

1. *Флоренсов Н.А.* К проблеме механизма горообразования во Внутренней Азии // *Геотектоника*. 1965. № 4. С. 3–14.
2. *Логачев А.Н., Лопатин Д.В.* Рифтогенез и рельеф / Пробл. эндогенного рельефообразования. М.: Наука, 1976. С. 201–246.
3. *Лопатин Д.В., Томилов Б.В.* Возраст Байкала // *Вестн. СПбГУ*. 2004. № 1(7). С. 58–67.
4. *Зоненицайн Л.П., Казьмин В.Г., Кузьмин М.И.* Новые данные по истории Байкала: результаты наблюдений с подводных обитаемых аппаратов // *Геотектоника*. 1995. № 3. С. 36–41.
5. *Логачев Н.А., Ломоносова Т.К., Климанова В.М.* Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М.: Наука, 1964. 195 с.
6. *Нагорья Прибайкалья и Забайкалья*. М.: Наука, 1974. 358 с.
7. *Геоморфология*. М.: АСАДЕМІА, 2005. 518 с.
8. *Лопатин Д.В., Томилов Б.В.* Древние долины Западного Прибайкалья в связи с проблемой образования Байкала / Речные системы и мелиорация. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. Ч. 2. С. 57–61.

Санкт-Петербургский госуниверситет,
ИЗК СО РАН, Иркутск

Поступила в редакцию

26.01.2007

STEPPED RELIEF OF THE PRIOL'KHONIE AND OL'KHON ISLAND IN THE WESTERN PRIBAIKALIE

D.V. LOPATIN, T.M. SKOVITINA

S u m m a r y

Ol'khon block have steps of 350–600, 600–800, 800–1200 m height, Priol'khonsky block have steps of 350–560, 560–600, 600–680, 680–800, 800–1000 m height. These blocks are the dry part of closing dike between Northern and Middle Baikal depressions. The structure of relief is determined by paleoforms of denudation relief, which have persisted since the formation of the oldest (late Cretaceous – Paleogene) transregional and younger (Pliocene) planation surfaces. Since that time no considerable relief transformation have taken place.

УДК 551.435.3(470.53)

© 2008 г. Н.Н. НАЗАРОВ, А.В. СУНЦОВ

МОРФОЛИТОГЕНЕЗ ПРИПЛОТИННОГО УЧАСТКА ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА¹

Постановка проблемы

При оценке природного потенциала и экологического состояния водохранилищ (больших и малых, равнинных и горных, с сезонным и многолетним режимами регулирования и т.д.) особое значение среди геокомпонентов занимают донные осадки и рельеф ложа. При всей своей относительной молодости они формируют инвариант водохранилищ, придающий всем пространственным элементам структурных частей водного объекта качественную определенность и специфичность, что позволяет отличать данный тип водоемов от всех остальных аквальных геосистем суши Земли. Для всех водохранилищ характерна наносоулавливающая функция. В зависимости от

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 06-05-64213).

индивидуальных особенностей природных и/или технологических свойств водоемов она определяет скорость частичного или полного переформирования всех первичных элементов дна и склонов речной долины.

Другой экзодинамической особенностью большинства водохранилищ, делающей их не похожими на остальные водные объекты суши, например, на наиболее близкие к ним по многим признакам – озера, является наличие довольно больших участков (зон), в пределах которых именно денудационные процессы определяют характер и направленность морфолитогенеза практически в течение всего периода развития водоемов.

Изучению вопроса о соотношениях аккумулятивных и денудационных процессов как основных факторов рельефообразования донных геосистем водохранилищ России и республик бывшего СССР посвящено сравнительно немного исследований. Данные о распространении или преобладании процессов аккумуляции, транзита и денудации можно обнаружить в материалах по Цимлянскому [1], днепровским [2], верхневолжским [3], камским [4, 5], Новосибирскому [6], Чебоксарскому [7], Братскому [8] и ряду других водохранилищ. Из результатов, представленных зарубежными авторами, следует указать на публикации о водохранилищах Северной Америки [9, 10].

В большинстве работ приводятся количественные или полуколичественные показатели распределения донных отложений разных типов. Хотя различия в методах исследования и классификациях донных почвенно-грунтовых новообразований существуют, тем не менее, имеющаяся информация позволяет выявить некоторые общие закономерности в распределении донных отложений в акваториях крупных равнинных водоемов:

- взмучивание и трансседиментация, сортируя привнесенный или сформировавшийся в водоемах материал, перемещают его тонкодисперсную часть (иловые частицы) в глубоководные участки;

- для крупных равнинных водохранилищ характерно чередование участков распространения размытых и трансформированных почв, залегания песков различной степени заиления и илов разной степени дисперсности от верховьев к плотине и от береговых и островных отмелей к затопленному руслу.

Цель настоящей работы – установление основных пространственно-временных закономерностей формирования донного рельефа и участия в нем аккумулятивных и денудационных процессов в пределах нижнего (приплотинного) участка Воткинского водохранилища – одного из типичных водохранилищ Волжско-Камского каскада.

Характеристика объекта исследования

Выбор в качестве объекта исследования самого нижнего 120-километрового участка Воткинского водохранилища обусловлен его принадлежностью к области преимущественно волнового морфолитогенеза водоема, характеризующейся наиболее активным переформированием прибрежной и глубоководной зон.

Положение водохранилища вторым сверху в каскаде камских водоемов и ограниченное количество относительно крупных притоков (Очер и Тулва) определяют сложившееся соотношение между источниками грунтообразующего материала. По степени влияния на процесс заиления водохранилища выделяются два основных источника: сток наносов с водосбора (около 20% от всей массы наносов) и продукты переработки берегов (70–89%) [11].

До настоящего времени сведений о донных отложениях Воткинского водохранилища в литературе встречалось сравнительно немного. Первая схема распределения иловых отложений на пятый год его существования была предложена Ю.М. Матарзиным, И.К. Мацкевичем, Н.Б. Сорокиной [12].

Изучение донных отложений, проведенное Л.А. Кузнецовой [4] в конце 1970-х – первой половине 1980-х гг., показало, что вторичные грунты представлены типами, характерными для большинства крупных равнинных водоемов. В нижней (приплотин-

ной) части вторичные грунты представлены серыми, темно-серыми, бурыми и коричневыми илами. Изредка вблизи берегов, сложенных рыхлыми четвертичными отложениями и подвергающихся интенсивной переработке, отмечены бурые илы. Площади, занятые коричневыми илами, еще меньше и приурочены к участкам затопленных болот. Изучение гранулометрического состава показало, что смена крупнозернистых осадков мелкофракционными происходит по мере продвижения от верховьев водохранилища к плотине Воткинской ГЭС.

Изучение мощности вторичных осадков показало, что средняя величина слоя иловых отложений к середине 1980-х гг. составляла всего 15–20 см. Она заметно возрастала лишь в наиболее широкой приплотинной части водохранилища. Максимальный слой новообразований обычно фиксировался в русловой части и постепенно уменьшался к берегам.

Мощность слоя ила в пределах старого камского русла на момент съемки составляла в среднем 20–40 см (максимум – 60 см). На затопленной пойме и первой надпойменной террасе средние значения показателя составили около 11 см (в 60% замеров толщина ила составила 5 см и менее). Исключениями в этом плане являлись междунные пространства, котловины, озерные понижения, судоходные “прорези” и некоторые другие отрицательные формы рельефа, в которых мощность илов в тот период достигала 20–40 см [5].

Одним из наиболее важных результатов картографирования донных отложений, проведенного в 1970–1980-х гг., стало установление факта сопряженного развития разнонаправленных рельефообразующих процессов – аккумуляции и денудации (абразии и эрозии). По данным расшифровки эхолотограмм было установлено, что денудационные процессы в открытой части водоема наиболее активно развиваются в привершинных частях дюн, гряд и прирусловых валов. Здесь во всех точках отбора проб наблюдались отсутствие илов и выход на поверхность песчаных (коренных) грунтов. На месте многих бывших островов глубины уже в тот период достигали 4–5 м.

Морфолитогенез прибрежной зоны

Для выявления источников, условий и путей транзита наносов в летние месяцы (конец июля – начало августа) 2001–2004 гг. в условиях нормального подпорного уровня или близких к нему значений (89.0–88.5 м) в приплотинной части водоема (рис. 1) было проведено изучение микроагрегатного состава материнских отложений (из береговых уступов) и вторичных осадочных грунтов прибрежных отмелей (рис. 2). Исследования проводились на участках надпойменных террас, являющихся для Воткинского водохранилища главными поставщиками наносов. Поступление последних в акваторию водоема, как правило, происходит в конце весны – начале лета в момент достижения водоемом максимальных уровней. Рядом с клифом или на небольшом удалении от

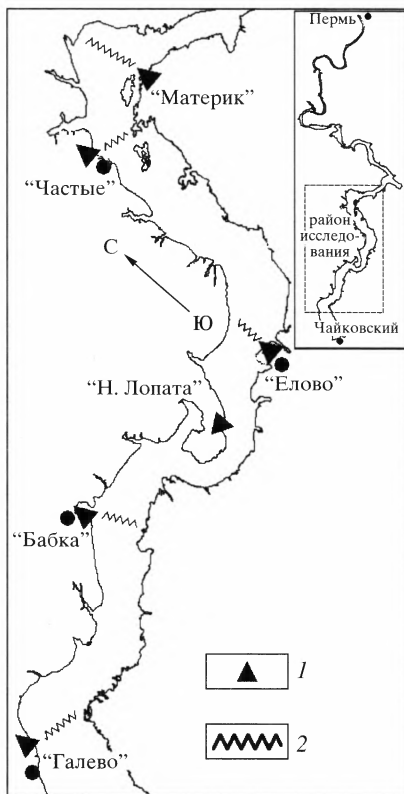


Рис. 1. Местоположение точек отбора проб наносов в приплотинной части Воткинского водохранилища
Места отбора проб: 1 – первичных (коренных) и вторичных отложений берегового склона, 2 – донных отложений ложа водоема

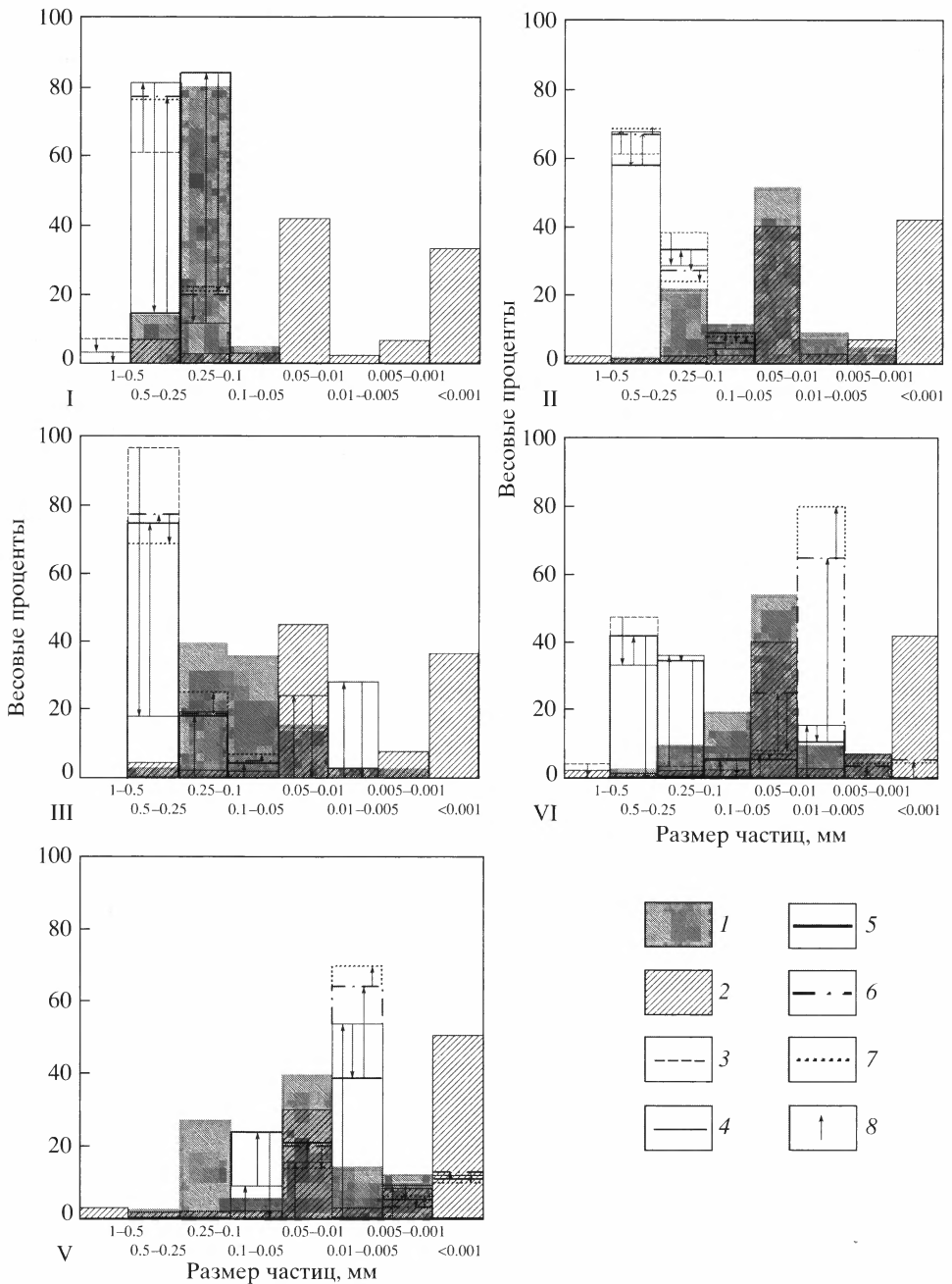


Рис. 2. Гистограммы содержания фракций микроагрегатов в грунтах на стационарах "Материк" (I), "Н. Лопата" (II), "Елово" (III), "Бабка" (IV), "Частые" (V)

1 – из береговых уступов, 2 – из донных отложений глубоководной зоны; *прибрежной отмели*: 3 – пляжа – подошвы абразивного уступа, 4 – на удалении 10 м от подошвы уступа (I – 0.5; II – 0.3; III – 0.5; IV – 0.9; V – 0.6)*, 5 – то же 20 м (I – 0.8; II – 1.0; III – 0.7; IV – 1.4; V – 0.9)*, 6 – то же 30 м (I – 1.5; II – 1.7; III – 0.8; IV – 2.0; V – 1.2)*, 7 – то же 40 м (I – 2.2; II – 2.4; III – 1.0; IV – 2.2; V – 1.5)*; 8 – направление изменения содержания данной фракции.

* – в скобках указаны глубины в данных точках на соответствующих стационарах

него (чем выше береговой уступ, тем дальше от его подошвы) к моменту достижения наивысших отметок уровней обычно накапливается весь обрушившийся материал.

Особенности пространственно-временной трансформации состава *песчаных* грунтов по мере их поступления в водоем из абразионных уступов и последующей прибойно-волновой сортировки в прибрежной части отмели довольно показательно представляют материалы, полученные на левобережном стационаре “Материк” (рис. 2, I).

Установлено, что вдоль берегов, сложенных аллювиальными песками, наиболее характерным процессом при самых высоких отметках уровня водоема является временное (в абразионной части отмели) и окончательное (в аккумулятивной части отмели) накопление вторичных отложений, имеющих в своем составе те же фракции, что и у коренных грунтов. Наиболее существенное различие между ними – преобладание в составе вторичных отложений самых крупных фракций по сравнению с первичными отложениями.

Существование зоны сезонного (временного) осадконакопления обычно ограничивается периодом 2,5–3,5 месяца, что связано с отсутствием в летний период сильных штормов и/или сработкой уровней до отметок, позволяющих осуществить окончательный размыв и сортировку отложений гравитационного происхождения в местах их скопления.

Примером развития морфолитогенеза прибрежных отмелей у берегов более сложного геолого-геоморфологического строения является стационар “Ножовская Лопата”. Здесь 12-метровый абразионный уступ третьей надпойменной террасы сложен *переслаивающимися* песками, алевритами и глинами. У берегов такого типа на прибрежной отмели происходит формирование вторичных отложений повышенной крупности. В составе наносов отсутствует не менее половины фракций, доминирующих в коренных грунтах, при этом в структуре вторичных ведущую роль (более 50%) играет самая крупная фракция, которая в составе грунтов надпойменной террасы занимала лишь второстепенную позицию (рис. 2, II).

Особенности литогенеза отмелей, сформировавшихся вдоль *супесчаных (легкосуглинистых)* берегов, наглядно демонстрируются на примере стационара “Елово”. Четырехметровый уступ третьей надпойменной террасы сложен песчано-алевритистыми отложениями, в которых по всему разрезу доминируют частицы размером от 0,25 до 0,05 мм (более 75%). Интенсивная переработка берегового уступа (2–4 м/год) предопределила и довольно значительные сезонные накопления наносов в пределах абразионной части отмели (рис. 2, III).

Сравнительно небольшой “размах” доминантных фракций (3) в структуре коренных грунтов, ограничивающийся песками и алевритами, у вторичных грунтов временного накопления расширяется, как за счет более крупных, так и за счет самых мелких фракций. Ведущей тенденцией в изменении состава вторичных отложений на отмели в целом является укрупнение размера микроагрегатов по сравнению с грунтами берегового уступа. Доминантной становится фракция самой крупной размерности, являющаяся второстепенной в составе коренных грунтов.

Особый интерес в части выяснения закономерностей формирования экзодинамической обстановки у берегов, сложенных породами различного литологического и микроагрегатного состава, вызывают участки берега, сложенные *делювиальными суглинками*. Причинами такого внимания к ним являются, во-первых, значительная протяженность берегов данного типа на Воткинском водохранилище, во-вторых, как правило, большая высота береговых уступов (8–25 м). Оба эти обстоятельства определяют ведущую роль суглинистых берегов в нивелировании первичного рельефа, как прибрежных отмелей, так и ложа водохранилища в целом.

В качестве первого примера рассмотрим случай, когда берег, сложенный практически на всю высоту суглинками, в подножье представлен русловой фацией, состоящей из песчано-гравийных отложений. Главная особенность такого распределения грунтов в разрезе – литолого-фациальное несоответствие между песчано-глинистым материалом, формирующим основную массу наносов, и плохо поддающимися размыву

гравийными отложениями, в горизонте которых происходит моделировка (“вырезание”) самой верхней подводной части берегового склона.

На стационаре “Бабка” двенадцатиметровый субвертикальный уступ третьей надпойменной террасы практически на всю высоту сложен лёссовидными суглинками. Лишь в самой нижней его части обнажается песчано-гравийная толща мощностью около 70 см, которая в зависимости от гидрологических условий года и объемов обрушения берегового уступа в большей или меньшей степени определяет морфологию пляжа и состав пляжевых накоплений.

Изучение состава наносов подводного склона, имеющего профиль по своим параметрам близкий к песчаным берегам, показало, что структура этих отложений диссоциирует с составом основных фракций первичных грунтов. В составе наносов самой мелководной части прибрежной отмели преобладают фракции крупной размерности, являющиеся второстепенными для коренных грунтов (рис. 2, IV). В целом же для прибрежной отмели формирование вторичных наносов определяется преобладанием самых мелких фракций из состава доминирующих у коренных суглинков.

В качестве другого примера формирования отмелей при суглинистых берегах выбран наиболее типичный случай, когда литологический состав берегового уступа выдержан по всей высоте разреза (рис. 2, V). На участке стационара “Частые” делювиальные суглинки слагают не только надводный уступ, но и его подошву, и значительную часть подводного берегового склона.

Для берегов данного типа формирование наносов в прибрежной зоне отличается не просто снижением крупности микроагрегатов относительно первичных грунтов, но и общей тенденцией уменьшения их медианного диаметра по мере приближения к внешней наиболее глубокой части отмели.

Общая закономерность морфолитогенеза в прибрежной части водоема – огрубление состава отложений относительно первичных грунтов и образование временных (сезонных) форм аккумулятивного рельефа в пределах абразионной части отмелей. Подавляющая часть (более 90%) алеврит-пелитовых частиц, находящихся в составе коренных отложений берега, уносится в глубоководную зону и участвует в формировании рельефа ложа водохранилища.

Морфолитогенез глубоководной зоны

В апреле и августе 2005 г. в пределах глубоководной зоны приплотинного участка водохранилища были проведены новые детальные исследования донных отложений и рельефа. Отбор проб вторичных отложений (наносов) на различные виды анализов проводился с помощью трубчатого пробоотборника гравитационного типа длиной 90 см. Конструктивные особенности пробоотборника позволяли получать керны грунтов с ненарушенной структурой. Из 38 отобранных колонок донных отложений, в 19 были обнаружены первичные грунты – почвы поймы и надпойменных террас. Отбор проб производился как в отдельных точках акватории, так и по линиям створов (окрестности сс. Частые, Елово, Бабка, Галево). Местоположение точек опробований выбиралось в соответствии с принципом наиболее полного охвата условий седиментации на этом участке водоема. Диапазон глубин, на которых удалось произвести отбор колонок донных отложений, составил 7–22 м.

Исследования показали, что мощность илов в старом русле повсеместно (!) превышает высоту пробоотборника (рис. 3). В пределах поймы и первой надпойменной террасы этот показатель характеризуется большой вариабельностью и чутко реагирует на характер изменения рельефа и глубины водоема. В старичных переуглублениях поймы мощность иловых отложений практически не отличается от зафиксированной в русле. В междюнных понижениях первой надпойменной террасы она обычно составляет – не более 90 см, а на плосковершинных участках – первые десятки сантиметров.

Кроме особенностей подводного рельефа на мощность илов свое влияние оказывают гидрологические условия местоположения аквальных геосистем. В пределах ис-

следованной части акватории, за исключением заливов, не было обнаружено ни одного участка, где бы проявления накопленной алеврит-пелитовых фракций было зафиксировано на глубинах менее 5–6 м. Последнее обстоятельство указывает на то, что для Воткинского водохранилища эти глубины являются границей между зонами устойчивого накопления иловой отложения и зоной преимущественно их транзита или питания. В отдельные годы, в силу развития аномально низкой или, напротив, аномально высокой активности ветро-волновых процессов, эти зоны могут “подниматься” или “опускаться” на 1.5–2.0 м. Об этом свидетельствуют факты обнаружения в кернах донных грунтов тонких (1.0–1.5 см) слоев илов с высокой концентрацией песка среди относительно однородных отложений алеврит-пелитовых фракций.

Микроагрегатный состав иловых отложений в различных точках приплотинного участка водоема в значительной степени контролируется местными особенностями рельефа (рис. 4). Основной причиной варьирования содержания фракций песка в пробах является расстояние от точки отбора до участков питания крупнодисперсными наносами. В качестве таких участков выступают абразионные берега или вершины положительных форм донного рельефа (дюны, вдольрусловые валы и др.).

Повышенное содержание песчаных частиц (14.3%) в иловых отложениях на профиле “Частые” зафиксировано в пробе, отобранной с 9-метровой глубины на русловом склоне. Здесь бывшее русло Камы находится в непосредственной близости от уступа третьей надпойменной террасы, сложенной суглинками (содержание песка в них составляет более 30%). Второе повышение количества песка обнаружено в пробе с противоположного конца профиля. Концентрация крупнодисперсных фракций здесь связана с донным размывом поверхности надпойменной террасы и сносом осадочного материала вниз по склону в главное русло. В других точках профиля (центральных, наиболее удаленных от основных источников питания наносами) наблюдается снижение доли фракций песка примерно в 1.7–2.0 раза.

Близкая по характеру распределения крупнодисперсных частиц ситуация складывается на профилях “Елово” и “Бабка”. Максимум содержания фракций песка приходится на понижения рельефа надпойменной террасы, которые соседствуют с дюнами и другими положительными формами донной поверхности. Например, увеличение количества песка в осадках правой протоки русла на профиле “Бабка” (на рисунке она

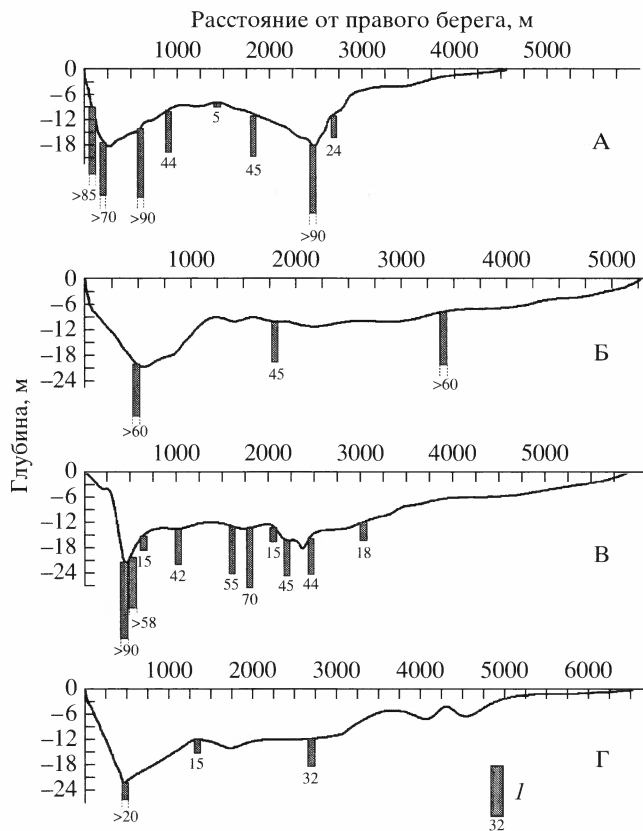


Рис. 3. Мощность иловых отложений на поперечных профилях “Частые” (А), “Елово” (Б), “Бабка” (В), “Галево” (Г)
l – мощность ила (см)

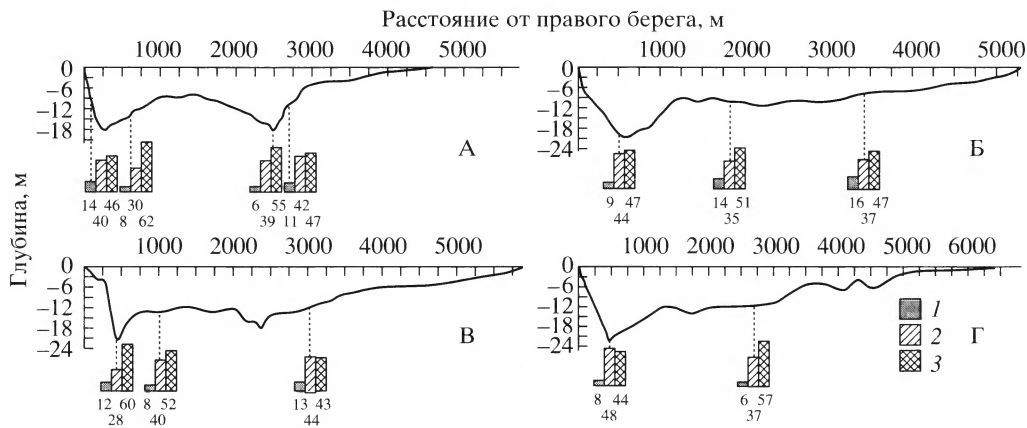


Рис. 4. Микроагрегатный состав иловых отложений на поперечных профилях “Частые” (А), “Елово” (Б), “Бабка” (В), “Галево” (Г)

Фракции: 1 – песчаная, 2 – алевритовая, 3 – пелитовая. Цифры – содержание фракции в пробе, %

слева) до 12,3% объясняется присутствием в нижней части абразионного уступа горизонта русловой фации, сложенного песчано-гравийными отложениями.

Заметное отличие в составе наносов по сравнению с другими участками имеет профиль “Галево”. Здесь поступление песчаных частиц в состав донных грунтов ограничено по причине их малой концентрации в коренных отложениях берегового уступа (аргиллитах и алевролитах верхней перми) и в глинистых отложениях первой надпойменной террасы. Последняя в этой части водоема имеет довольно ровную поверхность и расположена на глубинах (около 12 м), находящихся за пределом размывающей способности даже самых больших волн.

Как уже было отмечено, размеры пробоотборника не позволили нам определить истинную мощность вторичных отложений в местах, где она превышала 90 см. Для решения этой проблемы и дифференциации акватории водоема по характеру и направленности морфолитогенеза был применен сракторный метод. С его помощью было осуществлено сопоставление абсолютных высот элементов рельефа пойменно-русловых геосистем “до создания водохранилища” и сформировавшихся к 2000 г. В качестве исходного материала использовались топографические карты м-ба 1:25000 и Атласы единой глубоководной системы России (лоции) за 1984 и 2000 гг.

Сравнение высотных отметок положительных локальных форм методом наложения разновременных карт показало, что для разновысотных групп объектов наблюдаются заметные различия в направленности экзодинамических процессов (таблица). Для вершин, которые до 1984 г. располагались на глубинах 5,0 м и менее, к началу следующего столетия основным видом рельефопреобразования преимущественно стал размыв. Снижение высот у отдельных локальных повышений дна составило не менее 1–2 м. Для вершин, расположенных на больших глубинах, преобразование рельефа обычно происходило по пути повышения относительных отметок дна (уменьшения глубины). Особенно наглядно это проявилось на участках ложа водоема, где средние глубины превышали 6–8 м. “Прирост” локальных вершин здесь составил не менее 0,3 м.

Достаточно неожиданный результат был получен при определении направленности и активности рельефопреобразующих процессов в бывшем русле Камы. Совмещение продольных профилей (рис. 5), построенных для разных лет съемки, показало, что прирост отметок дна за 15 последних лет функционирования водоема в отдельных случаях достигает 5 м. Средние значения данного показателя для приплотинного участка водоема составили 1,1–1,5 м.

Максимальные значения осадконакопления были зафиксированы в районе стационара “Бабка” на участке русла, где оно приближено к коренному склону с масштабными проявлениями оползневой деятельности. Другой причиной формирования здесь повышенных скоростей накопления донных отложений является, по-видимому, размыв в конце 1990-х гг. острова (до глубины 4 м), который находился всего в 200 м от этого участка.

Неожиданно большие различия в скоростях осадконакопления в раннюю (по данным других исследователей) и современную стадии развития водоема, а также отсутствие достоверных данных об истинных величинах изменений отметок донного рельефа, потребовали проведения дополнительных графических исследований и построений, подтверждающих (или опровергающих) высокие скорости рельефообразования в русловой части. В качестве реперного горизонта, фиксирующего самую верхнюю границу возможного расположения дна русла р. Камы до создания водохранилища, был выбран меженный уровень реки (абс. отм. от 66.5 м в районе верхнего бьефа Воткинского гидроузла до 75–76.0 м у верхней границы приплотинного участка), характерный для того периода.

Как видно на рис. 5, меженный уровень Камы на последних 10 километрах рассматриваемого отрезка водохранилища максимально близок к линии профиля 2000 г. Если учесть, что глубины Камы в речных условиях составляли 3–6 м, то можно с большой степенью уверенности говорить о накоплении здесь, как минимум, трехметровой мощности вторичных осадков. Близкие к этим значения аккумуляции наносов фиксируются также на участках 20, 43, 54, 74 и 109 км.

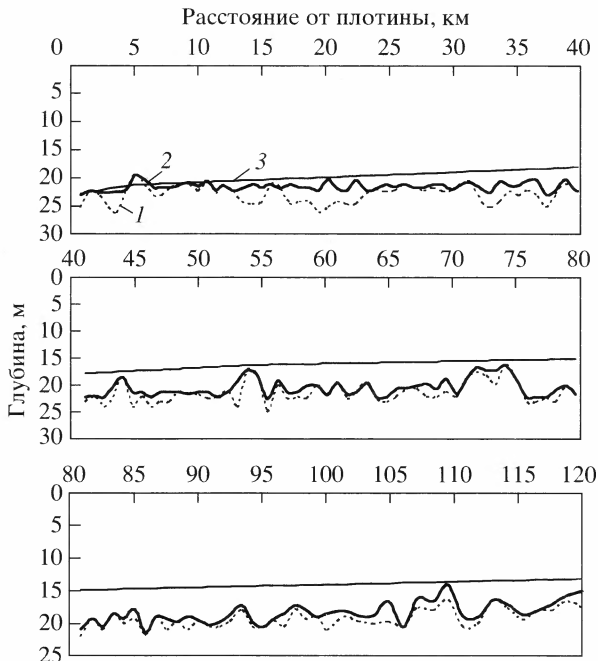


Рис. 5. Глубины в русловой части приплотинного участка 1 – 1984 г., 2 – 2000 г., 3 – меженный уровень р. Камы до создания водохранилища

Изменение глубин над локальными повышениями дна и направленность экзодинамических процессов в период 1984–2000 гг.

Расстояние от гидроузла, км	Глубина, м		Ведущий процесс: аккумуляция (+); денудация (-); геодинамическое равновесие (±)
	1984 г.	2000 г.	
10	9.4–9.8	8.6–9.0	+0.3–1.3
18	5.7–6.0	5.7–6.0	±0.15
18	3.8–4.0	3.8–4.0	±0.1
21	3.3–3.5	4.7–5.1	-1.2–1.8
55	3.1–3.3	4.9–5.2	-1.6–2.1
78	5.0–5.2	5.0–5.2	±0.1
80	2.0–2.2	4.2–4.6	-2.0–2.6
84	5.0–5.2	5.3–5.5	-0.1–0.5

Данные результаты свидетельствуют о наличии в глубоководной части водоема участков с аномально высокими скоростями рельефопереформирования донной поверхности. Процесс ускоренной седиментации в таких местах, как правило, провоцируется местной (локальной) активизацией денудационных процессов в мелководной (акваториальной) или береговой зонах водохранилища.

Заключение

Результаты натурных (полевых) и картографических исследований свидетельствуют о непрекращающемся в течение всего периода функционирования Воткинского водохранилища активном преобразовании рельефа ложа водоема. Наряду с аккумуляцией наносов в его глубоководной части в ранге ведущих процессов на участках с малыми и средними глубинами выступают денудационные процессы, которые приводят к выносу минерального вещества с высоких отметок поверхности дна на более низкие. В то же время зона транзита влекомых и взвешенных наносов благодаря большому диапазону размеров микроагрегатов часто перекрывает основные зоны питания и седиментации. Важнейшую роль в этом играют гидрологические факторы, контролируемые и корректирующие фациальный состав вторичных отложений в пространстве и времени, – нестабильный уровеньный режим, повышенная частота и сила штормов при низких уровнях водной поверхности, временные и постоянные течения. Ведущей тенденцией в переформировании донного рельефа является его выравнивание. Снижение контрастности форм рельефа достигается в результате взаимодействия разнонаправленных процессов – денудации и аккумуляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клюева В.А., Долженко Г.П. Осадконакопление в водохранилищах бассейна Нижнего Дона. Р-н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1983. 141 с.
2. Новиков Б.И. Донные отложения днепровских водохранилищ. Киев: Наук. думка, 1985. 170 с.
3. Буторин Н.В., Зиминова Н.А., Курдин В.П. Донные отложения верхневолжских водохранилищ. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1975. 160 с.
4. Кузнецова Л.А. Донные отложения // Биология Воткинского водохранилища. Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 1988. С. 24–26.
5. Назаров Н.Н., Кузнецова Л.А. Основные закономерности формирования рельефа дна Воткинского водохранилища // Геоморфология Центральной Азии. Барнаул: Изд-во Алтайск. ун-та, 2001. С. 161–164.
6. Бейром С.Г., Вострякова Н.В., Широков В.М. Изменение природных условий в средней Оби после создания Новосибирской ГЭС. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. 143 с.
7. Законнов В.В., Иконников Л.Б., Законнова А.В. Формирование берегов и донных отложений Чебоксарского водохранилища // Водн. ресурсы. 1999. № 4. С. 418–426.
8. Овчинников Г.И., Карнаухова Г.А. Прибрежные наносы и донные отложения Братского водохранилища. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. 67 с.
9. Dunbar John A., Bennett Sean J., Higley Paul D., Rhoton Fred E. Sedimentation Patterns within a Flood Control Reservoir: Grenada Lake, MS. Research Report № 38. 2003. 44 p.
10. Langland Michael J., Hainly Robert A. Changes in bottom-surface elevations in three reservoirs on the Lower Susquehanna river, Pennsylvania and Maryland. Water-Resources Investigations Report 97–4138. 1996. 34 p.
11. Матарзин Ю.М., Кутаев А.Б., Кузнецова Л.А. Гидрохимия водохранилищ (гидрологические аспекты формирования состава и качества вод). Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1987. 95 с.
12. Матарзин Ю.М., Мацкевич И.К., Сорокина Н.Б. О формировании рельефа дна камских водохранилищ // Гидрология и метеорология. Пермь: 1968. Вып. 3. С. 92–111.

MORPHOLITHOGENESIS OF THE VOTKINSK RESERVOIR DAM REACH

N.N. NAZAROV, A.V. SUNTSOV

S u m m a r y

The bed off the Votkinsk (Kama river) reservoir dam reach is leveling on the whole. Intensive wash out is predominant at low and middle depth. Some bottom elevations were lowered by 1–2 m during 15 years. Material is transported into deep water – more than 6–8 m. Maximum thickness of accumulated deposits reaches up to 5 m, while average values are about 1.1–1.5 m. Facial composition of deposits depends on hydrologic factors: unstable level of reservoir, frequency and strength of storms, ephemeral and perennial currents.