

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ РУСЛА И ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. БЕЛОЙ В ПЕРИОД 1994–2018 ГГ.

Турыкин Л.А.¹, Беркович К.М.¹

¹ – Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, filigorod@list.ru

Аннотация. Определены многолетние вертикальные деформации русла и трансформация кривой свободной поверхности нижней Белой. Установлено, что на большей части исследованного отрезка наблюдается достаточно хорошо выраженное прямое соответствие многолетнего изменения отметок свободной поверхности и вертикальных деформации.

Ключевые слова: речное русло, вертикальные деформации, посадка уровней.

Работа выполнена по плану НИР Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева и гранту РФФИ (проект №18-05-00487).

Река Белая – крупнейший приток Камы. Длина реки 1430 км, площадь водосборного бассейна 142 тыс. км². В верхнем течении сток реки зарегулирован Белорецким водохранилищем, в нижнем течении – Павловским водохранилищем на р. Уфе. Низовье реки на протяжении 127 км от устья подвержено влиянию переменного подпора Нижнекамского водохранилища. Объект исследования включает участок Нижней Белой от устья реки Уфа до устья реки Сюнь (66 км от устья) протяженностью около 390 км.

Русло Белой на исследованном участке очень извилистое - от устья р. Уфы до устья р. Сюнь коэффициент извилистости составляет 2,47. Ширина русла по длине участка колеблется от 190 до 600 м. Русловой рельеф включает плесы, перебаты и техногенные формы – русловые карьеры. Нормальная глубина плесов в межень – 6-7 м, перебатов – 1,7-3,8 м. Средняя глубина русла по оси судового хода составляет 4,2 м.

Вертикальные деформации русла исследованы методом сопоставления разновременных продольных профилей дна. Для построения последних использованы навигационные карты р. Белой издания 1994 и 2017 гг. Продольные профили дна построены по максимальным глубинам в сечениях. Сечения разбиты через 500 м.

Статистика полученного массива батиметрических данных показала, что средняя глубина русла по тальвегу за рассматриваемый период для всего участка увеличилась на 0,2 м (от 4,2 м до 4,4 м). При этом среднее понижение дна составило 0,78 м, среднее его повышение – 0,69 м.

Выделяется 5 отрезков русла протяженностью от 40 до 135 км с различной направленностью вертикальных деформаций (Таблица 1).

Таблица 1 – Распределение вертикальных деформаций (ВД) по длине р. Белой

| № пп | Расстояние по судовому ходу, км | Преобладающий тип ВД | Среднее изменение глубины: “+” увеличение, “-” уменьшение, м |
|------|---------------------------------|----------------------|--|
| 1 | 2217,5-2069 | понижение дна | 0,48 |
| 2 | 2069-2002 | разнонаправленные | -0,01 |
| 3 | 2002-1923 | повышение дна | -0,51 |
| 4 | 1923-1878 | разнонаправленные | 0,05 |
| 5 | 1878-1823,2 | понижение дна | 0,93 |

Понижение дна на первом (верхнем) участке обусловлено несколькими причинами. К ним относятся: 1. дефицит руслообразующих наносов, обусловленный геологическим строением и морфологией русла; 2. дефицит поступления руслообразующих наносов из реки Уфы в связи с регулирующим воздействием Павловского водохранилища; 3. продолжающаяся глубинная эрозия русла как следствие массовой русловой добычи НСМ

Русловые наносы, выносимые с верхнего участка, аккумулируются в районе г. Бирска на 2002-1923 км (участок №3), в связи с чем минимальные отметки дна здесь с 1994 года повсеместно повысились – на перекатах на 0,5-0,8 м, в плесах – до 2.5 м.

Нижний участок (№5) располагается в зоне переменного подпора Нижнекамского водохранилища. Преобладание размыва на данном отрезке вероятно связано с формированием в половодье «кривой спада» на участке от д. Андреевки до устья Белой, когда уклон свободной поверхности увеличивается в 5-6 раз по сравнению с меженью. Размыв произошел в основном в нижних крыльях крутых свободных и вынужденных излучин.

Начиная с 1940-х гг., на реках Белая и Уфа вследствие интенсивной русловой добычи строительных материалов происходит понижение (посадка) равнообеспеченных уровней водной поверхности (ВП). Минимальные уровни воды понизились в г. Уфе суммарно на 2 м. В последние 30 лет посадка уровней в Уфе составляет 2,5 см в год. Ниже по течению, в Кушнаренково и Бирске тенденция посадки уровней развита в меньшей степени, например, в районе г. Бирска с 1940-х гг. уровень понизился примерно на 0,5 м.

Сопоставление продольных профилей ВП 1998 и 2018 гг., соответствующих высотному положению одного и того же проектного уровня (+20 см по гидрологическому посту Бирск) дает возможность оценить характер многолетней трансформацию кривой свободной поверхности.

По характеру изменения высоты ВП за период 1998-2018 гг. также выделяется 5 отрезков. На верхнем (2217,5-2069 км) - произошла сплошная посадка уровней со средним значением 0,52 м. Также сильная посадка уровней наблюдается на отрезке 1923-1875 км. Ее средняя величина - 0,43 м, максимальное – 0,87 м. На отрезке 2069-2002 км средняя отметка ВП слабо повысилась. На двух других участках (2002-1923 км и 1878 -1823,2 км) отметки ВП существенно повысились,

Сопоставление изменения отметок ВП в межень в период 1998-2018 гг и вертикальных русловых деформаций за период 1998-2017 гг показывает, что на отрезке реки значительной протяженности (2217,5-1923 км) имеет место хорошо выраженное прямое соответствие многолетнего изменения отметок свободной поверхности и вертикальных деформации. На верхнем участке понижения дна наблюдается наиболее значительная посадка уровней, при этом ее средняя величина примерно равна среднему понижению отметок дна (таблица 2). На отрезке разнонаправленных деформаций (2069-2002 км) отметки ВП почти не изменились, на отрезке преобладающего повышения дна (2002-1923 км) они повысились.

Из общей картины выбивается отрезок разнонаправленных деформаций на 1923-1878 км, на котором наблюдается непропорционально большая посадка уровней. Это вероятно связано с технической ошибкой определения отметок проектного уровня в 1998 году. Значительное повышение отметок водной поверхности в низовье участка на 1878-1823,2 км обусловлено повышением НПУ Нижнекамского водохранилища после 2014 года.

**VERTICAL DEFORMATION OF THE RIVERBED AND WATER SURFACE
LEVEL CHANGES IN THE LOWER REACHES
OF THE BELAYA RIVER IN THE PERIOD 1994–2018**

Turykin L.A.¹, Berkovich K.M.¹

*¹ – Geographical faculty of Moscow State University Moscow State University, Moscow, Russia,
filigorod@list.ru*

Abstract. The long-term vertical deformation of the riverbed and the transformation of the free surface curve of the lower Belaya river are determined. It is established that on the most part of the explored segment there is a rather well-expressed direct correspondence of the long-term water surface height marks changes and vertical deformation.

Key words: riverbed, vertical deformation, water level lowering.