаб съемки – 1:25000.

С помощью навигационного эхолота Fishfinder 250, установленного на маломерном судне, были промерены глубины дна в 400 точках. Точки промера на профиле закладывались при спокойном рельефе дна на расстоянии ~250 м друг от друга. В расширенной глубоководной нижней зоне водоема, где отмечается перепад рельефа дна и выявлены отдельные локальные впадины, работы выполнены с детализацией (до 150 м между точками). Все маршрутные точки и треки привязаны к координатной сетке и переданы с устройства Garmin на электронные карты при помощи программы MapSource V.6.16.2.

Результаты съемки рельефа дна послужили исходным материалом для построения Батиметрической карты в масштабе 1:25000 с использованием программного пакета ArcInfo 9.3. База данных цифровой модели береговой линии и акватории водоема имеет координатную привязку, что позволяет увязывать акваторию при помощи программного обеспечения с космо- и аэрофотоснимками, топокартами и топопланами любого масштаба. На карте дано изображение подводного рельефа при помощи изобат (линий равных глубин). Сечение изобат проведено через 1 м, за исключением первой, проведенной через 2 м (рис. 2).

Беловское водохранилище относится к долинному типу, поэтому объем водной массы вычислялся методом призм по уравнению:

$$W = (f_0 + f_1) / 2 \times H_1 + (f_0 + f_1) / 2 \times H_2 + \dots + (f_{n-2} + f_{n-1}) / 2 \times H_{n-1} + (f_{n-1} + f_n) / 2 \times H_n,$$

где  $f_0$  – площадь зеркала водохранилища,  $f_1, f_2 \dots f_n$  – площади, ограниченные изобатами,  $H_1, H_2 \dots H_n$  – вертикальное расстояние между изобатами.

Исходные данные для расчета современного объема водной массы в Беловском водохранилище и выполненные расчеты представлены в таблице.

В результате выполненных расчетов установлено, что в настоящее время объем водной массы в Беловском водохранилище ( $W_\phi$ ) равен  $49,07 \times 10^6 \text{ м}^3$ .

Общий объем заиления ( $W_3$ ) водохранилища определяется как разность между проектным объемом водной массы ( $W_{пр}$ ) и объемом, вычисленным по данным батиметрической съемки ( $W_\phi$ ):  $W_3 = W_{пр} - W_\phi$ . В нашем случае это  $59,0 \times 10^6 \text{ м}^3 - 49,07 \times 10^6 \text{ м}^3 = 9,93 \times 10^6 \text{ м}^3$ , что составляет 16,8% от проектного объема воды в водоеме.

Площадь зеркала водохранилища по данным цифровой обработки уточненной топоосновы на июль 2010 г. составила 12,8 км<sup>2</sup>, что менее проектной величины чаши этого водоема (13,6 км<sup>2</sup>) при нормальном подпорном уровне (НПУ–189,60 м) на 0,8 км<sup>2</sup> (~1%). Разница в площади зеркала водохранилища, по-видимому, объясняется тем, что исследования при батиметрической съемке проводились при уровне воды в водоеме – 189,57 м. Также при подсчете площади акватории была вычтена площадь островов (0,25 км<sup>2</sup>). Площадь мелководий до 2 м по данным промеров глубины дна составила 3,36 км<sup>2</sup>. Максимальная глубина водо-

Таблица

№ п/п	Глубина, м	Площадь ограниченная изобатами, м <sup>2</sup> × 10 <sup>6</sup>	Полусумма площадей, м <sup>2</sup> × 10 <sup>6</sup>	Сечение изобаты, м	Объем между изобатами, м <sup>3</sup> × 10 <sup>6</sup>
1	0	13,05			
2	2	10,42	11,74	2	23,47
3	3	8,17	9,30	1	9,30
4	4	5,62	6,90	1	6,90
5	5	3,66	4,64	1	4,64
6	6	1,68	2,67	1	2,67
7	7	0,68	1,18	1	1,18
8	8	0,22	0,45	1	0,45
9	12,2	0	0,11	4,2	0,46
Объем водной массы водохранилища по данным съемки					49,07
Проектный объем водной массы водохранилища					59,00
Общий объем заиления, м <sup>3</sup> × 10 <sup>6</sup>					9,93
Общий объем заиления, %					16,8

хранилища составила 12,2 м, средняя – 4,6 м при уровне воды (БС) – 189,57 м.

Донные отложения являются одним из наиболее динамичных и важных в экологическом отношении компонентов аквальной геосистемы водохранилища. Накапливаясь, они активно влияют на скорость и характер протекания химических, физических и биологических процессов в водных массах и минеральном субстрате затопленных почвогрунтов. После наполнения водохранилища до НПУ в зону затопления попали пойма, первая и вторая надпойменные террасы, сложенные четвертичными рыхлыми отложениями. Оказавшаяся под водой поверхность стала местом накопления различных наносов (вторичных донных отложений) – илистых песков, глинистых и органических илов. Источниками наносов, осаждающихся на дне водоема, являются твердый сток реки и притоков, поверхностный сток с прилегающей территории, размыв берегов водохранилища волнениями и течениями.

В первые годы существования водохранилища в донных отложениях преобладали мелкодисперсные илы с примесью песка. После создания в 1978 г. садкового рыбного хозяйства в устье сбросного канала отмечено начало формирования черного ила, содержащего остатки комбикормов и активно выделяющего сероводород. В 2010 г. мощность черного ила значительно возросла, и эти илы распространились за пределы участка акватории рыбного хозяйства.

С помощью геохимических исследований при проведении обследования акватории водохранилища решалась задача выделения участков с аномальными концентрациями загрязняющих микрокомпонентов (ртуть, свинец, цинк, кобальт, никель, марганец и элементарная сера) по площади акватории с целью выявления источников загрязнения. Выбранные микроэлементы присутствуют практически во всех промышленных и бытовых сбросах. Они имеют высокую биологическую активность и достаточно легко попадают в трофические цепи. Поэтому изучение геохимического распределения и особенностей концентрации в поверхностном слое современных донных отложений крайне важно для выявления источников антропогенного загрязнения и путей их миграции.

Анализ данных геохимического опробования донных осадков показывает, что максимальные концентрации ртути (0,083 мг/кг), цинка (80 мг/кг), кобальта (16,25 мг/кг), никеля (39,5 мг/кг) и элементарной серы (1840 мг/кг) обнаружены в левобережье водохранилища на участке ниже с. Поморцево до залива в районе коллективных садов ГРЭС. Наибольшие величины свинца (19 мг/кг) и марганца (1470 мг/кг) фиксируются в правобережье водоема ниже впадения речек Ближний Менчереп и Еловка.

#### **Оценка геоэкологического состояния водосборной площади и акватории**

Геоэкологическая ситуация оценивалась по степени ее благоприятности (безопасности) на основе учета следующих факторов [6]:

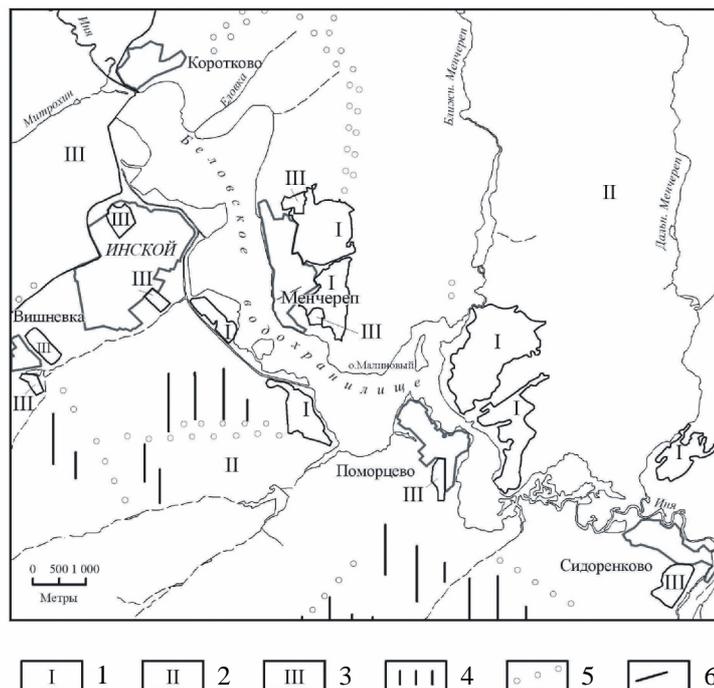


Рис. 3. Оценка геоэкологического состояния площадей, прилегающих к Беловскому водохранилищу:

1 – благоприятная; 2 – удовлетворительная; 3 – напряженная; 4 – территории, на которых размещены лесные (растительные) полосы для защиты от ветровой и водной эрозии обрабатываемых земель; 5 – защитные полосы вдоль дорог; 6 – граница между площадями с разным геоэкологическим состоянием

1) наличия и интенсивности опасных геологических явлений и процессов;

2) возможности активизации опасных геологических процессов в результате антропогенного (техногенного) нарушения природного (экологического) равновесия;

3) распространения и интенсивности геохимического загрязнения поверхностных вод и донных отложений вредными элементами;

4) степени нарушенности рельефа и ландшафта в целом техногенным воздействием;

5) эффективности природоохранных мероприятий.

Благоприятные площади прослеживаются в районах распространения лесных массивов (рис. 3). Опасные геологические явления и процессы здесь отсутствуют, активизация их в перспективе маловероятна. Природные и техногенные загрязнения локализованы на территории источников. Геохимические аномалии либо отсутствуют, либо локальны и не превышают предельно-допустимых концентраций (ПДК). Рельеф практически не нарушен. Природоохранные мероприятия не требуются или должны проводиться лишь на локальных участках.

Площади с удовлетворительной обстановкой характеризуются следующими условиями. Экзо-

генные геологические процессы и явления имеются, но не носят опасного характера, их активизация в катастрофическом масштабе маловероятна. Среди экзогенных геологических процессов здесь выделяются плоскостной смыв почвогрунтов при распашке земель, оврагообразование, суффозионная просадочность, дефляция, оползни и обрывы, заболачивание земель, подтопление грунтовыми водами населенных пунктов, боковая речная эрозия, переработка берегов водохранилища. Плоскостной смыв наблюдается на пологих склонах с крутизной более 1-2° и заключается в сносе почвы водой, стекающей в виде многочисленных струй в период снеготаяния и ливневых дождей по легкоразмываемым суглинкам и распаханым полям. Оврагообразование приурочено к долинам местных рек. Овраги молодые, стенки обрывистые, осыпные. Их появлению способствует хозяйственная деятельность человека (выпас скота, нарушение почвенного покрова, колеи от машин). Суффозионно-просадочные явления широко развиты на возвышенных участках междуречий. Понижения разнообразной формы и различных размеров (от нескольких метров до 50-100 м в поперечнике) и глубиной преимущественно 0,3-1,5 м приурочены к ровным плоским участкам, сложным просадочными лессовидными суглинками.

Степень воздействия дефляции зависит от рельефа местности и скорости ветра. В первую очередь ветровой эрозии подвергаются выпуклые распаханнные участки поверхности и ветроударные склоны, сложенные неуплотненными лессовидными осадками. С подъемом уровней грунтовых вод и выходом подземных вод на поверхность связано развитие небольших оплывин и оползней на склонах, заболачивание в верховьях местных водотоков, подтопление застроенных территорий населенных пунктов. Переработка берегов водохранилища представляет комплекс процессов разрушения берегов. Одновременно с абразией берегов развивается процесс его заиления, т.е. заполнения чаши водохранилища осадками, поступающими в акваторию за счет разрушения берегов, твердого стока притоков и сноса с окружающих пространств. В процессе разрушения берегов принимают участие такие процессы как оползни и обвалы.

На аэроснимках хорошо просматривается не только мелководная прибрежная часть водохранилища, но и глубокие его части, наиболее динамичная часть акватории, циркуляция водных масс, перенос взвешенных веществ, участки зарастания тростником и камышом, места скапливания фитопланктона. Природные и техногенные загрязнения распространены за пределами источников, но отмечаются наличие участков, где содержание загрязняющих веществ, превышает нормируемые показатели до 10 ПДК. Рельеф в основном нарушен распашкой земель, пастбищами, размещением селитебных и рекреационных зон, коллективными садами и дорогами. Природоохранные мероприятия должны выполняться в пределах опасных участков.

На напряженных площадях главным фактором преобразования природы являются техногенные процессы. Компоненты природной среды в пределах агропромышленных агломераций и их окрестностях загрязняются широким спектром токсичных элементов различного класса опасности, поэтому являются объектами тщательного изучения природоохранных организаций.

Для поддержания природного (экологического) равновесия и защиты распаханнных территорий от ветровой и водной эрозии на обрабатываемых землях в левобережье водохранилища участками размещены лесополосы. Также вдоль железной дороги и основных автомагистралей высажены защитные лесополосы, защищающие атмосферный воздух от выбросов загрязняющих веществ транспортом.

Подводный рельеф является одним из факторов, влияющих на экологическую ситуацию водоема. Оказывая воздействие на направление и скорость придонных течений, он в большей степени определяет пути переноса загрязняющих веществ и области их накопления. Дно Беловского водохранилища, в целом выровненное и не имеет резких перепадов. Отмечаются отдельные локальные впадины. Максимальные глубины дна зафиксированы в нижней зоне водохранилища в районе плотины (до 11,6 м) и ~200 м севернее спасательной станции (до 12,2 м). В прибрежной части выделяется мелководная зона, в пределах которой глубина изменяется от 0 до 2 метров. В экологическом плане серьезный интерес представляют понижения дна (впадины) с низкой скоростью придонных течений. Именно они являются зонами накопления загрязняющих веществ.

Полученные материалы в результате опробования на микрокомпоненты в донных отложениях, показывают, что накопленные в них токсичные элементы носят неравномерный характер распределения в прибрежной зоне акватории. Поля максимальных концентраций загрязняющих элементов (участок ниже с. Поморцево до залива в районе коллективных садов ГРЭС) указывают на их связь с береговыми зонами наиболее несущую антропогенную нагрузку, т.е. с более активной хозяйственной деятельностью относительно других территорий побережья акватории. Это свидетельствует о том, что аномалии имеют техногенную природу.

В итоге становится актуальным вопрос пересмотра утвержденной в 2005 г. Верхне-Обским Бассейновым Водным Управлением (БВУ) ширины водоохраной зоны и приведения ее в рамки со ст. 65 существующего Водного кодекса РФ [3]. Соблюдения режима использования водоохраной зоны в соответствии с природоохранными законодательными документами, заключениями органов надзора позволят до минимума снизить антропогенное воздействие на компоненты окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР / гл. ред. Н. В. Роговская. – М. : ГУГК, 1983 г.
2. Аэрокосмические методы геологических исследований / под ред. А. В. Перцова. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2000. – 316 с.

3. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 года, № 74-ФЗ (с изменениями на 28 декабря 2010 года). – М. : ЗАО Кодекс, 2011. – 69 с.

4. ВСН 33-2.1.07-87. Инженерно-геодезические изыскания для мелиоративного и водохозяйственного строительства. – М. : Минводхоз СССР, 1987. – 32 с.

5. Гудилин И. С. Применение аэрометодов при инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях / И. С. Гудилин, И. С. Комаров. – М. : Недра, 1978. – 319 с.

6. Камеральная обработка материалов геологосъемочных работ масштаба 1: 200 000 : метод. рек. / А. И. Бурдэ [и др.]. – СПб. : ВСЕГЕИ, 1999. – Вып. 2. – 384 с.

7. Правила гидрографической службы № 4. Съёмка рельефа дна. – М. : МО СССР, ГУНиО, 1984. – Ч. 2 : Требования и методы. – 264 с.

8. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л. : Гидрометеоздат, 1973. – Т. 15 : Алтай и Западная Сибирь, вып. 2 : Средняя Обь. – 408 с.

Казьмин Сергей Петрович

кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией прикладной экологии и климата, ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт» (СибНИГМИ), г. Новосибирск, т. 8-903-931-18-61, E-mail: [c\\_kazmin@ngs.ru](mailto:c_kazmin@ngs.ru)

Климов Олег Викторович

кандидат географических наук, заместитель директора, ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт» (СибНИГМИ), г. Новосибирск, т. 8-383-222-41-39, E-mail: [klimov@pogoda.nsk.su](mailto:klimov@pogoda.nsk.su)

Матвеева Юлия Валерьевна

ведущий инженер лаборатории прикладной экологии и климата, ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт» (СибНИГМИ), г. Новосибирск, т. 8-383-222-25-30, E-mail: [juli\\_juri@mail.ru](mailto:juli_juri@mail.ru)

Kaz'min Sergey Petrovitch

Candidate of Geology and Mineralogy, Head of the Laboratory of Applied Ecology and Climate, Siberian Regional Hydrometeorological Research Institute, Novosibirsk, tel. 8-903-931-18-61, E-mail: [c\\_kazmin@ngs.ru](mailto:c_kazmin@ngs.ru)

Klimov Oleg Viktorovitch

Candidate of Geography, deputy director, Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, Novosibirsk, tel. 8-383-222-41-39, E-mail: [klimov@pogoda.nsk.su](mailto:klimov@pogoda.nsk.su)

Matveyeva Yuliya Valer'yevna

Chief engineer of Applied Ecology Laboratory and climate, Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, Novosibirsk, tel. 8-383-222-25-30, E-mail: [juli\\_juri@mail.ru](mailto:juli_juri@mail.ru)