

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННЫХ РАЗМЫВОВ БЕРЕГОВ СРЕДНИХ РЕК В ПРЕДЕЛАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. БИРОБИДЖАНА)

А. В. Аношкин

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан

Водотоки различных порядков широко используются в хозяйственной деятельности – это промышленность, тепловая и атомная энергетика, коммунальное хозяйство, орошаемое земледелие, гидроэнергетика, речной транспорт, рыбное хозяйство. Данное положение актуально и для Еврейской автономной области (ЕАО) – большинство населенных пунктов автономии, от административного центра г. Биробиджана, до небольших поселков, расположено на берегах рек или недалеко от них.

В силу данного обстоятельства – концентрация населенных пунктов различного типа вдоль рек – пойменно-русловой комплекс выступает как важный экологический фактор среды, влияющий на жизнедеятельность человека. В пределах указанного комплекса идут различные процессы, так или иначе влияющие на жизнь и деятельность человека, одним из которых является размыв берегов реки. Оценка и учет данного фактора крайне необходимы, особенно в пределах урбанизированных территорий, это связано с тем, что указанные процессы напрямую влияют на безопасность и возможность проживания человека, а также целостность, и нормальное функционирование зданий и сооружений в пределах прирусловых территорий. Особенно это актуально для городов, где процессы размывов берегов могут носить катастрофический характер, и несвоевременный их учет может повлечь значительные материальные потери.

Анализ литературы [1-7] по данному вопросу показал, что на сегодняшний день практически отсутствуют в полной мере разработанные методики по оценке естественных размывов берегов средних рек, как вообще, так и в пределах урбанизированных территорий в частности. В основном работы такого рода проводились на крупных реках либо по отдельным факторам, не дающим целостного представления о процессе. В то же время, населенных пунктов, расположенных на средних реках, значительно больше, чем приуроченных к крупным водотокам.

В данной работе представлена методика оценки естественных размывов берегов средних рек в пределах урбанизированных территорий и результаты, полученные при ее применении в пределах г. Биробиджана.

Методика основана на балльной оценке совокупности факторов, влияющих на устойчивость берегового откоса. Всего предлагается использовать восемь факторов: литология, форма поперечного профиля, морфометрические характеристики, прирусловая растительность и степень ее нарушенности, соотношение

динамической оси потока и берега, заторы льда, искусственное укрепление берега. Каждый фактор представлен совокупностью возможных вариантов его проявления. Например, литология русла реки имеет следующие характеристики – русла, выработанные в скальных породах, в рыхлых гравийно-галечных, в рыхлых галечниково-песчаных, в рыхлых песчаных, супесчаных отложениях.

По относительной степени влияния на устойчивость береговых откосов каждому параметру присваивается балльное значение, чем выше балл, тем устойчивее берег с данной характеристикой. Таким образом, морфологически однородный участок берегового откоса реки, набравший по всей совокупности факторов наибольшее количество баллов, считается наиболее устойчивым, и наоборот – берег с минимальным значением – наименее устойчивый.

Проведенные нами работы позволяют предложить следующую градацию береговых откосов по степени устойчивости: 22 балла и меньше – наименее устойчивые; 23-32 балла – слабоустойчивые; 33-42 балла – устойчивые; 43 балла и больше – наиболее устойчивые.

Все факторы и их характеристики представлены в табл. 1. Следует отметить, что предложенная методика оценки основывается на работе [4].

Данные, полученные на основе балльной оценки, носят качественный характер. Для полноты проводимой работы, на наш взгляд, целесообразнее одновременно проводить и количественный анализ. В данном случае для каждого типа берегового откоса на основе сравнения разновременных карт и натурных измерений одновременно с качественной характеристикой рассчитываются абсолютные показатели величин средних размывов берегов за год на данном участке.

На основе предложенной шкалы впервые был проведен анализ устойчивости береговых откосов р. Бира в пределах г. Биробиджана. Бира пересекает город в центральной части, ширина ее в среднем 150-200 м, скорость течения 1 м/с, средняя высота берегов 0,5 – 3 м. Долина реки слабо выражена в рельефе, пойма луговая, заболоченная, на отдельных участках поросшая кустарником.

На основе анализа картографического материала (карта города и его окрестностей масштаба 1:10000) и данных натурных исследований в пределах Биробиджана было выделено 46 морфологически однородных участка береговых откосов. На основе табл. 1 каждый откос получил определенное количество баллов, характеризующих степень устойчивости берега (табл. 2).

Таблица 1

**Оценочная шкала основных факторов устойчивости береговых откосов
в пределах урбанизированных территорий для средних рек**

Факторы	Основные характеристики береговых откосов	Относительная степень влияния фактора на устойчивость береговых откосов	Баллы
Литология	выработаны в скальных породах	очень высокая	20
	выработаны в рыхлых гравийно-галечных породах	высокая	6
	выработаны в рыхлых галечниково-песчаных породах	средняя	4
	выработаны в рыхлых песчаных, супесчаных отложениях	низкая	2
Форма поперечного профиля	прямой пологий	очень высокая	10
	вогнутый	высокая	8
	выпуклый	средняя	6
	прямой крутой	низкая	4
	обрывистый	крайне низкая	2
Морфометрические характеристики	высота бровки: более 3 метров	очень высокая	8
	от 1,5 до 3 метров	высокая	6
	от 0,5 до 1,5 метров	средняя	4
	менее 0,5 метров	низкая	2
Растительность (распространенная по берегу)	одновременное сочетание древесной, кустарниковой и травяной растительности	очень высокая	8
	преобладание древесной и кустарниковой растительности	высокая	6
	преобладает травянистая растительность	средняя	4
	отсутствует	низкая	2
Степень нарушенности растительного покрова	фрагментарные, поверхностные нарушения, не затрагивающие корневую систему	очень высокое	8
	общие фоновые повреждения, не нарушающие целостность растительного покрова	высокое	6
	значительные нарушения целостности растительного покрова с явным повреждением корневых систем	средняя	4
	деградация большей части растительного покрова с уничтожением большей части корневых систем	низкая	2
Соотношение динамической оси потока и берега	динамическая ось потока проходит ближе к противоположному берегу	высокая	6
	динамическая ось потока проходит по середине реки	средняя	4
Заторы льда	динамическая ось потока проходит вблизи берега	низкая	2
	не отмечаются	очень высокая	8
	отмечаются редко	высокая	6
	отмечаются часто	средняя	4
Искусственное укрепление берега	отмечается очень часто	низкая	2
	берега укрепленные крупными блоками, либо бетонной отмосткой	высокая	10
	берега укрепленные фрагментарно блоками в сочетании с насыпными сооружениями	средняя	6
	берега укрепленные насыпными берегоукрепляющими сооружениями	низкая	4

Таблица 2

Сводные баллы устойчивости береговых откосов

Номер участка реки	Сумма баллов	Номер участка реки	Сумма баллов	Номер участка реки	Сумма баллов	Номер участка реки	Сумма баллов
1	40	13	22	25	18	37	38
2	32	14	30	26	30	38	34
3	44	15	42	27	36	39	32
4	31	16	36	28	54	40	38
5	32	17	18	29	22	41	20
6	44	18	30	30	42	42	44
7	28	19	24	31	40	43	34
8	40	20	54	32	40	44	20
9	40	21	40	33	48	45	36
10	40	22	32	34	36	46	20
11	30	23	18	35	44		
12	40	24	38	36	38		

Деление береговых откосов
по степени устойчивости

Степень устойчивости берегового откоса	Номер морфологически однородного участка
Наименее устойчивые	13, 17, 23, 25, 29, 41, 44, 46
Слабоустойчивые	2, 4, 5, 7, 11, 14, 18, 19, 22, 26, 39
Устойчивые	1, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 24, 27, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 40, 43, 36
Наиболее устойчивые	3, 6, 20, 21, 28, 33, 35, 42

В качестве примера можно привести несколько описаний морфологически однородных участков береговых откосов (цифра – это номер участка).

1 - Литология: сложен рыхлыми галечно-валунными породами, валуны встречаются в основном в виде отдельных образований как на берегу, так и непосредственно в русле реки. Галечные породы имеют самый различный состав – от крупной до мелкой, нет четкого выделения по фракциям. Высота берега 0,7 м, берег прямой, пологий, угол значительно меньше 30°. Задернован, преобладает травянистая растительность, деревьев и кустарников практически нет. Растительный покров сильно деградирован, корневая система практически не скрепляет прибрежную часть. Местами наблюдается полное ее отсутствие. Явных следов размыва не наблюдается, во время подъемов воды затопляется приустьевая часть на 1-1,5 м (в среднем).

13 - Литология: сложен галечниково-песчаными породами. Берег прямой, крутой, высота 3 м. Растительность представлена травянистыми видами, непрочно скрепляет берег. Участок характеризуется интенсивным размывом, динамическая ось потока проходит вблизи берега и под большим углом к нему.

25 - Литология: сложен песчаными и супесчаными породами. Берег обрывистый, высота 1 м. Струи потока подходят под большим углом, четко видны оползни берега. Растительность травянистая, сильно деградирована, практически не связывает дерновый горизонт. Фрагментарно возведены берегоукрепительные гравийные насыпи, высотой 3 м.

44 - Литология: сложен мелко гравийными, песчаными, супесчаными породами. Берег обрывистый, высота 2 м. Отчетливо видны следы размыва берегов, сползание прибрежной части.

По степени устойчивости на основе вышеуказанной градации береговые откосы были разделены на четыре группы: наименее устойчивые, слабоустойчивые, устойчивые и наиболее устойчивые (табл. 3).

Берега первой группы – наименее устойчивые – характеризуются песчаным, супесчаным сложением, берега обрывистые (иногда крутые), высота 1-2 м, динамическая ось потока подходит к берегу под большим углом, скрепляющий эффект растительности практически отсутствует, нет берегозащитных сооружений. Слабоустойчивые берега сложены песчаными, песчано-галечными породами, берега в большинстве случаев

прямые, крутые, высота до 2 м, растительность распространена фрагментарно, скрепление берегов незначительное. Берега, характеризующиеся как устойчивые, сложены преимущественно галечными, галечно-валунными породами, берега прямые, пологие, угол наклона значительно меньше 30°, высота 0,5-1,5 м, задернованы, распространена древесная и кустарниковая растительность, берега местами антропогенно укреплены. Наиболее устойчивые берега приурочены либо к участкам, которые сложены монолитными скальными породами, либо укреплены берегозащитными сооружениями.

В количественном и процентном отношении морфологически однородные участки берегов распределены следующим образом: наименее устойчивые – 8,17%, слабоустойчивые – 11,25%, устойчивые – 19,41%, наиболее устойчивые – 8,17%. Таким образом, в пределах города Средние скорости размыва неустойчивых берегов 0,5-1 м/год, притом, что наиболее размываемые участки находятся в непосредственной близости от жилых микрорайонов и отдельных хозяйственных объектов.

Структура устойчивых и наиболее устойчивых берегов неоднородна, большая их часть, особенно последней группы, – это коренным образом антропогенно измененные образования, которые в естественных условиях имели бы высокие степени размыва. Антропогенно измененные берега представляют собой дамбы и набережные, идущие вдоль русла, с высотами до 4,5 м, имеющие бетонную, асфальтную или гравийно-глибистую отмостку.

На основе полученных данных была составлена картосхема устойчивости береговых откосов р. Бира в пределах г. Биробиджан в масштабе 1:10000, фрагмент которой приведен на рис. 1.

Анализ полученных данных позволяет сделать

Условные обозначения к рис.1. Литология: 1 – берег сложен монолитными скальными породами; 2 – берег сложен валунно-галечными породами; 3 – берег сложен галечниково-песчаными породами; 4 – берег сложен песчаными породами. Антропогенное преобразование берегов: 5 – набережная; 6 – берега-дамбы укрепленные блоками или бетонной отмосткой; 7 – берега-дамбы насыпные. Растительность распространенная на берегу: 8 – преобладает травянистая растительность; 9 – преобладает древесная растительность; 10 – преобладает кустарниковая растительность; 11 – равное соотношение травянистой, кустарниковой и древесной растительности; 12 – растительный покров отсутствует. Степень нарушенности растительного покрова: 13 – практически не оказывает скрепляющего действия на берег; 14 – непрочно скрепляет берег корнями; 15 – корневые системы прочно скрепляют берег. 16 – динамическая ось потока подходит к берегу под большим углом. 17 – участки, где наблюдаются интенсивные размывы берега, 0,5 среднегодовая скорость размыва в метрах. 18, 19 – номера морфологически однородных участков береговых откосов. 20 – места, характеризующиеся минимальной устойчивостью берегов к размыву. Морфология и морфометрия берегов. 21 – пологий берег, менее 0,5 м; 22 – пологий берег от 0,5 до 1,5 м; 23 – пологий берег от 1,5 до 3 м; 24 – пологий берег более 3 м; 25 – крутой берег менее 0,5 м; 26 – крутой берег от 0,5 до 1,5 м; 27 – крутой берег от 1,5 до 3 м; 28 – крутой берег более 3 м; 29 – обрывистый берег менее 0,5 м; 30 – обрывистый берег от 0,5 до 1,5 м; 31 – обрывистый берег от 1,5 до 3 м; 32 – обрывистый берег более 3 м; 33 – вогнутый берег менее 0,5 м; 34 – вогнутый берег от 0,5 до 1,5 м; 35 – вогнутый берег от 1,5 до 3 м; 36 – вогнутый берег более 3 м

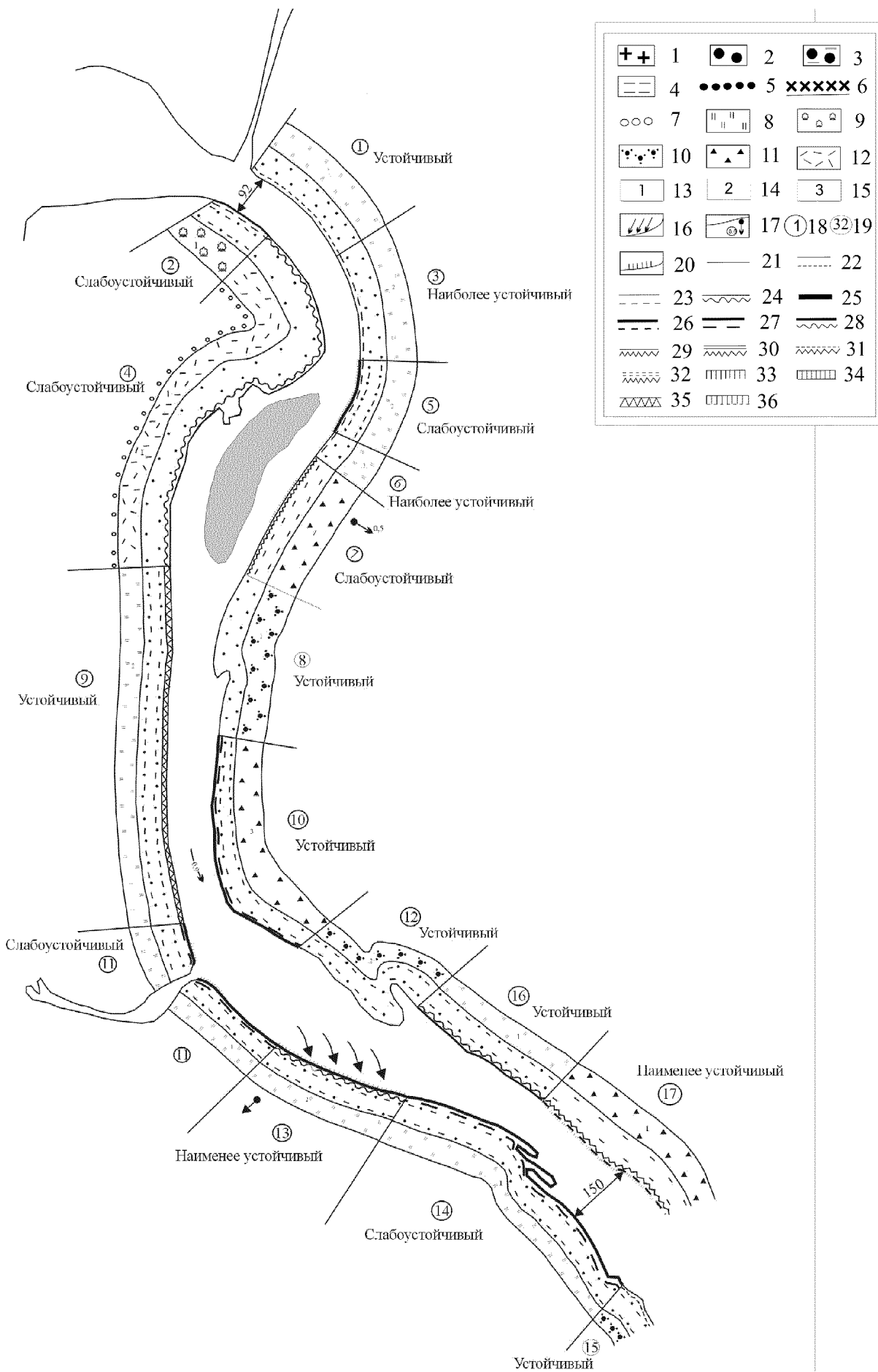


Рис.1. Фрагмент картосхемы устойчивости береговых откосов р. Бира в пределах г. Биробиджана

следующие выводы:

1. Наиболее нестабильные участки береговых откосов приурочены к левобережью р. Бира. В то же время, данный берег является наиболее застроенным и обжитым.

2. Структура устойчивых и наиболее устойчивых берегов неоднородна, большая их часть, особенно последней группы (наиболее устойчивые), это коренным образом антропогенно измененные образования, которые в естественных условиях имели бы высокие степени размыва.

3. Зоны наибольшей напряженности, где скорости размыва максимальны (до 1–1,3 м в год), характеризуются отсутствием каких-либо берегозащитных сооружений и приурочены к районам жилой застройки.

4. В районах укрепления берегов начинается размыв противоположных берегов, которые ранее характеризовались как устойчивые. Кроме того, наши исследования показали, что в условиях укрепления берегов начинается ускоренное смещение островных образований по сравнению с естественными условиями.

5. На всем протяжении реки (особенно по левому берегу) в пределах города приречная растительность крайне нарушена антропогенной деятельностью, скрепляющий эффект корневой системы в результате этого практически отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / Отв. ред. Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева. – М.: Наука, 2003. 367 с.
2. Беркович К.М., Злотина Л.В., Чалов Р.С. Русловые процессы и градопромышленное заиление русла реки Инсар в Мордовии // География и природные ресурсы. 1998. № 2. С. 97-101.
3. Беркович К.М. устойчивость речных русел к антропогенной нагрузке // Вестник Московского университета, 2001. № 5. С. 37-42.
4. Гусев М.Г. Морфодинамика днища долины верхнего Амура. Владивосток: Дальнаука, 2002.
5. Чалов Р.С., Чернов А.В. Карты русловых процессов: принципы составления, типизация, назначение // География и природные ресурсы. 1999. № 3. С. 19-28.
6. Чалов Р.С. Естественные и Антропогенные изменения рек Росси за историческое время // География и природные ресурсы. 2000. № 4. С. 3-10.
7. Экология города. М.: Научный мир, 2004. 624 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН, проект № 03-1-0-09-003