

РОЛЬ АЛЛЮВИЯ В КОМПЕНСАЦИИ ДЕФИЦИТА ПЛЯЖЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАЛИВА ТЕРПЕНИЯ (О.САХАЛИН)

© 2010 А.О. Горбунов, В.С. Зарочинцев, П.Ю. Королев

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

Поступила в редакцию 30.04.2010

Рассматривается проблема компенсации дефицита прибрежно-морских наносов в береговой зоне за счет естественного выноса его реками на одном из южных участков берега залива Терпения (о. Сахалин). Сделан подсчет объема выносимого реками аллювия. В настоящее время и в ближайшем будущем реки не смогут компенсировать дефицит наносов, из-за чего разрушение берега будет продолжаться. В качестве одного из решений можно рассматривать искусственную компенсацию в совокупности с удерживающими наносы пляжа, а также моделирующими определенные морфометрические параметры пляжа сооружениями.

Ключевые слова: *береговая зона, взморье, наносы, абразия, размыв, аллювий, пляж*

Одной из насущных проблем береговой геоморфологии является оценка составляющих бюджета прибрежно-морских наносов в береговой зоне. Понимание состояния и соотношения приходно-расходных составляющих бюджета, направление и интенсивность миграций и потока наносов транспорта позволяет адекватно оценивать возможность реализации различных видов деятельности в береговой зоне и их последствия. В итоге без этого невозможно комплексное управление прибрежной зоной и рациональное природопользование. Такой неблагоприятный процесс, как абразия, в настоящее время прослеживается не менее чем на 30% протяженности берегов о. Сахалин, причем наиболее неблагоприятная обстановка отмечается на юге, где происходит деформация и вывод из строя техногенных объектов. Например, участок берега залива Терпения от м. Муловского до с. Стародубское, общей протяженностью около 56 км (рис. 1).

Данный участок является автономной морфолитодинамической системой [1], большая часть берега которой подвергается размыву. Северный отрезок берега, примыкающий к выступу м. Муловского, подвержен размыву ежегодно, здесь темп отступания берега может быть очень интенсивным – 3-6 м за один шторм, из-за этого море способно достичь главной автомобильной артерии острова и разрушить её (рис. 2). На самом юге, где наблюдаются наиболее широкий песчаный пляж, преобладает аккумулятивный процесс. Причины разрушения могут быть как естественными, так и техногенными, но заключаются в существовании дефицита прибрежно-морских наносов на определенном участке береговой зоны. Дефицит компенсируется за счет поступления обломочного материала: при разрушении берега и подводного берегового склона, путем переноса вдольбереговым потоком и из рек.

Одной из причин возникновения дефицита наносов в береговой зоне южной части залива Терпения является интенсивная добыча песка с пляжа (отработка так называемых «динамических запасов»). Песок добывался на нескольких участках недр: «Советское», «Дудино». Самым крупным карьером являлся «Дудинский», в котором с 1991 по 2006 гг. добыто 499,2 тыс. м³ песка (при средней плотности песка 1,6 г/см³ масса составит 798,7 тыс. т) Однако стоит отметить, что столько составила легальная добыча. Дешифрирование аэрофотоснимков 1995 и 1998 гг. показало, что имеются признаки неучтенной добычи песка и за пределами выделенных участков, так как в этот период песок активно использовался при строительстве насыпи автодороги. Гораздо более интенсивно добыча велась в 80-е гг., когда развивался строительный комплекс острова – ежегодная добыча могла достигать 300 тыс. тонн. Общее количество изъятого песка официально оценивается в 4,3 млн. тонн, а по неофициальным расчетам – около 5 млн. тонн [1]. В результате добычи песка ежегодно формировался дефицит прибрежно-морских наносов величиной около 172 тыс. тонн [1], или 3 тыс. тонн/км.

Автономность морфолитодинамической системы данного участка береговой зоны подразумевает ограниченное взаимодействие с соседними участками, в частности, обмен прибрежно-морскими наносами. Поэтому восполнение дефицита возможно только за счет местных источников наносов, которыми являются. В системе, в свою очередь, существуют литодинамические ячейки; по результатам ветроэнергетического анализа зоной дивергенции в нашем случае является участок около устьевого области р. Баклановка: к северу от нее поток северного направления, южнее – к югу. Могут ли реки на вышеобозначенном участке стать тем источником, которые компенсируют дефицит наносов и приведут к затуханию размыва берега, мы и попытались выяснить.

Для определения количества выносимого аллювия реками Сахалина мы использовали гидрологические параметры рек с применением

Горбунов Алексей Олегович, младший научный сотрудник. E-mail: briiz@yandex.ru
Зарочинцев Виталий Сергеевич, старший лаборант-исследователь. E-mail: zarochintsev@imgg.ru
Королев Павел Юрьевич, младший научный сотрудник. E-mail: pasha200482@mail.ru

гидроморфологического коэффициента, который включает в себя параметры нормы стока и длины речной сети. Параметры расхода воды, для расчета количества наносов брались из гидрологических сборников, где собраны основные гидрологические характеристики [6-8]; если на реке не было

гидрологического поста, то расход воды определялся по карте нормы стока, составленной Н. И. Онищенко, [5]. Показатели мутности, при отсутствии непосредственных наблюдений, также брались с карты мутности (вычислялась экстраполированная величина).

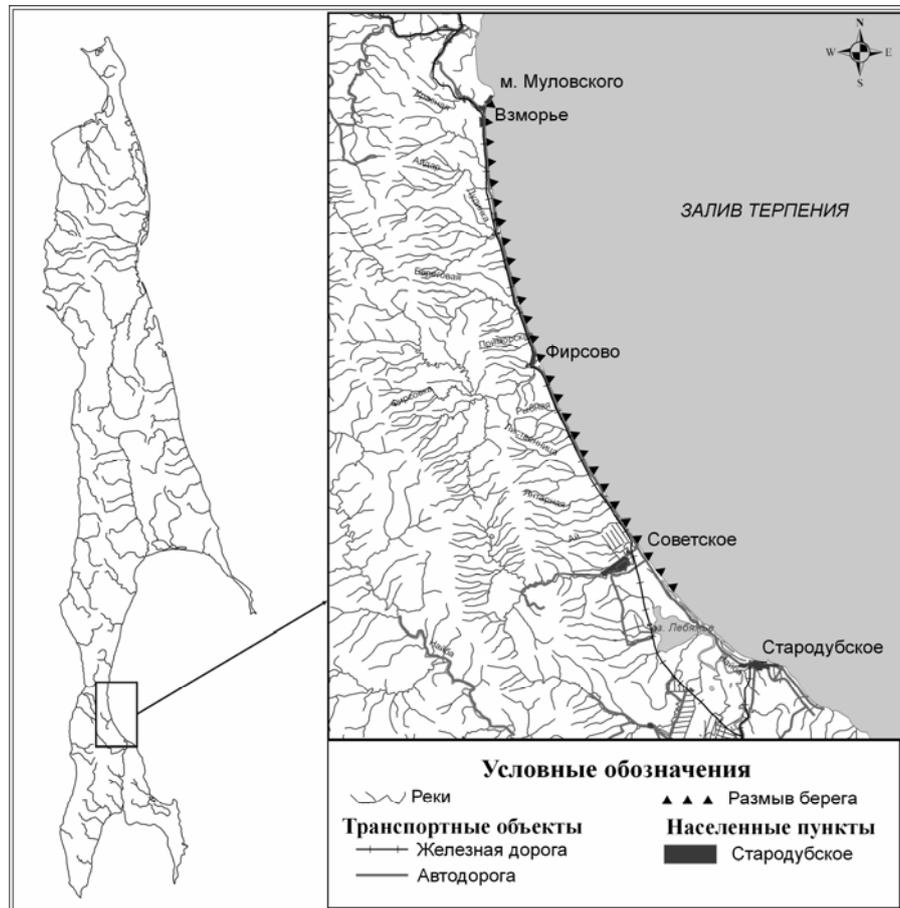


Рис. 1. Обзорная карта расположения активно размываемого берега



Рис. 2. Пример размыва насыпи автодороги в течение одного шторма на участке 106 км автодороги Южно-Сахалинск-Оха

Сток взвешенных наносов ($W_{взв.}$) [9] определялся по формуле:

$$W_{взв.} = 31,5\rho\nu F$$

где νF – густота речной сети ($\text{км}/\text{км}^2$); F – площадь водосбора (км^2), ρ – мутность ($\text{г}/\text{м}^3$); νQ – гидроморфологический коэффициент.

А.И. Степанова и др. [10] отмечают, что полученные таким образом данные являются

приближенными, хотя расхождения с натуральными находятся в пределах точности расчетов – 30%. Сравнение с натурно полученными данными на реках Сахалина, показало, что расхождение не превышает 8-15%.

Объем стока влекомых наносов определялся как доля по отношению к взвешенным. Известно, что влекомые наносы составляют определенную долю от общего количества наносов и зависит от типа реки, её гидрологического режима, геологического строения водосбора и др. Результаты работ, посвященные изучению твердого стока рек, показывают, что это отношение весьма определено. Так, у приморских исследователей В. Ф. Игнатовой и В. А. Чудаевой [5] для оценки влекомых наносов использовался коэффициент 0,1 по отношению к количеству взвешенных наносов; Ю.Д. Шуйский [11] указывает, что у равнинных рек влекомые наносы не превышают 10%, а у горных рек их доля увеличивается до 25-30%; Г.В. Полунина и др. [4] долю влекомых наносов в реках Сахалина принимали в 20% от общего стока аллювия (по отношению к горным рекам). Г.А. Сафьяновым [9] при рассмотрении мирового стока аллювия указывались величины: 10% для равнинных рек и 20% – для горных.

Реки рассматриваемого района относятся в основном к горным и полугорным. В наших расчетах для определения массы влемого аллювия в горных реках мы принимали долю 0,2, и полугорных – 0,15 от количества взвешенных наносов. Результаты расчета твердого стока рек приведены в таблице. По результатам расчета видно, что наиболее крупные реки рассматриваемого участка выносят в береговую зону влекомых наносов около 39,3 тыс. т/год. Однако, их количество распределено крайне неравномерно: основной источник наносов р. Найба (59%) впадает в южной части участка, видимо это одна из причин, которая обуславливает преобладание аккумуляции в южной части изучаемого участка. Из общей длины участка в 56 км – на каждый погонный километр берега приходится в среднем 660 тонн влекомых наносов. Однако, если учесть, что у Найбы сложная устьевая область – устьевой участок реки включает в себя лагуну, то некоторая доля аллювия осаждается в лагуне и не выносится в море. Поэтому вклад

аллювия в береговой зоне будет несколько меньшим.

В границах низменного побережья встречаемость устьев обычно ниже, чем на гористых и террасированных; в некоторых участках одно устье встречается через 10-11 км, как например устья рек Ай и Найба; в среднем на Сахалине 1 устье приходится на 2,4 км береговой линии [2]. Поэтому на данном побережье вынос аллювия может быть рассредоточенным, а его перемещение в пляжной зоне происходить без длительной «подпитки» соседними реками.

На участке с. Взморье-с. Фирсово протяженностью 23 км сопоставлены величины аллювиального материала с поступающим за счет абразии. Сравнение АФС 1952 и 1980 гг. показало, что средняя скорость отступления здесь составляет 0,36 м/год. При средней высоте берегового уступа 5 м – ежегодное количество прибрежно-морских наносов поступающих за счет размыва берега составляет 41,4 тыс. м³, или 66,2 тыс. тонн (около 2,9 тыс. т/год*км). Реки же на данном участке поставляют 12,6 тыс. тонн, или 0,55 тыс. т/год*км. Таким образом, мы видим, что доля аллювия в 5 раз меньше, чем доля абрадируемого материала, следовательно, его роль второстепенная.

В пределах северного сегмента берега рассматриваемого участка, который наиболее сильно подвержен разрушению морем, впадают 3 реки: Красная, Баклановка и Айдар, суммарный вынос аллювия которых составляет около 1,8 тыс. тонн или 0,18 тыс. т/км. Как было сказано выше, в пределах его расположена зона дивергенции потоков наносов (примерно посередине). Таким образом, наблюдается постоянный вынос пляжевого материала на север и юг, а количество поступающих сюда пляжеобразующих речных наносов с рядом расположенных участков крайне мало, что обуславливает развитие узких пляжей неполного профиля, неспособных надежно защищать берег от размыва. Усугубляет ситуацию еще и то, что в настоящее время между реками Баклановка и Красная практически на всем протяжении стоят берегозащитные сооружения волноотбойного типа (бревенчатые стенки и наброски глыб), что резко уменьшает поступление пляжеобразующих наносов за счет разрушения берега.

Таблица. Количество выносимого аллювия реками на участке м. Муловского – с. Стародубское

Река	Длина речной сети (км)	Площадь водосбора (км ²)	Средний расход воды (м ³ /с)	Гидроморфологический коэффициент	Густота речной сети (км/км ²)	Мутность (г/м ³)	Объем взвешенных наносов (т/год)	Объем влекомых наносов (т/год)	Суммарный объем наносов (т/год)	Модуль стока (т/км ² год)
Красная	24	16,1	0,4	60	1,5	150	1890	378	2268	141
Баклановка	48	27,4	0,7	69	1,8	150	3308	662	3969	145
Айдар	47	28,7	0,77	61	1,6	150	3638	728	4366	152
Дудинка	95	56,5	1,5	63	1,7	150	7088	1418	8505	151
Черная	74	37,9	1	74	2,0	150	4725	945	5670	150
Приморская	18	5,9	0,15	120	3,1	150	709	142	851	144

Фирсовка	440	191	7,52	59	2,3	175	41454	8291	49745	260
Рыбная	16	6,3	0,16	100	2,5	175	882	176	1058	168
Крутоярка	10	5,6	0,14	71	1,8	175	772	154	926	165
Лиственница	18	11,2	0,3	60	1,6	175	1654	331	1985	177
Кирпичная	32	16,8	0,44	73	1,9	175	2426	485	2911	173
Янтарная	22	14,1	0,36	61	1,6	175	1985	298	2282	162
Большая Подлесная	15	7,8	0,23	65	1,9	175	1268	190	1458	187
Малая Подлесная	19	10,7	0,28	68	1,8	175	1544	232	1775	166
Ай	281	140	3,8	74	2,0	175	20948	3142	24090	172
Найба	2780,3	1660	30,6	91	1,7	150	144585	21688	166273	100
Итого	3939,3	2236		73	1,9	164	238872	39258	278130	124

Выводы: выносимого количества аллювиального материала явно недостаточно, чтобы компенсировать дефицит наносов в ближайшем будущем, поэтому берег рассматриваемого района неизбежно будет разрушаться морем. Одним из решений берегозащитных мероприятий при условии сохранения пляжа могла бы стать искусственная отсыпка пляжа совместно со строительством пляжеудерживающих и пляжемоделлирующих сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев, В.В.* Защита берегов залива Терпения методом компенсации дефицита наносов / *В.В. Афанасьев, Е.И. Игнатов, Г.А. Сафьянов, С.В. Чистов* // Создание искусственных пляжей, островов и других сооружений в береговой зоне морей, озер и водохранилищ: Тр. Междунар. конф. «Создание и использование искусственных земельных участков на берегах акваторий водоемов» Новосибирск, 20-25 июля 2009 г. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – С. 181-187.
2. *Горбунов, А.О.* Устья рек о. Сахалин // Первые ушаковские чтения: Семинар-конф. молодых ученых и аспирантов Дальнего Востока (17-18 мая 2001 года). – Биробиджан: БГПИ, 2001. – С. 35-40.
3. *Игнатова, В.Ф.* Твердый сток рек и осадки шельфа Японского моря / *В.Ф. Игнатова, В.А. Чудаева.* – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. – 154 с.
4. Объяснительная записка к карте литологических комплексов и экзогенных процессов суши и шельфа Сахалина масштаба 1:500 000 / *Г.В. Полунин, В.Ф. Путов, А.И. Гордин* и др. – Хабаровск, Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН 1992. – 136 с.
5. *Онищенко, Н.И.* Водные ресурсы Сахалина и их изменения под влиянием хозяйственной деятельности / *Н.И. Онищенко.* – Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – 152 с.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 18, вып. 3. Сахалин и Курилы. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 124 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18, вып. 4. Сахалин и Курилы. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 266 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963 – 1970 гг. и весь период наблюдений). Т. 18, вып. 4. Сахалин и Курилы. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 156 с.
9. *Сафьянов, Г.А.* Инженерно-геоморфологические исследования на берегах морей. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 150 с.
10. *Степанова, А.И.* Суммарный вынос твердого стока реками Приморья в Японское море / *А.И. Степанова, М.С. Карасев, Н.И. Лобанова* // Сток наносов. Лавины. Гидрохимия рек. – Труды ДВНИГМИ, вып. 81. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – С. 3-7.
11. *Шуйский, Ю.Д.* Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей / *Ю.Д. Шуйский.* – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 240 с.

ROLE OF ALLUVIUM IN INDEMNIFICATION OF BEACH SEDIMENTATION DEFICIENCY OF TERPENIYA BAY (SAKHALIN ISLAND)

© 2010 A.O. Gorbunov, V.S. Zarochintsev, P.Yu. Korolyov
Institute of Sea Geology and Geophysics FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk

The problem of indemnification the deficiency of coastal-sea inwashes in a coastal zone due to natural carrying out its by rivers on one of South sites of Terpeniya bay shore (Sakhalin island) is considered about. Calculation of volume carrying out alluvium by the rivers is made. Now and in the near future the rivers cannot compensate deficiency of inwashes because of what destruction of shore will proceed. As one of decisions it is possible to consider artificial indemnification in aggregate with keeping inwashes of a beach, and also modeling specific morphometric parameters of beach constructions.

Key words: *coastal zone, beach, inwashes, abrasion, washout, alluvium, beach*

Aleksey Gorbunov, Minor Research Fellow. E-mail: briiz@yandex.ru
Vitaliy Zarochintsev, Senior Laboratorian-researcher. E-mail: zarochintsev@imgg.ru
Pavel Korolyov, Minor Research Fellow. E-mail: pasha200482@mail.ru