

УДК 627.8+627.222.5+631.459.31

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПРОЦЕССАМИ ДЕФОРМАЦИИ (АБРАЗИИ) КОРЕННЫХ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ БЕЛАРУСИ

Кобяк В.В., Кукшинов М.С., к. географ. н.

**Научно-исследовательский институт пожарной безопасности
и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь**

e-mail: valkobkii@gmail.com

Установлены основные цели и задачи рекогносцировочных и стационарных наблюдений за процессами переработки береговых склонов на малых равнинных водохранилищах Беларуси. Определены виды и периодичность натурных наблюдений за деформацией коренных берегов. Предложен выбор определения потенциально опасных участков, подверженных абразионным процессам, с разбиением их на контрольные створы и поперечники. Представлена методика проведения натурных исследований за процессами деформации (абразии) незакрепленных коренных берегов на водохранилищах Беларуси.

Lowland water-storage basins in Belarus are established. The types and frequency of field observations over deformation of banks are identified. The choice for identification of potentially dangerous areas prone to abrasion processes with their partition into control ranges and diameters is offered. The method for field studies of deformation processes (abrasion) of loose banks at water-storage basins of Belarus is presented.

(Поступило в редакцию 5 июля 2011 г.)

Несмотря на ряд достигнутых результатов в изучении процессов деформации коренных берегов водохранилищ, эта проблема остается исследованной недостаточно [1–3]. В большинстве случаев исследования затрагивают лишь районы влияния крупных водохранилищ, а полученные результаты для малых равнинных водохранилищ Беларуси имеют ограниченный характер использования [1–3]. В связи с этим необходима разработка методики натурных наблюдений за процессами береговых деформаций, учитывающих специфику эксплуатации существующих и проектируемых водохранилищ на территории Беларуси.

I. В качестве объектов наблюдений нами были выбраны водохранилища, на которых наблюдается активное проявление процессов деформации коренных берегов под воздействием ветровых волн: Заславское, Осиповичское, Лепельское, Вилейское, Краснослободское, Браславское, Солигорское, Гезгальское, Петровичское, Чигиринское, Тетеринское, Чижовское.

В ходе проведения натурных рекогносцировочных и стационарных наблюдений потребовалось:

1. Изучить берегоформирующие факторы и условия, влияющие на развитие и активизацию абразионных процессов.

2. Определить коренные береговые склоны, подверженные процессам переработки, со схожими морфологическими (высота склона, глубина на внешнем краю отмели) и геологическими характеристиками (коэффициент неоднородности грунта, средневзвешенный диаметр частиц)

3. Получить данные, необходимые для прогнозирования процессов переработки береговых склонов методом природных аналогов, с учетом изменения гидрологических условий исследуемых водных объектов.

4. Провести районирование береговой линии по доминирующему инженерно-геологическому процессу (абразия, эрозия, заболачивание и т. д.).

Задачами исследований явился сбор данных, необходимых:

– для поиска береговых склонов, подверженных ветро-волновому воздействию, с их морфологическим описанием и последующим профилированием подводной и надводной части отмели;

- сбора и обработки информации о характеристиках рельефа и состава грунта, слагающего коренной береговой склон;
- наблюдения и регистрации скорости ветра и волновых характеристик (высоты волны, длины разгона) для определения воздействия на коренные берега;
- оценки фактической обеспеченности ветро-волнового режима по полученным натурным данным и расчетным зависимостям.

Наблюдения, направленные на изучение процессов переработки, включали:

- геоморфологические исследования (стационарные, рекогносцировочные) береговой линии;
- гидро-геологические исследования;
- проведение эмпирико-теоретических расчетов;
- моделирование изменения морфологических характеристик берегового склона с учетом влияния берегоформирующих факторов и условий;
- анализ и сравнение полученных данных для последующего прогноза методом природных аналогов.

В общем случае комплекс работ по подготовке и проведению полевых исследований приемлемых для условий Республики Беларусь, указан на рис. 1.

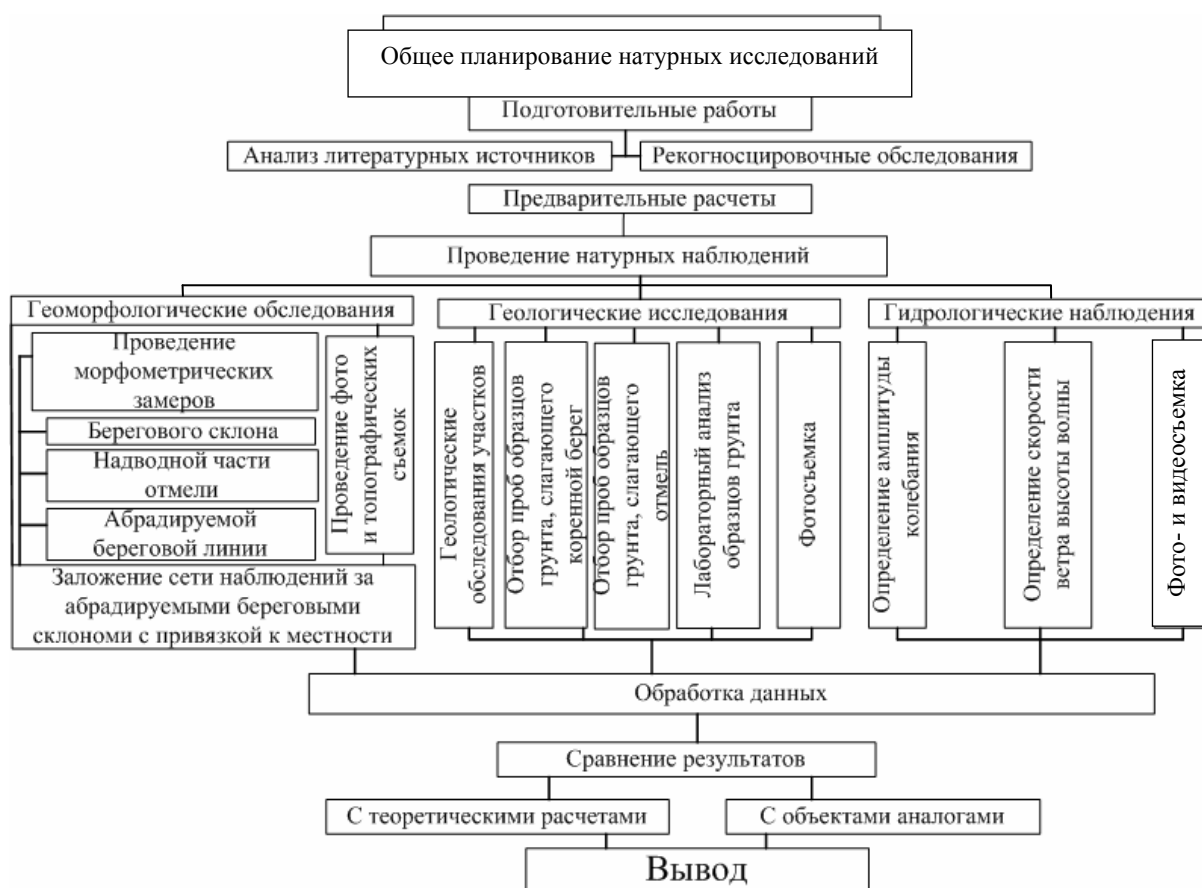


Рисунок 1 – Схема проведения натуральных исследований

II. Наблюдения за процессами берегоформирования с учетом [4, 5] требуют выполнения следующих работ:

- рекогносцировочных обследований береговой линии, подверженной процессам деформации (при необходимости с разбиением на отдельные участки, створы и поперечники);
- стационарных наблюдений за деформацией береговых склонов, подверженных разрушению, по отдельно выделенным участкам, створам и поперечникам;
- комплексных наблюдений за проявлением вторичных процессов, вызывающих регенерацию деформации берегов.

III. В соответствии с [5] сеть наблюдений за переформированием береговой линии на водохранилищах закладывается при их проектировании по результатам фоновых прогноза, а в случае существующего водного объекта – по материалам ранее проведенных рекогносцировочных и стационарных исследований на водохранилищах.

Определение участков и створов осуществляется в местах наиболее интенсивного переформирования береговой линии. Внимание уделяется тем потенциально опасным районам, где переработка может создать угрозу жилым строениям, гидротехническим сооружениям, различным предприятиям и коммуникациям в случае изменения гидрологических характеристик водоемов. Участки могут охватывать все типы абразионных береговых склонов водохранилищ.

Общая прогнозно-ориентировочная протяженность береговой линии, подверженной процессам переработки, при отсутствии надежных топографических материалов для разных типов водохранилищ, но с учетом данных по ветровому режиму в безледный период определяется по зависимостям вида:

– руслового типа – $L = 0,35L_2$;

– озерного типа – $L = 0,43L_2$;

– наливного типа – $L = 0,48L_2$,

где L_2 – длина реальной береговой линии, км.

Количество участков зависит от протяженности береговой линии, интенсивности использования береговой зоны в пределах возможной переработки, а также существующей или возможной ее застройки. В общем случае их численность на водохранилищах может составлять от 1 до 15.

При выборе участка наблюдений в соответствии с [5] учитываются критерий однородности выборки контрольных створов (поперечников). Данный критерий подразумевает пространственную однородность процесса на определенном фрагменте береговой линии при наличии однородных типизации береговых склонов:

$$P_T = \{ \text{Тип} [\text{Подтип} (\text{Форма склона})] \},$$

где P_T – комплексная характеристика, определяющая тип и особенности берега водохранилища.

В целях повышения достоверности и точности учета берегоформирующих факторов и условий на береговой склон контрольные участки наблюдений в соответствии с [4] должны находиться вблизи метеорологических станций, водомерных постов в большей степени в низовой (приплотинной) и средней частях водохранилища. При их выборе происходит разбиение на отдельные створы и поперечники, общее количество которых зависит от длины участка и сложности геоморфологических характеристик коренного берега. При прямолинейной форме участка размыва длиной до 100 м назначаются 3–5 створов (на каждый створ не менее 2 поперечников), а при криволинейной – через 25–50 м.

Выбранные участки и створы сети наблюдений привязываются к местности при помощи реперов, расположенных за пределами зоны возможных деформаций береговой линии. В качестве реперов применяются пункты существующей государственной геодезической сети, а также опоры линии электропередач, отдельно расположенные строения и т. д. Количество реперов на одном створе должно быть не менее 2. Общая схема привязки к местности показана на рис. 2.

Профилирование береговых склонов и отмели осуществляется с использованием нивелира или нивелира-теодолита, нивелирных реек и створных вешек. При профилировании производится разбивка береговой линии, как было указано выше, на контрольные створы и поперечники по репрезентативным участкам побережья.

На участках береговой линии, подверженной переформированию, производятся следующие виды работ:

1. Качественное описание береговых склонов и прилегающей территории (форма, открытость, залесенность и т. д.), подверженных деформации с последующим фотографированием.

2. Нивелировка надводной части отмели (коренного берега) с определением высоты ($H_{ск}$) и его крутизны или уклона (I_0). На участках, где затруднена нивелировка берегового

склона из-за его большой высоты (более 5 м) и крутизны, производится ватерпасовка. Определение ширины надводной части отмели или пляжа (абразивная часть отмели) (B_H) – расстояние от уреза воды до берегового уступа.

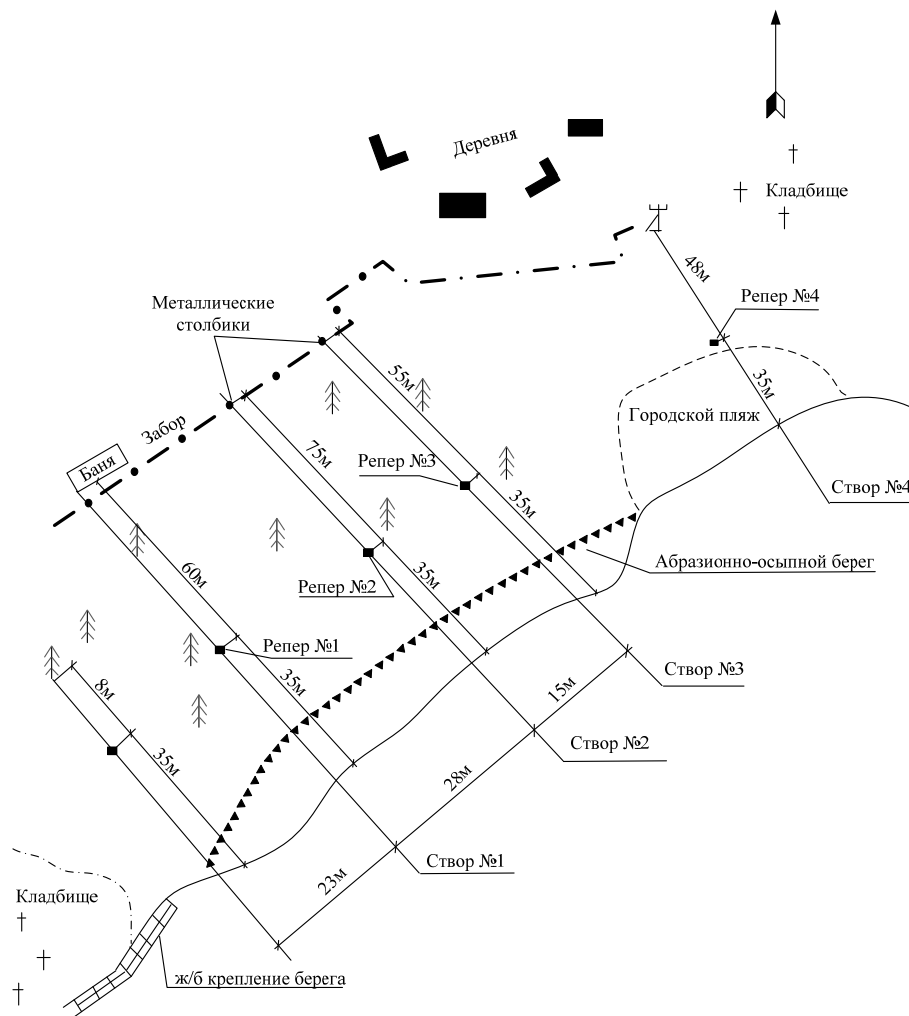


Рисунок 2 – Схема привязки к местности

3. Нивелировка подводной части отмели производится в безледный период с использованием плавсредства. Промеры глубин производятся через каждый метр. Местоположение промерных точек определяется засечками или с помощью размеченного троса. На основании данных промеров определяются ширина подводной части отмели – расстояние от уреза воды до внешнего края отмели ($B_{П}$) – и глубина на внешнем краю отмели ($H_{ГЛ}$).

По результатам нивелировки берегового склона для каждого из створа (поперечника), участка наблюдений строится схема поперечного профиля (рис. 3).

Натурные исследования дополняются фото- и видеосъемкой, на основе которой учитываются особенности строения коренного берега, форма склона, наличие элементов берегозащиты, а также самого процесса переформирования берегов (обрушения, обвалы, осыпи, наличие нагромождения рыхлого материала у оснований берегового склона).

При проведении натурных наблюдений выполняются геологические исследования берегового склона, которые начинаются с визуального осмотра строения пород, образующих склон по обнажениям или расчисткам с выделением почвенного слоя с последующим фотографированием. Отбор проб грунта, слагающих коренные берега водохранилищ, производится с целью исследования их гранулометрического и механического состава и определения степени коэффициента неоднородности [6, 7]. Отбор образцов грунта производится в двух точках коренного берега.

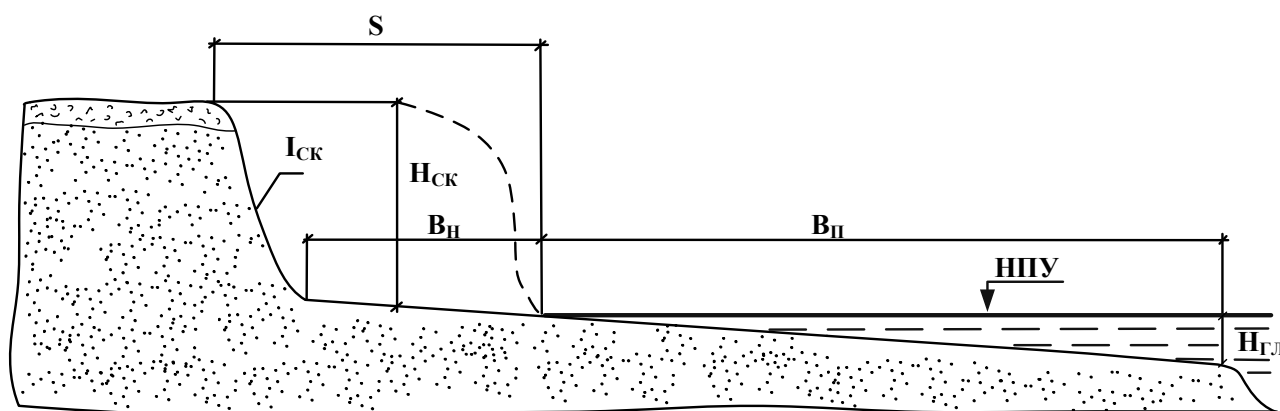


Рисунок 3 – Поперечный профиль промерного створа

Отбор проб грунта, их упаковка и транспортировка осуществляются по методике ГОСТ 12071-2000 [7]. Объем образцов отбираемых пород грунтов должен составлять не менее 1000 см^3 .

В случае, когда деформируемый береговой склон имеет в наличии большое количество слоев с относительно однородным физико-механическим составом и близким диаметром частиц, слагающих склон, в качестве расчетного материала по [8] принимается осредненный состав грунта.

В комплекс гидрологических исследований входят следующие виды работ:

- изучение уровневого режима (амплитуды колебания) водохранилищ;
- исследование ветро-волновых характеристик водохранилищ.

По справочным данным метеостанций определяются характерные колебания уровня воды на исследуемых водоемах. В зависимости от амплитуды колебания (ΔA) водохранилища подразделяются на 2 группы (рис. 4) [8]. В первую группу входят водоемы (многолетнего и сезонного регулирования) с амплитудой колебания более 0,5 м и малой обеспеченностью уровневого режима. Вторую группу составляют водохранилища амплитуда колебания которых не превышала 0,5 м, но с большой обеспеченностью отметок, близких к нормальному подпорному уровню (НПУ) (водоемы сезонного, суточного и недельно-суточного регулирования).

Исследование скорости ветра производится при помощи ветрометра и электронного анемометра (ТКА ПКМ модель 52), а также чашечного анемометра МС-15. Измерения проводятся на надводной части береговой отмели, на высоте 2 м от уровня нормального подпорного уровня. Приборы устанавливаются на коренных берегах водохранилищ. При помощи минимально-максимально ветровой вехи, установленной в подводной части отмели водоема, определяется значение элементов ветрового волнения – высоты волны $h_{1\%}$ в режиме и соответствующей длины волны. По результатам полученных показаний приборов определяется высота волны на глубокой воде, которая затем сравнивается с расчетными данными [9]. Результаты наблюдений за ветро-волновым режимом представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Определение высоты волны на глубокой воде, м, на примере Заславского водохранилища

Скорость ветра, м/с	Высота волны 1 % обеспеченности, м при длине разгона волны, м									
	5000		3000		2000		1000		600	
	Расч.	Наг.	Расч.	Наг.	Расч.	Наг.	Расч.	Наг.	Расч.	Наг.
8	0,42	0,38	0,41	0,37	0,35	0,3	0,33	0,29	0,30	0,3
10	0,61	0,55	0,59	0,51	0,48	0,45	0,35	0,32	0,33	0,31
12	0,82	0,78	0,69	0,65	0,6	0,55	0,44	0,41	0,38	0,35
15	1,09	1,00	0,88	0,8	0,74	0,72	0,54	0,45	0,44	0,4
20	1,6	1,3	1,23	1,15	1,05	0,98	0,75	0,67	0,57	0,55

IV. Периодичность проведения исследований:

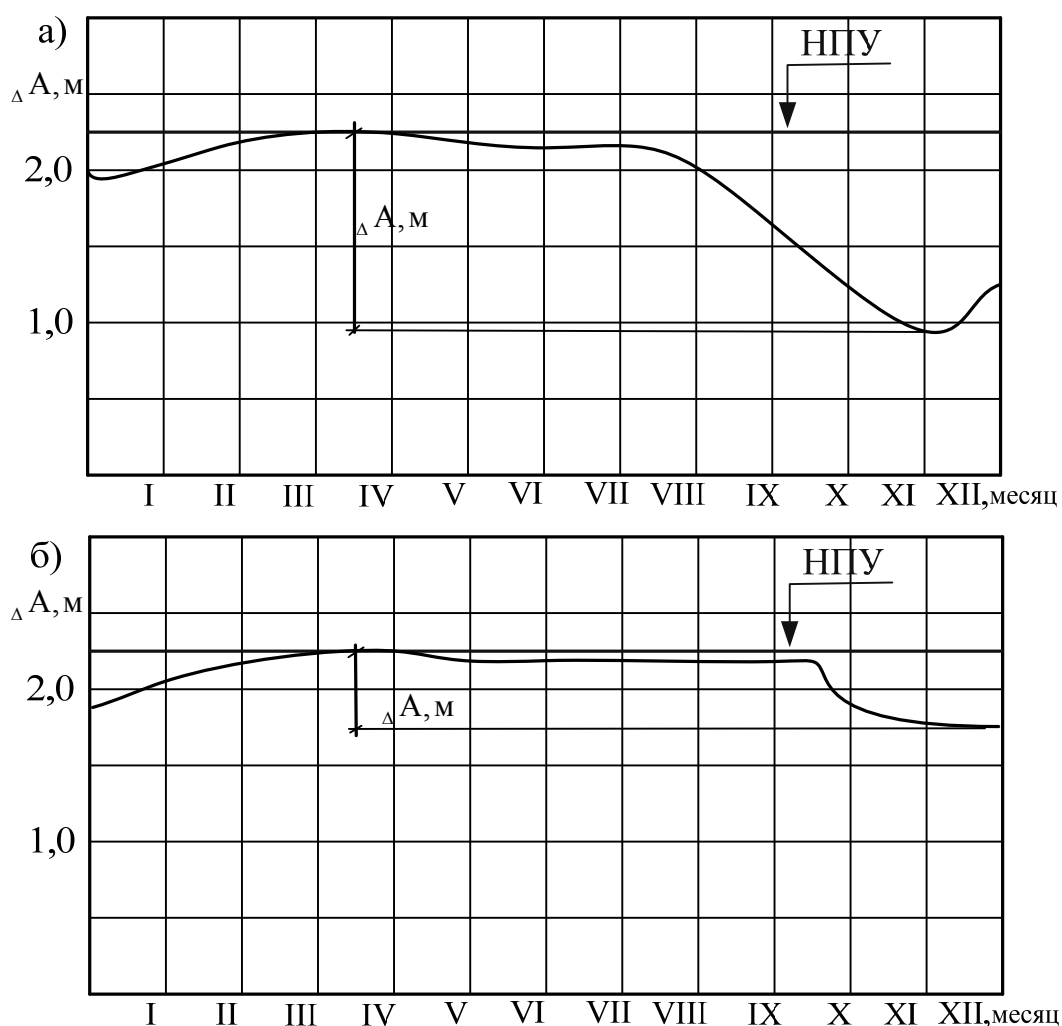
1. Контроль за процессами деформации берегов (линейная абразия, линейная и русловая эрозия, суффозия) – три раза в год: весенний, летний и осенний периоды (в безледный период).

2. Отбор проб размываемых грунтов с подводных частей береговой отмели и коренных берегов – один-два раза в год (весна и/или осень) и в период развитого волнения.

3. Осмотр и линейные замеры верховых откосов, их фотографирование и описание, замер величины линейной переработки – три раза в год: весенний период (после освобождения водоемов ото льда), летний период (после прохождения сильных дождей и сильного волнения), предледоставный период (октябрь-ноябрь). Для наиболее точной нивелировки подводной части отмели замеры производятся и в зимний периоды – в период ледостава (январь-февраль).

4. Профилирование подводной части отмели необходимо проводить несколько раз в разные сезоны года: в штилевую погоду или в ледовый период.

5. Определение ветро-волновых характеристик производится два раза в год (осенний и весенний периоды) при наиболее максимальных скоростях ветра и как следствие волновых.



а – водохранилища 1-й группы; б – водохранилища 2-й группы

Рисунок 4 – Уровенный режим водохранилищ

V. Совместно с указанными выше видами работ производится и районирование береговой линии по другим инженерно-геологическим процессам с последующим качественным и количественным описанием (табл. 2), к которым относятся эрозия, суффозия, заболачивание, аккумуляция.

Таблица 2 – Районирование береговых склонов водохранилищ по другим инженерно-геологическим процессам

Виды процессов	Качественные и количественные характеристики			
	Площадь	Глубина и длина	Количество, шт.	Наличие выноса грунта из-под берегового откоса
Абразия	+	-	-	-
Эрозия		+/+	+	
Суффозия	-	-		
Аккумуляция	+	-/+		-
Заболачивание		-	-	

Таким образом, разработанная методика натурных наблюдений учитывает специфику активизации и развития процессов переработки береговых склонов в условиях малых равнинных водохранилищ Беларуси. Полученные результаты позволят повысить качество прогноза деформации незакрепленных коренных берегов методом природных аналогов и наметить пути минимизации ущерба от проявления данных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Финаров, Д.П. Геоморфологический анализ и прогнозирование переформирования береговой зоны и дна водохранилищ / Д.П. Финаров. – Л. : Наука, 1986. – 228 с.
2. Пышкин, Б.П. Динамика берегов водохранилищ / Б.П. Пышкин. – Киев : Наукова думка, 1973. – 414 с.
3. Розовский, Л.Б. Инженерно-геологические прогнозы и моделирование / Л.Б. Розовский, И.П. Зелинский. – Одесса : ОГУ, 1975. – 115 с.
4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 7. Ч. 1. Гидрометеорологические наблюдения на озерах и водохранилищах. – Введ. 01.01.1974. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. – 476 с.
5. Левкевич, В.Е. Экологический мониторинг берегов водных объектов Беларуси / В.Е. Левкевич, А.А. Ковалев, А.И. Павловский. – Минск : Экомир, 1995. – 26 с.
6. Иванов, П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений / П.Л. Иванов. – М. : Высшая школа, 1985. – 382 с.
7. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов : ГОСТ 12071-2000. – Введ. 01.02.2001. – Минск : Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве, 2001. – 13 с.
8. Левкевич, В.Е. Рекомендации по прогнозированию переработки абразионных берегов малых равнинных водохранилищ, сложенных несвязанными грунтами / В.Е. Левкевич. – Минск : ЦНИИ-КИВР, 1986. – 39 с.
9. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) : СНиП 2.06.04-82*. – Введ. 15.06.82. – М. : Госстрой, 1982. – 40 с.