

© 2016 г. Р.С. ЧАЛОВ, В.В. СУРКОВ, Т.В. ЖМЫХОВА

**ПРИУСЛОВЫЕ ОТМЕЛИ КАК ФОРМЫ РУСЛОВОГО РЕЛЬЕФА,
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ МЕЖДУ МЕЖЕННЫМ РУСЛОМ
И ПОЙМОЙ РЕКИ¹**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Россия
e-mail: makkaveev_lab@yandex.ru*

Русло реки – форма рельефа речной долины, по которой осуществляется сток воды, – представляет собой сложное морфологическое образование, подвергающееся постоянным переформированиям под воздействием потока и перемещаемых им наносов. С руслом тесно связана пойма – покрытая почвенно-растительным покровом часть дна речной долины, являющаяся производной русловых деформаций, затопляемая в многоводные фазы водного режима и вследствие этого выступающая уже в качестве фактора русловых процессов [1]. М.А. Великанов [2] называл ее большим руслом реки, поскольку в паводки по ней проходит значительная, иногда бо́льшая часть стока воды. Поэтому границами русла служат бровки поймы, хотя в половодье, когда пойма затоплена, они устанавливаются по возвышающейся вдоль них кустарниковой и древесной растительности.

Н.И. Маккавеев [3, с. 237] выделял на поперечном профиле дна долины в межень две основные ступени (не считая находящейся под водой в эту фазу режима мелководной части русла) – прирусловые пески и пойму, соотнося, судя по терминологии, такое морфологическое строение дна долины с песчаным составом аллювия. В действительности оно характерно также и для галечных, и для галечно-валунных рек, как равнинных, так и горных. Выходя из-под воды по мере спада уровней и в межень, скопления песка (галки, валунов) образуют прирусловые отмели, занимающие 30–40%, а на некоторых участках до $\frac{3}{4}$ общей площади русла в пойменных бровках (рис. 1). В высокую межень, когда отмели еще полностью не обсохли, их площадь составляет на разных реках от 14 (Северная Двина) до 38% (верхняя Обь) от площади участков русла. Таким образом, согласно определению Н.И. Маккавеева и уточняя его, прирусловые отмели – это обсыхающие в межень части русла, имеющие поверхность, незакрепленную растительностью, наклоненную в целом в сторону реки, постепенно переходящую в подводные мели и составляющие с ними единое целое при подъеме уровня воды.

Существует много определений и синонимов термина «прирусловые отмели» как в отечественной, так и в зарубежной литературе [4], причем в большинстве случаев он соотносится со скоплениями аллювия (речных наносов) у выпуклых берегов излучин. В таком понимании он вошел в учебную [5], справочную и научную [6] литературу. И.В. Попов [7] предложил называть их пляжами (этот термин включен в ГОСТ 19179-73 “Гидрология суши” [8]). Д.Б. Симонс и др. [9] описали чередующиеся бары (alternate bar) в прямолинейных руслах, которые на излучинах, по их мнению, перестраиваются в прирусловые отмели. Подобные образования Н.И. Маккавеев [10] связывал с перекатами в относительно прямолинейном русле, рассматривая их как прибрежные мели или песчаные (наносные) скопления, располагающиеся в шахматном порядке у противоположных берегов.

¹ Выполнено по планам НИР научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева и кафедры гидрологии суши МГУ им. М.В. Ломоносова при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-05-03752).

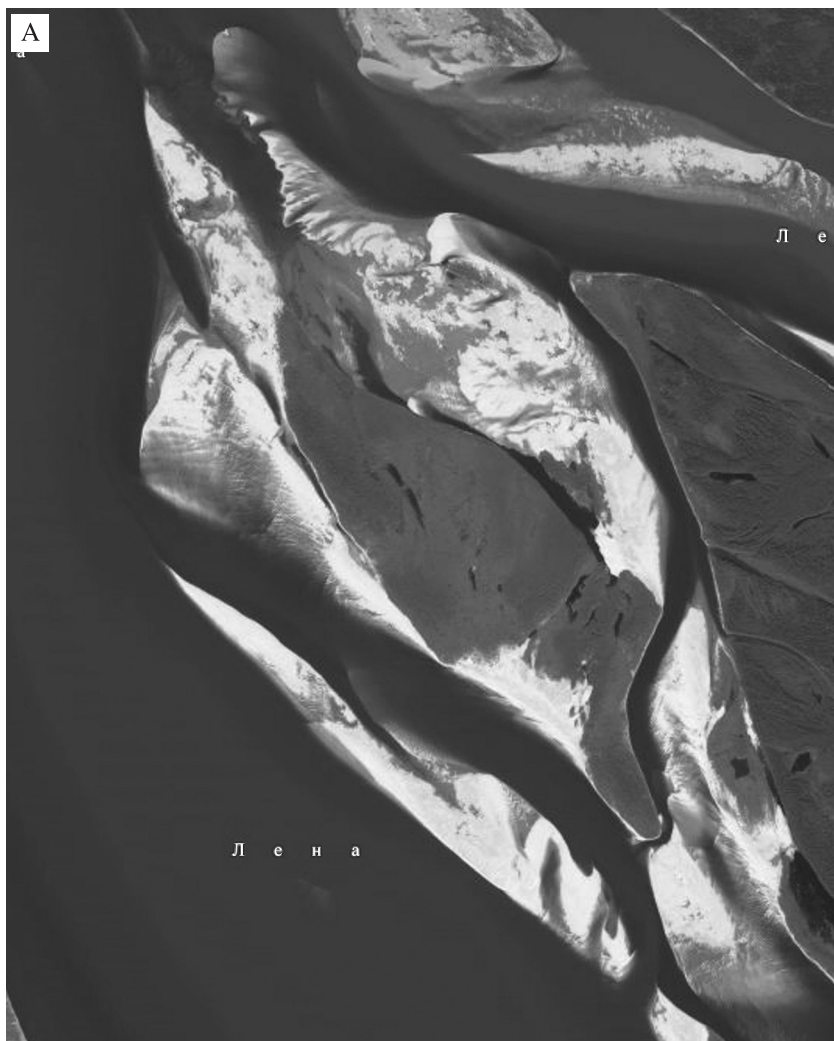


Рис. 1. Приустьевые отмели, обсохшие в межень: А – на р. Лене (космический снимок), Б – на р. Оби (верхнее течение). Фото Т.В. Жмыховой

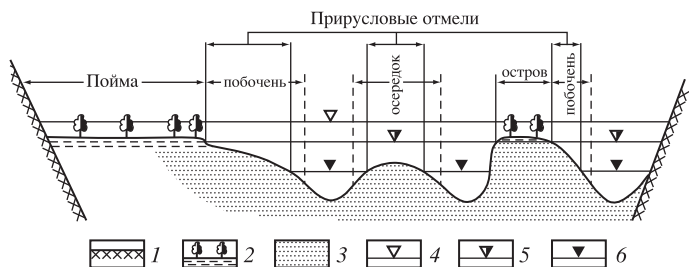


Рис. 2. Схематический поперечный профиль дна долины реки с разветвленным руслом

1 – борта долины; 2 – пойма; 3 – аллювиальные отложения; уровни воды: 4 – высокого половодья при затопленной пойме, 5 – половодья (паводка) в бровках поймы, 6 – низкой межи

продолжение, образуя мелководья больших или меньших размеров (рис. 2). С другой стороны, обсыхающие части русла (прирусловые отмели), имея вид побочней, осередков или кос, часто состоят из нескольких крупных гряд и, соответственно, намного превосходят их в длину. У перекатов с шахматным расположением побочней, например, выделяют центральные побочни, являющиеся одновременно верхним и нижним для смежных перекатов [1, 3, 10–13], т.е. они состоят из двух макроформ – простых побочней. При высоких уровнях воды они находятся в субаквальных условиях под воздействием потока и вместе с другими русловыми формами по мере понижения уровней и выхода из-под воды (обсыхания) сами оказывают все большее влияние на ход русловых процессов, обуславливая сезонные переформирования русла. В межень они представляют собой элементы суши и, будучи в субаэральных условиях, подвергаются воздействию ветра, дождей и, при благоприятной обстановке, становятся ареной появления растительности, которая при последующем затоплении отмели приводит к изменению гидравлических характеристик проходящего над ней потока и аккумуляции взвешенных наносов, создающих субстрат для ее дальнейшего развития. В итоге прирусловые отмели со временем превращаются во вновь формирующиеся элементы поймы (шпоры излучин, острова и др.). С другой стороны, они как обсыхающие в межень части русла, которые огибают поток по мере спада уровня и в глубокую межень, оказывают влияние на его структуру, скоростной режим и на переформирования русла. Таким образом, прирусловые отмели представляют собой важный морфологический элемент не только последнего, но и всего пойменно-руслового комплекса в речной долине. Такое двойственное положение прирусловых отмелей обуславливает специфическую их роль в русловых процессах – и как формы проявления, и как их фактора. Отсутствие четких представлений о морфологии прирусловых отмелей и об их соотношении с побочнями, осередками, косами не позволяет выполнять гидролого-морфологический анализ тех и других и, соответственно, получать устойчивые связи между характеристиками потока и русла, с одной стороны, и параметрами отмелей и грядовых макроформ руслового рельефа, с другой. Например, обзор зарубежных и отечественных исследований, выполненный В.М. Католиковым [14], показал, что даже для относительно прямолинейного неразветвленного русла характерен большой разброс точек (от 2 до 12) на графиках связи шага побочня с шириной русла $L_{\text{поб}} \sim b_p$. В основном это связано с тем, что имеющиеся натурные материалы для больших рек не позволяют разделить сложно построенные прирусловые отмели, состоящие из совокупности нескольких побочней-гряд, и отмели, представленные одиночными (простыми) побочнями, вычленив в их пределах вторичные аккумулятивные формы и т.д. В этом отношении результаты исследований на Северной Двине [15] и верхней Оби [16], позволившие для этих рек на основе изучения морфологии отмелей и их связей с перекатами и побочнями получить зависимости основных параметров отме-

В литературе обычно прирусловые отмели отождествляются с побочнями, осередками или косами – формами грядового руслового рельефа (макроформами, большими грядами), образующими перекаты или являющимися их морфологическими элементами. Однако эти формы могут быть в межень полностью подводными или иметь свое подводное

лей (шаг и ширина) от водности реки или ее рукавов, формы русла, типа перекаатов; они дали импульс к рассмотрению морфологии отмелей как особой формы руслового рельефа, переходной между меженным руслом и поймой.

Исходные материалы

В основу изучения прирусловых отмелей положены материалы съемок русел Северной Двины, Вычегды, Оби, Лены, Вилюя и некоторых других рек, включающие в себя, помимо отображения рельефа русла в изобатах, подробную характеристику поверхности отмелей (их высоту над срезочным (низким меженным) уровнем воды в реках, контуры крупных гряд и их подвалы, ареалы появляющейся растительности, а иногда при полевом картировании – и распространение грядовых мезо- и микроформ), а также лоцманские карты разных лет издания, космические и аэроснимки этих рек. Подобные съемки русел, включающие прирусловые отмели, производились по инициативе Н.И. Маккавеева с 1958 г. и впоследствии стали составной частью русловых исследований и крупномасштабного геоморфологического картографирования русел и пойм равнинных рек [17, 18]. К сожалению, с конца 90-х гг. XX столетия такие съемки русла, включающие обсыхающие их части, были прекращены, главным образом из-за внедрения современных технологий выполнения промерных работ и больших временных затрат на топографическую съемку обсохших отмелей при сокращении сроков и увеличении объемов исследований. Поэтому использованные материалы промерно-съемочных работ ограничиваются концом 80-х – началом 90-х гг. XX столетия.

Отметки отмелей, как и глубины русла, приводились к единому срезочному уровню, соответствующему низкой летней межени; поэтому помимо линии уреза воды на дату съемки они оконтуривались нулевой изобатой, что позволяет судить об их реальных размерах в маловодную фазу режима. Подробно методика такой съемки описана в [18, 19].

Формирование и рельеф прирусловых отмелей

В общем случае прирусловые отмели можно рассматривать как обсыхающие в межень высокие части побочней, осередков и кос, т.е. грядовых макроформ руслового рельефа, и тогда само это понятие является объединяющим различные аккумулятивные образования в русле, но только в пределах обсыхающих к межени их частей. Однако эти формы, оказывая влияние на поток, неодинаковое, но все возрастающее на разных этапах понижения уровней, осложняются вновь формирующимися скоплениями наносов в их ухвостье. Иногда они подвергаются частичному боковому размыву; возникающие при этом уступы называют “обрезными песками”. Все это приводит к изменению очертаний и размеров побочней и осередков. На поверхности отмелей (пока они находятся под действием потока) происходит трансформация форм мезо- и микрорельефа, связанного с грядовым движением наносов.

В продольном профиле простая отмель (побочень, осередок) представляет собой гряду с длинным пологим верховым (напорным) склоном, плоской субгоризонтальной пригребневой частью, обрывающейся вниз по течению крутым подвалом с углом естественного откоса $\sim 30^\circ$ (рис. 3А). Если эта отмель примыкает к берегу, то на значительном протяжении подвалы вытянуто субпараллельно ему, и между ним и берегом (обычно пойменным) располагается ложбина, частично заполненная наносами, либо образующая залив с нижней стороны побочня – заводь, затонину переката (рис. 3Б). С речной стороны побочня или с обеих сторон осередка (рис. 3В) подвалы постепенно уходит под воду, имея свое продолжение в подводной части гряды. Во многих случаях подвалы обрывается в межень к низкой части отмели, образованной скоплением наносов, часто имеющей вид косы, сложенной более мелким аллювием – мелко- или тонкозернистыми песками, перекрытыми с поверхностью илом.

Механизм формирования кос в нижней по течению части прирусловых отмелей может быть представлен следующим образом [20]. Обсыхание побочней (осередков) по

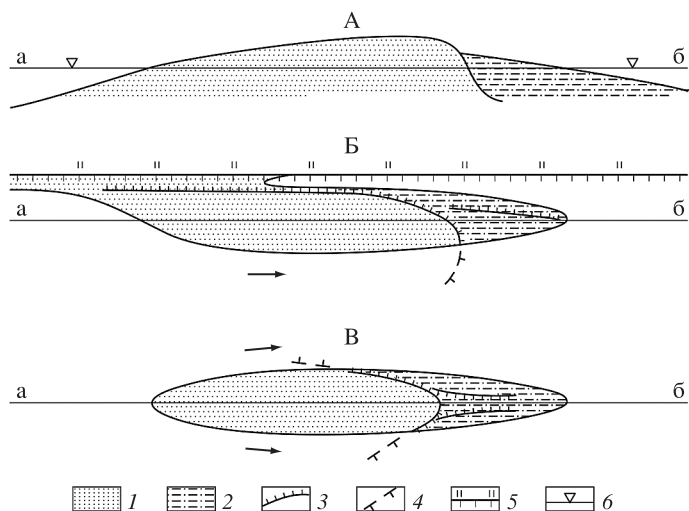


Рис. 3. Продольный профиль (А) и планы морфологически простых прирусловых отмелей-побочней (Б) и осередка (В)
Отложения: 1 – песчаные, слагающие побочень (осередок), 2 – песчано-илистые в устье прирусловой отмели; 3 – подвалья гряд и кос; 4 – подводное продолжение подвальев; 5 – пойма; 6 – меженный уровень воды. Стрелками показано направление течения. а-б – линия профиля

градиенту уклонов свободной поверхности потока [5]. Ниже подвалья они расходятся веером, и здесь создаются благоприятные условия для аккумуляции наносов (рис. 4), приводящей к образованию и постепенному удлинению косы вниз по течению. Иногда эти косы обрываются в сторону затонины (заводи) или навстречу друг другу на осередках крутыми подвальями. Таким образом они располагаются под подвальем основной гряды-макроформы и постепенно понижаются к урезу воды вниз по течению.

Этот процесс достаточно хорошо изучен в лаборатории [21]. В опытах поток, минуя препятствие, в том числе и мощные песчаные скопления, вступает во взаимодействие с массами воды, расположенными ниже. Между транзитной струей и водой, находящейся ниже препятствия, образуется циркуляционная зона, в которой идет аккумуляция наносов. На пике половодья препятствие (отмель), будучи затопленным, не оказывает влияния на кинематику потока, и за ним аккумуляции наносов не происходит.

Наиболее благоприятные условия для развития косы в нижней части прирусловой отмели на спаде паводка создаются в широких руслах, в которых побочни достигают большой ширины и поэтому, по мере понижения уровней воды, могут оказывать существенное влияние на структуру потока. На реках с узким руслом косы представляют собой узкие полосы ниже подвалья, постепенно переходящие в бичевник.

Отложение наносов, образующих косу в нижней части отмели, начинается еще при высоких уровнях и продолжается вплоть до межени. Мощность отложений, слагающих косу, бывает значительной, и коса сравнительно высоко (до 1.5–2.0 м) поднимается над меженным уровнем.

Поперечные уклоны водной поверхности на одном из участков р. Вычегды

Дата измерений	Створ (см. рис. 4)			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
10.VI.1954	0.0000607	0.000089	0.000083	0.000085
24.VII.1954	0.000093	0.00006	0.000125	0.000105
25.IX.1954	0.000117	–	0.000153	–
Направление градиентов уклонов	К левому берегу	К середине русла	К правому берегу	

мере снижения уровней приводит к тому, что они образуют препятствие для потока, стержень которого изгибается, обтекаемая постепенно осушающаяся отмель. Это приводит к образованию перекосов водной поверхности и появлению поперечных уклонов (таблица), причем наиболее глубокие депрессии водного рельефа находятся непосредственно ниже побочня, под его подвальем. Если же водная поверхность негоризонтальна, то струи потока отклоняются в сторону ее депрессии. При этом донные струи, обладающие меньшей инерцией движения, довольно близко следуют

Эти же явления – поперечный перекоп водной поверхности и соответствующий перенос наносов к обсыхающей отмели – приводят к накоплению аллювия по периферии отмели, вследствие чего подвалы побочня как гряды-макроформ оказывается здесь “замытым”, создавая впечатление независимости друг от друга обсохшей и подводной частей единой гряды.

Увеличение размеров, изменение конфигурации прирусловых отмелей и трансформация рельефа их поверхности – лишь одни из причин неправомерности, с точки зрения геоморфологии речного русла, отождествления их с побочнями, осередками или косами. Как правило, их размеры (шаг, длина) часто в несколько раз превышают размеры последних как грядовых форм руслового рельефа. В этих случаях, особенно типичных для больших рек, отмели являются сложно построенными образованиями, состоящими из нескольких (обычно, двух-трех, иногда больше) надвинувшихся друг на друга больших гряд-побочней (осередков), создающих при обсыхании обширные песчаные скопления, протягивающиеся вдоль выпуклых берегов излучин на всем их протяжении или от оголовка острова до его ухвостья, совмещая в себе гряду-осередок возле оголовка, два-три побочня, примыкающих к острову (островному массиву), и косу в его ухвостье (рис. 5А).

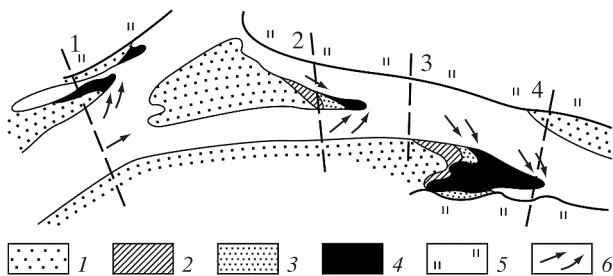


Рис. 4. Образование кос в устьях прирусловых отмелей на одном из участков р. Вычегды
Очертания отмелей по съемкам в 1954 г.: 1 – 25.05 (косы отсутствуют), 2 – 10.06, 3 – 24.07, 4 – 25.09; 5 – пойма; 6 – направленные донные струи потока. 1–4 – створы (см. таблицу)

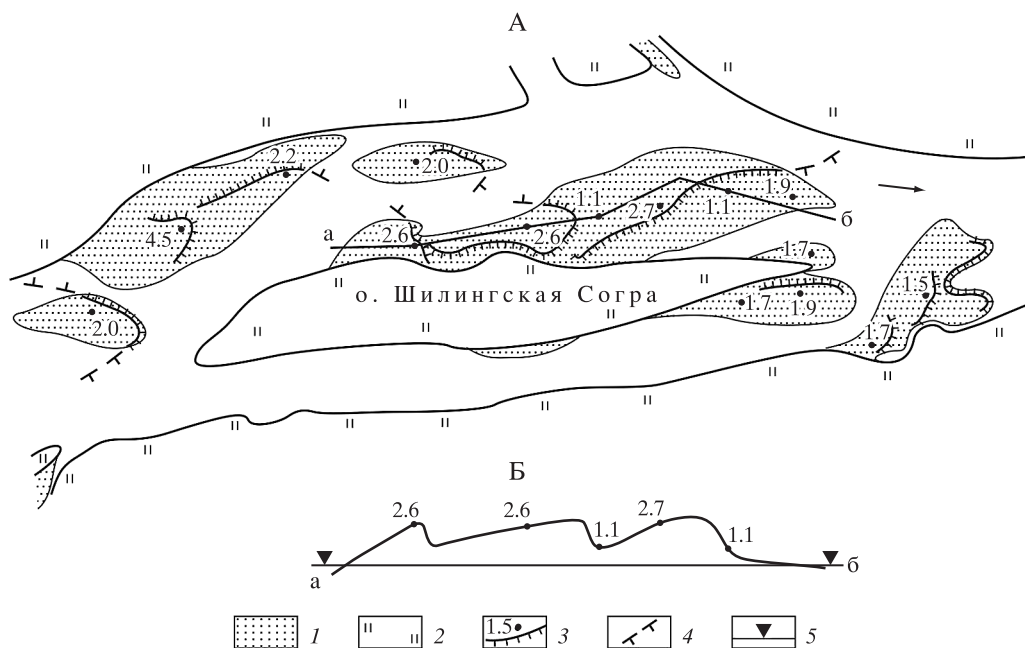


Рис. 5. План сложно построенных прирусловых отмелей на Северной Двине (Верх. Шилингийский–Усть-Вагские перекапы, сентябрь 1958 г.) (А) и продольный профиль (а–б) отмели у о-ва Шилингийская Согра (Б)
1 – обсыхающая отмель, 2 – пойма, 3 – подвалы гряд-макроформ (побочней, осередков) и их отметки над срезочным уровнем, 4 – подводные продолжения подвалов, 5 – межженный уровень. Стрелкой показано направление течения

По длине такой отмели прослеживается несколько подвальев гряд-макроформ, каждое из которых фиксирует в надводной (обсохшей в межень) части гребень переката и, соответственно, имеет свое подводное продолжение. В результате продольный профиль по оси отмели выглядит как последовательное чередование длинных участков, сначала повышающихся по отметкам над урезом воды вниз по течению, а затем обрывающихся крутыми подвальями, ниже которых поверхность отмели резко понижается далее (рис. 5Б). Нижняя часть отмели представляет собой косу, образовавшуюся на спаде половодья и в межень. Соотношение высот гребней гряд и их ориентировка могут быть различными – самой высокой может быть как самая верхняя, так и самая нижняя гряда-побочень, составляющие отмель, что зависит от формы продольных профилей групп перекатов (выпуклый, вогнутый, асимметричный), побочни которых входят в состав отмелей [22]. В ухвостье всей прирусловой отмели подвалье нижней гряды обрывается к накоплениям аллювия, подобным описанным выше (рис. 4); по периферии отмели также происходит аккумуляция наносов, которые, с одной стороны, “замывают” переход подваля с обсохшей к подводной части побочней, образующих отмель, а с другой, создают вторичный – “застружный” – рельеф, обусловленный перемещением гряд-микроформ вдоль границы “обсохшая отмель – русло”. В итоге в межень по линии уреза воды вдоль отмели чередуются небольшие косы-заструги и подзастружные понижения – ямы, в которых накапливаются илистые наносы.

При шахматном расположении в относительно прямолинейном русле и на излучинах отмели чаще всего образуют «центральные побочни» для двух перекатов: верхняя часть отмели – нижний побочень вышерасположенного переката, нижняя часть – верхний побочень нижерасположенного. При большом количестве составляющих отмель побочней в русле между верхним и нижним перекатами обычно находится такое же количество промежуточных.

Поверхность прирусловых отмелей нередко осложняется микроформами грядового рельефа, имеющими высоту до 1 м, длину от 5 до 10 м и ширину до 20–30 м, которые, в свою очередь, покрываются ультрамикроформами, образующими своеобразную чешуйчатую рябь: ее размеры – первые сантиметры в высоту, не более 10–15 см в длину и ширину. Микро- и ультрамикроформы обычно широко распространены на косах в ухвостях отмелей, где они либо представляют собой законсервированные при спаде уровней и накоплении тонких наносов формы движения поступающих сюда отложений при обтекании потоком побочней (в этом случае гребни последних ориентированы нормально по отношению к направлению подваля гряды-макроформы), либо отражают грядовое движение наносов в их подвалье (рис. 6), которое прекращается, когда при снижении уровней гребень гряды выходит из-под воды и здесь образуется застойная зона. Одновременно гряды-микроформы, также перекрытые самыми мелки-

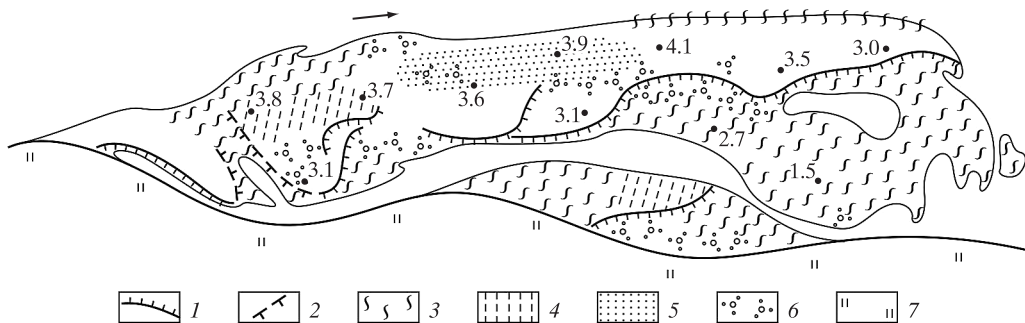


Рис. 6. Рельеф большой сложной прирусловой отмели (Прилуцкие пески на Северной Двине)
1 – подвалье гряд-макроформ, 2 – “обрезные пески”, 3 – грядовые микроформы на поверхности отмелей и заструги вдоль уреза, 4 – разрушенные микроформы, 5 – следы ветровой переработки поверхности, 6 – поросли кустарника, 7 – пойма. Цифрами показаны отметки отмелей над низким меженным (срезочным) уровнем, стрелкой – направление течения

ми, вплоть до илов, отложениями, распространены на приверхах прирусловых отмелей, где они отражают грядовую форму движения наносов на завершающих этапах их выхода из-под воды по мере спада уровней. На остальной части отмелей поверхность их очень ровная. Здесь микроформы либо не образуются из-за больших скоростей течения (действительно, они сложены, как правило, наиболее крупными по гранулометрическому составу наносами), либо они оказываются разрушенными вторичными явлениями, главным образом – ветром, когда обсохнув и находясь в субаэральном состоянии большую часть летне-осеннего периода, они подвергаются перевеванию с поверхности. Частично их остатки прослеживаются в виде своеобразных “даек” на поверхности отмелей – верхних частей косых слоев наносов, отложившихся на низовых откосах гряд и представленных наиболее тонким, вплоть до илистого, или, наоборот, наиболее крупным, вплоть до гравия, материалом.

На рис. 6 нашло отражение еще одно явление, связанное с развитием отмели: верховой склон гряды в верхней части прерывается ложбиной, ограниченной уступами – “обрезными песками”; ее образование, очевидно, связано с размывом по линии наибольшего уклона между руслом и затонской частью (заводью) при прохождении паводка, наложившегося на спад половодья. В период съемки ложбина обсохла, но рельеф ее дна свидетельствует о грядовом перемещении по ней наносов в виде микроформ руслового рельефа.

Заращение отмелей и превращение их в пойму

Высота прирусловых отмелей над меженным уровнем воды зависит от кривизны русла (или рукавов), степени развитости изгиба потока возле отмелей и величины стока влекомых наносов (чем они меньше при прочих равных условиях, тем ниже отметки отмелей – вплоть до преобладания подводных побочней и осередков). На нижней Вычегде [23] в зависимости от формы излучин и соотношения длины русла и шага отмели (побочня, в данном случае) высота последней увеличивается почти в 2 раза. Относительная максимальная высота отмелей на Лене и Северной Двине достигает 5–7 м над урезом воды в реке, оказываясь лишь немного ниже средней высоты поймы. В низовьях пойменных массивов высота отмелей может даже превышать таковую поймы. При такой ситуации наиболее высокие части отмелей в маловодные половодья (или паводки) не покрываются водой, либо затапливаются на очень короткое время. Продолжительность затопления отмелей высотой до 2 м обычно 80–100 суток. За это время на них может поселиться пионерная растительность, не закрепляющая поверхность от воздействия потока при последующем затоплении [24, 25]. Ее появлению препятствует подвижность слагающих наносов, поэтому она нередко возникает в ухвостьях отмелей, где происходит накопление самых тонких (в т.ч. илистых) отложений в застойных частях русла. Однако в последующее половодье основная гряда-побочень, смещаясь, надвигается на эти образования в ухвостье и погребает их под собой.

Наиболее высокие пригребневые части отмелей оказываются в субаэральных условиях большую часть вегетационного периода и постепенно покрываются кустарниковой растительностью (порослью ивы, тополей и др.). На верхней Оби стабилизация побочней и осередков благодаря заращению занимает от 12 до 25–30 лет [24]; на Северной Двине превращение песчаного осередка в пойменный остров высотой 5 м осуществляется в течение столетия [25]. На меандрирующих реках это приводит к последовательному заращению прибрежных частей побочней, составляющих прирусловую отмель и образующих в результате гривистый рельеф формирующейся поймы (рис. 6А) [1, 13, 26–28]. В разветвленном русле образование пойменных островов происходит вследствие закрепления растительностью самых высоких частей осередков. При этом разделение потока на ветви течения сохраняется из-за растительности даже при самом большом подъеме уровней. Благодаря этому дальнейшее смещение осередка происходит в виде кос, развивающихся в его ухвостье со стороны каждой из огибающих

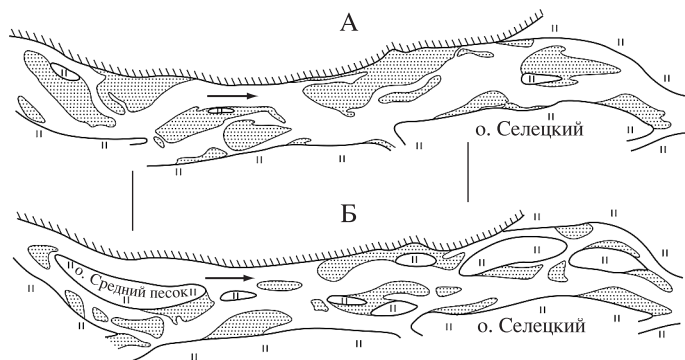


Рис. 7. Зарастание приустьевых отмелей на Северной Двине (Слудский–Липовецкие–Селецкие перекаты), приведшее к трансформации прямолинейного неразветвленного русла с шахматным расположением отмелей (А – 1957 г.) в параллельно-рукавное разветвление (Б – 2009 г.) Усл. обозначения см. рис. 5

За последние несколько десятилетий почти на всех реках отмечено заметное усиление процессов зарастания приустьевых отмелей, что сопоставимо с сужением зоны русла, в которой происходит интенсивное движение наносов. При относительной неизменности водности рек и стока наносов это сопровождается определенной активизацией русловых деформаций. На рис. 7 приведен пример произошедшей во второй половине XX в. трансформации относительно прямолинейного русла р. Северной Двины с развитыми осередками и побочными, отделенными от берегов протоками, в параллельно-рукавное разветвление. На р. Мезени [29] сравнение карт русла 1938–1939 гг. с современным состоянием реки и космическими снимками показало, что из отмеченных на картах обсыхающих в межень отмелей до 50–60% сейчас являются молодыми пойменными массивами и островами; возраст наиболее старых древовидных кустарников на них, по данным дендрохронологических определений, составляет 30–40 лет.

Причины усиления процессов зарастания приустьевых отмелей на средней Оби связываются с регулированием стока Новосибирским гидроузлом, приведшим к снижению максимальных уровней и сокращению продолжительности затопления приустьевых отмелей [30]: при их высоте 0.5–1 м – с 200 до 90–130 суток, при высоте 2.5–3 м – с 50–70 до 7–30 суток. Характерно, что в 30–60-е гг. XX в. наблюдалась обратная картина: продолжительность затопления возросла по сравнению с предыдущим периодом на 15–40%. На верхней Оби, Лене, Вычегде и притоках Северной Двины увеличение длительности обсыхания приустьевых отмелей связывается с естественным врезанием рек и соответствующим снижением уровней воды. Напротив, Северная Двина аккумулирует наносы и, следовательно, причина усиления зарастаемости отмелей здесь иная. В.В. Сурков [25] связывает ее со снижением меженного стока из-за преобладания в 1960–1980-е гг. меридионального переноса воздушных масс на севере европейской части России, вызывающего отрицательную аномалию осадков [31]. Произошедшее вследствие этого снижение на 20–40 дней продолжительности затопления отмелей способствовало их зарастанию. Чем продолжительнее относительно маловодный период, тем больше вероятность появления на отмелях устойчивых очагов развития растительности. Характерно, что уже с середины 1990-х гг. отмечено увеличение водности в бассейне Северной Двины и продолжительности затопления приустьевых отмелей. Но к этому времени кустарники на них стали уже устойчивыми к затоплению. В то же время наличие растительности при затоплении отмелей способствует накоплению ила, росту отмели в высоту, благоприятствует дальнейшему развитию почвенно-растительного покрова и, как следствие, превращению приустьевой отмели в молодую пойму.

его проток. В результате формирующаяся пойма (или островные массивы) характеризуется сложным ложбинно-островным рельефом, представленным бывшими островами (заросшими осередками), ложбинами – бывшими протоками, гривами-косами, гривами, образовавшимися на пригребневых частях причленившихся к островам побочной, и ложбинами – бывшими заводами (заливами) между косами в устьях побочной.

Гидролого-морфологический анализ прирусловых отмелей

Размеры прирусловых отмелей зависят не только от количества гряд-побочней (осередков), их составляющих, и вторичных аккумулятивных образований в ухвостье или по их периферии, но также от водности и ширины русла реки или рукавов, морфодинамического типа русла, морфометрических характеристик перекаатов [14–16, 32–34]. Однако в большинстве случаев гидролого-морфологический анализ выполнялся для простых их разновидностей, представленных грядами-побочнями, преимущественно развитыми на сравнительно небольших реках; если же учитывать все отмели вне зависимости от их морфологии, то получается очень большой разброс точек [14]. Это подтверждает график связи шага отмелей с шириной русла $L_{\text{отм}} = f(b_p)$ для Северной Двины (рис. 8А), на котором четкая зависимость прослеживается только для широкопойменного относительно прямолинейного неразветвленного русла, проходящего вдоль коренного берега: $L_{\text{отм}} = 5.2b_p - 695$ (все параметры в м) [15]. Максимальные длины отмелей, вытянутых вдоль пойменных берегов, составляют от 3000 до 6000 м, причем они в 3–4 раза превышают по размерам отмели, представленные простыми побочнями, в том числе входящими в состав отмелей. В остальных случаях зависимость не проявляется из-за разнообразия условий, в которых формируются отмели [15].

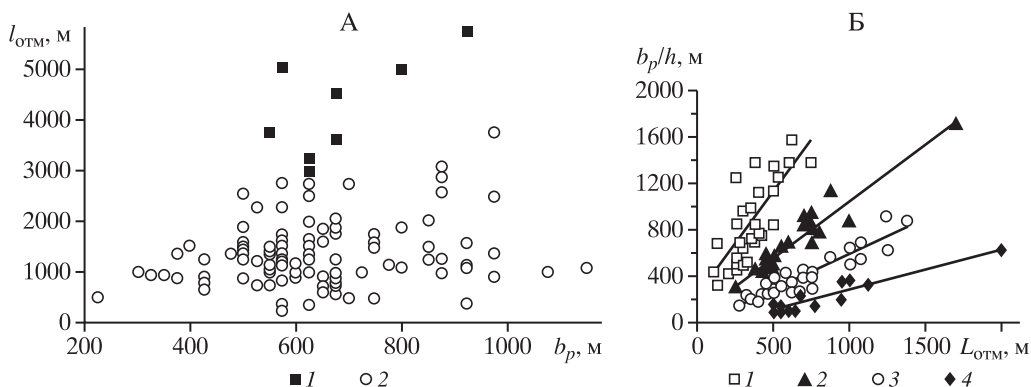


Рис. 8. Зависимость шага прирусловых отмелей $L_{\text{отм}}$ от ширины русла b_p на Северной Двине (А) и относительной ширины русла b_p/h на верхней Оби (Б)

А: 1 – сложно построенные отмели, состоящие из нескольких побочней, 2 – простые отмели-побочни, в т.ч. в составе сложных отмелей).

Б: 1 – простые осередки, 2 – косы в ухвостьях и побочни у оголовков островов, 3 – сложные отмели-осередки, 4 – сложные прирусловые отмели, состоящие из нескольких побочней

Аналогичный анализ, выполненный для верхней Оби [16], выявил соотношение

$$L_{\text{отм}} = f\left(\frac{b_p}{h}\right), \text{ где } h - \text{глубина русла. На этой реке } L_{\text{отм}} \text{ в } 2\text{--}10 \text{ раз больше у отмелей,}$$

образованных несколькими побочнями (или осередками), нежели у сформированных одиночными грядами (рис. 8Б), причем и в том, и в другом случаях связи дифференцируются по морфологическим типам отмелей (элементарные осередки, косы, побочни). Для верхней Оби, которая отличается большим разнообразием типов русла, установлены прямые зависимости шага и ширины прирусловых отмелей от ширины русла (или рукавов), их относительной водности, шага перекаатов и кривизны излучин; в частности, показано, что на излучинах шаг отмелей больше, чем в прямолинейном русле [16].

Заключение

На реках с большим стоком руслообразующих наносов в меженный период обсыхают значительные части русла, которые представляют собой надводные (в эту фазу водного режима) части перекаатов и перекаатных участков. Обычно они рассматривают-

ся как побочни перекаатов (нижний, верхний, центральный) или как их морфологические элементы; в случае расположения в ухвостье островов, ниже выпуклых берегов излучин или выступов берегов их называют косами, если же они отделены от берегов протоками или располагаются посередине реки – осередками. В совокупности они образуют прирусловые отмели, которые составлены из двух, а иногда и из нескольких гряд-макроформ, надвинувшихся друг на друга, в результате чего верхняя их часть с хорошо выраженным подвальем, пресекающим отмель, относится к одному, а нижняя – к другому побочно смежных перекаатов. Расчленение отмелей на составляющие элементы позволило получить вместе с обсыхающими побочнями, образованными отдельными грядами, вполне удовлетворительные связи между их параметрами и характеристиками самого русла, водностью рукавов, устойчивостью русла и др. Кроме того, каждый побочень (или осередок), будь он самостоятельной грядой или частью гряды переката, при снижении уровней на спаде половодья оказывает влияние на структуру потока, способствуя возникновению зон замедления течения (скоростной тени) ниже по течению, где происходит аккумуляция наносов и формируются вторичные песчано-илистые косы, иногда существенно (на 20–30%) удлиняющие побочни и осередки.

Сложное строение обсыхающих частей русла дает основание выделять прирусловые отмели в качестве особой формы руслового рельефа, имеющей при низких уровнях свое подводное продолжение. Вместе с тем, поднимаясь над меженным уровнем на несколько метров, они в относительно маловодные годы вообще не покрываются водой, а на спаде уровней из-за малой мощности потока на них аккумулируются взвешенные наносы, что способствует появлению растительности на повышенных частях отмелей и, по существу, является началом формирования поймы на их основе. Таким образом, прирусловые отмели занимают промежуточное положение между меженным руслом и поймой, являясь одновременно частью русла и следствием его перестроений, а также начальным этапом образования поймы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД, 2011. 960 с.
2. Великанов М.А. Русловой процесс. М.: Госфизматиздат, 1958. 395 с.
3. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 347 с.
4. Тимофеев Д.А. Терминология флювиальной геоморфологии. М.: Наука, 1981. 268 с.
5. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М.: Высш. шк., 1979. 287 с.
6. Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Тр. ГИН АН СССР. Сер. геол. 1951. Вып. 135. 275 с.
7. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 328 с.
8. Гидрология суши. Термины и определения. ГОСТ 19179-73. М.: Госстандарт СССР. 1973. 34 с.
9. Simons D.B., Richardson E.V., Nordin C.F. Sedimentary structures generated by flow in alluvial channel // Amer. Assoc. Petrol. Geol., Spec. Publ. 1965. No. 12. P. 27–54.
10. Маккавеев Н.И. Русловой режим рек и трассирование прорезей. М.: Речиздат, 1949. 202 с.
11. Проектирование судовых ходов на свободных реках // Тр. ЦНИИЭВТ. М.: Транспорт, 1964. Вып. 36. 262 с.
12. Чалов Р.С. Динамика перекаатов и ее количественные характеристики // Вопр. географии. 1963. № 63. С. 100–111.
13. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
14. Католиков В.М. К вопросу о геометрических параметрах побочней // Тр. ГГИ. 2002. Вып. 361. С. 70–99.
15. Чалов Р.С., Михайлова Н.М., Жмыхова Т.В. Морфология, морфометрические характеристики и динамика побочней на Северной Двине // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2012. № 6. С. 54–60.
16. Жмыхова Т.В., Чалов Р.С. Прирусловые отмели верхней Оби: типизация, морфология и гидролого-морфологический анализ // География и природные ресурсы. 2014. № 4. С. 63–72.

17. Беркович К.М., Кирик О.М., Сваткова Т.Г., Чалов Р.С. Применение картографического метода при изучении русловых процессов // География и природные ресурсы. 1986. № 3. С. 99–108.
18. Чалов Р.С. Русловые исследования. М.: Изд-во МГУ, 1995. 106 с.
19. Сахарова Е.И. Геоморфологические исследования русловых процессов // Методы географических исследований. М.: Географгиз, 1960. С. 101–109.
20. Чалов Р.С. О механизме формирования прирусловых отмелей // Изв. ВГО. 1964. Т. 96. № 5. С. 433–434.
21. Коновалов И.М., Баланин В.В. Формирование речных русел // Тр. ЛИВТ. 1959. Вып. 26. С. 3–20.
22. Михайлова Н.М. Учет особенностей морфологии перекатов при проведении дноуглубительных работ на Северной Двине // Водные пути и русловые процессы. СПб.: СПГУВК, 2007. С. 105–114.
23. Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В. Речные излучины. М.: Изд-во МГУ, 2004. 371 с.
24. Сурков В.В. Динамика пойменных ландшафтов верхней и средней Оби. М.: Геогр. ф-т МГУ, 1999. 255 с.
25. Русловые процессы и водные пути на реках бассейна Северной Двины. М.: ООО Журнал "РТ", 2012. 492 с.
26. Чалов Р.С. Формирование рельефа пойм меандрирующих рек // Геоморфология. 1973. № 2. С. 71–77.
27. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во МГУ, 1983. 198 с.
28. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: Крона, 2009. 684 с.
29. Чалов Р.С., Завадский А.С., Рулева С.Н., Чалов С.Р. Морфология, переформирования русла и перекатов р. Мезени (нижнее течение) // Географический вестник. 2010. № 3(14). С. 11–23.
30. Русловые процессы и водные пути на реках Обского бассейна. Новосибирск: РИПЭЛ-плюс, 2001. 300 с.
31. Алабян А.М., Алексеевский Н.И., Евсеева Л.С., Жук В.А., Иванов В.В., Сурков В.В., Фролова Н.Л., Чалов Р.С., Чернов А.В. Генетический анализ причин весеннего затопления долины Малой Северной Двины в районе г. Великий Устюг // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2003. Вып. 14. С. 104–130.
32. Leopold L.B., Wolman M.G. River channel patterns – braided, meandering and straight // US Geol. Surv. Prof. Pap. 282-B. 1957. P. 1–85.
33. Ромашин В.В. О структурном подходе к русловой морфометрии // Тр. ГГИ. 1969. Вып. 169. С. 18–33.
34. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Смищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 272 с.

Поступила в редакцию 18.09.2015

POINT BARS AS A SPECIAL FORMS OF THE CHANNEL TOPOGRAPHY INTERMEDIATE BETWEEN RIVER CHANNEL AND THE FLOOD PLAIN

R.S. CHALOV, V.V. SURKOV, T.V. ZHMYNOVA

Summary

The article provides rationalization for distinguishing special forms of the channel topography – point bars – representing an united aggregate of ridge-type macroforms of channel topography – parts of banks, bars, midstream sandbanks, which are drying during low water. They occupy an intermediate position between the low-flow channel and floodplain, both as a part of the channel and participating in its reformations and as initial element of the evolving floodplain. At high water levels they are in the subaqueous environment under the influence of the flow. With decreasing levels, they have a growing influence on the course of fluvial processes, causing seasonal reorganization of the channel. At low water they represent the elements of land and being in subaerial conditions are exposed to wind and rain; they are also overgrown with vegetation. In the end, point bars over time become young flood plain. At the Upper Ob' their stabilization due to the overgrowth takes from 12 to 25–30 years; on the Northern Dvina turning of the midstream sandbank into flood plain island with a height of 5 m takes about 100 years. Over the past few decades in almost all rivers of Russia an increased growth of riparian flats is witnessed, which is associated with flow regulation of rivers and their natural cutting-in.

doi:10.15356/0435-4281-2016-1-18-29