



УДК 552.142 (282.256.342/347)

Прибрежная зона осадконакопления в ангарских водохранилищах

Г. А. Карнаухова (karnauh@crust.irk.ru)

Аннотация. Рассматривается прибрежная зона осадконакопления в одной из крупнейших в мире систем искусственных водоемов – ангарских водохранилищ. Установлено, что основным источником осадочного материала, идущего на формирование прибрежной зоны, являются абразионные берега, поставляющие ежегодно от 90 до 100 тыс. т терригенного материала. Выявлено, что ведущими литодинамическими типами являются отложения гидродинамических потоков и гравитационные отложения.

Ключевые слова: ангарские водохранилища, прибрежная зона, осадконакопление, литодинамические типы донных осадков.

Введение

Наиболее динамичной областью с активным проявлением процессов перемещения и накопления осадочного материала является прибрежная зона водоемов. Изменения среды осадконакопления, обусловленные изменением глубин водоема, влияющие на осадочный процесс от подготовки материала до его отложения и завершения переработки, протекают столь сложно и разнообразно, что требуют тщательного исследования. Для получения характеристик обстановок осадконакопления в данной области необходимо построение общей картины поступления твердого вещества с суши в водоемы, установление закономерностей движения и перемещения обломочного материала на более низкие гравитационные уровни, его дифференциации на этих уровнях в зависимости от характера литодинамического поля [8; 10]. В настоящее время несомненный интерес представляет изучение особенностей современного осадконакопления в прибрежной зоне крупнейших искусственных водоемов, таких как ангарские водохранилища, в которых скорость осаждения и аккумуляции осадочного материала во много раз интенсивнее, чем в природных водоемах. Ангарские водохранилища представляют собой уникальную природно-техногенную модель современного осадкообразования, что дает возможность проводить наблюдения *in situ* за формированием, дифференциацией и изменениями генетических и вещественных типов донных отложений [3; 5].

Методы и объект исследования

Основными методами изучения процессов осадконакопления в прибрежной зоне ангарских водохранилищ являются комплексные междисциплинарные исследования, включающие многолетние натурные наблюдения и лабораторно-аналитические методы. Натурные наблюдения были выполнены автором на Иркутском, Братском и Усть-Илимском водохранилищах в 1972–2013 гг. в составе экспедиций Института земной коры СО РАН. В основу исследований был положен методический принцип опорных участков и профилей, суть которого состояла в выделении репрезентативных участков на каждом из водохранилищ с учетом разнообразия природных условий, характера гидродинамики, состава и свойств пород береговой зоны. На таком участке вдоль берега был проложен теодолитный ход, закрепленный деревянными или металлическими пикетами. С пикетов проводились мензульная и теодолитная съемки, по материалам которых составлялись топографические планы с ежегодным нанесением линий бровки и подножия берегового уступа, уреза и прилегающей части отмели, что позволяло определить величину отступления бровки и объемы размытого материала. От пикетов теодолитного хода по нормали к берегу проложены профили, продолжением которых являлись ежегодные 2–3-разовые промерные профили протяженностью 100–150 м, по которым с лодки с помощью гидрологической лебедки измерялись глубины. Одновременно проводился отбор образцов пород, слагающих береговые уступы, и наносов на отмели, что позволяло исследовать динамику осадкообразующего материала и его состав. Для отбора образцов на малых глубинах были задействованы грунтоотборники различных модификаций и дночерпатель. Глубже 2 м опробование проводилось грунтоотборной трубкой ПИ-27-II с борта научно-исследовательского корабля. Отобранные колонки донных отложений перемещались на полиэтиленовую пленку, и проводилось подробное послойное описание текстуры, структуры, цвета, консистенции осадков и измерение их мощности. Затем образец упаковывался в полиэтиленовый пакет для дальнейшей обработки в стационарных условиях. Кроме того, на стационарном полигоне Г. А. Карнауховой и Г. И. Овчинниковым были проведены натурные эксперименты по изучению литодинамики отмелей с применением таких индикаторов, как красители, люминофоры, окрашенная галька различного диаметра. Наблюдения за течениями проводились с применением морской вертушки (ВММ), для измерения малых скоростей течений применялись поплавки и красители, также были использованы данные Л. Я. Кулиш [6]. Изучение перемещения и полей концентрации взвешенных веществ проводилось методом прямого отбора проб воды как по разрезам от поверхности до дна, также и методом полигонных съемок. Пробы отбирались батометром Молчанова с лодки и корабля либо батометром-бутылкой с эстакады на стационаре. С использованием оборудования Аналитического центра ИЗК СО РАН и Байкальского аналитического центра коллективного пользования СО РАН в образцах донных отложений и пород береговых уступов определялись гранулометрический, минерало-

гический и геохимический составы. Гранулометрический состав выполнен общепринятыми методами, включающими ситовой, Сабанина, пипеточный и комбинированный [9; 11].

Результаты исследования

Формирование прибрежных зон, представленных отмелями, как части морфоструктуры ангарских водохранилищ начинается с момента создания и заполнения водоемов и происходит на участках, где генетическим типом формирующихся берегов является абразионный тип. Общая протяженность абразионных берегов составляет более 2 тыс. км, или около 40 % от общей длины береговой линии. В Иркутском водохранилище абразионные берега формируются в песчаниках юры и четвертичных отложениях. В Братском водохранилище наибольший линейный размыв происходит на склонах, сложенных четвертичными делювиальными лессовидными суглинками, и в меньшей мере размываются разновозрастные песчаники, алевролиты, аргиллиты. Абразионные берега Усть-Илимского водохранилища формируются на крутых склонах, сложенных прочными скальными и полускальными породами с маломощным чехлом четвертичных отложений, среди которых наиболее размываемы песчаники, аргиллиты и алевролиты ордовика и карбона. Ежегодно абразия берегов поставляет в ангарские водохранилища более 224 млн т терригенного материала, из которых от 40 до 90 % идет на формирование прибрежной зоны водоемов, составляющей немногим более 1 % от общей площади водохранилищ. В таблице 1, составленной по материалам собственных натуральных наблюдений и по материалам коллег [12; 14–16], приведены величины абразии для каждого водохранилища.

Таблица 1

Абразия пород, слагающих берега ангарских водохранилищ, тыс. т/год

Размываемая порода	Водохранилище			Сумма
	Иркутское	Братское	Усть-Илимское	
Доломиты, известняки, аргиллиты, алевролиты кембрия	0	3924,7	163,5	4088,2
Доломиты, известняки, аргиллиты, алевролиты ордовика	0	11 939,6	1224,5	13 161,1
Песчаники, аргиллиты, алевролиты силура	0	0	916,4	916,4
Песчаники, аргиллиты, алевролиты карбона	0	0	1384,8	1384,8
Песчаники юры	227,5	0	0	227,5
Четвертичные пески, супеси, суглинки	19,0	203 697,2	616,8	204 333,0
Сумма	246,5	219 561,5	4306,0	224 114,0

Прибрежная зона водохранилищ является наиболее динамичной областью с активным поступлением осадочного материала, накоплением и перемещением рыхлых отложений. Способы механического перемещения размытого материала от абразионного берега под действием гидродинамических и гравитационных процессов отражают литодинамические (генетические) типы, основными из которых в прибрежной зоне являются отложения гидродинамических потоков и гравитационные отложения.

Отложения гидродинамических потоков формируются при переносе размытого материала под действием волн и течений. Наибольшей кинетической энергией обладают волны в верхних слоях воды, поэтому эта часть водной толщи является более подвижной и обладает максимальной способностью к разносу крупных фракций осадочного материала. Волнение продолжительностью 6 ч при высоте волны 0,8 м вызывает на ангарских водохранилищах вдольбереговое течение скоростью 19–22 см/с. Средняя скорость перемещения крупнозернистых песчаных наносов составляет 30–35 % скорости течения, среднезернистых – 40–41 %, мелкозернистых – около 50 %. Скорости перемещения глинистых частиц практически совпадают со скоростями водного потока. При этом крупнозернистые песчаные частицы перемещаются до глубины 1,5 м, среднезернистые – до 2,0–2,5 м, мелкозернистые – до 3 м. Частицы алевритовой размерности и мельче выносятся во взвешенном состоянии за пределы отмели [1; 2]. При волнении с высотой волны 0,6–1,2 м и размыве в береговом уступе песчаных отложений от внешнего края отмели в сторону берега, т.е. по всей зоне трансформации волн, содержание взвешенного материала составляет 0,05–0,3 кг/м³, в прибойной зоне – 0,15–0,7 кг/м³, в зоне наката волн – 0,2–5,1 кг/м³. На участках размыва суглинков при высоте волны 0,2–1,2 м в зоне трансформации волн концентрация взвесей происходит в верхнем 50–70-сантиметровом слое воды и составляет 0,05–0,6 кг/м³, в зонах приобья и наката максимум взвесей находится у дна и на поверхности. При абразии известняков и мергелей максимум в содержании взвесей находится на урезе, составляя 6,4 кг/м³, над отмелью мутность воды изменяется от 0,3 до 0,16 кг/м³. При высоте волны 0,7 м на участках размыва песчаников количество взвесей на урезе – 0,25 кг/м³, на глубине 2,5 м – 0,1 кг/м³ [13].

Отложения гидродинамических потоков получили наибольшее развитие на Братском водохранилище (рис. 1). Ширина прибрежных отмелей, ее уклон зависят от соотношения энергии волнения и состава размываемых пород. При равных волновых параметрах профиль равновесия будет круче, и ширина отмели меньше при размыве более крупного материала. Так, при размыве песчаников и аргиллитов ширина отмели изменяется от 15 до 44 м при наклоне ее поверхности 10–19°, при размыве суглинков, супесей ширина отмели может быть от 64 до 136 м и уклон 2–4°. При нормальных погодных условиях (НПУ) абразионный материал образует на внешнем крае отмели аккумулятивные призмы мощностью до 2–3 м, увеличивая тем самым мощность наносов и уменьшая наклон отмели. Величина ежегодно отлагающегося слоя составляет 24–80 см в зависимости от состава размываемых пород [3].

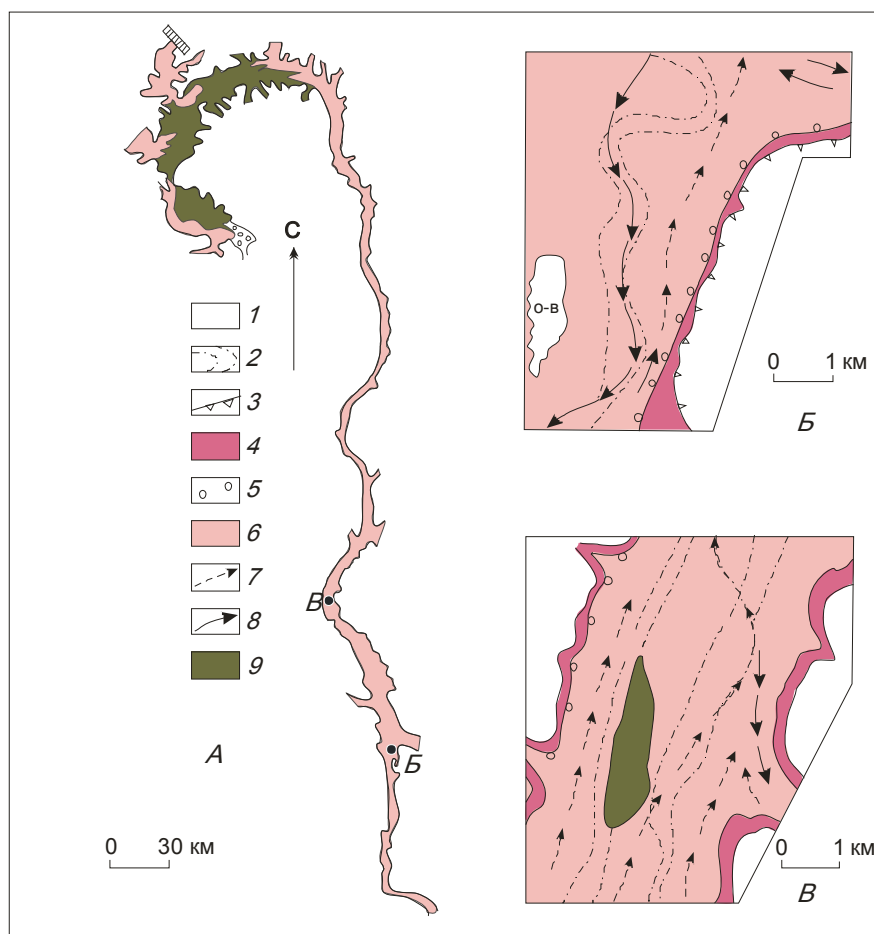


Рис. 1. Карты-схемы литодинамических типов донных отложений в Братском водохранилище (А) и на участках Рассвет (Б) и Заславск (В) [3]

Условные обозначения: 1 – суша; 2 – границы затопленного русла р. Ангары; 3 – абразионный берег; 4 – отложения гидродинамических потоков (прибрежная отмель); 5 – гравитационные отложения (подводный склон прибрежной отмели); 6 – отложения вертикальных седиментационных потоков (затопленные террасы, затопленное русло); 7 – ветровые дрейфовые течения при волнении СЗ направления; 8 – компенсационные противотечения при волнении СЗ направления; 9 – участки «нулевой седиментации»

В меньшей степени прибрежные отмели развиты на Иркутском водохранилище. Так, по левобережью водохранилища такие участки приурочены к берегам, сложенным юрскими осадочными отложениями, представленным глинистыми алевролитами, аргиллитами и разномерными песчаниками. При размыве пород юры формируются узкие отмели, имеющие крутой подводный склон. По правобережью абразионные берега формируются в аллювиальных и делювиальных суглинках и супесях на мысовых участках водохранилища. Высота слоя наносов, отлагающихся на отмелях Иркутского водохранилища ежегодно при стоянии высокого уровня, на

порядок ниже, чем в Братском водохранилище, и составляет примерно 2,8–8 см. Однако эти наносы весной следующего года при повышении уровня смываются, а осенью снова накапливаются и находятся на отмели до весны следующего года. В прибрежной зоне Усть-Илимского водохранилища аккумулятивные процессы не имеют широкого развития. Это связано с тем, что в наиболее штормовой теплой период года уровень воды в водохранилище находится на низких отметках, происходит резкое ослабление абразионных процессов, а размыв в предыдущий год материал перемещается на большие глубины, чему способствует также и общая глубоководность водохранилища. Тем не менее темп накопления отложений превышает таковой в прибрежной зоне Иркутского водохранилища (табл. 2). Как видим, прибрежная зона ангарских водохранилищ имеет высокий темп накопления осадочного материала, т.е. является областью лавинной или сверхбыстрой седиментации.

Таблица 2

Некоторые показатели осадконакопления
на прибрежных отмелях ангарских водохранилищ

Показатель	Водохранилище		
	Иркутское	Братское	Усть-Илимское
Скорость осадконакопления, мм/год	28–80	244–500	125–129
Абсолютная масса терригенного материала, мг/см ² /год	20	123	75
Преобладающий процесс осадконакопления	Терригенный	Терригенный	Терригенный

Процессы перемещения осадочного материала на подводном склоне прибрежных отмелей отличаются от процессов, происходящих на самих отмелях. На подводном склоне осадконакопление протекает в основном при ведущей роли гравитационных процессов, среди которых на ангарских водохранилищах наибольшее развитие получили разжиженные потоки, оползни и обвалы. Процессы перемещения осадочного материала протекают гораздо медленнее, чем на отмели. Исключение составляют оползни и обвалы, протекающие практически мгновенно.

Различают два типа оползней: блоковые и поточные, которые формируют совершенно отличные друг от друга отложения [8]. Блоковые оползни возникают при соскальзывании крупных блоков пород, сохраняющих внутреннее строение, в частности стратиграфическую последовательность слагающих слоев. При блоковом оползании отложения не являются новообразованиями. Возникающие при поточном оползне отложения являются уже новообразованными осадками. При поточном типе оползневый блок распадается и становится обводненной брекчевидной массой, которая перемещается по подводному склону как пластичный или вязкий поток. При оползании материала поверхность подводного склона становится волнистой. Подводный оползень в рельефе дна выражен в виде ступени или крупных хаотично расположенных валов.

На ангарских водохранилищах имеют место оба типа, но преобладает второй тип оползневых смещений. Возникновение оползней поточного типа на подводном склоне происходит на участках, где в зону затопления водохранилищами попали оползневые склоны ангарских, окинских и илимских террас, сформированных в породах ийской, братской свит ордовика и ярской свиты силура, представленных глинистыми разностями. Такие породы в результате обводнения теряют структурные связи, становятся вязко-пластичными, способными к оплыванию, сползанию материала на более низкие батиметрические отметки дна, чему способствует почти отвесный подводный уступ, бывший когда-то склоном террасы. Так, по левобережью Иркутского водохранилища от Мельничной пади и до залива Якоби, где вплотную к размываемому берегу подходит бывшее русло р. Ангары, наблюдается оползание размокших разжиженных пород и возникновение на подводном склоне и у его подножия отложений гравитационных потоков. В Балаганском расширении Братского водохранилища отложения гравитационных потоков нами наблюдались на участках Балаганск, Талькино, Рассвет, где абразионные береговые уступы сложены аргиллитами верхоленской свиты кембрия. Отложениями гравитационных потоков являются также и осадки подводных склонов прибрежных отмелей на участках Артумей и Омский. Типичные отложения гравитационных потоков зафиксированы нами по левобережью и правобережью Усть-Илимского водохранилища в районе Долгого порога. При длительном нахождении оползневой породы на дне она превращается в донные осадки в результате гальмиролиза и классифицируется нами как крупный алеврит, мелкоалевритовый или алевритово-глинистый ил.

Возникновению разжиженных потоков осадочного материала на подводном склоне прибрежных отмелей ангарских водохранилищ способствуют высокие скорости накопления осадков на внешнем крае прибрежной отмели, гранулометрический состав, свойства и слабо уплотненное состояние осадков, а также угол наклона подводного склона, превышающий угол естественного откоса для несвязных пород (более 30°). Перемещение в виде разжиженных потоков происходит на участках, где абразионные берега сложены суглинками, аргиллитами, алевролитами, т. е. породами с высоким содержанием глинистой компоненты (Правая стрелка Осы), либо размываются песчаники, в которых глинистый цемент составляет более 20 % объема породы (Карахун, Сурупцево – Наратай, Ия – Артумей). Гравитационное перемещение осадков к подножию в виде разжиженных потоков усиливается в период штормов, когда на отмель поступают огромные массы размываемого материала, а внешний край отмели и склон становится динамически неустойчивыми. На внешнем крае отмели высота слоя наносов периодически уменьшается за счет гравитационного перемещения материала по подводному склону отмели (свал глубин) к подножию. Мощность слоя осадков на подводном склоне отмели зависит как от механизма образования осадка, так и от структурных особенностей абрадируемых пород.

Большой слой осадков на склоне образовывается на участках размыва рыхлых четвертичных пород. На участках размыва суглинков (Патроны, Новогрудино, Ново-Разводная, Заярск), где угол наклона подводного склона отмели превышает 4° , во время шторма наносы не удерживаются на внешнем крае отмели. Происходит формирование разжиженных потоков, которые, стекая по склону, переносят осадочный материал в виде суспензии. Материал покрывает подводный склон слоем буро-коричневого пластичного крупноалевритового осадка мощностью до 10 см, либо слоем мелкоалевритового ила мощностью 6 см. У подножия происходит растекание потока, осаждение части взвеси и формирование донных отложений, представленных мелкоалевритовыми илами, реже – алевритово-глинистыми илами. Медианный диаметр частиц, слагающих осадки склона не превышает 0,5 мм, сортированность 1,64–2,33. Мощность осадков на подводном склоне ниже мощности у подножия склона (табл. 3).

Таблица 3

Мощность слоя осадков у подножия и на подводном склоне прибрежных отмелей на некоторых участках Ангарских водохранилищ

Участок	Порода, слагающая береговой уступ	Мощность слоя осадков, см	
		Склон подводной части отмели	Подножие склона подводной части отмели
<i>Иркутское водохранилище</i>			
Патроны	Делювиальные лессовидные суглинки	8–11	8–18
Новогрудино	Делювиальные суглинки	9	12
Ново-Разводная	Делювиальные лессовидные суглинки	2–28	3–35
<i>Братское водохранилище</i>			
Первомайск	Делювиальные лессовидные суглинки	12–14	50–70
Игжей	Делювиальные лессовидные суглинки	12	40
Заярск	Делювиальные суглинки	6	10
Шалоты	Доломиты	7	1–3
Правая стрелка Осы	Аргиллиты	1–2	23
Карахун	Песчаники	1–1,5	4
Суропцево – Наратай	Песчаники	1–1,5	4
Ия – Аргумей	Песчаники	4	16
<i>Усть-Илимское водохранилище</i>			
77 км	Аргиллиты	6	12
79 км	Аргиллиты	18	42
84 км	Аргиллиты	12	16

На участках размыва делювиальных лессовидных суглинков в Балаганском расширении Братского водохранилища у поселков Первомайск и Игжей периодически, вне зависимости от шторма, происходит пластично-вязкое течение осадочного материала в виде разжиженного потока по подводному склону прибрежной отмели. Слой осадка имеет мощность 11–14 см и представляет собой чередование слоев толщиной 1–2 см коричневатобурого мелкоалевритового ила или крупного алеврита с прослоями до 0,5 см тонкозернистого песка. На поверхности головной части разжиженного потока, где действует турбулентное перемешивание, находится наиболее тонкая его фракция, перемешанная с водой, которая, осаждаясь у подножия склона, формирует отложения, похожие на отложения вертикального седиментационного потока (рис. 2).

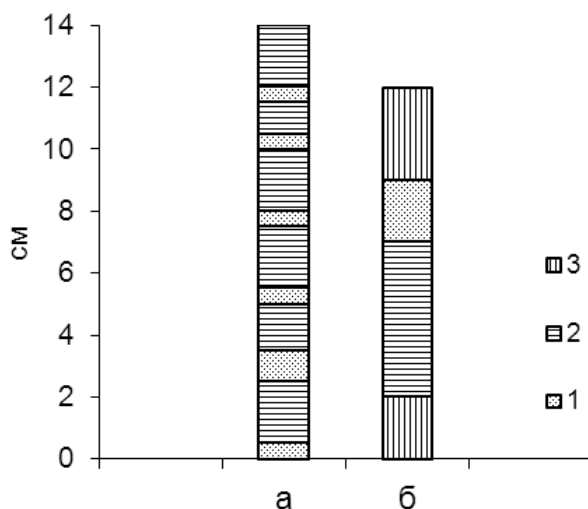


Рис. 2. Строение слоя осадков на подводном склоне (а) и у его подножия (б) на участке Первомайск

Условные обозначения: 1 – песок; 2 – крупный алеврит; 3 – мелкоалевритовый ил

При размыве берегового уступа водохранилищ, сложенного аргиллитами или алевролитами, происходит как их механическое разрушение, так и обводнение с разрушением структурных связей, разжижением и перемещением по отмели, где идет дальнейшая его переработка под воздействием гидродинамических и гидрохимических процессов. Подготовленный таким образом материал в какой-то момент времени начинает сползать с отмели по склону. Основная масса частиц в потоке меньше 1 мм, и подводный склон, как правило, покрывается слоем красно-бурых мелкоалевритовых илов, толщина которого 27–33 см. К подножию склона высота слоя осадков уменьшается до 10 см. Осадки остаются мелкоалевритовыми, но количество глинистых частиц в них несколько увеличивается.

К гравитационным процессам относится и «течение» по дну песков-плывунов, слагающих размываемые берега в Калтукском расширении

Братского водохранилища, в которых преобладающей является фракция 0,25–0,10 мм, составляя 63–72 %. Высокое содержание данной фракции определяет способность песков переходить в разжиженное состояние и оползать. По физико-механическим свойствам такие пески относятся к псевдоплывунам, и процесс переформирования берега протекает путем оттока разжиженного песка и оползания склона [7].

Заключение

Развитие отмелей в ангарских водохранилищах и состав осадков, их слагающих, зависит от множества факторов, ключевыми среди которых являются волновые процессы, течения, состав и свойства размываемых пород, определяющие их прочностные характеристики, следовательно, и скорость абразии береговых уступов (клифов). Основным источником осадкообразующего материала является абразионные берега, поставляющие в водохранилища ежегодно 224 млн т, из которых от 40 до 90 % идет на формирование прибрежных отмелей. Механическая дифференциация осадкообразующего материала начинается с момента его контакта с водной средой. Способы перемещения размытого материала от абразионного берега под действием гидродинамических и гравитационных процессов отражают литодинамические (генетические) типы, основными из которых в прибрежной зоне являются отложения гидродинамических потоков и гравитационные отложения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-05-00079 а.

Список литературы

1. Карнаухова Г. А. Миграция осадочного материала в Братском водохранилище // Метеорология и гидрология. – 1998. – № 1. – С. 98–104.
2. Карнаухова Г. А. Гидродинамический механизм седиментогенеза в ангарских водохранилищах // Метеорология и гидрология. – 2003. – № 9. – С. 82–93.
3. Карнаухова Г. А. Процессы осадкообразования в водохранилищах Ангарского каскада : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук / Г. А. Карнаухова. – Иркутск : Ин-т географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2009. – 44 с.
4. Карнаухова Г. А. Поясность осадконакопления в водохранилищах Ангарского каскада // Геохимия. – 2011. – Т. 49, № 6. – С. 634–647.
5. Карнаухова Г. А. Формирование донных осадков в прибрежной зоне Ангарских водохранилищ / Г. А. Карнаухова, Т. М. Сквитина // Геоморфология. – 2013. – № 3. – С. 71–78.
6. Кулиш Л. Я. Исследование течений Братского водохранилища // Тр. Зап.-Сиб. РНИГМИ. – 1972. – Вып. 8. – С. 113–128.
7. Лашилова В. М. Переформирование берегов Братского водохранилища, сложенных песками-плывунами // Тр. Зап.-Сиб. РНИГМИ. – 1975. – Вып. 18. – С. 71–101.
8. Лисицын А. П. Зональность природной среды и осадкообразования в океанах / А. П. Лисицын // Климатическая зональность и осадкообразование. – М. : Наука, 1981. – С. 5–45.

9. Ломтадзе В. Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований / В. Д. Ломтадзе. – Л. : Недра, 1990. – 328 с.
10. Лонгинов В. В. Очерки литодинамики океана / В. В. Лонгинов. – М. : Наука, 1973. – 244 с.
11. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород / под ред. Е. М. Сергеева, С. Н. Максимова, Г. М. Березкиной. – М. : Изд-во МГУ, 1968. – Т. I. – 347 с.
12. Мирошниченко А. П. Формирование берегов Иркутского водохранилища за период эксплуатации / А. П. Мирошниченко, Ф. Н. Лещиков // Формирование берегов Ангаро-Енисейских водохранилищ. – Новосибирск : Наука, 1988. – С. 65–67.
13. Овчинников Г. И. Прибрежные наносы и донные отложения Братского водохранилища / Г. И. Овчинников, Г. А. Карнаухова. – Новосибирск : Наука, 1985. – 68 с.
14. Овчинников Г. И. Некоторые закономерности развития береговой зоны Ангарских водохранилищ / Г. И. Овчинников // Берега морей и внутренних водоемов: Актуальные проблемы геологии, геоморфологии и динамики. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1999. – С. 124–138.
15. Пинегин А. В. Некоторые особенности формирования берегов Иркутского водохранилища / А. В. Пинегин // Тез. докл. V конф. мол. науч. сотрудников. – Иркутск, 1971. – С. 74–77.
16. Прогноз размыва берегов ангарских водохранилищ / Г. М. Пуляевский [и др.] // Формирование берегов ангарских водохранилищ. – Новосибирск : Наука, 1976. – С. 53–69.
17. Пуляевский Г. М. Формирование берегов Ангарских водохранилищ / Г. М. Пуляевский, Г. И. Овчинников // Моделирование и прогнозирование геофизических процессов. – Новосибирск : Наука, 1986. – С. 39–46.
18. Чистяков А. А. Осадконакопление на подводных окраинах материков / А. А. Чистяков, Ф. А. Щербаков // Итоги науки и техники. Сер. Общая геология. – 1984. – Т. 18. – 134 с.

The Coastal Zone of Sedimentation in Reservoirs of Angara

G. A. Karnaukhova

Abstract. Discusses the coastal zone of sedimentation one of the largest systems in the world artificial reservoirs – the Angara reservoirs. It is established that the main source of sediment reaching the formation of the coastal zone, are abrasion shores, providing annually from 90 to 100 thousand tons of terrigenous material. It is revealed that leading lithodynamic types are deposits of hydrodynamic flows and gravity sediments.

Keywords: Angara reservoirs, coastal shallows, sedimentation, lithodynamic types of sediments.

Карнаухова Галина Александровна
 доктор географических наук
 научный сотрудник
 Институт земной коры СО РАН
 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128
 тел.: (3952) 42-71-82

Karnaukhova Galina Alexandrovna
 Doctor of Sciences (Geography)
 Research Scientist
 Institute of the Earth's crust SB RAS
 128, Lermontov st., Irkutsk, 664033
 tel.: (3952) 42-71-82