

УДК 551.453.3

*И.Е. Егоров, И.В. Глейзер***БЕРЕГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Изложены методика и результаты многолетних полевых наблюдений за береговыми процессами на правом берегу Воткинского водохранилища. Дана характеристика интенсивности проявления процессов, определена скорость разрушения берегов.

*Ключевые слова:* выветривание, осыпание, обваливание, абразия, водохранилище.

Берега водохранилищ в значительной степени представляют собой ландшафтные новообразования, сформировавшиеся в условиях активного проявления разнообразных рельефообразующих процессов, измененных условий микроклимата и характера залегания подземных вод, усилившейся рекреационной нагрузки. Водохранилище с момента его создания является важнейшим фактором условий проживания, хозяйственной деятельности и отдыха значительной части населения, поэтому изучение природных процессов, особенно геоморфологических, береговой зоны всегда актуально.

Для эффективного изучения, прогноза и обоснования мер борьбы с экзогенными геоморфологическими процессами необходима организация службы режимных наблюдений за их проявлениями. При этом необходимо иметь возможность измерять их параметры в разные фазы функционирования природных систем в годовом режиме.

Изучение береговых процессов на Воткинском водохранилище ведется с 2003 г. на девяти станциях (рис. 1). Кроме этого, ежегодно проводятся маршрутные обследования береговой зоны как с берега, так и с акватории водохранилища. Маршрутное обследование охватывает береговую зону протяженностью около 15 км от с. Камское до д. Костоваты.

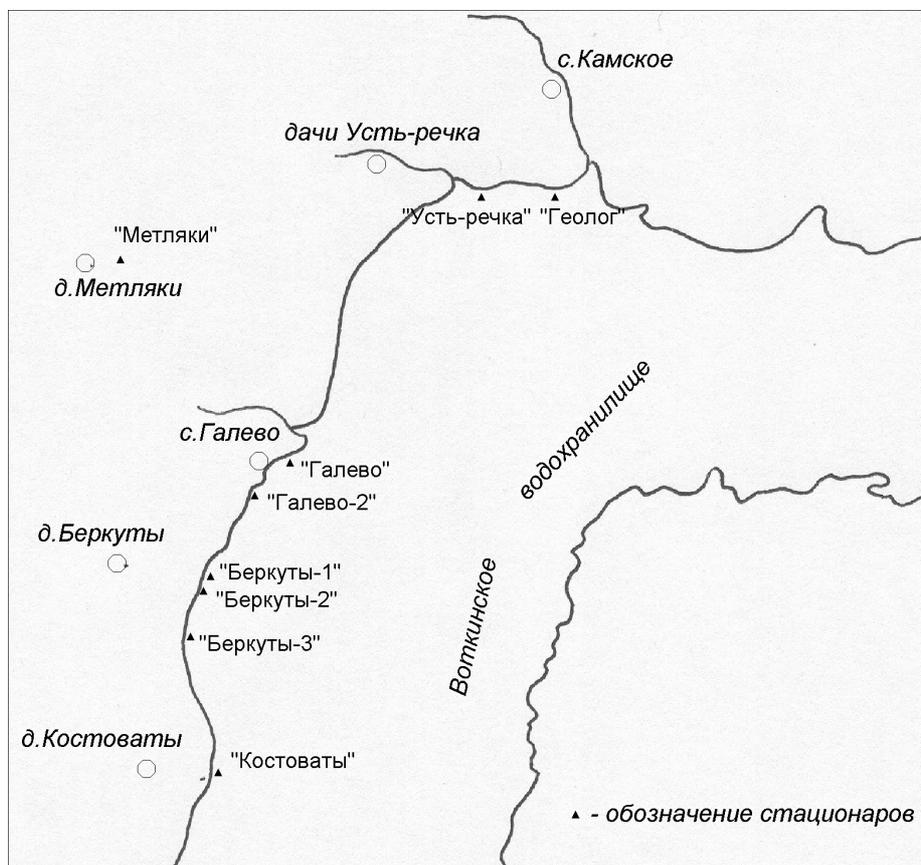


Рис. 1. Расположение стационаров по изучению процессов береговой зоны водохранилища

При этом используются следующие методы:

- 1) визуальные наблюдения;
- 2) повторная тахеометрическая съемка на стационарах береговой зоны, которая включает съемку крутого оползневого уступа, тел оползней, осыпей и отмели;
- 3) закладка неподвижных реперов и отсчет от них отступления берега и движения склоновых отложений;
- 4) закладка реперов в скальные и полускальные породы для оценки скорости абразии;
- 5) отсыпка склоновых отложений окрашенным мелкоземом для последующего измерения толщи нанесенного сверху материала;
- 6) детальное обследование береговой зоны с акватории водохранилища с фотографированием всего берега и сравнением разновременных снимков.

В развитии берегов выделяют начальную стадию, стадию интенсивного разрушения берега и стадию динамического равновесия между процессами абразии, аккумуляции и уловленным режимом водоема [1]. Береговая зона Воткинского водохранилища в настоящее время находится на третьей стадии развития.

Одним из первых процессов, активно протекающих после создания водохранилища, является выветривание. В новых условиях на оголенных склонах очень активно развивается физическое выветривание, особенно морозное. Предпосылками его служат трещиноватость горных пород, наличие воды и соответствующие температурные условия. Интенсивность морозного выветривания определяется не амплитудой, а частотой колебания температуры около точки замерзания воды [2].

Выветривание различных горных пород, вскрываемых в береговой зоне, происходит неодинаково. Выветривание песчаников сводится в основном к разрушению цемента и удалению межзернового выполнения. Минералы цемента либо удаляются, либо подвергаются изменениям. Если песчаные зерна представлены кварцем, то они почти не изменяются. Восприимчивость к физическому выветриванию песчаников обусловлена изменчивой влагоемкостью, зависящей от наличия трещин разрыва, слоистости и пористости. При выветривании песчаники обычно разрушаются на блоки или пески, хотя в глинистых разностях отмечается отслаивание (десквамация) [3; 4].

Скорость разрушения глинистых пород в клифе увеличивается периодическим смачиванием и высыханием. Смачивание производится волнами, разбивающимися непосредственно о береговой уступ и при поднятии уровня. Особенно существенное влияние это оказывает на аргиллиты и алевролиты. Наблюдения показывают, что они, находясь в условиях естественной влажности или под водой, представляют прочную породу, слабо поддающуюся абразии. Стоит им попасть в условия переменного увлажнения и высыхания или замерзания и оттаивания, как порода превращается в щебенку, а затем в пелитовую массу. Аргиллиты и алевролиты обладают наибольшей скоростью выветривания среди пермских красцветов [1; 5]. Физическое выветривание непосредственно влияет на скорость прохождения других процессов – осыпания, обваливания. Берега водохранилища интенсивно подрабатываются абразией, и продукты выветривания поступают в водоем, откуда разносятся волнами. В обычных природных условиях осыпные шлейфы у подножия постепенно растут вверх по склону, закрывая его, поэтому темпы осыпания и обваливания со временем замедляются. На побережьях водохранилищ абразия удаляет осыпавшийся и обвалившийся материал, поэтому темпы склоновых гравитационных процессов устойчивы [3].

Абразия проявляется на правом берегу Воткинского водохранилища повсеместно. Характер абразионных процессов изменяется в зависимости от геологического строения берега, гидрологического режима водоема, высоты волн, но формы абразионной деятельности всегда остаются примерно одинаковыми. Абразия на водохранилище проявляется через гидравлические удары воды, ударов многочисленными обломками, приносимыми водой и химического воздействия воды на берега. Волна высотой в 1 м способна ударять о берег силой 1,6 т [1].

Интенсивность абразии определяется прочностными свойствами пород. Как показали исследования, проведенные в аналогичных геологических условиях, скорость размыва аргиллитов и алевролитов достигает 1-1,5 м/год, а песчаников и известняков – до 0,3-0,5 м/год [1].

В составе коренных пермских отложений, вскрываемых в береговой зоне Воткинского водохранилища, преобладают серые, зеленовато- и желтовато-серые мелкозернистые песчаники и алевролиты иногда с неясной горизонтальной и косою слоистостью, загипсованные, в разной степени уплотненные, с линзами конгломератов из гравия и гальки. Распространены также коричневые и плот-

ные красновато-коричневые глины, с линзами голубовато-серого алеврита, иногда – серые и светло-серые мергели и известняки.

Четвертичные отложения в районе водохранилища разнообразны по составу и происхождению. Они покрывают в основном тонким чехлом коренные породы, и лишь у подножий пологих склонов их мощность возрастает до 15-20 м. Все четвертичные отложения имеют континентальное происхождение, поэтому для них характерны прерывистое распространение и тесная связь с рельефом. Среди них выделяют образования разных генетических типов: аллювиальные, делювиальные, делювиально-солифлюкционные, оползневые, пролювиальные, осыпные, элювиальные. Четвертичные отложения повсеместно вскрываются в береговой зоне водохранилища.

Процесс разрушения берегов, сложенных у уреза песчаниками, происходит путем выламывания волнами глыб породы по трещинам. Проникая по ним, вода растворяет цемент и ослабляет связь между частицами. Удары волн и обломков пород отрывают от массива мелкие куски песчаника, срезают острые углы и выступы, расширяют пустоты и трещины до размеров ниш и полостей. Образующийся при расцементировании песок идет, главным образом, на формирование прибрежной отмели. Плотные аргиллиты и алевролиты разрушаются до щебня. В некоторых случаях в приурезовой части волны выламывают куски породы размером до 15-20 см.

Берега, сложенные рыхлыми четвертичными отложениями преимущественно суглинистого и супесчаного состава, подвержены абразии в наибольшей степени. Это объясняется малой механической прочностью суглинков и их способностью к набуханию. Суглинистые берега отступают со средней скоростью 1,5-2 м/год. Они имеют почти вертикальный клиф, основание которого соответствует уровню стояния воды в водохранилище. Надводная часть берегового уступа разрушается путем образований небольших обвалов и осыпей [3]. Такой берег на стационаре «Геолог» с 2004 по 2011 г. отступил на 8 м. Это наиболее активно изменяющийся участок береговой линии (рис. 2).



Рис. 2. Абразионный берег, сложенный рыхлыми четвертичными суглинками (стационар «Геолог»)

При среднегодовых скоростях разрушения берегового уступа, сложенного суглинками, 1,12 м/год, в отдельные годы значения этого показателя достигали 2,16 м/год.

Для изучения скорости абразии в скальных и полускальных породах нами был использован метод шпилек. Шпильки устанавливались в заранее просверленные отверстия. Чтобы избежать эффекта вымораживания и температурных воздействий металлических шпилек на горные породы, просверленные отверстия, диаметр которых вдвое превышал диаметр шпилек, заполнялись силиконовым герметиком, а затем в герметик вставлялись металлические шпильки (рис. 3).

Последующие замеры показали, что самая высокая скорость разрушения плотных песчаников наблюдается на уровне уреза воды и до высоты 15-25 см от него и составляет около 3 см/год. В верхней части волноприбойной ниши (на высоте 60-80 см) скорость разрушения стенки составила от 5 до 15 мм/год.

На темпы абразии берегов влияет и состояние поверхности надводных и подводных прибрежных склонов. Покрытые крупными валунами подводные склоны частично гасят волну и уменьшают

интенсивность абразии. Наземная растительность, скрепляя корневой системой грунт, увеличивает его сопротивляемость размыву. Деревья, упавшие с абразионных берегов, прибываются к нему волнами и являются препятствиями, гасящими волны. На створах, заложенных в песчаниках при наличии береговых препятствий, скорости отступления стенок намного ниже – 11-12 мм/год, причем максимум разрушения приурочен не к приурезовой части створа, как в случае полностью открытой акватории, а на высоте 35-50 см.



Рис. 3. Створ из шпилек в коренных песчаниках водохранилища

Интенсивность волнового воздействия на берега водохранилища определяется режимом ветров. В безледный период преобладают ветры западных румбов, при которых высокий правый берег образует ветровую тень, поэтому интенсивность волнового воздействия уменьшается. В то же время в течение года велика доля ветров южного направления, для которых берег открыт. Средняя годовая скорость ветра – 3-4 м/с. Наибольшие скорости отмечаются в зимние месяцы, наименьшие – летом. Штилевая погода отмечается в среднем всего 6-13 дней в году [6].

Размеры ветровых волн на водохранилище зависят от размеров акватории, определяющих длину разгона и характер изменения глубин. Сильное влияние оказывает конфигурация водохранилища в плане, а также высота и изрезанность его берегов, поэтому наиболее разрушаемым является участок берега от с. Степаново до дачного поселка Усть-Речка. Этот берег открыт частым южным ветрам, которые сильно разгоняются над акваторией водохранилища в направлении от г. Чайковский.

Глубины на подходах к берегам остаются при всех уровнях достаточными для свободного приближения волн, что определяет возможность абразии в течение всего периода открытого водоема. Поэтому длительность безледного периода является важным фактором, определяющим интенсивность и характер переработки берегов. Зимой берег и большая часть дна стабилизируются. Исключением являются эпизодические проявления морозного выветривания на оголенных от снега склонах. Безледный период и, как следствие, волновое воздействие на берега Воткинского водохранилища продолжается 200-210 дней в году.

Высота и морфология прибрежных форм рельефа также влияют на процесс формирования берега. Морфология первичного склона является основным условием, определяющим различный результат равного волнового воздействия на одни и те же породы [7]. Выпуклые склоны размываются быстрее, чем вогнутые, причем скорость размыва возрастает с увеличением их крутизны. Пологие берега с уклонами, не превышающими 2-4°, обычно не размываются. С увеличением высоты берега скорость его размыва при прочих равных условиях обычно меньше, чем у крутых, но невысоких берегов, что объясняется образованием у высоких берегов отмели в более короткие сроки.

Наличие прибрежной отмели во многом определяет интенсивность абразии. Скорость и масштабы переработки берега резко возрастают на тех участках, где продукты размыва уносятся вдольбереговыми течениями. Значительные колебания уровня воды в водохранилищах приводят к тому, что волнения и течения при постепенном его снижении поочередно размывают все более низкие участки берега, которые при более высоком уровне были береговой отмелью, следовательно, формирование отмели задерживается. Таким образом, чем больше амплитуда колебания уровня в период ин-

тенсивной волновой деятельности, тем сильнее идет размыв берега [8]. В исследуемом районе водохранилища преобладают крутые и высокие склоны, а пологие практически отсутствуют. Наиболее крутыми, почти отвесными, являются склоны, сложенные песчаниками и конгломератами, а склоны, сложенные алевритами, обычно имеют крутизну 55-60°. На них развиваются процессы осыпания и оползания. Обычно такие же крутые и берега, представленные рыхлыми четвертичными отложениями, которые подвергаются интенсивной абразионной переработке.

Абразионное разрушение берега активизирует рост не только уже имеющихся эрозионных форм, но и способствует образованию новых. В суглинках, особенно в перигляциальных, со столбчатыми отдельностями, абразия вырабатывает вертикальные обрывы. Снятие сил объемного напряжения вызывает обособление столбчатых отдельностей как в самом обрыве, так и на некотором удалении от бровки. Сформировавшиеся трещины являются хорошими коллекторами снеговых, дождевых вод и определяют собой направление и положение будущего оврага. Возникновению оврагов благоприятствует также процесс склоновой эрозии, образующий первичные борозды и промоины на плоскости абразионного уступа. На Воткинском водохранилище, как и на других камских водохранилищах, чаще всего эрозионные формы развиваются на суглинистых берегах [9]. Овражная эрозия способна разрушать не только надводный береговой склон, но и подводную периодически осушаемую прибрежную отмель. Последнее происходит ранней весной, во время сброса воды из водохранилища, и осенью. При этом всё же надо отметить, что случаи активного проявления линейной эрозии на Воткинском водохранилище единичны, и в объеме поступающего материала большой роли, по крайней мере, в пределах исследуемой береговой полосы, не играют. Более того, нами отмечено большое количество подрезанных абразией оврагов и балок, в которых никакой активизации эрозии не наблюдается. Отчасти это объясняется тем, что при наполнении водоема абразия уничтожила значительную часть водосборов временных русловых потоков, а оставшаяся площадь водосбора не обеспечивает эрозионный процесс достаточным количеством воды, способной разрушить образовавшийся ранее дерновый покров [10].

Наиболее активными процессами на водохранилище, наряду с абразией, являются осыпание и обваливание. Именно они поставляют основную часть материала в чашу водохранилища. Механизм развития осыпей и обвалов напрямую связан с процессами физического выветривания, составом пород, слагающих склон, и высотой откоса.

Активно развиваются осыпи и обвалы на высоких обрывистых берегах, сложенных аргиллитами, алевритами, песчаниками. Крутизна склонов при этом не меняется, и они развиваются путем параллельного отступания. Накопления колювия у основания склонов не происходит, поскольку весь материал активно перерабатывается волновыми процессами и постепенно заполняет чашу водохранилища. Скорость отступания склонов составляет от 7-10 см до 1-1,5 м в год в зависимости от состава пород. Осыпные процессы проявляются в течение всего года, но их скорость крайне неравномерна. Наибольшую часть материала дает сравнительно короткий промежуток времени – с конца марта до середины мая, когда они резко активизируются. Осыпанию в это время способствует многократная смена положительных и отрицательных температур, вызывающая морозное выветривание. Вдоль всего основания склонов в весенний период времени формируется мощная осыпь, высота которой прямо пропорциональна высоте склона. На склонах высотой 40 м высота осыпного шлейфа составляет обычно 3,5-4 м [2]. Формирование осыпи в короткий весенний промежуток времени подтверждает её строение – под осыпью залегает снежный покров, содержащий очень небольшие прослойки осыпного материала и лед водохранилища. Отступление склона в весенний период оставляет около 70-75% годового итога. После схода снега и льда на водохранилище, волны полностью размывают образовавшуюся осыпь к середине июля.

Наиболее слабо осыпные процессы развиваются зимой, что подтверждают результаты изучения разрезов осыпных отложений, сделанных в весеннее время. В разрезах под мощной толщей осыпи сохраняется снежный покров, в составе которого встречаются лишь небольшие прослойки склонового материала, накопившегося в периоды между снегопадами. Если в течение зимы не было оттепелей, то такие прослойки вообще отсутствуют.

Количество прослоек и объем накопленного в них материала говорит о том, что обнаженные крутые склоны зимой в целом стабильны, образование прослоек связано либо с оттепелями, либо с продолжительными промежутками времени между снегопадами, при солнечной погоде, когда возможно прогревание обнаженных горных пород. В толще снега прослеживаются прослойки минерально-

го вещества не только осыпного происхождения, но и золотого. Дефляцию можно считать одним из ведущих процессов денудации в зимнее время на берегах водохранилища, но количество поставляемого материала в его чашу этим процессом незначительно. За весь зимний период объем поступающего дефляционного материала не превышает 1%. Коллювий же весной оседает, увлажняется и сползает при таянии снега. Его движение напоминает солифлюкцию [11].

Создание водохранилищ вызывает также активизацию оползневых процессов. Оползают как рыхлые, так и твердые породы на крутых склонах, наклон которых равен или превышает  $15^\circ$ . При меньших углах оползни образуются редко [2].

На правобережье Воткинского водохранилища оползни встречаются достаточно часто. Но условия образования оползней в четвертичных и коренных пермских породах совершенно различны. Поэтому, несмотря на то, что причины образования оползней в общем остаются одними, меняются динамика, механизм процесса и морфология оползневых тел. Оползни в четвертичных отложениях невелики по размеру и объему сползших пород, но при этом довольно многочисленны. Некоторые же оползни в коренных породах гораздо масштабнее, их размеры и объемы в сотни раз превосходят оползни в четвертичных породах.

На берегах, сложенных коренными породами, преобладают деляписивные оползни, свободно соскальзывающие к урезу воды, но не всегда достигающие его в течение одного года. Размеры их обычно невелики – шириной до 2,5-3 м, длиной до 12-15 м. Достижение уреза воды оползни этого типа размываются волновыми процессами в течение одного летнего сезона. Крупные детрузивные оползни образуются гораздо реже. При этом формируется оползневой цирк, ограниченный стенкой срыва, и оползневой блок, имеющий сложный рельеф. После схода оползней, в первые годы, продолжается их движение в сторону водохранилища, скорость смещения составляет до нескольких метров в год. Активному движению оползней способствует абразия, быстро разрушающая дезинтегрированные породы фронтальной зоны оползня. Затем это движение замедляется и составляет уже 30-50 см в год [11; 12]. В пределах исследуемой 15-километровой береговой зоны водохранилища, за последние 8 лет образовалось всего два таких крупных оползня. На обоих оползнях проводятся систематические наблюдения с момента их образования. Это стационары «Беркуты-1» и «Беркуты-2».

Оползень «Беркуты-1» образовался в 2002 г., он имеет стенку срыва высотой до 20 м, длину оползневого тела более 70 м и ширину порядка 50 м. Стенка срыва этого оползня активно разрушается, и в нижней части склона накапливается коллювий. Аккумулятивная часть осыпи вытянута параллельно стенке срыва в виде полосы шириной 7-10 м. На стационарах проводится ежегодная тахеометрическая съемка, позволяющая оценить скорость отступления бровки склона, накопление коллювия у подножья стенки срыва, изменение положения фронтальной зоны оползня, скорость движения тела оползня и изменение подводного рельефа. За 8 лет, с 2003 по 2011 г., бровка склона отступила на 2,20-2,40 м. Величина смещения была наибольшей с 2004 на 2005 г. и составила 0,6 м. Фронтальная часть оползня интенсивно размывается и отступает, а сам оползень при этом продолжает выдвигаться в сторону водохранилища (рис. 6). Движения оползня зафиксированы с помощью расположенных на нем многочисленных деревьев и заложенного грунтового репера. Координаты этих предметов ежегодно определялись во время съемки. Вслед за оползнем смещается и осыпной шлейф. Благодаря таким смещениям формируется вогнутый поперечный профиль шлейфа, а нижняя его часть активно зарастает.

Основная часть продуктов разрушения берега переоткладывается в неширокой прибрежной полосе во время волнений (рис. 4). Граница распространения взвесей в воде четко прослеживается, её ширина составляет 200-250 м.

Донные отложения верхних участков водохранилища, входящих в зону выклинивания подпора, представлены разнозернистыми песками, крупность которых закономерно уменьшается с удалением от выклинивания подпора. Серые илы распространены на участках с малой гидродинамической активностью. Бурые илы встречаются преимущественно в непосредственной близости от берегов, сложенных рыхлыми четвертичными отложениями и легко поддающимся переработке.

По изменению мутности воды в прибрежной зоне водохранилища отчетливо выделяется несколько зон [13]:

- 1) с мутностью до  $15 \text{ кг/м}^3$  – волноприбойная зона;
- 2) с мутностью до  $5 \text{ кг/м}^3$  – до свала глубин;
- 3) с мутностью 50-100  $\text{г/м}^3$  – наносы поступают с вышерасположенного склона;
- 4) с мутностью до  $5-10 \text{ г/м}^3$  – во время волнения, в средней части водохранилища.



Рис. 4. Область распространения взвешенного вещества в водах водохранилища во время волнений



Рис. 5. Зоны участков воды с различной мутностью на водохранилище

У берега осаждаются частицы диаметром более 0,1 мм, в средней части количество частиц диаметром 0,05 мм составляет более половины. Максимальная толщина отложений наблюдается в основном на расстоянии 100–400 м от берега (рис. 5).

Поступление твердого вещества в водохранилище способствует его заилению и занесению, а это в свою очередь уменьшает объем водохранилища и сокращает срок его полезной службы.

Характер проявления процессов в береговой зоне водохранилища меняется от года к году вслед за изменениями погоды. Так, необычно теплая погода в декабре 2006 г. способствовала таянию снежного покрова и насыщению горных пород влагой. В результате к апрелю запасы подземных вод оказались выше средних показателей, а весеннее таяние снега привело к большему, чем обычно, насыщению влагой грунтов, в связи с чем активизировались оползневые процессы. На изучаемом участке береговой зоны в 2007 г. образовались два новых крупных оползня в районе д. Беркуты, с. Галево и большое количество малых, а также ниже плотины водохранилища – в д. Докша. Зима 2009/2010 г. характеризовалась аномально низкими температурами, снег выпал очень поздно, поэтому грунты глубоко и сильно промерзли. Из-за этого весной во время таяния снега вода не просачивалась в грунт, а стекала по поверхности склонов.

В исследуемом районе Воткинского водохранилища почти отсутствуют области аккумуляции – пляжи. Эти формы рельефа в настоящее время встречаются только в устьях малых рек, крупных балок и нивально-эрозионных цирков, впадающих в водохранилище. Это свидетельствует о том, что процессы активного переформирования берегов будет продолжаться еще длительное время [12]. К тому же изменение водохозяйственных функций и режима водохранилища, колебания гидрометеорологических условий, усиление антропогенной нагрузки на прибрежные территории могут оживить процессы переформирования берегов, даже если они находятся в стадии равновесия или завершения.

## Выводы

1) Общий процесс переформирования береговой зоны водохранилища складывается из частных процессов: выветривания, абразии, эрозии, оползания, осыпания и обваливания, которые могут воздействовать на склон одновременно;

2) в годовом режиме процессы протекают неравномерно: в весенний период наиболее активно развиваются процессы выветривания, осыпания, обваливания и оползания; абразионные процессы активизируются с конца апреля – начала мая, когда вновь заполняется чаша водохранилища и сходит ледовый покров, и действуют до появления льда; зимний период наиболее спокойный, склоны стабилизируются, все гравитационные процессы затухают, что отчетливо проявляется в разрезах осыпных отложений, перекрывающих толщу снега в весеннее время;

3) имеется зависимость между активизацией береговых процессов и колебаниями климатических показателей за последние несколько лет;

4) на исследуемом участке береговой зоны водохранилища преобладают абразионно-осыпные склоны, поставляющие в его чашу наибольшее количество материала; оползневые участки сравнительно немногочисленны, ежегодно на водохранилище образуется небольшое количество оползней;

5) наиболее интенсивно отступают берега, сложенные четвертичными отложениями и тела оползней, достигшие уреза воды; гораздо более устойчивы берега, сложенные прочными скальными породами – песчаниками и конгломератами, особенно если они слагают нижнюю часть склона, подвергающуюся действию волн;

6) за время эксплуатации водохранилища берега, сложенные коренными отложениями, отступили в среднем на 52-55 м, а пологие склоны, сложенные рыхлыми четвертичными отложениями, отступили на 75-100 м.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печеркин И.А., Печеркин А.И., Гайнанов Ш.Х. Переработка берегов водохранилищ, сложенных песчано-глинистыми и карбонатными породами. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2008. 96 с.
2. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М.: Высш. шк., 1988. 319 с.
3. Егоров И.Е., Егорова М.И. Современные тенденции изменения береговой зоны Воткинского водохранилища // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2008. Вып.2. С. 81-87.
4. Оллиер К. Выветривание. М.: Недра, 1987. 346 с.
5. Широков В.М. Особенности формирования берегов равнинных водохранилищ // Инженерная география. М., 1989. С. 117-124.
6. Методическое руководство по проведению учебной комплексной географической практики. Ижевск: Изд-во Удм. гос. ун-та, 2003. 164 с.
7. Ермолаев А.И. Анализ роли основных факторов и условий процесса абразионного переформирования берегов // Тр. координационных совещ. по гидротехнике. 1977. № 122. С. 201-207.
8. Водохранилища мира. М: Наука, 1979. 287 с.
9. Фролова И.В. Овражная эрозия в береговой зоне Камского водохранилища // Инженерная геология, гидрогеология и геодинамика прибрежных территорий и ложа водохранилища. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2008. С. 69-71.
10. Двинских С.А., Печеркин А.И., Лепихин А.П. Влияние водохранилищ на окружающую среду. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 1981. 119 с.
11. Глейзер И.В., Егоров И.Е., Егорова М.И. Динамика береговых процессов на Воткинском водохранилище (в пределах Удмуртской Республики) // Инженерная геология, гидрогеология и геодинамика прибрежных территорий и ложа водохранилища. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2008. С. 33-37.
12. Егоров И.Е., Егорова М.И. Процессы современной экзогенной геодинамики на берегах Воткинского водохранилища // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2007. № 11. С. 75-80.
13. Халилов Ш.Б. Перемещение и осажение продуктов разрушения берегов в Мингечаурском водохранилище // Материалы науч.-теор. конф. молодых ученых АН Азерб. ССР. Баку, 1969. Кн.3. С. 56-59.

Поступила в редакцию 26.01.12

*I.E. Egorov, I.V. Gleizer*

#### **Coastal processes of right bank Votkinsk of the water basin**

The technique and results of long-term field supervision over coastal processes on right bank Votkinsk of a water basin are stated. The characteristic of intensity of display of processes is given, speed of destruction of coast is determined.

*Keywords:* aeration, shedding, shafting, abrasion, a water basin.

Егоров Игорь Евгеньевич,  
кандидат географических наук, доцент

Глейзер Игорь Владимович,  
кандидат географических наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»  
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 4)

Egorov I.E.,  
candidate of geography, associate professor

Gleizer I.V.,  
candidate of geography, associate professor

Udmurt State University  
426034, Russia, Izhevsk, Universitetskaya st., 1/4