

лее низкие значения площадей размыва отмечены в 2006 г. – 36,79 м², 2010 г. – 47,46 м² и 2014 г. – 47,65 м². Максимальные площади размыва здесь также не всегда соответствуют по времени максимальным линейным размывам. Большие площади размыва отмечены в 2005 г. – 258,87 м², 2008 г. – 214,15 м² и 2004 г. – 212,6 м². Значительные вариации характерны для объемов размыва: самые низкие значения – в 2006 г. – 156 м³, 2010 г. – 199 м³ и 203 м³ в 2014 г. Самый высокий объем размыва зарегистрирован в 2005 г. – 1085 м³.

Близкие значения получены и на реках Кильмезе (д. Головинин-Язок) и ее правом притоке Лумпуне (п. Харлампиевская Пристань). На р. Кильмезе длина исследуемой береговой линии 176 м, средняя высота размываемого уступа – 2,8 м. На р. Лумпуне длина съемки береговой линии – 111 м, средняя высота размываемого уступа – 8,8 м. Максимальные показатели размыва для р. Кильмези отмечены в 2012 г., на р. Лумпун – в 2005 и 2006 гг.

В многолетнем разрезе по реперным измерениям интенсивность размыва имеет нисходящий тренд как среднегодовых, так и средних максимальных размывов. Результаты тахеометрической съемки показывают обратную картину: величина размывов (линейных, площадных и объемных) имеет положительный тренд. При этом наибольшие размывы для многих рек зарегистрированы в 2012, 2013 и 2016 гг., когда на них отмечались и наиболее высокие половодья.

ЛИТЕРАТУРА

Рысин И.И., Петухова Л.Н. Руслые процессы на реках Удмуртии. Ижевск: Научная книга. 2006.

Рысин И.И., Андреев О.Н., Григорьев И.И., Петухова Л.Н. О результатах многолетних полевых наблюдений русловых деформаций на реках Удмуртии // Проблемы региональной экологии и географии. Мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию конструктора М.Т. Калашникова и 100-летию профессора С.И. Широбокова. Ижевск: Удмурт. ун-т. 2019.

А.Ю. Сидорчук

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ РУСЛА р. ТЕРЕК*

Площадь бассейна река Терек составляет 43200 км², длина реки – 623 км, среднегодовой расход воды в вершине дельты 267 м³/с. Верховья Терека находятся на Центральном хребте Кавказских гор. Вдоль первых 100 км своей длины река пересекает несколько горных хребтов и межгорных котловин, далее протекает по предгорной Северо-Осетинской равнине и

* * Выполнена по госзаданию научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Макавеева МГУ имени М. В. Ломоносова, № АААА-А16-116032810084-0

Терско-Кумской низменности, на нижних 100 км формирует русло в пределах дельтовой равнины. Продольный профиль реки в целом вогнутый, с увеличением уклонов при пересечении горных хребтов и с уменьшением в межгорных котловинах.

По длине основного русла Терека в горной и предгорной частях имеется 5 гидрологических станций с длительными периодами (более 50 лет) наблюдений за уровнями и расходами воды – Казбеги (574 км от устья), Владикавказ (530 км), Эльхотово (472 км), Котляревская (437 км) и Моздок (359 км). Такие наблюдения позволяют рассмотреть уровни воды при одинаковых расходах воды в разные годы и оценить изменения таких уровней во времени. Для постов вдоль р. Терек выбраны расходы воды осенней межени до начала ледовых явлений. Так как не во все годы удавалось найти одинаковые расходы воды, уровни приводились к одному и тому же расходу по связям уровней H и расходов воды Q . Так, например, для поста Эльхотово диапазон использованных меженных расходов воды составил 48.2-66.2 м³/с, что соответствует диапазону уровней 23.1 см. Была получена связь $H = -0.0106Q^2 + 2.5241Q - 99.134$ и по ней все уровни были приведены к расходу воды 48 м³/с. Кроме таких поправок учитывались также переносы постов и изменения нуля графика, которые фиксируются в гидрологических ежегодниках. В результате для всех постов получены изменения во времени меженных уровней при одинаковых расходах воды, которые принимаются равными изменениям во времени отметок среднего дна на водомерном посту.

В горной части Терека русло его врезается. Так, на посту Казбеги на входе в Дарьяльское ущелье за период 1936-1986 гг. врезание составило 1.2 м (2.4 см/год), на посту Владикавказ на выходе из ущелья Лесистого хребта – 0.4 м (0.8 см/год), на посту Эльхотово в пределах Сунженского хребта – 2 м (4 см/год). В предгорьях в пределах Северо-Осетинской равнины в русле идет аккумуляция наносов. На постах Котляревская и Моздок за период 1936-1986 гг. дно русла Терека поднялось примерно на 1 м (2 см/год), при стабилизации отметок дна к 2015 г.

Хотя и наблюдается врезание реки в горной, воздымающейся части Большого Кавказа, и аккумуляция наносов в области тектонического опускания в предгорьях, скорости однонаправленных вертикальных деформаций русла Терека на порядок и более превышают скорости тектонических движений. Таким образом можно говорить о том, что поднятия горной страны благоприятствует врезанию русел рек, а тектоническое погружение – аккумуляции наносов. Однако актуальные скорости вертикальных деформаций обусловлены в первую очередь историей трансформации невыработанного продольного профиля реки. Для того, чтобы последние 50 лет в antecedентной долине Эльхотовские ворота уклон и водоносность потока обеспечивали врезание русла на 4 см в год, необходимо, чтобы на некотором предшествующем длительном отрезке времени уклон и водоносность потока были бы недостаточны для обеспечения врезания более чем на 1-2 мм в год – скорость тектонического поднятия Сунженского хребта. Такие же рассуждения применимы к другим участкам русла Терека.

Таким образом, можно констатировать, что данные наблюдений на гидрологических постах в русле Терека свидетельствуют о невыработанном продольном профиле этой реки и отсутствии здесь динамического равновесия по крайней мере в масштабе времени сотни лет.

В.В. Сурков¹, И.Н. Крыленко^{1,2}, Е.Д. Корнилова^{1,2}

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

²Институт водных проблем РАН

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТОПЛЕНИЯ ПОЙМЫ р. ЛЕНЫ В РАЙОНЕ г. ЯКУТСКА И ВОЗМОЖНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ДОЛИННОГО ЛАНДШАФТА ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ВОДОНОСНОСТИ РЕКИ*

Математические модели затопления пойм позволяют вычислять характеристики потока половодья (глубины, скорости, размер зоны затопления, его продолжительность и вероятность), необходимые для оценки рисков при освоении пойм и прибрежных территорий, защиты от наводнений, исследования пойменных ландшафтов. Для широких пойм равнинных рек со сложным рельефом и конфигурацией моделирование – перспективный метод наглядного представления работы пойменного потока.

В 2019 г. на Географическом факультете МГУ в рамках комплексных исследований русла и поймы р. Лены на основе двумерной гидродинамической модели STREAM2D была рассчитана продолжительность затопления поймы в районе г. Якутска за период 1980-2016 гг., включая средние, минимальные и максимальные значения. По результатам моделирования были составлены карты зон затопления.

Сравнение смоделированных зон затопления с полученными на основе разновременных космических снимков показало их расхождение в пределах 10% в половодья и паводки и 18% при ледовых заторах (Корнилова и др., 2018). Критерий соответствия Нэша-Сатклифа (NSE) за исследуемые периоды при сравнении среднесуточных наблюдаемых и смоделированных уровней воды для гидрологических постов на исследуемой территории превысил 0,90.

Сравнение *полученных* данных с картами затопления, составленными на основе метода ландшафтной индикации, показало, что моделирование в данном случае даёт существенно меньшую (на 15-45%) продолжительность затопления; значительные расхождения наблюдаются на средних и низких уровнях. Результаты для высокой (более 7,5 м) поймы сопоставимы, но, в целом, отклонения методов более существенны, чем полученные показатели для поймы Северной Двины (Крыленко и др., 2019), где коэффициент корреляции по интервалам продолжительности затопления для разных растительных сообществ составил 0,61.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 17-05-01230) и по госзаданию научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ имени М. В. Ломоносова, № АААА-А16-116032810084-0 (полевые исследования).