

ТИПЫ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА РЕКАХ СРЕДНЕАМУРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

А.В. Аношкин

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: anoshkin_andrey@rambler.ru

В статье рассмотрены типы русловых процессов, характерные для рек Среднеамурской низменности. Установлены связи между формами проявления руслового процесса и определяющими их факторами для рек Среднеамурской низменности с использованием гидролого-морфологической типизации Н.Е. Кондратьева, разработанной в Государственном гидрологическом институте. Дана характеристика следующих типов руслового процесса: свободное, ограниченное, незавершенное меандрирование и пойменная многоруканность.

Ключевые слова: русловые процессы, Среднеамурская низменность, пойменно-русловые комплексы, свободное меандрирование, ограниченное меандрирование, пойменная многоруканность.

При планировании и проведении на той или иной территории различных хозяйственных мероприятий очень важно иметь данные о динамике речных русел и прилегающих к ним пойменных массивов в связи со значительной интенсивностью процессов, здесь происходящих. В основе механизма формирования русловых форм рельефа лежат процессы взаимодействия между руслом и потоком, причем последний – активный и ведущий фактор. Русловой режим потока создается условиями природной среды, а поскольку они обладают большой изменчивостью, как в пространстве, так и во времени, важной задачей становится типизация русловых процессов. Обобщение всего многообразия русловых форм и их изменений к нескольким общим и относительно простым схемам необходимо как для правильного решения народнохозяйственных задач, так и развития общей теории русловедения.

Для территории Среднеамурской низменности такое обобщение возможно выполнить, используя гидролого-морфологическую типизацию русловых процессов, разработанную под руковод-

ством Н.Е. Кондратьева в Государственном гидрологическом институте [10]. Типизация основана на установлении взаимосвязей между формами проявления руслового процесса и определяющими их факторами, это позволяет выявить его качественную специфику и исторический анализ русловых форм рельефа. Исторический анализ русловых форм рельефа заключается в выделении обратимых и необратимых деформаций.

Так, необратимые деформации отражают вековой, геолого-геоморфологический ход развития речной долины. Обратимые же деформации, очень значительные по объему и превышающие необратимые (деформации), представляют собой циклические переформирования аккумулятивных форм руслового рельефа. Таким образом, перемещение русловых форм рельефа в пространстве и во времени с циклическим изменением их морфологии, размера, литологического состава тем самым отражают динамику руслового потока. Другими словами, обратимые деформации выражают текущую динамику руслового процесса (табл. 1).

Таблица 1

Циклические сопряженные русловые переформирования на реках
Среднеамурской низменности, связанные с ходом фаз водного режима

Фаза водного режима	Преобладающая направленность сопряженных русловых переформирований
Многоводная (летне-осенние паводки, весеннее половодье)	Интенсивный размыв береговых склонов – боковая эрозия. Образование наносов – регрессивная аккумуляция, намыв перекатов, образование прирусловых валов, рост поймы всех уровней. Размыв плесов – донная эрозия, без врезания. Размыв спрямляющих рукавов, второстепенных проток.
Маловодная (зимняя межень)	Размыв береговых склонов незначительный. Транспорт наносов – трансгрессивная аккумуляция. Занос плесов, второстепенных проток.

Необратимые деформации постепенно приводят к качественным изменениям в структуре руслового процесса, в результате чего долина и русло реки переходят на новый уровень развития – происходит смена типов руслового процесса.

На основе анализа факторов руслового процесса [2, 3, 5, 7, 12, 13] и русловых переформирований [1, 4, 6, 8, 9] на реках Среднеамурской низменности выделены следующие типы руслового процесса: *ограниченное, свободное, незавершенное меандрирование и пойменная многорукость*. Реки района исследования характеризуются небольшими уклонами, перепад высот составляет в среднем 45–50 м. Основное течение рек – с северо-запада на юго-восток или же субмеридиональное. Общий рисунок речной сети в целом близок к перистому, долины слабо выражены в рельефе, водоразделы нечеткие, водосборные поверхности на больших площадях заболочены.

Ограниченное меандрирование, как тип руслового процесса, выражается в закономерном сползании излучин вниз по течению реки без существенного изменения ими форм и размеров. Характерные деформации русла и развитие пойменных массивов определяются интенсивностью и направленностью переформирований излучин рек в данных природных условиях. На реках Среднеамурской низменности данный тип руслового процесса преимущественно связан с развитием сегментных излучин на реках протяженностью менее 30–40 км – это преимущественно притоки рр. Амур, Большая Бира, Биджан, Тунгуска, Самара, Добрая.

Излучины рек имеют небольшие размеры, обычно образуют серию следующих друг за другом искривлений русла, не имеющих определенной структуры расположения. Протяженность крыльев излучин в среднем от 25–30 до 100–150 м, при среднем шаге меандров 50–80 м. Углы входа и выхода у данных излучин значительные и обычно больше 65–70°. Вершины излучин имеют сглаженные очертания, часто встречаются вершины, представленные относительно прямолинейными участками русла, протяженностью до 50–55 м. На излучинах с такими характеристиками отмечается вторичное меандрирование. Для данных рек в раз-

витии меандров отмечается общая закономерность: формирование четко дифференцируемых излучин начинается при достижении рекой ширины русла 12–15 м и более.

Расположение глубин в русле рек относительно равномерное, поперечный профиль симметричный, имеет ящикообразную или дугообразную форму. Перекаты на реках практически не выражены, на выпуклых берегах излучин формируются небольшие песчаные образования, которые периодически осушаются. Русла рек песчаные с присутствием мелкого галечника, местами илистые (табл. 2).

На всем протяжении рек сегментные излучины являются свободными, изредка встречаются адаптированные и врезанные.

Плановые деформации, связанные с продольным (вниз по течению) и поперечным (в сторону вогнутого берега) смещением сегментных излучин при ограниченном меандрировании, на реках Среднеамурской низменности достигают в среднем 2,9 и 1,2–1,6 м/год соответственно. Средняя нерасчетная скорость [11] смещения излучин, по нашим расчетам, для данной территории составляет 2,2 м/год. Таким образом, на рассматриваемых водотоках при ограниченном меандрировании динамика пойменно-руслового рельефа определяется развитием сегментных излучин в результате уменьшения радиуса кривизны и роста стрелы их прогиба.

Второй, характерный для рек Среднеамурской низменности, тип руслового процесса – *свободное меандрирование*. Русловые деформации связаны с развитием излучин рек, но, в отличие от ограниченного меандрирования, они проходят замкнутые циклы переформирований – русло из прямолинейного участка достигает состояния петли, которая в определенный момент (обычно в период половодья или паводков) прорывается в перешейки, после чего весь цикл деформаций повторяется. Основная излучина в результате прорыва перешейка петли русла превращается в старицу, отклоняясь от реки.

Свободное меандрирование характерно для средних и нижних течений относительно крупных

Таблица 2
Средний фракционный состав руслообразующих наносов рек протяженностью менее 30–40 км

Тип наносов	Средний диаметр	Процентное содержание	Класс окатанности
Галька	1–2,5 см	20%	III, IV
Гравий	2–7 мм	10%	IV
Песок среднезернистый	0,4–0,6 мм	30%	
Песок мелкозернистый	менее 0,3 мм	40%	

рек Среднеамурской низменности, шириной в среднем 100–150 м, с глубинами до 3,5 м. Преобладают омегавидные и синусоидальные излучины на разных стадиях развития, в меньшей степени отмечаются заваленные меандры. Протяженность крыльев излучин в среднем от 400–500 м до 2–2,3 км, средний шаг 0,8–1,5 км. Пояс меандрирования на реках достигает 4 км.

Мезорельеф русел рек при свободном меандрировании на рассматриваемой территории имеет определенные схожие черты. Для большинства излучин характерным является формирование на входе верхнего крыла и выходе нижнего у выпуклых берегов песчаных отмелей. Данные образования непосредственно причленены к берегу, только во время осенних подъемов воды могут появляться небольшие протоки, отчленяющие песчаный массив. Протяженность кос в среднем до 200–250 м, ширина до 50–70 м, средняя высота над урезом воды 0,8–1 м, местами до 1,5 м. Сложены средне- и крупнозернистым песком с присутствием гравелистых частиц. Данные образования имеют свое продолжение в пределах низкой поймы, формируя невысокие, до 1 м, со сглаженными формами прирусловые валы, идущие параллельно руслу.

Значительные массивы песчаных отложений характерны для вершин излучин. На выпуклых берегах формируются песчаные пляжи с причлененными к ним косами, периодически осушающиеся. Протяженность данных образований до 1 км, ширина достигает 250 м. Отмелевые участки, создаваемые косами, могут занимать до половины русла рек, в среднем же протяженность кос составляет 1/3 от ширины русла. Пляжи образуют хорошо выраженный прирусловой вал до нескольких метров в высоту. Сложены данные образования крупно- и среднезернистыми песками, с линзами суглинистых, илистых наносов.

Русла рек песчаные, с примесью гравелистых отложений, местами илистые (табл. 3).

Берега рек преимущественно прямые, крутые или обрывистые, высота колеблется от 1,5 до 4 м, сложены рыхлыми, песчаными породами, задернованы. В местах песчаных пляжей и кос берега

прямые, пологие, плавно переходящие в пойму, нет четкой границы уреза воды. До 70% берегов в пределах каждой излучины с той или иной интенсивностью размывается или подмывается.

На всем протяжении рек омегавидные и синусоидальные излучины являются свободными, изредка встречаются адаптированные.

Продольное и поперечное смещение омегавидных излучин при свободном меандрировании на реках Среднеамурской низменности составляет в среднем 1,4–2 и 1,8–2,5 м/год соответственно, максимальные значения достигают 3,8 и 4,7 м/год. Средняя нерасчлененная скорость смещения излучин составляет 2,8 м/год. Повышенные скорости смещения обусловлены в большей степени рыхлостью пород, образующих береговые откосы. Это преимущественно современные аллювиальные, пойменные и русловые отложения. Кроме того, отсутствуют ограничивающие факторы – выходы неразмываемых пород, коренные борта долин.

Синусоидальные излучины развиваются на данной территории в соответствии с общей схемой: зона размыва локализуется на коротком отрезке вогнутого берега в вершине излучины, между вершинами смежных излучин формируются участки русла, представляющие собой прямолинейные вставки с относительно стабильными берегами. Скорости продольного смещения составляют в среднем 0,8 м/год, поперечного – 1,2 м/год.

При свободном меандрировании на реках формируется сложный пойменный комплекс, характеризующийся значительной динамикой, как во времени, так и в пространстве, особенно это актуально для низкой поймы. На рассматриваемых реках низкая пойма имеет протяженность от 150–200 м до полукилометра. Отделена от высокой поймы уступом, который имеет нечеткие очертания и сглаженные формы, высота в среднем 0,4–0,8 м. Рельеф пойменных массивов представлен системой песчаных валов, которые расположены параллельно друг другу и идут вдоль русел. Протяженность валов от 100–150 м до 500–750 м, ширина несколько десятков метров, расстояние между ними в среднем от 80 до 200 м, высота от 1,5 до 3 м. Отмеча-

Таблица 3
Средний фракционный состав руслообразующих наносов рек при свободном меандрировании

Тип наносов	Средний диаметр	Процентное содержание	Класс окатанности
Галька	1–1,5 см	5 %	IV, V
Гравий	2–7 мм	10%	IV, V
Песок крупнозернистый	более 0,6 мм	30%	
Песок среднезернистый	менее 0,6 мм	55%	
Алеврит, илы		как наполнитель	

ются системы валов веерообразной ориентации, имеющие дугообразную форму, по морфометрическим характеристикам схожие с рассмотренными выше образованиями. Участки между валами сильно переувлажнены.

В пределах низкой поймы расположено большое количество старичных озер. Имеют сегментную или овалообразную форму. Обычно не глубокие, часто соединены с реками протоками, некоторые озера во время подъемов воды становятся проточными.

В условиях ярко выраженного паводочного режима (приходится более 60% годового стока) рек Среднеамурской низменности, незначительного перепада высот поверхностей водосборов и при наличии рыхлых, слабосцементированных пород, на которых развиваются пойменно-русловые комплексы, динамика излучин, характерная для свободного и ограниченного меандрирования, нарушается. При затоплении пойменных массивов в период паводков возникают условия, благоприятные для образования протоков, спрямляющих излучины, первоначально развивающиеся по схеме ограниченного или свободного меандрирования. Данный тип руслового процесса получил название – *незавершенное меандрирование* [10].

Незавершенное меандрирование характерно как для малых, так и достаточно крупных водотоков рассматриваемой территории, отличие в интервале времени, которое необходимо для достижения спрямляющим протоком ширины, соизмеримой с шириной основного русла. Так, по нашим наблюдениям, на небольших реках развитие спрямляющего протока происходит в интервале времени от 10 до 15 лет, на больших реках данный процесс занимает более 60–65 лет.

На рассматриваемых реках нами выделено два типа прорванных излучин – это излучины, спрямляемые в шейке, и излучины, перерезанные близ вершин. Причем отмечается некоторая закономерность: чем больше водность реки, тем чаще спрямление излучин происходит в привершинных частях и, наоборот, при относительно малой водности – в шейке меандра.

После формирования постоянно действующего спрямляющего протока значительно падают скорости продольного и поперечного смещения излучин, в среднем их значения – 0,6 и 0,8 м/год соответственно. При разработке спрямляющего потока до ширины, соизмеримой с шириной русла, ниже по течению на протяжении всей излучины интенсивно формируются островные (сегментной формы) и осередковые (каплеобразные) формы рельефа, вытянутые в плане, прекращаются раз-

мывы берегов, в вершине излучин формируются обширные пляжи и косы.

На границе Среднеамурской низменности с предгорьями Хингано-Буреинской горной страны пойменно-русловые комплексы развиваются по типу пойменной многорукавности. Русла рек в притеррасной пойме образуют серию длинных протоков, спрямляющих целые пойменные массивы. Обычно русла рек Среднеамурской низменности при данном типе руслового процесса представлены двумя–тремя основными рукавами, близкими по морфометрическим характеристикам и расходам воды, с присутствием нескольких небольших проток, часто имеющих временный (сезонный) характер существования. Островные пойменные массивы имеют размеры до 5–6 км в длину и до 2,5 км в ширину, формы островных образований неправильные, часто сильно изрезаны, осложнены небольшими протоками, заняты типично пойменной растительностью. Рукава рек осложнены вторичной извилистостью, еще более усложняя структуру русел. Для водотоков характерно ограниченное развитие излучин в силу того, что борта долин близко подходят к руслам.

Ширина рукавов колеблется от 25–35 до 70–130 м, глубины в среднем 0,6–3,5 м, скорости течения не более 1,0 м/с. Берега высотой 0,5–3 м, преимущественно крутые (30–40°), местами обрывистые, сложение песчаное и песчано-галечниковое.

Русла рек характеризуются сложным строением, на прямолинейных участках распределение глубин относительно равномерное. Отмечаются протяженные перекаты до 300–350 м со слабо выраженными структурными элементами, имеющие нормальное распространение. В среднем верхняя и нижняя плесовая ложина глубже основного уровня русла на 0,8–1,2 м. Протяженность ложин небольшая и максимальные глубины отмечаются в первых 30–40 м до и после гребней перекаатов. Побочни перекаатов на данных участках выделяются присутствием более крупных по фракционному составу отложений в общем сложении русла.

На излучинах рек перепад глубин, в отличие от русел рек, развивающихся по принципу свободного, ограниченного или незавершенного меандрирования, значительный, четко выделяются глубоководные участки, расположенные ближе к вогнутому берегу. Отметки дна глубоководных участков в среднем 2,3–2,6 м при общем уровне 1,15–1,4 м. На данных участках формируются в пределах выпуклых берегов периодически осушаемые отмели, сложенные мелкой галькой с присутствием линз средне- и крупнозернистого песка.

Средний фракционный состав руслообразующих наносов рек при пойменной многорукавности

Тип наносов	Средний диаметр	Процентное содержание	Класс окатанности
Галька	7–10 см	35%	I, II
Галька	3–7 см	35%	II, III
Галька	1–3 см	20%	III
Песок средне- и крупнозернистый	менее 1 мм	10%	

При пойменной многорукавности ниже отчлененных пойменных массивов отмечаются галечные косы шириной до 10 м, длиной до 50–60 м, обсыхающие в период летней межени и осенних паводков уровней воды.

Реки характеризуются преимущественно галечными руслами (табл. 4), песчаный материал присутствует как заполнитель. Определенной закономерности в размещении руслового аллювия не отмечается.

Таким образом, русловые процессы в условиях пойменной многорукавности на реках Среднеамурской низменности связаны с интенсивным развитием русловых форм рельефа (перекатов, кос, островов, осередков) при относительно стабильном положении береговых откосов во времени и пространстве. Во-первых, идет сползание крупных гряд (систем плес-перекат) с перекошенным в плане положением их гребней вниз по течению. Во-вторых, сезонный перемыл (во время летне-осенних паводков) аккумулятивных форм руслового и прируслового рельефа с изменением их форм и размеров при относительно стабильном плановом положении относительно русла.

Типизация циклически развивающихся процессов – это важная и актуальная задача русловедения, решение которой, в частности, позволяет дать прогноз развития пойменно-руслового комплекса, как в целом, так и отдельных его элементов. Зная начальные, промежуточные и конечные стадии развития процесса, сравнивая эту схему с наблюдающейся на данный момент стадией развития, можно предвидеть конечную, а следовательно, и промежуточные стадии развития процесса. Все это в полной мере характерно для речных русел и пойменных массивов Среднеамурской низменности. Все многообразие макроформ и русловых переформирований на исследуемой территории укладывается в четыре типа руслового процесса – ограниченное, свободное, незавершенное меандрирование и пойменная многорукавность, каждый из которых в данных природных условиях имеет свою как качественную, так и количественную специфику развития.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аношкин А.В. Геоэкология: формирование и восстановление пойменно-русловых комплексов рек в районах разработок россыпных месторождений золота (Амуро-Сутарский золотоносный район) // Инженерная Экология. 2009. № 3. С. 20–28.
2. Аношкин А.В. Обзор гидрологического режима территории среднего течения реки Амур в период катастрофического наводнения 2013 года // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1–4. С. 938–941.
3. Аношкин А.В. Обзор руслоформирующих факторов территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2009. № 11. С. 45–49.
4. Аношкин А.В. Плановые деформации русел рек Среднеамурской низменности: факторы, интенсивность, направленность // Региональные проблемы. 2010. Т. 13, № 1. С. 23–29.
5. Аношкин А.В. Развитие пойменно-русловых комплексов рек территории Еврейской автономной области в условиях экстремальных паводков и повышенной водности // Региональные проблемы. 2015. Т. 18, № 1. С. 35–42.
6. Аношкин А.В. Типы водотоков Хингано-Буринской горной страны в пределах Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2007. № 8. С. 127–132.
7. Аношкин А.В. Физико-географические условия и гидрологический режим рек бассейна среднего течения реки Амур в период катастрофического наводнения 2013 года // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2014. № 6. С. 68–74.
8. Аношкин А.В., Зубарев В.А. Трансформация пойменно-русловых комплексов рек Среднеамурской низменности в условиях мелиорации // География и природные ресурсы. 2012. № 2. С. 82–86.
9. Горюхин М.В. Влияние разработки месторождений полезных ископаемых на речные системы (на примере Еврейской автономной области)

- ти) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2014. Вып. 6. С. 176–180.
10. Кондратьев Н.Е. Русловой процесс. Л., 1959. 371 с.
 11. Маккавеев Н.И., Хмелева Н.В. Общие особенности русловых процессов на излучинах рек и методика их исследований // Экспериментальная геоморфология. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1969. Вып. 2. С. 7–25.
 12. Стельмах Е.В. Мониторинг антропогенных ландшафтов на территории Еврейской автономной области // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2012. № 2 (11). С. 52–56.
 13. Стельмах Е.В. Ландшафтный анализ территории и организация природопользования Еврейской автономной области: автореф. дис. ... канд. географ. наук / Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук. Хабаровск, 2005. 22 с.

The article describes the types of channel processes typical of the Middle-Amur lowland rivers. Having used the hydrological and morphological typification by N.E. Kondratieff, worked out at State Hydrological Institute, the author shows the relation between the forms of channel processes display and the characteristics of the Middle-Amur lowland rivers. It is offered analysis of the types of channel processes: free, limited, incomplete meandering and floodplain multiple arms.

Key words: river channel processes, Middle-Amur lowland, floodplain-channel complex, free meandering, limited meandering, floodplain multiple arms.