

КРИОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 551.345

ПОЙМЕННЫЕ ТАЛИКИ В ДОЛИНАХ МЕАНДРИРУЮЩИХ ВОДОТОКОВ  
СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

В.М. Михайлов

*Северо-Восточная научно-исследовательская мерзлотная станция,  
Институт мерзлотоведения имени П.И. Мельникова СО РАН,  
685000, Магадан, ул. Портовая, 16, Россия; vmmikhailov@gmail.com*

Установлено, что талики, встречающиеся в поймах ряда меандрирующих водотоков, – это остаточные образования, а сами подобные водотоки – продукт трансформации ветвящихся рек вследствие дифференцированных опусканий. Выявлено, что промерзание таликов вызвано уменьшением продольных уклонов долин и ширины русел, что ослабляет конвективный тепловой поток от рек. Показано, что степень сокращения талых зон максимальна на территории с мощной многолетней мерзлотой и суровым климатом; в районе с мягким климатом и островной мерзлотой существенных сокращений не отмечено. Выяснено, что смена типов русловых процессов сопровождается деградацией пойменных геосистем, протекающей независимо от динамики таликов. Поэтому ландшафтная индикация остаточных таликов практически исключена; тем не менее возможны приближенные оценки их распространения с учетом геологических и климатических данных.

*Пойменные талики, деградация, разветвленные русла, меандрирование, трансформация, современная тектоника, климатические условия*

FLOOD-PLAIN TALIKS IN THE VALLEYS OF MEANDERING RIVERS  
IN NORTHEASTERN RUSSIA

V.M. Mikhailov

*Northeastern Permafrost Research Station,  
Melnikov Permafrost Institute, SB RAS, 685000, Magadan, Portovaya str., Russia; vmmikhailov@gmail.com*

The research on the distribution of frozen and thawed rocks in river valleys has demonstrated that taliks occurring in the floodplains of some meandering streams are but the remnants from the past, and the streams themselves are the result of transformation of braided rivers due to differentiated tectonic sinking. Freezing of a talik is due to the decrease in the valley gradient and channel width because both factors diminish the convective heat transfer from rivers. The rate of reduction of thawed zones is maximal in the territory with thick permafrost and severe climate; in the region with mild climate and sporadic permafrost discernible reductions have not been detected. Change in a river channel pattern is accompanied by degradation of flood-plain geosystems, which occurs independently of the talik dynamics. Therefore, landscape indication of remnant taliks is practically precluded though it is possible to evaluate their distribution based on geological and climatic data.

*Floodplain taliks, degradation, braided rivers, meandering, transformation, active tectonics, climatic conditions*

ВВЕДЕНИЕ

Традиционным индикатором пойменных таликов служат тополево-чозениевые древостои. Приуроченность и тех, и других к долинам рек, разветвленных на рукава, впервые была отмечена Г.Н. Егоровой [1983]. Причинно-следственные связи между тремя компонентами природных систем (талики, листовенные древостои, разветвленные русла) рассмотрены в ряде работ и обобщены в монографии [Михайлов, 2013]. С применением разнообразных подходов было показано, что пой-

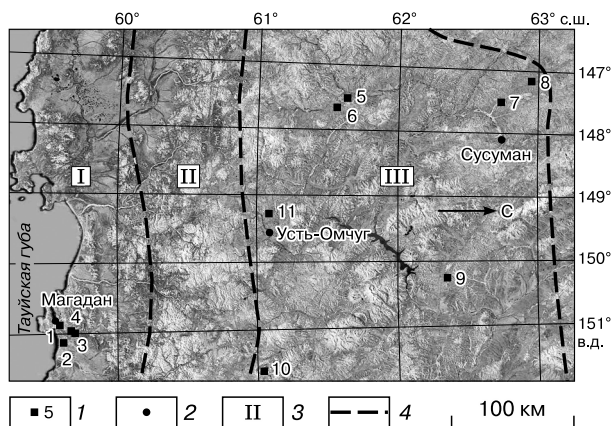
менные талики (далее просто “талики”) теснее всего связаны не с традиционным признаком, а с разветвленными руслами. Второй из двух наиболее распространенных типов русловых процессов – меандрирование – для формирования таликов неблагоприятен по ряду причин, рассмотренных в том же источнике.

В цитированной монографии также отмечено, что тем не менее талики встречаются в некоторых долинах с меандрирующими ручьями и не-

большими реками и сделаны выводы, что: 1) ранее эти водотоки имели разветвленные русла, и таким образом талики представляют собой остаточные образования; 2) смена типов русловых процессов обусловлена современной тектоникой. Основная цель настоящей публикации – подробно обосновать эти положения. Сопутствующие задачи – выяснить непосредственные причины промерзания талых зон и их динамику в зависимости от природных условий, возможность индикации таликов в долинах меандрирующих рек.

Исследования проводились в долинах 11 водотоков. Из них, в соответствии с районированием А.И. Калабина [1960], 4 расположены в первом мерзлотном районе с островным распространением многолетнемерзлых пород (ММП), 7 – в третьем мерзлотном районе со сплошным распространением ММП (рис. 1). Согласно тому же источнику, площадь распространения и мощность многолетнемерзлых толщ нарастают по мере удаления от побережья (от первого района к четвертому, а также в пределах каждого из них). Таким образом, водотоки 1–4 находятся в наиболее мягкой геокриологической обстановке; для седьмого и восьмого – условия близки к экстремальным.

По А.И. Калабину [1960], в первом районе мощность ММП обычно не превышает 20–30 м, их температура составляет от 0 до  $-1.5^{\circ}\text{C}$  (в основном от  $-0.1$  до  $-0.6^{\circ}\text{C}$ ), при этом даже у северной границы района в днищах речных долин и других понижениях рельефа, как правило, развиты сквозные талики. В третьем мерзлотном районе сквозные талики встречаются только под озерами и руслами крупных рек; в долинах и депрессиях мощность ММП варьирует от 100 до 200 м при температурах от  $-3.0$  до  $-5.5^{\circ}\text{C}$ .



**Рис. 1.** Схема расположения исследованных водотоков (1) (расшифровка нумерации см. в тексте) и метеостанций (2), данные которых использованы в дальнейшем изложении;

3 – мерзлотные районы (I–III); 4 – их границы.

Ранее было показано [Михайлов, 2013], что в отношении третьего района приведенные сведения нуждаются в корректировке: сквозные талики встречаются намного чаще, включая долины ряда водотоков с водосборной площадью всего 120–150 км<sup>2</sup>. Несквозные талики в поймах многих ручьев формируются уже при площади водосбора около 20 км<sup>2</sup>. В то же время данные, приведенные в цитированной работе, свидетельствуют о том, что в первом районе даже в днищах долин сравнительно крупных водотоков могут быть развиты ММП.

Исследования проводились в основном с использованием электроразведочных методов: вертикальное электроразведывание (ВЭЗ) и электрофилирование; особенности их применения при изучении пойменных таликов изложены в монографии [Там же]. В ряде случаев, когда результаты ВЭЗ оказывались неоднозначными, они были дополнены количественными методами, описанными в указанной работе. Кроме того, использованы данные, приведенные в технических отчетах [Строительство..., 2009а,б].

#### МЕАНДРИРУЮЩИЕ И ВЕТВЯЩИЕСЯ ВОДОТОКИ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ: РАЗЛИЧИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Основные различия двух рассматриваемых типов русел в виде компактного и практически полного списка приведены в статье [Mollard, 1973]. В нем к отличительным свойствам ветвящихся рек, существенным для целей настоящей работы, относятся:

- больший продольный уклон ложа реки (на самом деле, существенно различаются даже уклоны долин [Ромашин, 1968]);
- большая доля в твердом стоке влекомых наносов;
- большая крупность аллювия, слагающего пойму, согласно А.М. Короткому [1983], намного большая, даже при одинаковых уклонах;
- меньшая устойчивость берегов к размыву (как следствие – большая интенсивность русловых переформирований).

К этому списку необходимо добавить большие значения отношения ширины русла к его глубине (например, [Чалов, 2008; Михайлов, 2015]).

Все перечисленные свойства рек, разветвленных на рукава, в той или иной мере благоприятны для формирования таликов. Но основное их преимущество заключается в особенностях строения аллювия, пронизанного системами предпочтительных путей фильтрации и обладающего поэтому очень высокой водопроницаемостью [Михайлов, 2013]. Непосредственной причиной формирования таликов служит интенсивный тепломассообмен рек с аллювиальными массивами.

Необходимо подчеркнуть, что предпочтительные пути фильтрации могут формироваться только в относительно маломощном слое, подошва которого проходит по границе между часто перемываемым перстративным аллювием русловой фации и сильно заиленными плотиковыми (ложноплотиковыми) отложениями [Там же].

Для целей исследования большое значение имеет наличие причинно-следственной связи между литологией коренных пород и типом русла, вырабатываемым водотоком по завершении стадии глубинной эрозии. Этой проблеме посвящена специальная публикация [Михайлов, 2011]. В ней коренные породы подразделены на три типа: глыбово-каменный, щебнистый и слаболифтифицированные породы (первые два названы в соответствии с размерами обломков, преобладающих на начальных этапах выветривания). Показано, что только щебнистый тип благоприятен для формирования ветвящихся русел. Из широко распространенных пород к нему относятся глинистые и песчано-глинистые сланцы, тонкослоистые песчаники с некарбонатным цементом, вулканогенные породы кислого и (реже) среднего состава, а также соответствующие вулканогенно-осадочные породы.

В горной стране Северо-Востока России доминируют породы щебнистого типа. Анализ материалов С.И. Пиньковского [1965], охватывающих реки пятого и более высоких порядков (по системе Хортона–Штралера), показывает, что разветвленные русла здесь в общей сложности в 13 раз протяженнее меандрирующих [Михайлов, 2013]. Но если учитывать водотоки четвертого и третьего порядков (менее многоводные обычно уже неспособны формировать аккумулятивные поймы), то преимущество заметно уменьшается.

Особенности распространения на Северо-Востоке меандрирующих водотоков подробно рассмотрены в работах [Михайлов, 2013, 2015]. Выяснилось, что в верховьях речных систем они могут дренировать бассейны, сложенные породами как глыбово-каменного, так и щебнистого типов. В первом случае в долинах встречаются только инфильтрационные и напорно-фильтрационные талики, что вполне соответствует изложенным выше теоретическим представлениям. Во втором случае нередко также и пойменные талики. Такое сочетание (породы щебнистого типа + меандрирующие русла + пойменные талики) представляет собой “двойную аномалию”. Как уже говорилось во вводной части работы, устранить противоречие можно, показав, что в подобных случаях меандрирующие русла являются результатом трансформации ветвящихся.

Различия рассматриваемых типов русел применительно к конкретным условиям Северо-Востока и целям исследования сводятся к следующе-

му [Михайлов, 2015]. Меандрирующие ручьи и реки отличаются намного меньшей шириной. В межень они уже близки по водности разветвленных водотоков как минимум в 2–3 раза. Уклоны долин у меандрирующих водотоков также меньше, но различие может быть небольшим, всего в 1.5–2 раза. Интенсивность русловых переформирований намного меньше, что проявляется в малом распространении незадернованных поверхностей и накоплении в верхнем слое отложений тонкозернистого и органогенного материала, зачастую приводящего к развитию кочкарников. По составу руслоформирующих фракций аллювия значительных отличий нет, но у меандрирующих водотоков и в донных отложениях, и (особенно) на отмелях и косах галечники намного чаще перекрыты песчано-супесчаным материалом.

Существенно отличаются поперечные профили долин. Если у ветвящихся рек и ручьев они соответствуют “классической” схеме, в которой пойма отделена от террас (склонов) отчетливыми уступами, то у меандрирующих морфологически выражена лишь фрагментарная низкая пойма, занимающая косы у выпуклых берегов. Далее, за низким уступом (явно ежегодно заливаемым), чаще всего наблюдается лишь постепенное, неразличимое визуально повышение поверхности вплоть до оснований склонов, которые также отчетливо не выражены. Так, по материалам отчета [Строительство..., 2009б], в левобережной части долины руч. Интриган (при водосборной площади 102 км<sup>2</sup>) поперечный уклон поверхности на расстоянии до 320 м от русла варьирует в пределах  $0.4 \pm 0.1^\circ$  (рис. 2). Для того чтобы заполнить днище долины, вода должна подняться на 3 м при ширине разлива 350 м. Очевидно, что такое невозможно даже в самый высокий паводок (для сравнения: обычно ширина поймы у водотоков близкой крупности равна 100–120 м и редко превышает 150 м); тем не менее на всем этом про-

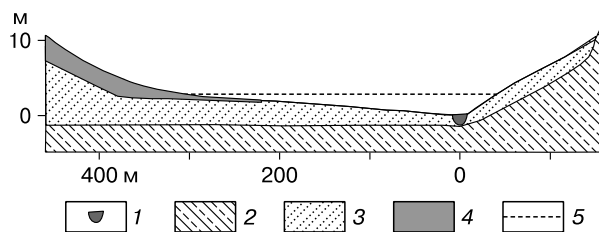


Рис. 2. Поперечный разрез долины руч. Интриган (по материалам отчета [Строительство..., 2009б]).

По оси абсцисс – расстояние от тальвега, м; по оси ординат – превышение над меженным уровнем ручья, м.

1 – русло (внемасштабный знак); 2 – коренные породы; 3 – аллювиальные отложения; 4 – делювиальные отложения; 5 – уровень воды, необходимый для заполнения днища долины.

странстве не выделяются ни поймы, ни террасы. Подобные долины в горах Северо-Востока характерны для большинства меандрирующих водотоков низких (третьего–пятого) порядков.

В распространении рассматриваемых типов речных русел прослеживается определенная закономерность [Михайлов, 2015]. Чаще всего ветвление сменяется вверх по течению меандрированием без плавного перехода, в очередном узле слияния (причем только у одного из сливающихся водотоков): во всех исследованных случаях второй водоток сохраняет многорукавное русло. Намного реже наблюдается постепенный переход; в таких случаях в промежутке между ветвлением и меандрированием ручей формирует относительно прямолинейное неразветвленное русло. Один из таких примеров (руч. Лев. Омчуг, водоток 11 на рис. 1) описан в разделе “Результаты и обсуждение”.

### ПУТИ ПЕРЕХОДА ОТ ВЕТВЛЕНИЯ К МЕАНДРИРОВАНИЮ И СОПУТСТВУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЙМАХ

Из предыдущего раздела следует, что трансформация разветвленного русла в меандрирующее невозможна без уменьшения продольного уклона речной долины. Оно может быть обусловлено либо глубинной эрозией, усиливающейся по направлению к истокам, либо тектоническим погружением дна долины – также более интенсивным в приводораздельных участках. Рассмотрим *первый вариант*. При отсутствии восходящих движений (приводящих к увеличению уклонов долин) причиной врезания может быть только уменьшение поступления обломков руслообразующих фракций в результате снижения

водоразделов, выполаживания склонов и замедления денудации. Этот процесс описан, например, в работе Р.П. Токмакова [1981]. Существенно, что по такому сценарию глубинная эрозия должна распространяться трансгрессивно, так как верховья рек начинают испытывать дефицит наносов раньше, чем нижележащие участки (в которые рыхлый материал поступает, в том числе, с врезающихся верховьев).

Схематические разрезы речной долины при переходе от ветвления к меандрированию по первому варианту показаны на рис. 3. По мере врезания речной поток постепенно опускается ниже подошвы слоя с предпочтительными путями фильтрации и утрачивает с ним гидравлическую связь. Пойма становится надпойменной террасой, конвективный теплообмен с рекой прекращается, и талик промерзает (см. рис. 3, б, в). Со временем врезание “...вновь сменяется динамическим равновесием, но уже при менее крутом уклоне” [Токмаков, 1981, с. 83], при котором формируется уже не разветвленное, а меандрирующее русло (см. рис. 3, в). По-видимому (в соответствии с [Mollard, 1973]), фракционный состав руслообразующих наносов должен при этом смещаться в сторону увеличения содержания мелкозернистых частиц.

Свидетельства трансформации речных русел по первому варианту не обнаружены. Во-первых, при трансгрессивном распространении глубинной эрозии типы русел должны сменяться вниз по течению в следующей последовательности: меандрирующие (завершившие врезание)–врезающиеся–ветвящиеся (еще не затронутые глубинной эрозией). В действительности, как отмечено в предыдущем разделе, меандрирующие и ветвя-

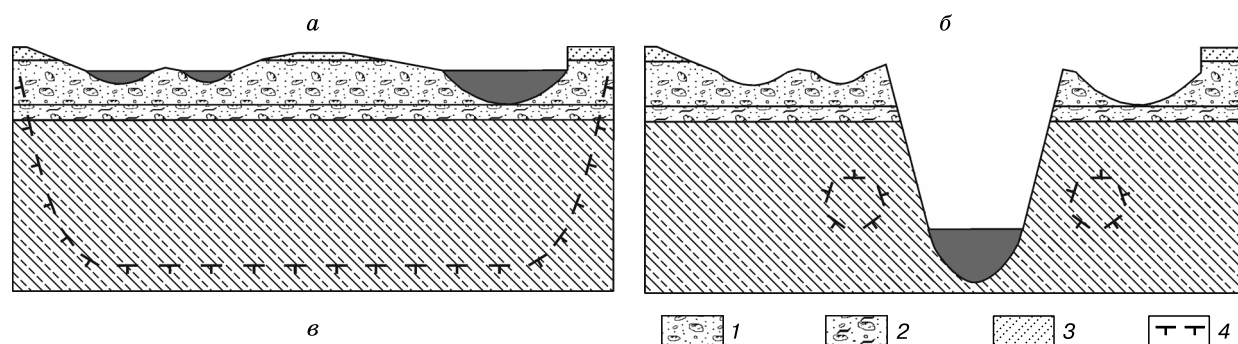


Рис. 3. Схематические поперечные разрезы речной долины при выполаживании ее продольного профиля путем врезания.

а – начальное положение, разветвленное русло; б – промежуточное положение, врезанное русло; в – конечное положение, меандрирующее русло. 1 – русловый аллювий с предпочтительными путями фильтрации; 2 – относительно слабопроницаемый аллювий; 3 – аллювий пойменной фации; 4 – граница талых и многолетнемерзлых пород. Ост. усл. обозн. те же, что и на рис. 2.



щиеся русла чаще всего непосредственно примыкают друг к другу; если же имеется переходная область, то в ней водоток формирует относительно прямолинейное широкопойменное русло, все характеристики которого носят промежуточный характер. Во-вторых, процесс глубинной эрозии всегда сопровождается формированием “молодых”, отчетливо выраженных в рельефе террас, которые в исследованных долинах отсутствуют (см. рис. 2, 3).

Наконец, не наблюдается также существенного измельчения руслообразующих наносов, кроме отмеченного выше увеличения содержания мелкозернистого материала.

*Второй вариант*, в противоположность первому, не только допускает сохранение пойменных таликов, но и противоречит также всем остальным перечисленным фактам, но и хорошо увязывается с преобладанием в настоящее время в горах Северо-Востока нисходящих движений [Золотарская и др., 1987]. Он также согласуется с современными представлениями о том, что тектонические движения могут быть сильно дифференцированными в самых малых пространственных масштабах [Семинский и др., 2008], позволяя объяснить резкую смену ветвления меандрированием в узлах слияния.

Последовательное обоснование этого варианта требует лишь одного дополнительного допущения о том, что блоки, приуроченные к водоразделам, опускаются с большей (или хотя бы равной) интенсивностью по сравнению с днищами долин. В противном случае усиленное поступление со склонов рыхлого материала будет препятствовать выполаживанию продольного профиля долин. Но и такое предположение вряд ли можно считать принципиальной новацией. Опережающее погружение более возвышенных блоков (хотя и в другой геоморфологической обстановке) допускают, например, Г.Ф. Уфимцев с соавторами [2005], Е.Н. Былинский [1962] обосновывает опережающее опускание водораздельных участков в бассейне р. Печора.

Хотя при смене типов речных русел по обсуждаемой схеме талики сохраняются, происходящие изменения влияют на их функционирование по меньшей мере двумя путями. Уменьшение ширины русла сказывается через сокращение площади водной поверхности – основного приемника энергии (главным образом солнечной радиации) в системе “река–талик”. Уменьшение продольного уклона долины влечет пропорциональное ослабление тепломассообмена поймы с рекой за счет уменьшения скорости фильтрации грунтовых вод. Совместное влияние обоих факторов сокращает поступление тепла от реки в талик в

расчете на единицу водной поверхности ( $Q_{gr}$ ) в 3–5 раз и более. Хотя в типичных пойменных таликах  $Q_{gr}$  намного превосходит уровень, необходимый для противодействия промерзанию [Михайлов, 2013], столь значительное уменьшение вряд ли может пройти бесследно. Скорее всего, оно должно приводить к сокращению или даже полному промерзанию таликов.

Замедление движения подземных вод в предпочтительных путях – еще одно следствие уменьшения продольного уклона долины – теоретически может способствовать их постепенному заполнению мелкозернистым материалом (“заиливанию”), также способствуя промерзанию талика.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Краткие сведения о геокриологических условиях для двух групп водотоков, “приморской” и “континентальной”, – расположенных в первом и третьем мерзлотных районах соответственно (см. рис. 1), даны во *Введении*. Изменчивость по территории климатических характеристик, в наибольшей мере влияющих на промерзание таликов, демонстрирует таблица (местоположение метеостанций показано на рис. 1). Из приведенных данных видно, что в пределах всего района, к которому принадлежит континентальная группа (водотоки 5–11), климатические условия различаются относительно мало и резко контрастны по сравнению с побережьем Охотского моря, где сосредоточены остальные объекты исследований. Анализ результатов целесообразно начать с приморской группы.

В поймах ручьев *Балаханчан* (1)\* и *Анмандыкан* (2) многолетнемерзлые породы распространены вплоть до устьев, где водосборные площади равны 42 и 34 км<sup>2</sup> соответственно, несмотря на максимальное отепляющее влияние моря (расстояние до побережья менее 10 км). Оба бассейна (в противоположность всем остальным) сложены породами глыбово-каменного типа. Совместно эти факты наглядно подтверждают обе изложенные выше концепции: 1) оба ручья выработали меандрирующие русла непосредственно по окон-

**Климатические характеристики по отдельным пунктам (по данным [Научно-прикладной справочник..., 1990])**

Метеостанция	Температура воздуха, °С		Высота снежного покрова, см
	средне-годовая	средне-январская	
Сусуман	–13.2	–38.2	34
Усть-Омчуг	–11.0	–34.1	38
Магадан (Нагаева, бухта)	–3.5	–17.0	63

\* Здесь и далее цифры в скобках после названий водотоков соответствуют номерам на рис. 1.

чании врезания, вызванного горообразовательными движениями; 2) именно поэтому здесь не могли сформироваться пойменные талики. У всех описанных ниже рек и ручьев бассейны сложены преимущественно (чаще исключительно) породами щебнистого типа.

*Руч. Омчик (3).* Подробные исследования проводились на двух участках: вблизи от устья ручья и в 4,5 км выше по течению. Водосборные площади ( $F$ ) равны соответственно 66 и 30 км<sup>2</sup>. Ширина талика на верхнем участке почти 60 м, на нижнем не определялась.

*Руч. Хабля (4).* Исследования проводились на трех участках: приустьевом ( $F = 65$  км<sup>2</sup>), вблизи от истока ( $F = 17$  км<sup>2</sup>) и расположенном между ними протяженным (более 2 км) отрезке бывшей поймы, ныне лишенной водотока из-за искусственного спрямления русла ручья при автодорожном строительстве. Ширина талика на верхнем и среднем участках около 50 м, на нижнем не определялась.

*Руч. Лев. Итрикан (5).* Он (совместно с руч. Прав. Итрикан) образует пару “двойников-антагонистов”, т. е. равновеликих водотоков, одинаковых по физико-географическим и геологическим условиям бассейнов, но кардинально различающихся в рассматриваемых аспектах. Это позволяет оценить распространение и размеры таликов в долине Лев. Итрикана до начала трансформации его русла в меандрирующее. У ветвящегося Прав. Итрикана ширина талика в 5 км выше устья равна примерно 90 м. На правой составляющей этого водотока, руч. Контактный, где ранее проводились подробные исследования [Михайлов, 2013], непрерывный пойменный талик начинается уже примерно в 6 км от истока при  $F = 15,6$  км<sup>2</sup>, имея здесь ширину 35–45 м.

В пойме Лев. Итрикана первые три разрозненных талика шириной 40–50 м обнаружены в интервале 4–5 км от устья. Выше по течению пойменные талики отсутствуют, ближе к устью (где  $F = 67$  км<sup>2</sup>), судя по характеру растительного покрова (подробнее об этом ниже), их размеры несколько возрастают.

*Руч. Интриган (6),* имея с Лев. Итриканом общий водораздел, течет в противоположном (южном) направлении. Водосборная площадь в устье 220 км<sup>2</sup>. У него имеется свой субпараллельный “двойник-антагонист” – ветвящийся руч. Омчик. В поймах обоих водотоков ранее проводились подробные мерзлотно-геологические исследования [Строительство..., 2009а,б]. Установлено, что если второй из них при  $F = 151$  км<sup>2</sup> образует сквозной пойменный талик шириной 200 м, то на первом только при  $F > 100$  км<sup>2</sup> в пойме появляются разрозненные таликовые участки. Их ширина здесь равна 17–35 м (включая русло шириной 4–20 м), глубина менее

5 м. Выше по течению сохранились лишь подрусловые талики. По результатам собственных исследований, даже вблизи от устья талик местами не выходит за пределы русла.

*Р. Чай-Урья (7).* Долина реки в результате горно-промышленных работ представляет собой почти сплошной “лунный ландшафт”. Имеющиеся сведения о мерзлотно-геологических условиях относятся к периоду с нарушенным тепловым режимом дневной поверхности. За исключением самых верховьев, естественный растительный покров сохранился лишь на одном коротком отрезке при  $F = 48$  км<sup>2</sup>. Пойменный талик здесь отсутствует.

*Руч. Долгий (8).* По результатам электроразведки пойменный талик шириной 60 м и протяженностью около 250 м имеется на участке, где  $F = 142$  км<sup>2</sup>; выше по течению возможны небольшие локальные расширения подруслового талика (более точные данные получить не удалось).

*Р. Рыбная (9).* Исследования проводились вблизи от устья, где водосборная площадь составляет 86 км<sup>2</sup>. Пойменный талик отсутствует.

*Руч. Черноозерский (10).* Вблизи от устья при водосборной площади, равной 30 км<sup>2</sup>, пойменный талик отсутствует.

*Руч. Лев. Омчуг (11).* Это единственный исследованный водоток из числа немногих (во всяком случае на Северо-Востоке), имеющих относительно прямолинейное неразветвленное русло в широкопойменной долине. На участке инструментальных измерений ( $F = 96$  км<sup>2</sup>) сквозной талик занимает всю правобережную часть поймы вплоть до основания коренного склона (30–40 м), на левом берегу – прибрежную полосу шириной 20–30 м; в 50 м от русла начинается низкая надпойменная терраса, отделенная пологим уступом. Полагая, что изначально талик распространялся на всю пойму (что типично для ветвящихся водотоков), получаем, что он сократился в ширину примерно на 20 % и находится в начале процесса деградации. Об этом свидетельствуют также переходный (от разветвленного к меандрирующему) рисунок речного русла, частичная сохранность в рельефе террас и легкий (такой же, как и у ветвящихся водотоков) механический состав верхнего слоя отложений.

Характер почвенно-растительного покрова пойменных таликов меандрирующих водотоков варьирует в весьма широком диапазоне. Например, ручьи Лев. Итрикан (5) и Омчик (3). На первом из них талым “островам” сопутствуют небольшие, но состоящие из хорошо развитых деревьев тополево-чозениевые рощи на слабо задернованном песчано-гравийном субстрате. На обширном талике руч. Омчик распространены кустарниковые фитоценозы на заболоченных кочкарниках с редкими группами угнетенных

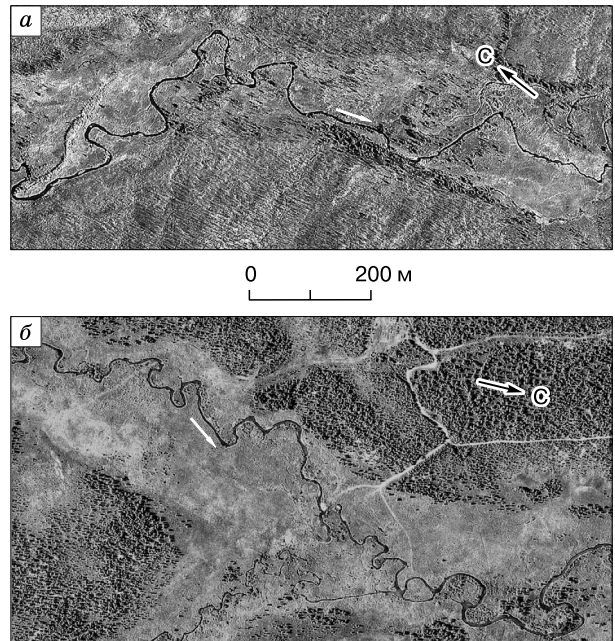
лиственниц, внешне неотличимые от наиболее скудной растительности, встречающейся на мерзлых поймах (рис. 4). Отсутствие сколько-нибудь отчетливых закономерностей видно также на примере все еще обширного талика руч. Лев. Омчуг, где, несмотря на легкий механический состав субстрата и малое распространение кочкарников, древостои разрежены, а тополя и чозении единичны.

Результаты исследований подтверждают теоретические представления о том, что пойменные талики в долинах меандрирующих рек – остаточные образования, находящиеся на различных стадиях деградации. Сведения о размерах талых зон в долине руч. Интриган также хорошо укладываются в изложенную выше схему трансформации речных русел: благодаря сохранению конвективного теплообмена с водотоком (хотя и постепенно ослабевающего) талые породы промерзли не сверху, а с боков и снизу.

Полученные результаты демонстрируют очень сильную зависимость скорости промерзания пойменных таликов от климатических условий. Из сравнения приведенных выше сведений по ручьям Лев. Итрикан и Интриган и их “двойникам–антагонистам” следует, что в суровых условиях третьего мерзлотного района весьма крупные в прошлом пойменные талики из-за трансформации речных русел сильно сократили свои поперечные размеры и глубину в низовьях и полностью промерзли выше по течению. Вероятно, в пределах всего этого района, где климат мало изменяется по территории (см. таблицу; рис. 1), интенсивность деградации таликов в близкой тектонической обстановке примерно одинакова.

В первом мерзлотном районе с его намного более мягким приморским климатом вообще нет признаков сокращения талых зон. Не исключено, что в современных условиях они способны существовать неопределенно долго практически в тех же границах, что и до начала неблагоприятных тектонических процессов. Особенно яркий пример представляют собой обширные талики ручьев Омчик и Хабля. В первом случае наблюдается предельная степень деградации пойменного ландшафта, соответствующая, по-видимому, максимально длительному периоду существования талика уже после трансформации речного русла, т. е. в условиях сильно пониженного притока тепла  $Q_{gr}$ ; во втором (на среднем участке) – эта величина вообще равна нулю вследствие изолированности талика от водотока.

Приведенная выше характеристика исследованных геосистем, при всей своей краткости, свидетельствует о невозможности ландшафтной индикации пойменных таликов в долинах меандрирующих водотоков – за исключением тех редких



**Рис. 4. Аэрофотоснимки (Северо-восточное аэрогеодезическое предприятие, ФГУП) долин ручьев Омчик (а) и Анмандыкан (б).**

Светлыми стрелками показано направление течения.

случаев, когда на таликах произрастают тополево-чозениевые рощи. Но в то же время с использованием геологических данных можно уверенно судить об отсутствии таликов в тех ситуациях, когда бассейны меандрирующих водотоков сложены породами, не принадлежащими к щебнистому типу. В остальных случаях можно говорить лишь о большей или меньшей вероятности сохранения таликов с учетом климатических условий и крупности водотока. Так, в первом мерзлотном районе эта вероятность близка к 100 % уже при водосборной площади 15–20 км<sup>2</sup>, причем талики протягиваются вниз по течению непрерывной широкой полосой. В третьем районе только при  $F > 50$  км<sup>2</sup> становится вероятным появление небольших, разрозненных талых “островов”; непрерывные пойменные талики не были обнаружены даже при  $F > 200$  км<sup>2</sup>. Этот подход может быть полезен для территориальных (например, бассейновых) оценок подземного стока и масштабов взаимодействия поверхностных и подземных вод.

Ввиду очень сильного влияния климатических условий на интенсивность промерзания таликов, роль заиливания предпочтительных путей фильтрации в этом процессе остается неясной. Судя по длительной сохранности талика в пойме руч. Омчик, заиливание (если оно действительно происходит) вряд ли способно существенно ограничивать приток тепла от водотоков.



## ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных исследований установлено, что пойменные талики, встречающиеся в долинах меандрирующих рек и ручьев горных стран (третий–пятый порядки), являются реликтами предыдущего периода развития, когда эти водотоки имели разветвленные русла.

2. Многоплановый анализ полученных данных приводит к заключению, что трансформация русел обусловлена локальными тектоническими опусканиями с опережающим погружением водоразделов, – вывод, значение которого выходит за рамки геохронологии.

3. Как следует из сопоставления полученных результатов с ранее установленными закономерностями, промерзание таликов вызвано ослаблением конвективного теплообмена с водотоками вследствие уменьшения ширины русел и продольных уклонов долин (оба фактора – неизбежное следствие смены ветвления меандрированием). Роль ухудшения фильтрационных свойств аллювия (если оно имеет место) второстепенна.

4. Выяснено, что интенсивность промерзания таликов сильно зависит от климатических и мерзлотных условий и в приморском районе с островным распространением ММП весьма низка или даже близка к нулю. В суровом климате третьего мерзлотного района пойменные талики меандрирующих водотоков фрагментарны даже в долинах пятого порядка.

5. Большое разнообразие почвенно-растительного покрова рассматриваемых таликов практически исключает возможность их ландшафтной индикации. Тем не менее на основании установленных закономерностей возможны вероятностные оценки в отношении конкретных территорий.

6. Признаком отсутствия таликов в поймах меандрирующих водотоков, независимо от климатических и мерзлотных условий, служит подчиненное положение в речных бассейнах коренных пород щебнистого типа.

7. На территориях с преобладанием пород щебнистого типа можно судить о большей или меньшей вероятности сохранения таликов с учетом климатических условий и крупности водотока и, как следствие, получать приближенные оценки их распространения в пределах этих территорий.

*Я признателен профессору С.М. Фотиеву и второму (анонимному) рецензенту за ряд конструктивных замечаний, которые помогли улучшить структуру и содержание работы.*

## Литература

**Былинский Е.Н.** Выявление новейших тектонических движений путем изучения речных долин // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1962, № 6, с. 66–74.

**Егорова Г.Н.** Морфолитосистемы и ландшафтная структура (на примере бассейна реки Омолон) / Г.Н. Егорова. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1983, 164 с.

**Золотарская С.Б., Никитенко Ю.П., Уфимцев Г.Ф.** Восточная Сибирь и Дальний Восток // Процессы формирования рельефа Сибири. Современные вертикальные движения земной коры. Новосибирск, Наука, 1987, с. 116–121.

**Калабин А.И.** Вечная мерзлота и гидрогеология Северо-Востока СССР / А.И. Калабин. Магадан, 1960, 469 с. (Тр. ВНИИ золота и редких металлов; т. XVIII, вып. 20).

**Короткий А.М.** Палеогеоморфологический анализ рельефа и осадков горных стран / А.М. Короткий. М., Наука, 1983, 235 с.

**Михайлов В.М.** Морфодинамика русел рек горных стран и литология коренных пород // Геоморфология, 2011, № 4, с. 11–21.

**Михайлов В.М.** Пойменные талики Северо-Востока России / В.М. Михайлов. Новосибирск, Акад. изд-во “Гео”, 2013, 244 с.

**Михайлов В.М.** Реки горных территорий Северо-Востока России: однородность и разнообразие морфологических характеристик // Геоморфология, 2015, № 1, с. 3–13.

**Научно-прикладной справочник по климату СССР.** Сер. 3, ч. 1–6, вып. 33. Л., Гидрометеиздат, 1990, 566 с.

**Пиньковский С.И.** Типы речных русел Северо-Востока СССР и полуострова Камчатки // Тр. ГГИ, 1965, вып. 120, с. 55–98.

**Ромашин В.В.** Типы русловых процессов в связи с определяющими факторами // Тр. ГГИ, 1968, вып. 155, с. 56–63.

**Семинский К.Ж., Гладков А.С., Вахромеев А.Г. и др.** Разломы и сейсмичность юга Сибирской платформы: особенности проявления на разных масштабных уровнях // Литосфера, 2008, № 4, с. 3–21.

**Строительство** горнодобывающего и перерабатывающего предприятия на базе Наталкинского золоторудного месторождения: Отчет по изысканиям источников водоснабжения на базе подземных вод. Магадан, ООО “Гидрогеолог”, 2009а, 51 с.

**Строительство** горнодобывающего и перерабатывающего предприятия на базе Наталкинского золоторудного месторождения: Отчет по мерзлотно-гидрогеологическим изысканиям. Магадан, ООО “Гидрогеолог”, 2009б, 84 с.

**Токмаков Р.П.** Условия формирования повышенных концентраций минералов тяжелой фракции в речных долинах Дальнего Востока // Развитие природной среды в плейстоцене (юг Дальнего Востока). Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1981, с. 82–93.

**Уфимцев Г.Ф., Щетников А.А., Алексеенко С.Н.** Озера Нижнего Амура. Статья 1. География и типы озер. Статья 2. Геоморфология и морфотектоника озерных котловин // Геоморфология, 2005, № 1, с. 82–106.

**Чалов С.Р.** Принципы классификации русловых процессов при изучении условий формирования речных экосистем // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток, 2008, вып. 4, с. 5–15.

**Mollard J.D.** Airphoto Interpretation of Fluvial Features // Fluvial Processes and Sedimentation. Ottawa, Canada, Thorn Press Ltd., 1973, p. 38–53.

*Поступила в редакцию  
10 августа 2014 г.*