

УДК 627.8

## К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ АБРАЗИОННОГО РИСКА НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Касперов Г.И., к.т.н., Левкевич В.Е., к.т.н., Пастухов С.М.,  
Кобяк В.В.

*При создании и эксплуатации водохранилищ в нашей республике создаются благоприятные условия для борьбы с наводнениями, рыбозаведения, отдыха, занятия спортом и др. Но также при использовании данных искусственных водных объектов имеется ряд отрицательных эффектов, основными из которых являются: изъятие земель из сельскохозяйственного использования при их создании и эксплуатации (вследствие протекания абразионно-эрозионных процессов), возможность возникновения гидродинамических аварий с образованием волн прорыва, катастрофических затоплений и прорывного наводка, изменение микроклимата в береговой зоне, оглеение почв и др. Отдельным направлением является исследование развития и протекания процессов абразии на водохранилищах республики и оценка последствий от данного явления.*

На сегодняшний день в Республике Беларусь насчитывается около 200 водохранилищ различного типа. Главным образом, данные водные объекты используются в целях рекреации, технического и питьевого водоснабжения, борьбы с наводнениями, регулирования стока и пр. Несмотря на множество положительных эффектов от создания и эксплуатации водохранилищ, они являются мощным источником воздействия на окружающую природную среду и население, проживающее вблизи их. Под влиянием искусственных водных объектов развиваются такие негативные процессы и явления, как водная эрозия и суффозия, изменение микроклимата в прибрежной полосе, происходит переформирование береговой линии. Для населения и объектов, попадающих в зону влияния водохранилищ, наибольший интерес представляют процессы, которые протекают в береговой зоне. К числу наиболее опасных процессов, протекающих в верхнем бьефе водохранилищ, относятся: абразия естественных береговых склонов, а также разрушение верхних откосов напорных дамб и плотин; размыв тела плотины в месте сопряжения с коренным берегом, а также в месте сопряжения напорного верхнего откоса с водосбросными сооружениями; возникновение обвалов и оползней вследствие интенсивного протекания абразионных процессов; подтопление и затопление территории и др.

Остановимся на развитии абразионных процессов более подробно. В настоящее время осуществлен ряд натурных обследований водохранилищ (рисунок 1), на которых интенсивно протекают процессы абразии и происходит отторжение земель.



Рисунок 1 – Протекание абразии на коренном берегу Заславского водохранилища

На сегодняшний день при общей длине береговой линии водохранилищ республики свыше 1500 км 320 км подвержено процессу абразии, что составляет 21,3% от всей ее протяженности. Данные берега нуждаются в проведении восстановительных и защитных мероприятий. Площадь земель, отторгнутых из сельскохозяйственного использования, составляет около 5000 га. Развитие абразионных процессов вызывает активизацию вторичных отрицательных явлений (овражной эрозии, оползней, суффозии и карста), которые также увеличивают площадь отторгаемых земельных угодий. Разрушение берегов ведет к спрямлению береговой линии в плане за счет срезки мысов и занесения заливов продуктами размыва, а движение наносов вдоль берега способствует образованию аккумулятивных форм, которые осложняют эксплуатацию водозаборов, донных водовыпусков, насосных станций, гидроэлектростанций. Так, на водохранилищах Чижовское, Дрозды неоднократно производилась остановка насосных станций в связи с заносимостью водозаборов вдольбереговыми наносами [1].

Прежде чем говорить о понятии абразионного риска, необходимо рассмотреть понятие абразии (переработка или переформирование береговых склонов). Согласно [2] **абразия** – это многофакторный процесс, развивающийся под воздействием ряда гидродинамических факторов: воздейст-

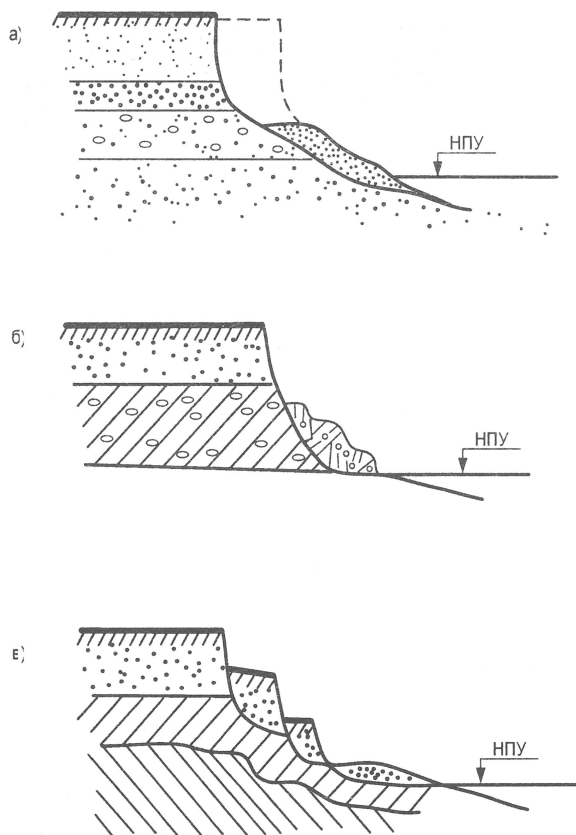
вия ветровых волн, колебания уровней воды в верхнем бьефе водохранилища и различных течений (волновых, вдольбереговых, стоковых). Для нашей республики характерно наличие всех представленных факторов, которые активизируют абразию.

В зависимости от геоморфологического строения исходного берегового склона процесс абразии может протекать по следующим подтипам (рисунок 2):

- а) абразионно-осыпной, при наличии несвязных пород;
- б) абразионно-обвальный, при сочетании слабосвязных грунтов: супесей, суглинков;
- в) абразионно-оползневый, при доминировании связных грунтов: суглинков, глин.

Таким образом, под понятием **абразионный риск** необходимо понимать вероятность (частоту) возникновения неблагоприятных событий – переработки береговых склонов, развитие на ее фоне вторичных явлений и процессов, в результате проявления которых наносится ущерб окружающей среде, строениям, земельным угодьям и населению.

С 2006 года Объединенным институтом проблем информатики НАН Беларуси совместно с Командно-инженерным институтом исследуются вопросы, связанные с изучением возможности минимизации абразионного риска по территории республики. Исследования выполняются в рамках научно-исследовательской работы «Разработка методики комплексной оценки и прогнозирования абразионного риска и ущербов на искусственных водных объектах» государственной программы прикладных научных исследований (ГППНИ) «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций».



а) – абразионно-осыпной; б) – абразионно-обвальный; в) – абразионно-оползневый [3]

**Рисунок 2 – Подтипы берегов абразионного типа**

В рамках выполнения научных исследований планируется совместное выполнение и решение следующих задач:

- разработка методических подходов по прогнозированию ущербов от абразионного риска на основании существующей информации и разработанных методов прогноза;
- уточнение районирования территории страны по абразионному риску и проведения зонирования по ущербам;
- разработка макета электронной карты абразионного риска и ущербов;
- разработка структуры базы данных по абразионному риску и ущербам с целью оперативного определения индивидуального и территориального рисков и др.

Проведенные исследования позволили оценить региональное расположение искусственных водных объектов по территории страны, а также произвести оценку масштабов и динамики абразионного риска.

На рисунке 3а представлена схема гидрологического районирования водохранилищ Беларуси по величине абразионного риска, принятого в соответствии с [4]. Как видно из данной схемы, акватория водохранилища разбивается на три части: низовую приплотинную, среднюю переходную и низовую. На рисунке 3б показана схема развития береговых процессов с доминирующими гидрологическими факторами и процессами.

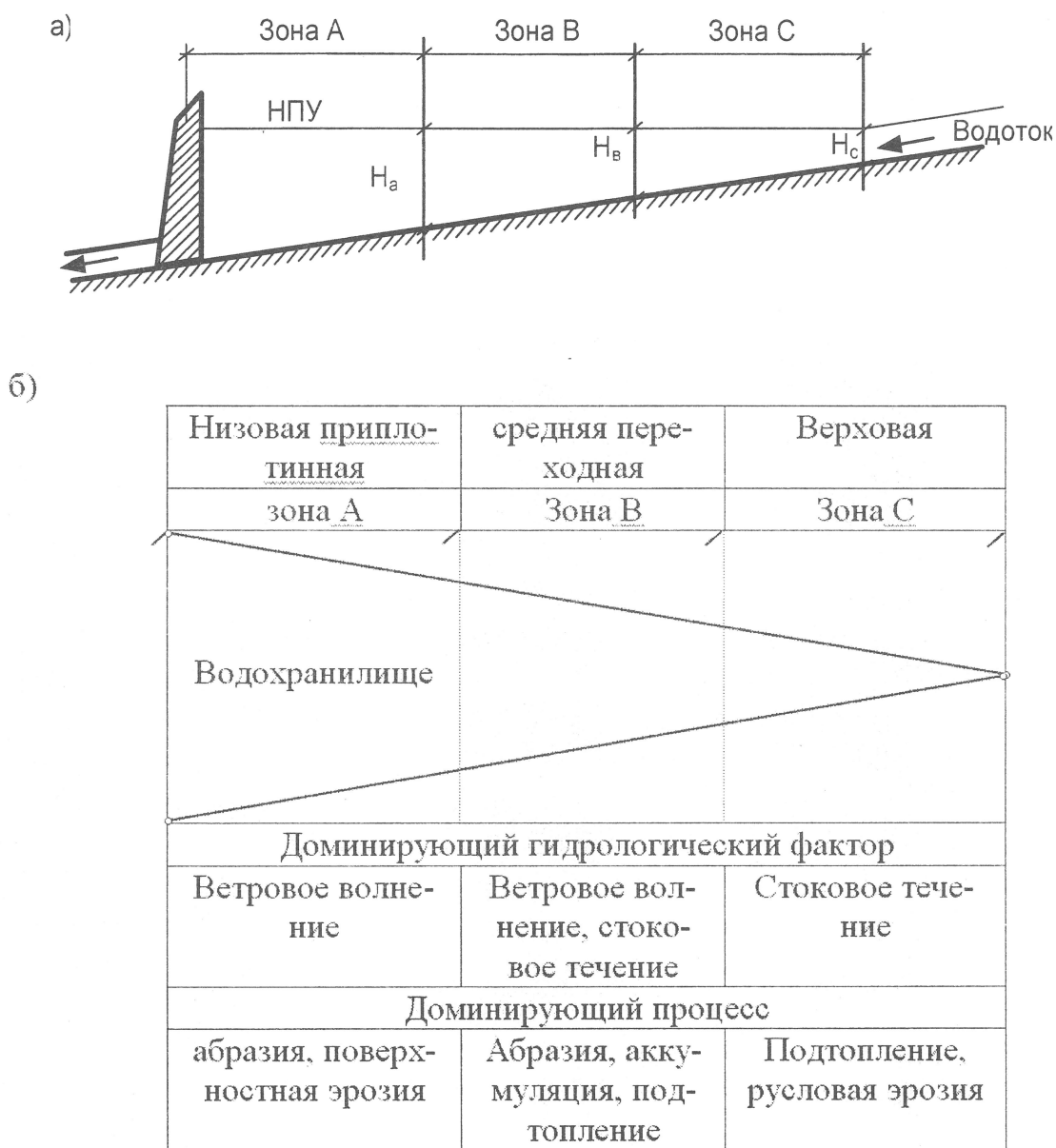
Для сбора сведений о масштабах, интенсивности и направленности развития береговых процессов, характеристиках береговой зоны проводятся натурные наблюдения и обследования ряда водных объектов с целью пополнения и обновления кадастра берегов. Основой для составления кадастра берегов служит массив информации, сформированный из данных натурных наблюдений; батиметрических съемок; сведений дистанционных аэрокосмических съемок. Схема ведения кадастра берегов представлена на рисунке 4.

Дистанционная диагностика с космических аппаратов позволит в ближайшее время в значительной мере облегчить процесс районирования береговой линии, определить глобальные направления ее развития и осуществлять оперативный прогноз динамики береговой линии для оценки ущербов.

Крупномасштабная съемка наиболее удобна для изучения локальной динамики развития береговых процессов [5].

Информация о береговых процессах для удобства пользования обобщается в виде ежегодников (набора таблиц), в которых в укрупненной форме приводятся сведения по территориально-административным единицам, а также береговым районам и участкам.

Для ведения кадастра берегов водных объектов может использоваться как крупномасштабная (1:100 000–1:200 000) космическая съемка, так и мелкомасштабная (1:10 000–1:25 000) аэрофотосъемка.



а) – гидрологические зоны, б) – схема развития береговых процессов

Рисунок 3 – Схема гидрологического районирования водохранилищ по [4]

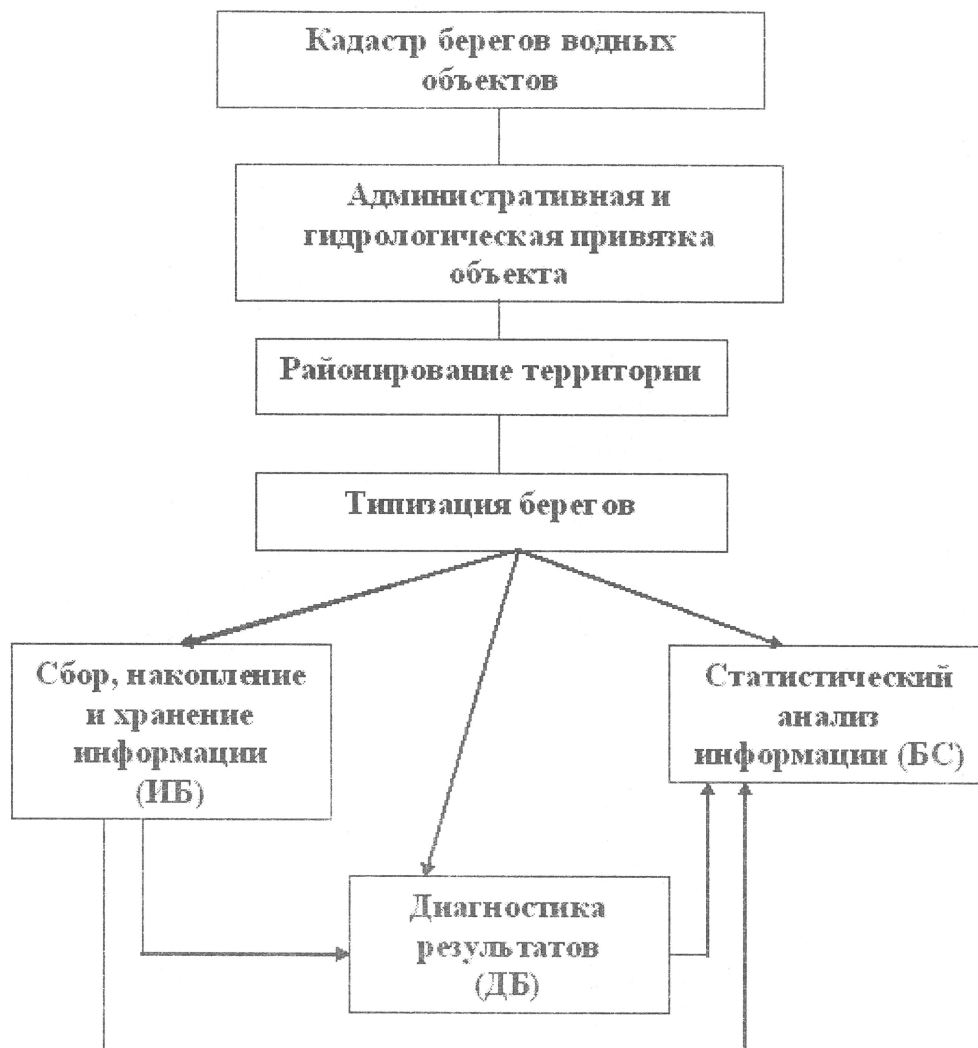


Рисунок 4 – Структура кадастров берегов [5]

По результатам данных, собранных по различным источникам и материалам натуральных исследований, ранее было проведено районирование территории страны по интенсивности протекания абразионного риска (таблица 1), которое в настоящее время уточняется и детализируется. Как известно, территорию республики по высотному расположению, а также по ряду морфологических признаков можно разделить на три части: поозерская, центральная часть водораздельных возвышенностей прилегающих равнин и полесская. На основании данной классификации в работе была составлена схема районирования (рисунок 5) территории республики [5].

Таблица 1 – Районирование территории Беларуси по интенсивности процесса абразии на водохранилищах [5]

Геоморфологическая область	Район	Преобладающие грунты	Максимальные значения линейной переработки, м
Поозерье	I	Пески различного состава, моренные супеси, суглинки, глины, включения гравия, валунов	20,0
Центральная	II	Пески различной крупности с включением гравия, моренные суглинки, супеси, лессовидные грунты	35,0
	III		20,0
	IV		5,0
Полесье	V	Пески аллювиального происхождения, лессовидные супеси, торфяники	5,0
	VI		2,0

При разработке схемы районирования и ее уточнении были использованы результаты натурных исследований, проведенных различными авторами в различные периоды времени [1, 4–7], проанализирована информация о динамике процесса абразии более чем по 70% водоемов всего водохранилищного фонда республики [6].

При районировании основным количественным критерием служила величина наибольшей линейной переработки надводной части естественного берегового склона (St) или деформации верхового незакрепленного откоса дамбы (плотины). Как видно из таблицы, наряду со сведениями о переработке – абразии берегов, учитывались геологическое и геоморфологическое строения территории. Значения указанных параметров наносились на карту, и затем по ним производилось выделение районов и границ (рисунок 5).

Использование системного подхода при изучении количественных характеристик абразии берегов водных объектов позволило установить, что в пределах трех областей (Поозерье, Центральная и Полесье) выделяются шесть районов, которые характеризуются различной интенсивностью процессов. Как видно из таблицы, при оценке деформаций береговых склонов наиболее четко выделяются следующие пределы максимальных размывов: до 2,0, до 5,0, до 20,0, до 35 м.

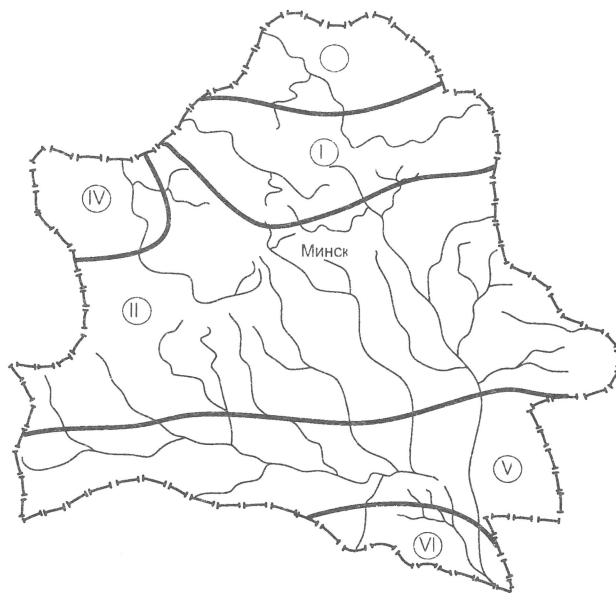
Необходимо отметить, что методические подходы, применяемые при районировании территорий республики, дают возможность в перспективе при оценке риска на той или иной территории:

– оценить масштабы процесса риска абразии, ее динамику, масштабы:

– оценить уровень ущербов, нанесенных земельным угодьям, объектам инфраструктуры и населению:

– предусмотреть необходимые инженерные мероприятия по предотвращению развития отрицательных явлений, берегозащите и укреплениям, к которым относится абразия берегов водохранилищ и эрозия русел.

Кроме того, при разработке методических подходов по оценке рисков (в том числе индивидуального и территориального) принцип районирования можно использовать при составлении схем и карт развития эрозионных и аккумулятивных процессов, а также процессов подтопления и затопления территорий, прилегающих к водоемам.



I–VI – районы

**Рисунок 5 – Схема районирования территории Республики Беларусь**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Широков, В.М., Водохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой / В.М. Широков, П.С. Лопух. – Минск: Университетское, 1991. – 207 с.
2. ГОСТ Р 22. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов: Постановление Госстандарта Республики Беларусь. – Введ. 2002-01-06. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь, 2002. – 18 с.
3. Левкевич, В.Е. Рекомендации по прогнозированию переработки абразионных берегов малых равнинных водохранилищ, сложенных несвязными грунтами / В.Е. Левкевич. – Минск: ЦНИИКИВР, 1984. – 38 с.
4. Левкевич, В.Е. Методические рекомендации по расчету незакрепленных верховых откосов дамб и плотин на малых водохранилищах и прудах мелиоративного назначения / В.Е. Левкевич. – Минск: ЦНИИКИВР, 1989. – 36 с.



5. Левкевич, В.Е. Ведение кадастра берегов водных объектов (озер, водохранилищ, прудов) с помощью ПЭВМ / В.Е. Левкевич, А.А. Ковалев, А.И. Павловский. – Минск: «Экомир»: НАН Беларуси и Минприроды Республики Беларусь. 1991. – 23 с.
6. Левкевич, В.Е. Экологический мониторинг берегов водных объектов Беларуси / В.Е. Левкевич, А.А. Ковалев, А.И. Павловский. – Минск: НАН Беларуси, 1992. – 26 с.
7. Прогноз ветроволновой абразии берегов каналов и водохранилищ. – М.: ЦБНТИ Госконцерн «Водстрой», 1991. – 21 с.

*Поступила в редакцию 30 декабря 2006 г.*