Л.Н. Петухова, И.И. Рысин

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА РЕКАХ УДМУРТИИ

Удмуртский университет

Равнинная территория Удмуртской Республики (УР) расчленена густой сетью многочисленных рек, относящихся к бассейну Камы и Вятки. Наиболее распространенной формой речного русла являются излучины. По генезису и внешнему виду они очень разнообразны. Для определения типов и видов излучин, встречающихся на территории УР, проводилось изучение морфометрических и морфологических характеристик рек по топографическим картам масштаба 1 : 25000,1 : 50000, 1 : 100000. Для исследования брались реки 2 - 4 порядков (по Стралеру-Философову) и выше.

Морфологический облик русел рек и направленность горизонтальных русловых деформаций позволили выделить согласно морфодинамической классификации Р.С. Чалова две основные разновидности русел: относительно прямолинейные и меандрирующие.

Относительно прямолинейный неразветвленный тип русла характерен для верхних участков рек и составляет от 25% в бассейне р. Валы до 38% в бассейне р. Иж. Уклоны на данных участках рек имеют максимальные значения (9 - 10 м/км), коэффициенты извилистости - минимальные.

Среди меандрирующих рек преобладают свободные излучины, проходящие в процессе своего развития несколько этапов. Каждая стадия развития отличается по интенсивности и направленности трансформации плановых очертаний самих излучин, а также по кинетической структуре потока и его гидравлическим характеристикам. На территории УР в бассейнах изучаемых рек встречается 5 типов меандрирующего русла: сегментная пологая излучина ($1,15<L/B>1,40$), сегментная развитая ($1,40<L/B>1,70$), сегментная крутая ($1,70<L/B>2,00$), петлеобразная ($L/B>2,00$), прорванная ($L/B=1,50 - 2,00$), где L/B - отношение длины к шагу излучины.

Наиболее распространенными являются сегментные излучины с продольным перемещением: доля их в среднем по республике составляет 63% (от 55% в бассейне Кильмези до 71% в бассейне Тоймы). Значительное их количество отражает различные стадии развития излучин и является косвенным свидетельством активного процесса переформирования извилистого русла в целом. На отдельных реках можно встретить все три стадии развития сегментных излучин: от пологих до крутых. Доля прорванных излучин составляет 2 - 5% от всей длины рек республики; петлеобразных - 10 - 12% в бассейнах средних рек, 1 - 4% в бассейнах малых рек.

Скорости плановых изменений русла на реках республики колеблются в широких пределах: от 0,1 до 10 и более м/год. За 2003 г. средняя по республике скорость размыва составила 0,47 м/год, а наибольшая наблюдалась в 2001 году (0,54).

Наибольшие среднегодовые скорости размыва отмечаются на крупных реках, отличающихся высокой водностью и скоростью течения (Вятка, Чепца, Вала, Сива) - 1,2 - 3,0 м/год. Максимальные значения размыва, наблюдаемые здесь, достигают 5 - 10 м и более. Для средних рек среднегодовые скорости отступания берегов составляют 0,4 - 0,7 м/год, а максимальные 2 - 3 м. Для малых рек значения средних скоростей размыва ниже: 0,1 - 0,3 м/год, хотя в отдельных точках зафиксировано смещение берега на 1 м и более.

При сопоставлении аэрофотопланов 1 : 10000 масштаба 1934 и 1987 годов съемки были определены скорости плановых смещений русла реки Чепцы и ее крупных притоков. Для р. Чепцы средняя за 53 года величина смещения русла составила 55,3 м (максимальное значение - 105 м, минимальное - менее 10 м), среднегодовая скорость размыва - 1,02 м/год. На притоках Чепцы размывы русла составили от 30 до 160 метров, скорости колеблются в пределах 0,30 - 0,90 м/год.

Поскольку изучаемые в полевых условиях реки УР разнообразны, отличаются по многим параметрам (длина, ширина, уклон и др.), то все они были поделены на 3 группы (1- малые, 2-

средние, 3 - крупные), отличающиеся прежде всего порядком. Порядок реки N рассчитывался по формуле А.Е. Шайдеггера: $N=1og_2(P)+1$.

Установлена тесная связь между порядком реки и скоростью бокового размыва. Значения среднегодовых (Сср.) и среднемаксимальных (Смак.) скоростей размыва берегов увеличиваются с увеличением порядка реки. Коэффициенты корреляции данных зависимостей составляют 0,614 и 0,610 соответственно. Они описывается экспоненциальными формулами: Сср = 0,079exp(0,183N) и Смак= 0,141exp(0,224N).

Относительная скорость (U) также имеет тесную связь с порядком реки: с увеличением размера реки относительная скорость уменьшается. Зависимость эта описывается также экспоненциальной формулой: U = 5,022exp(-0,124N). Значение коэффициента корреляции при этом составляет - 0,480.

Формирование морфологического типа речного русла с присущим ему характером переформирований обусловлено комплексом факторов: гидрологический режим, геолого-геоморфологическое строение долины и русла реки и т.д.

Среди гидрологических факторов наиболее существенную роль в русловом режиме играет сток воды, характеризуемый водоносностью реки и неравномерностью стока. Показателем водоносности реки служит средний многолетний расход воды (норма стока).

Значения среднегодовых расходов воды влияют на интенсивность горизонтальных деформаций: с увеличением водности увеличиваются значения как среднегодовых скоростей бокового размыва (г = 0,869), так и максимальных (г = 0,936).

Особенности гидрологического режима рек УР таковы, что основной перенос донных наносов и русловые деформации совершаются в период весеннего половодья, когда проходит в среднем 60 - 70% годового стока (изменяясь по годам от 45 до 85%).

Установлено, что на интенсивность проявления горизонтальных русловых деформаций влияет также ряд морфометрических и морфологических характеристик русла (ширина русла, уклон реки, радиус кривизны русла, высота размываемого уступа).

Среднегодовые скорости размыва берегов тесно связаны с величинами сопротивления слагающих их грунтов размыву. Связь между этими показателями носит отрицательный характер, т.е. чем выше значения сопротивления размыву, тем меньше скорость размыва. Рассчитанные значения коэффициента корреляции подтверждают это: особенно ярко эта связь прослеживается для рек первой (г = - 0,766) и третьей (г = - 0,607) групп. Слабее связь для самой многочисленной второй группы (г = - 0,236).

Еще одним фактором, влияющим на интенсивность речной эрозии, является растительный покров, а точнее залесенность водосбора. Хозяйственное освоение территории привело к значительному снижению данного показателя, изменению природной эрозионно-аккумулятивной системы.

В бассейнах рек Удмуртии была рассчитана протяженность размываемых берегов и определена их доля от суммарной длины рек. Установлена тесная связь данного показателя от залесенности водосбора: с уменьшением лесопокрытой площади доля размываемых берегов увеличивается.

Современное состояние и развитие рек помимо природных факторов определяется степенью искусственного вмешательства в русловые процессы деятельности человека.

Строительство инженерных сооружений на берегах и в руслах рек, прокладка коммуникаций через реки также приводят к изменению руслового режима. Одной из наиболее старых форм локального инженерного воздействия на русла является мостовые переходы. Строение моста является причиной стеснения потока половодья или паводка, что приводит к образованию волны подпора выше моста (особенно велик подпор у водопропускных отверстий дорожных насыпей, перегораживающих малые реки) и волны спада - ниже моста. Это увеличивает удельный расход воды и способствует усилению общего размыва.