

ОПЫТ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ АККУМУЛЯЦИИ НАНОСОВ НА БЕРЕГАХ РЕКИ ОКИ

А. Ю. Воробьев, А. С. Кадыров, А. В. Водорезов

*Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань, Россия,
a.vorobyov90@mail.ru*

Полустационарные геоморфологические наблюдения за скоростью аллювиального осадконакопления проведены в днище долины реки Оки на участке от устья Белоомутского гидроузла (Московская область) до пгт Елатьма (Рязанская область). Более 100 седиментационных ловушек устанавливалось ежегодно на центральной и прирусловой пойме. Многолетняя динамика осадочных показателей наилка свидетельствует о выраженной реакции развития рельефа окской поймы на неустойчивый водный режим р. Оки в 2010-2020-е гг.

Ключевые слова: река Ока; пойма; аккумуляция аллювия; седиментационная ловушка; половодье.

Введение. В последние десятилетия для пойм и речных русел Волжского бассейна отмечается [1, 2] ухудшение экологической обстановки, обусловленное внутригодовым перераспределением речного стока. Пойменно-русловые геокомплексы в средней части долины реки Оки (крупного притока р. Волги) в полной мере испытали последствия отмеченной тенденции. Водность весенних половодий сократилась, при этом снизился их потенциал транспорта наносов, самоочищения пойменных водоемов и увеличились риски деградации последних. В отличие от региональной динамики водных ресурсов, эрозионно-аккумулятивные процессы на средней Оке изучены слабо. Вариации стока как активного фактора осадконакопления отражаются на вещественном составе и объеме отлагаемых в пойме наносов. Литолого-геоморфологические исследования скорости их накопления и состава начались в 2014 году, продолжаются в настоящее время и охватывают район в 770-306 км от устья р. Оки. Основным методом регистрации аккумулятивного процесса было использование седиментационных ловушек [6] различной конструкции, закрепляемых на формах пойменного рельефа. За 8 лет непрерывных наблюдений удалось выявить ряд закономерностей его ежегодного развития, управляемых такими параметрами паводковой волны, как мутность (W), максимальная водность ($Q_{\max}$), длительность затопления ловушек (поемность – T).

Материалы и методы исследований. Осенью или весной, непосредственно перед началом половодья, в прирусловой (низкой) пойме и в пределах ее центральных массивов, приподнятых над меженным руслом Оки

более чем на 2,5 м, устанавливались седиментационные ловушки. Использовались ловушки-маты из кокосового волокна, искусственной травы, площадки из насыпного материала и резиновые коврики. Размер учетных площадок колебался от 0,24 м² до 2 м². После прохождения половодья производилось снятие ловушек и отложившихся на них осадков. В камеральных условиях аллювий просушивался при температуре 105 °С, определялись масса и объем пробы. Гранулометрический анализ каждой из них осуществлялся пипеточным (по ГОСТ 12536-2014) и ситовым методами. Измерение объема осадков на ловушках позволило перейти к следующим параметрам осадконакопления: мощность слоя наносов (h), медианный диаметр частиц (D_{50}), другие стандартные осадочные показатели (D_{16} , D_{84}). Для части наиболее показательных случаев аккумуляции определялось также содержание органического вещества ($C_{\text{общ}}$) в седиментах.

На некоторых близких к руслу участках поймы предполагалась интенсивная литодинамика, поэтому плановое и вертикальное положение сборников аллювия в таких условиях дополнительно фиксировалось GNSS-приемниками. Все позиции на пойменно-русовом рельефе, сопровождавшиеся регулярным мониторингом осадконакопления, были дифференцированы нами в соответствии с седиментационными обстановками. Среди них в границах прирусловой поймы выделяются отмели меандрирующего и прямолинейного русла, прирусловые валы, бечевники, затоны и приустьевые участки окских притоков. Топография центральной поймы осложнена гривами, межгривными понижениями, котловинами старичных озер (существующих или бывших) и притеррасными болотами. Приведенный перечень обстановок осадконакопления репрезентативен не только для крупных рек Волжского бассейна, но и для днищ долин большинства водотоков гумидной зоны умеренного пояса [5]. Это дает возможность составления топологически устойчивых оценок отклика рельефа окской поймы на глобальные и континентальные [1, 2] гидроклиматические процессы.

Результаты и их обсуждение. Скорость аккумуляции аллювия на прирусловой пойме, в целом, обнаруживает прямую положительную связь с водностью весеннего половодья. В годы (2014-2015 гг., 2019-2020 гг.) с пониженным стоком в данный сезон ($Q_{\text{max}}=676-1420$ м³/с) средняя скорость аккумуляции аллювия составляла 4,8 мм/год, заметные размывы отмелей не наблюдались даже в непосредственной близости от границы русла. В 2020 году из-за исключительно теплой зимы [2] в окском бассейне впервые за историю инструментальных наблюдений (с 1878 года) максимальные расходы наблюдались в июне и были обусловлены ливневыми осадками. Средние значения h слоя наносов, переотложенных во время данного аномального гидрологического события, составляли 18,9 мм. Поток наполнил русло почти до бровок, но не выходил на центральную пойму в 2016-2017 гг. Слой свежего аллювия в эти годы увеличился

до 10,3 мм. В 2018 и 2021 годах наблюдались наиболее высокие половодья ($Q_{\max}=2390-2640 \text{ м}^3/\text{с}$) за период нашего мониторинга.

Частично поверхность низкой поймы была несколько размывта, но интенсивный массообмен структур потока и субстрата был характерен на более близком к границе русла расстоянии, вне мест закрепления ловушек. Максимальный прирост поймы в высоту в эти годы достигал 100-120 мм, в среднем – 54 мм.

Сегментно- и параллельно-гривистые генерации центральной поймы, равно как и ее выровненные участки покрывались гребнем паводковой волны, главным образом, в 2018 и 2021 годах. Обычные значения h достигали порядка 0,5-1,3 мм, увеличиваясь по понижениям до 1,5-3,0 мм. Как правило, с удалением от руслового ложа объем наносов на ловушках уменьшается, а на ряде сборников аллювия, закрепленных на притеррасных участках, вообще не обнаруживалось свежего аллювия, несмотря на затопление. Гранулометрический состав наносов, аккумуляировавшихся в пределах центральной поймы – алевриты и глины, песчаные зерна в пробах почти не встречаются. Спектр фракций твердофазного материала на прирусловых отмелях и валах существенно шире, D_{50} здесь чаще всего соответствует мелкому или среднему песку. Годы с повышенным весенним стоком оставляют не только более мощные литологические записи, но и представленные, преимущественно, легкосуглинистыми, песчаными и супесчаными наносами. Напротив, в 2014-2017 гг. и в 2019 году преобладало накопление алевритов, илистых алевритов с примесью тонкого и мелкого песка. Исключением являются невысокие паводки 2015 и 2020 годов – малое насыщение потока взвесью обеспечило реализацию транспортирующей способности, в основном, за счет влекомых наносов и на прирусловой пойме накапливались пески и супеси.

Обновление поверхности рельефа на берегах затонов, а также на литодинамически тесно связанных с водосборами поймах притоков р. Оки, по осадочным показателям весьма устойчиво из года в год. При затоплении таких позиций отлагаются илисто-алевритовые наносы (D_{50} в интервале 0,005-0,06 мм), включения песка отмечались только в отдельные годы. В местных седиментах также выше доля органической составляющей – содержание $C_{\text{общ}}$ может достигать 10-15 %. В среднем же, прирусловой аллювий представляет минеральные грунты ($C_{\text{общ}} < 3,0 \%$), реже – органоминеральные ($C_{\text{общ}} = 3,0-10,0 \%$). Применение фотометрического метода определения этого показателя (по ГОСТ 26213-2021) свидетельствует об увеличении обогащения органикой прируслового аллювия соразмерно доле частиц $< 0,06 \text{ мм}$. О приуроченности органических компонентов к тонкодисперсным наносам в речной взвеси известно по многочисленным источникам [3, 4], определение зон преимущественной аккумуляции таких осадков с повышенной поглотительной способностью позволит разделить берега низкой поймы на относительно «чистые» и

«грязные». Последние при этом особенно подвержены аккумуляции разнообразных экотоксикантов – нефтепродуктов, соединений тяжелых металлов, радионуклидов (например, ^{137}Cs). На центральной пойме аллювиальный процесс, наоборот, оказывает положительное влияние на функционирование супераквальных геосистем, приводя к поступлению биофильных элементов в почвенный поглощающий комплекс и создавая запасы влаги в почвах и подстилающих их геологических телах.

Заключение. Внутригодовое перераспределение стока р. Оки в 2014-2021 гг. привело к увеличению роли алевритовых и глинистых наносов в составе прируслового аллювия. Установлено, что прирусловые отмели на вершинах окских излучин наиболее устойчивы к заилению и даже в годы пониженного весеннего стока на них, в той или иной мере, осуществляется накопление песчаных частиц. Заиление, в том числе, органоминеральными наносами, гораздо в большей степени характерно для окских затонов, заводей и приустьевых пойм рр. Вожи, Гуся, Прони, Сынтулки и Унжи. Наносы центральной поймы практически повсеместно представлены алевритами с примесью ила, скорость осадконакопления на таких приподнятых участках в десятки раз ниже, чем на прирусловых участках. Сосредоточение аккумулятивного процесса на низких берегах Оки выделяет их как наиболее сенсорную к динамике метеорологических и гидрологических элементов часть днища долины. Дальнейший мониторинг этой ландшафтной связи, возможно, с применением методов геохимии, предоставит возможности для идентификации зон наиболее вероятного загрязнения берегов.

Библиографические ссылки

1. О соотношении климатических и антропогенных факторов в изменении стока Волги // Н. И. Коронкевич [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия Географическая. 2023. Т. 87, № 6. С. 825-834.
2. *Мохов И. И.* Аномальные зимы в регионах Северной Евразии в разных фазах явлений Эль-Ниньо // Доклады Российской Академии наук. Науки о Земле, 2020. Т. 493, № 2. С. 93-98.
3. *Янин Е. П.* Геохимия речной эпифитовзвеси в зоне влияния промышленного города. М. : НП «АРСО», 2020. 139 с.
4. *Allan J. D., Callisto M. M.* Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters, 2nd Edition. Chapman and Hall, New York, 2007. 450 p.
5. *Miall A.* Fluvial Depositional Systems. Springer Geology, 2014. 316 p.
6. Field monitoring of alluvium accumulation in the riverine floodplain of the Oka River, European Russia // A. Y. Vorobyov [et al.] // International Journal of Sediment Research, 2024. Vol. 5. P. 720-736.