

НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПЛАНОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РЕЧНЫХ РУСЕЛ

Кондратьев А.Н.¹

¹ – ООО «Русловые процессы», Санкт-Петербург, Россия, info@rusloved.ru

Аннотация. Статистически обработаны ряды ежегодных размывов берегов рек. Выяснено, что скорости отступления берега во времени могут различаться до двух раз. Сделана рекомендация для практических расчётов – вводить повышающий коэффициент скорости размыва берега.

Ключевые слова: русловые процессы, размывы берегов, неравномерность плановых размывов.

В существующих нормативах по расчёту русловых процессов не учитываются неравномерности горизонтальных и вертикальных деформаций речных русел. Получаемые по формулам параметры – это обычно средние оценки.

В реальности плановое смещение берегов рек неравномерно по годам – в каждый год фактическое отступление берега не равно среднему значению за многолетие. Размывы берегов рек происходят неравномерно, как во времени, так и по длине участка реки. При прогнозе максимально возможного размыва требуется учёт неравномерности размыва берега реки, которая может проявляться в будущем.

Использована следующая методика для определения неравномерности плановых размывов берегов рек и выяснения различия между средними и максимальными размывами:

1. Сбор и обработка исходных данных (многолетние ряды годовых скоростей размыва берегов рек).
2. Получение статистических характеристик исходных рядов.
3. Многократное воспроизведение 30-летних рядов размывов берегов. Последовательное суммирование погодичных смещений берегов с получением смещения берега на расчётный период.
4. Статистическая обработка результирующих 30-летних размывов с получением искомых значений повышающих коэффициентов для перехода от средних значений к максимальным размывам.

Использованы участки рек, на которых проводятся многолетние наблюдения усилиями разных научных коллективов:

- 1) Результаты наблюдений на реках Удмуртии (Удмуртский университет, Л.Н. Петухова, И.И. Рысин) – 17 участков [2].
- 2) Результаты наблюдений на р. Керженец (МГУ, О.В. Кораблева, А.В. Чернов) – 3 участка, 49 створов [3].
- 3) Результаты наблюдений на р. Большая Кокшага (Государственный природный заповедник «Большая Кокшага», А.И. Толстухин) – 1 участок, 15 створов [1].

Ко всем исходным рядам была применена статистическая обработка: рассчитаны среднее значение скорости размыва за рассматриваемый период, коэффициент вариации и асимметрии, среднее квадратическое отклонение и дисперсия, были построены кривые распределения, проведена оценка рядов на однородность. Коэффициент вариации C_v изменяется в диапазоне от 0,3 до 1,1. Средний размыв колеблется 0,16 м/год до 0,39 м/год.

Исходные ряды данных недостаточно длинны, что бы по ним можно было делать достаточно достоверный прогноз, поэтому, получив статистические параметры ряда, предпринималось его удлинение с помощью метода Монте-Карло. Сначала по случайным числам в диапазоне от 0 до 1 получался ряд обеспеченностей, по которым пере-

считывались значения распределения. В результате получены длинные ряды погодичных скоростей размыва.

По описанной выше схеме по каждому из 20 расчётных участков было произведено по 100 модельных реализаций, и таким образом получено по 100 рядов данных, смоделированных на 30 лет. Построены зависимости размыва от времени, по которым получен диапазон разброса значений размыва берега.

Получены кривые в виде вееров, на которых можно выделить средний размыв и максимальный размыв. Для практических нужд наибольший интерес вызывают значения максимальных размывов. По рядам результирующих размывов берегов рек на расчётный период рассчитаны статистические характеристики. Выяснено, что коэффициент вариации находится в диапазоне от 0,08 до 0,29.

Основным результатом является вывод о неточности фактических плановых скоростей размывов берегов, определённых по совмещению двух разновременных плановых материалов. Подвергается сомнению устоявшееся мнение, что скорость планового смещения берега реки за прошлый период является «точным», и что его можно без изменений принимать таким же и на следующие периоды, то есть принимать $V_{\text{прогноз}} = V_{\text{факт}}$. Предлагается учитывать, что плановое смещение берегов рек неравномерно по годам – в каждый год фактическое отступление берега не равно среднему значению за многолетие. Оценена временная неравномерность плановых размывов берегов и получены статистические характеристики скоростей плановых размывов берегов.

Основным практическим выходом является рекомендация о необходимости учёта неравномерности плановых деформаций. Рекомендуется при прогнозе плановых деформаций в полученные значения фактических скоростей плановых (горизонтальных) деформаций речных русел вводить повышающий коэффициент $k > 1$, учитывающий неточность фактических скоростей плановых деформаций рек.

В результате делается вывод о необходимости модернизации существующего способа расчёта плановых размывов берегов рек. Вместо прямой экстраполяции полученных «фактических» значений необходимо вводить повышающий коэффициент, и при прогнозе русловых деформаций для проектирования следует использовать увеличенные скорости плановых размывов. Таким образом, существующий метод прогноза плановых деформаций берегов требует уточнения на основе фактических данных.

Литература

1. Летопись природы. Книга 15. 2008 год. Федеральное государственное учреждение «Государственный природный заповедник «Большая Кокшага». – Йошкар-Ола: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2009 – 355 с.
2. Рысин И.И., Петухова Л.Н. Русловые процессы на реках Удмуртии. – Ижевск: Научная книга, 2006.
3. Чернов А.В. Особенности русловых деформаций малых рек в условиях ограниченного развития русловых деформаций// XVIII Пленарное межвузовское координационное совещание по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов. – Курск: Изд-во Курск. ун-та, 2003. – С. 213–214.

PULSATIONS OF THE RIVERBED LATERAL DEFORMATIONS

Kondratyev A.N.¹

¹ – Channel processes LLC, St. Petersburg, Russia, info@rusloved.ru

Abstract. Statistical calculations of banks annual erosion were performed. The bank erosion rates are varied up to 2 times. There are recommendation for practical calculations to apply an increase coefficient in the bank erosion rates.

Key words: channel processes, erosion of the riverbanks, the unevenness of the riverbanks deformations