

## НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ПЛАНОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РЕЧНЫХ РУСЕЛ

Кондратьев А.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – ООО «Русловые процессы», Санкт-Петербург, Россия, [info@rusloved.ru](mailto: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.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Channel processes LLC, St. Petersburg, Russia, [info@rusloved.ru](mailto: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