

В.М. МИХАЙЛОВ

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

ЛИТОЛОГИЯ КОРЕННЫХ ПОРОД И ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ РЕЧНЫХ ДОЛИН (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ)

Коренные породы подразделены на три типа (глыбово-каменный, щебнистый и слаболиффицированный), различающиеся по характеру взаимодействия обломков, преобладающих на начальных стадиях выветривания, с водными потоками. Обоснована продуктивность такой типизации, наряду с разграничением горных территорий, по доминированию одного из типов. В качестве примера использован обзор результатов исследований, проводившихся автором на Северо-Востоке России. Показано, что преобладание здесь пород щебнистого типа обуславливает доминирование рек, разветвленных на рукава, а их специфический гидрологический режим способствует формированию в отложениях многочисленных предпочтительных путей фильтрации. Приведены свидетельства сосредоточения подземных потоков в этих путях, проявляющегося в ряде нетривиальных особенностей термического и уровня режимов подземных вод и обеспечивающего высочайшую эффективную проницаемость отложений. Доказано, что именно они определяют интенсивный водо- и теплообмен рек с поймами и формирование обширных и протяженных таликов, на которых развиты уникальные растительные сообщества высокоствольных смешанных лесов. Показано, что обилие сквозных таликов обеспечивает тесную взаимосвязь поверхностных и подземных вод и большие запасы последних. Так, по масштабам сезонного оледенения (доля талых наледных вод в суммарном поверхностном стоке) Северо-Восток России намного превосходит все остальные территории. Рассмотренный подход перспективен для ряда дисциплин географического цикла, способствуя объективизации районирования изучаемых территорий.

Ключевые слова: характер выветривания коренных пород, разветвление на рукава, предпочтительные пути фильтрации, пойменные талики, взаимодействие речных и подземных вод, сезонное оледенение.

V.M. MIKHAILOV

Northeastern Permafrost Research Station,
Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
685000, Magadan, ul. Portovaya, 16, Russia, vmmikhailov@gmail.com

BEDROCK LITHOLOGY AND NATURAL COMPLEXES OF RIVER VALLEYS (A CASE STUDY OF THE NORTH-EAST OF RUSSIA)

Bedrocks are subdivided into three types (blocky, rubbly and poorly lithified rocks) differing by interaction of fragments prevailing at the initial stages of weathering with streams. The expediency of this typification is substantiated along with the differentiation of territories based on dominance of one of the three types. As an example, an overview is used of the results obtained in the course of the author's research in Northeastern Russia. It is shown that the dominance of rocks of the rubbly type in this case determines the prevalence of braided rivers and their specific hydrological regime gives rise to alluvium of numerous preferential flow pathways. Evidences is provided for the concentration of underground flows in these pathways which shows itself in a number of non-trivial features of groundwater regime (temperature and level variations) and ensures a very high effective permeability of alluvium. It is proved that these features lead to an intense water and heat exchange between rivers and their floodplains and to formation of extensive taliks on which the unique phytocenoses of long-boled mixed forests develop. It is demonstrated that an abundance of open taliks ensures a tight linkage of surface and subsurface waters and a large storage of them. One of the consequences is that in Northeastern Russia the seasonal glaciation (the proportion of meltwater from aufeis in the overall surface runoff) is much larger than in all the other territories. The approach considered here holds promise for a number of geographical disciplines enhancing objectivization of the regionalization of study territories.

Keywords: character of bedrock weathering, braided rivers, preferential flow pathways, floodplain taliks, river-groundwater interaction, seasonal glaciation.

ВВЕДЕНИЕ

Значение литогенной основы в формировании геосистем различного ранга общепризнано, и один из ее основных компонентов — это литология коренных пород. Традиционно рассматриваются такие аспекты, как денудационная устойчивость пород и их определяющая роль в почвообразовании. Но не меньшее значение, особенно для природных комплексов речных долин, имеют особенности выветривания. Цель настоящей работы двояка. Во-первых, обосновать значимость типизации пород по характеру взаимодействия обломков, преобладающих на начальных стадиях дезинтеграции, с водными потоками. Во-вторых, показать перспективность выделения территорий, однородных по данному признаку, для ряда дисциплин географического цикла (проблема объективизации районирования, как отмечается в ряде работ, например [1], не утрачивает своей актуальности). Для этого использован аналитический обзор результатов исследований, проведенных автором на Северо-Востоке России (СВР).

Данный регион послужил источником фактического материала для многих региональных и территориально ориентированных исследований, в том числе монографий [2–6]. Но ни при разностороннем описании его природы [3], ни при углубленном изучении отдельных аспектов [2, 4–6] не выявлены его специфические черты. При этом СВР обладает целым рядом особенностей природной среды, отличающих его от большинства (возможно, от всех) территорий сопоставимого размера. В первую очередь это относится к горным сооружениям (включая предгорья), занимающим большую часть региона. Для каждого компонента природной среды дано краткое сравнение описанных результатов с аналогичными либо близкими сведениями, опубликованными в отечественной и зарубежной литературе [7].

ЛИТОЛОГИЯ КОРЕННЫХ ПОРОД

Северо-Восток России, несмотря на «пестроту» геологической карты, в целом не отличается разнообразием геологического строения. Значительная часть территории занята мощной толщей осадочных пород, преимущественно глинистых и песчано-глинистых сланцев мезо-кайнозойского возраста с небольшим участием песчаников и сильно ограниченной долей карбонатных пород. Широко распространены вулканогенные образования (с примерно равным участием пород кислого, среднего и основного состава) совместно с разнообразными вулканогенно-осадочными породами. Интрузивные образования, в большинстве своем гранитные и гранитоидные батолиты, многочисленны, но приурочены в основном к центральным частям горных сооружений. Еще меньшие площади заняты выходами архейских пород.

Все эти черты складываются в цельную картину в свете обобщенной типизации коренных пород по размерам обломков, преобладающих на начальных стадиях выветривания [8]. Два основных типа — это глыбово-каменный и щебнистый. Еще один малочисленный тип составляют слабо литифицированные породы, легко распадающиеся на фрагменты от щебня до мелкозернистых частиц. Наиболее распространенные представители этих типов — соответственно, интрузивные породы, глинистые сланцы и алевролиты кайнозойского возраста. Очевидно, что их устойчивость к выветриванию резко уменьшается от первого типа к последнему. Но что еще более важно, они кардинально различаются по характеру взаимодействия основной массы образующегося рыхлого материала с водным потоком. Реки, близкие к состоянию динамического равновесия (т. е. имеющие относительно малые продольные уклоны), практически не способны перемещать глыбы и камни, что немногим отличает их от выступов коренных пород. Щебень же соответствует по крупности руслоформирующим наносам рек горных стран. Подобные обломки легко переносятся и переоткладываются потоком, пока их поступление не превысит его транспортирующую способность. Самые мелкие частицы (взвешенные наносы) могут переноситься в очень больших количествах, так что в естественных условиях даже самые мутные реки ими «недонасыщены», поэтому их роль в динамике речных русел весьма ограничена.

И в отечественной, и в зарубежной литературе встречаются суждения о том, что различным коренным породам присуще образование при выветривании обломков той или иной крупности [9, 10], но попыток обобщений и типизации по этому признаку не было, тем более в связи с взаимодействием образующегося материала с водными потоками.

Перечисленные выше особенности геологического строения Северо-Востока в сумме сводятся к доминированию коренных пород щебнистого типа (более подробный анализ лишь подтверждает этот вывод). Слабо литифицированные породы на территории региона практически отсутствуют. Глыбово-каменный тип, многократно уступающий по распространению щебнистому, тяготеет к наиболее воз-

вышенным частям горных сооружений, дренируемым верхними звеньями речных систем; это обстоятельство дополнительно ослабляет его влияние на процессы руслоформирования в сколько-нибудь крупных водотоках.

МОРФОДИНАМИЧЕСКИЕ ТИПЫ РЕЧНЫХ РУСЕЛ

Беспрецедентная работа по картированию типов речных русел на обширных территориях была проделана в 1960-х гг. в Государственном гидрологическом институте [11–13]. Анализ этих данных [8] показывает, что на СВР разветвленные русла занимают 93 % суммарной длины широкопойменных рек.

Преобладающий здесь тип русел, следуя наиболее детальной отечественной классификации [14], обычно представляет собой комбинацию (в той или иной пропорции) четырех уровней разветвленности: пойменные, пойменно-русловые, русловые и осередковые. Есть основания полагать, что доминирование последнего уровня связано с накоплением аллювия, а первых двух — с началом постепенного врезания. Но несмотря на внутреннее разнообразие, предполагающее определенные различия русловых процессов, в поле диаграммы QI (где Q — средний многолетний максимальный расход воды; I — продольный уклон долины) эти реки образуют компактный кластер. Хотя диапазоны I и Q весьма широки (0,79–27 ‰ и 3,8–7570 м³/с соответственно), величина $IQ^{0,4462}$ варьирует немногим более чем втрое — от 0,025 до 0,077 [15].

Причины формирования одного из двух основных типов речных русел, меандрирующего и ветвящегося, — одна из фундаментальных проблем флювиальной геоморфологии, по которой опубликовано множество гипотез. Две отмеченные выше исключительные черты СВР представляют собой своего рода «наводящий вопрос», особенно при сравнении с близлежащими гористыми территориями Южной Сибири и о. Сахалин. В этих двух регионах доминирующие коренные породы принадлежат, соответственно, к первому и последнему из трех выделенных типов, и в обоих преобладающим типом русловых процессов является меандрирование.

В работах [7, 8] обосновывается причинно-следственная связь ветвящихся русел рек горных стран со щебнистым типом коренных пород. Для изложенных в них построений большое значение имеет положение И. П. Карташова [4] о причинах перехода рек от глубинной эрозии к боковой, которая далее сменяется динамическим равновесием. Это формирование достаточно мощного слоя аллювия, способного предохранить коренное ложе реки от дальнейшего истирания транспортируемыми наносами. Такой уровень мощности слоя характеризуется тем, что обломки, соприкасающиеся со скальным основанием, приходят в движение лишь в исключительно высокие паводки, а это эквивалентно полному насыщению потока руслоформирующими наносами: их поступление равно транспортирующей способности потока.

Прекращение глубинной эрозии коренного ложа реки означает, что на последующих стадиях развития продольный уклон долины (в этот поворотный момент времени примерно равный уклону потока) остается практически неизменным. Принимая во внимание то, что уклоны долин ветвящихся рек больше по сравнению с меандрирующими и что все широкопойменные реки горных стран в прошлом врезались в коренные породы и имели еще большие продольные уклоны, обсуждаемую проблему целесообразно сформулировать следующим образом. Почему одни врезающиеся реки переходят к боковой эрозии при относительно больших уклонах (соответствующих ветвящимся руслам), тогда как другие продолжают врезание, пока не выработают долины с меньшими продольными уклонами?

Рассмотрим три реки с одинаковыми значениями I и Q , врезающиеся в породы трех различных типов в обстановке тектонической стабилизации. Допустим, что в породах щебнистого типа, обильно поставляющих в поток «готовые» руслоформирующие наносы, для реки наступил поворотный момент, т. е. поступление такого материала сравнялось с ее убывающей транспортирующей способностью. В более устойчивых породах глыбово-каменного типа река получает меньшие количества рыхлого материала, при этом часть обломков поток перемещать не способен, так что они лишь дополнительно замедляют врезание. В слаболитифицированных породах река получает наибольшие объемы рыхлого материала, в котором очень велика доля взвешенных наносов. Обломки, соответствующие по крупности влекомым наносам, также многочисленны, но быстро измельчаются из-за ударов друг о друга и с коренным ложем. Подводя итог, можно отметить, что в обоих последних случаях реки недонасыщены руслоформирующими наносами и потому продолжают врезаться, пока их уклоны не выйдут далеко за нижний предел «кластера ветвления». Соответственно, доминирование на СВР разветвленных русел — прямое следствие особенностей геологического строения.

Попыток связать формирование русел различных типов с преобладанием в бассейнах тех или иных коренных пород ранее не было, хотя зачатки подобного подхода можно видеть еще у В.М. Дэвиса [16]. Автор проводит мысленный эксперимент по сравнению «...двух рек, одинаковых по величине, из которых одна течет по возвышенности, сложенной устойчивыми породами, а другая — по такой же возвышенности, но сложенной легко размываемыми породами» [16, с. 112]. Он приходит к заключению, что при меньшей устойчивости пород глубинная эрозия прекращается при большем уклоне долины. Как видно из вышеизложенного, логика автора справедлива, но лишь в определенных пределах — до тех пор пока речь идет о породах щебнистого и каменно-глыбового типов.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РЕК С ПОЙМЕННЫМИ МАССИВАМИ

Обилие щебня в рыхлом материале, поступающем в ветвящиеся реки, является причиной относительного дефицита более мелких обломков и образования в аллювии многочисленных разрозненных прослоев, состоящих из галечного скелета без заполнителя. Эти гидравлические «сверхпроводники» служат основой будущих предпочтительных путей фильтрации (ППФ), формированию которых способствует специфический гидрологический режим многорукавных рек: регулярные отсоединения второстепенных рукавов и проток приводят к резкому возрастанию градиентов гидравлического напора и гидравлическому «пробою» разделяющих прослой перемычек, т. е. вымыванию мелкозернистых частиц вдоль путей наименьшего сопротивления.

Скорость движения подземных вод в ППФ нередко недостаточна для переноса песчаных частиц, а размеры пор местами позволяют крупным гидробионтам мигрировать на сотни метров и даже километры от рек.

ППФ могут формироваться лишь в относительно маломощном слое перстративного аллювия, подошва которого лежит примерно на том же уровне, что и днища глубоких плесов, но их многочисленность обеспечивает очень высокую эффективную проницаемость отложений и интенсивный водообмен рек с пойменными массивами. Водообмен носит встречный характер (почти в каждом поперечном сечении русла одновременно происходят как высачивание грунтовых вод, так и инфильтрация речных) и сопровождается переносом большого количества тепла. Интенсивность водообмена (расходы высачивания и инфильтрации, отнесенные к единице водной поверхности) в долинах третьего и четвертого порядков в основном имеет порядок 10^{-5} м/с. Для подобных измерений используются методы запуска индикатора в русло водотока. При значительных расходах воды они неприменимы, но многочисленные теплобалансовые расчеты свидетельствуют о том, что водообмен не ослабевает с ростом водности рек. Вычисления проводились для водотоков с уклонами долин от 20 до 0,79 ‰ (соответствующие водосборные площади от 20 до 100 000 км²). В середине лета тепловые потоки в пойму в большинстве случаев близки к 100 Вт/м² — также по отношению к единице водной поверхности. Стоит отметить, что разветвление речных русел «само по себе» (дополнительно к специфическому строению аллювия) способствует усилению теплообмена — попросту вследствие более благоприятных геометрических соотношений.

Исследования водообмена в нашей стране и за рубежом начались примерно одновременно [17, 18]. Но если в работах автора с самого начала рассматривался встречный водообмен, то в зарубежных публикациях аналогичные сообщения начали появляться намного позже — впервые, по-видимому, в работе [19]. И только по результатам одного исследования [20] интенсивность процесса сравнима с величинами, характерными для рек СВР. Необходимые для этого проницаемость отложений и их строение, т. е. наличие предпочтительных путей фильтрации, остались вне поля зрения авторов. При этом ППФ в зарубежной литературе (в противоположность отечественной) весьма популярны, хотя их формирование исследуется исключительно на лабораторных либо численных моделях, а водопропускная способность во всех случаях несопоставима с ППФ, изучавшимися в поймах СВР. Нередко речь идет всего лишь о разрозненных участках с относительно повышенной проницаемостью в илисто-песчаных отложениях. Что касается конвективного теплообмена рек с поймами, то на количественном уровне он изучался исключительно в работах автора.

Хотя территория СВР почти целиком занята сплошной толщей многолетнемерзлых пород, конвективный теплообмен рек с вмещающими аллювиальными массивами обеспечивает существование пойменных таликов, поперечные размеры которых в 7–12 раз (нередко намного более) превышают ширину русла. В реках теплообмен понижает температуру воды летом и замедляет ее охлаждение и замерзание осенью. Во многих реках тепло, запасенное в таликах, поддерживает зимой протяженные системы полыней.

Оценки скоростей фильтрации грунтовых вод в пойменных таликах (с использованием методов запуска индикатора в наблюдательные скважины) для каждого из исследованных водотоков варьируют в широких пределах. Это вполне закономерно, исходя из вышеизложенных представлений о строении аллювия. Тем не менее полученные результаты отчетливо демонстрируют отсутствие связи этой величины с водностью рек и уклонами долин. Эксперименты проводились в том же диапазоне уклонов, что и теплбалансовые расчеты, и всюду полученные значения скоростей, как правило, редко выходили за пределы интервала 0,2–0,9 м/ч. Наряду с близостью тепловых потоков это означает, что эффективная проницаемость аллювия (K_{eff}) исследованных рек и ручьев весьма существенно (на порядки величин) возрастает с увеличением их крупности. Причиной, по-видимому, служит лучшее развитие ППФ. Приближенные оценки K_{eff} в пойме р. Колымы, основанные на ослаблении короткопериодных (первые десятки часов) колебаний уровней грунтовых вод по мере удаления от реки дали результаты порядка первых сотен метров в час.

Концентрация подземных потоков в предпочтительных путях сопровождается рядом нетривиальных эффектов.

Во-первых, короткопериодные изменения уровней воды в реках, легко распространяясь в поймы, обуславливают попеременные осушения и обводнения отдельных участков ППФ, перераспределение подземных потоков и перестройку температурных полей. Термический эффект проявляется в нерегулярных вариациях температур, размах которых (со скоростью до десятых долей градуса в час) не зависит от удаления от берега реки (до сотен метров). В одном и том же пункте на близлежащих глубинах (с разницей 1–2 м) вариации могут близко совпадать в один срок измерений и иметь противоположные знаки спустя сутки или даже менее. Изменения уровней грунтовых вод могут происходить со скоростью до 1 см/мин.

Второй эффект состоит в том, что турбулентный режим движения грунтовых вод в ППФ (вероятно, в сочетании с предыдущим эффектом) обуславливает быстрые (с частотой до 1–1,5 мин⁻¹) осцилляции их температур и уровней с амплитудами до 0,1 °С и 1 мм соответственно.

Наконец, в наиболее концентрированных подземных потоках суточные колебания температуры воды могут распространяться на сотни метров от рек и в пунктах высачивания существенно влияют на распределение температур в руслах, которое нередко оказывается прямо противоположным ожидаемому: температура повышается с глубиной во время дневного прогрева с поверхности или повышается при ночном выхолаживании.

Результаты всех перечисленных здесь и ниже исследований, связанных с пойменными таликами, уникальны [7], за исключением (частично) выявления причин развития на них азональных растительных сообществ.

ТАЛИКИ И НАЛЕДИ В РЕЧНЫХ ДОЛИНАХ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

На Северо-Востоке России реки, разветвленные на рукава, не только доминируют среди широкопойменных водотоков, но и обладают абсолютным преимуществом вследствие небольшой доли водотоков в стадиях глубинной и боковой эрозии (23 %). Поэтому причинно-следственная связь пойменных таликов с ветвлением означает, что они развиваются в большинстве долин, где реки и ручьи в принципе способны формировать аллювиальные поймы (в основном начиная с потоков третьего порядка). Вдоль крупных рек такие талики протягиваются на сотни километров, прерываясь лишь на сравнительно коротких участках врезания в локальные поднятия или в породы глыбово-каменного типа. В большинстве долин пятого порядка ширина таликов достаточна для протаивания многолетнемерзлой толщи на всю ее глубину. По одной этой причине зона сплошного распространения многолетнемерзлых пород рассечена тальми «щелями», густота которых не менее 80 м/км² — на порядок больше по сравнению с оценками, основанными на предыдущих представлениях. Но и эта цифра сильно занижена по сравнению с действительной величиной, так как во многих долинах четвертого и даже третьего порядков формируются специфические разновидности таликов с повышенными поперечными размерами. Кроме того, речные долины часто заложены по тектоническим нарушениям, многие из которых омоложены; это способствует формированию сквозных таликов и при небольшой ширине тальных зон.

Исследования регионального распространения пойменных таликов были основаны на отмеченном выше сильном влиянии теплообмена с реками на термический режим русловых вод. Результаты по-

казывают, что вне СВР — на территориях, обеспеченных необходимыми данными, — такие талики редки, либо вовсе отсутствуют. Статистическая обработка этих данных дополнительно подтверждает связь пойменных таликов с реками, разветвленными на рукава.

Большинство пойменных таликов отчетливо выделяется среди окружающих ландшафтов (преимущественно это тундролесья с доминированием угнетенной лиственницы [3]) древостоями высокоствольных смешанных лесов с широким участием лиственных деревьев: чозении (*Chozenia arbutifolia*) и тополя душистого (*Populus suaveolens*). Следует подчеркнуть, что развитие этих видов связано не столько с отсутствием многолетней мерзлоты, сколько с увлажнением грунтов проточными, хорошо аэрированными водами. Именно поэтому за пределами СВР данные деревья распространены намного меньше.

Наледи — еще одно природное явление, в отношении которого СВР занимает исключительное положение. Наиболее часто используемый показатель — это относительная наледность, т. е. доля территории, покрытая наледным льдом перед началом его таяния. Но гидрологическую и гидрогеологическую роль наледей намного лучше характеризует доля талых наледных вод в суммарном речном стоке. Расчет по данным, приведенным в монографии [21], показывает, что для СВР в целом эта величина равна 8,7 % против 2,7 % для ближайшей по наледным характеристикам территории Южной Якутии (при этом площадь последней меньше в 44 раза).

Наледи на СВР связаны главным образом со сквозными пойменными таликами. Во многих из них большие запасы подземных вод сохраняются до конца зимы. Водопроницаемость таликов варьирует вниз по течению, и в тех поперечных сечениях, где она сильно уменьшается, значительная доля подземного потока вытесняется на поверхность и замерзает, формируя наледи.

Совершенно противоположна роль в наледообразовании тех пойменных таликов, в которых воды аллювиальных отложений срабатываются уже в начале зимы (к ним относится большая часть надмерзлотных таликов). Подмерзлотные воды, локально поступающие в них по тектоническим нарушениям, при небольших расходах не достигают дневной поверхности и не образуют наледей. Это обстоятельство существенно ограничивает распространение малых наледных тел. Поэтому, хотя на СВР на единицу площади приходится максимальные объемы наледного льда, удельная численность наледей (по данным [21]), наоборот, минимальна.



Причинно-следственные связи между специфическими характеристиками компонентов геосистем речных долин на Северо-Востоке России.

Доля наледных вод в речном стоке служит наиболее адекватным показателем масштабов взаимодействия поверхностных и подземных вод (очевидно, что питающие наледи подземные воды, в свою очередь, получают подпитку с поверхности на более высоких гипсометрических отметках). Приведенные выше расчеты вполне убедительно демонстрируют уникальность СВР в данном отношении. Но следует также иметь в виду, что многие выходы подмерзлотных вод в долины «маскируются» надмерзлотными таликами, не образуя наледей. Кроме того, на практике площадь, занимаемая наледями (а следом за ней и все остальные расчетные характеристики), оценивается по наледным полянам, которые имеют отчетливый геоморфологический облик и легко распознаются на аэрофотоснимках. Наледные поляны образуются только в тех местах, где ледяные поля намерзают регулярно из года в год. Но подземные воды, циркулирующие в водообильных пойменных таликах, могут изливаться на промерзшую поверхность грунта рассредоточенно и нерегулярно: в отдельные годы слой льда толщиной в метр и более покрывает пойму на протяжении многих километров, в другие лед занимает весьма ограниченные площади. В таких поймах перигляциальный режим и растительный покров аналогичны окраинам наледных полей, на аэрофотоснимках практически не отличимым от окружающей местности. Соответствующие ландшафты не учитываются в оценках наледности, поэтому последние далеко не в полной мере отражают как истинные масштабы сезонного оледенения территории СВР, так и, тем более, тесноту взаимосвязи поверхностных и подземных вод.

Подводя итоги исследования, подчеркнем, что его результаты демонстрируют уникальность ряда физико-географических характеристик территории СВР, связанную в конечном счете с особенностями геологического строения региона (см. рисунок). Несомненно, что его потенциал для исследований подобного рода далеко не исчерпан. Примерами других крупных территорий, внутренне однородных в данном отношении (и при этом контрастных по сравнению как друг с другом, так и с СВР), являются о. Сахалин и горы Южной Сибири.

В целом совместный анализ результатов исследований, проводившихся на территории СВР, свидетельствует о выдающемся значении литологии коренных пород в формировании природных комплексов речных долин. Принадлежность пород к одному из трех выделенных типов следует, по-видимому, отнести к разряду ведущих компонентов литогенной основы. Применение рассматриваемого подхода представляется полезным как для отдельных дисциплин географического цикла, так и для междисциплинарных исследований, поскольку способствует объективизации районирования изучаемых территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губарева Т.С. Классификация речных бассейнов и гидрологическое районирование // География и природ. ресурсы. — 2012. — № 1. — С. 111–121.
2. Калабин А.И. Вечная мерзлота и гидрогеология Северо-Востока СССР // Труды ВНИИ золота и редких металлов. — 1960. — Т. 18. — 469 с.
3. Пармузин Ю.П. Северо-Восток и Камчатка. — М.: Мысль, 1967. — 367 с.
4. Каргашов И.П. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран (на примере Северо-Востока СССР). — М.: Наука, 1972. — 184 с.
5. Толстихин О.Н. Наледи и подземные воды Северо-Востока СССР. — Новосибирск: Наука, 1974. — 164 с.
6. Перльштейн Г.З. Водно-тепловая мелиорация мерзлых пород на Северо-Востоке СССР. — Новосибирск: Наука, 1979. — 290 с.
7. Михайлов В.М. Пойменные талики Северо-Востока России. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2013. — 244 с.
8. Михайлов В.М. Морфодинамика русел рек горных стран и литология коренных пород // Геоморфология. — 2011. — № 4. — С. 11–21.
9. Пенк В. Морфологический анализ. — М.: Географгиз, 1961. — 359 с.
10. Воробьев И.В., Горшков С.П. Перигляциальные образования севера Енисейского кряжа и запада Сибирской платформы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. — 1975. — № 5. — С. 51–59.
11. Пиньковский С.И. Типы речных русел Средней и Южной Сибири // Труды Гос. гидрол. ин-та. — 1962. — Вып. 94. — С. 87–114.
12. Пиньковский С.И. Типы речных русел Северо-Востока СССР и полуострова Камчатки // Труды Гос. гидрол. ин-та. — 1965. — Вып. 120. — С. 55–98.
13. Пиньковский С.И. Типы речных русел советского Дальнего Востока (южная половина) // Труды Гос. гидрол. ин-та. — 1967. — Вып. 144. — С. 77–117.

14. **Чалов Р.С.** Русловедение: теория, география, практика. — М.: Изд-во «ЛКИ», 2008. — Т. 1. — 608 с.
15. **Михайлов В.М.** Реки горных территорий Северо-Востока России: однородность и разнообразие морфологических характеристик их русел // Геоморфология. — 2015. — № 1. — С. 3–13.
16. **Дэвис В.М.** Геоморфологические очерки. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1962. — 455 с.
17. **Михайлов В.М.** Взаимосвязь термического режима таликов речных долин и открытых водотоков: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 1993. — 19 с.
18. **Harvey J.W., Bencala K.E.** The effect of streambed topography on surface-subsurface water exchange // Water Resour. Res. — 1993. — Vol. 29, N 1. — P. 89–98.
19. **Story A., Moore R.D., Macdonald J.S.** Stream temperatures in two shaded reaches below cutblocks and logging roads: downstream cooling linked to subsurface hydrology // Canadian Journ. of Forest Res. — 2003 — Vol. 33, N 8. — P. 1383–1396.
20. **Covino T.P., McGlynn B.L., Mallard J.M.** Stream-Groundwater Exchange and Hydrologic Turnover at the Network Scale [Электронный ресурс]. — <http://dx.doi.org/10.1029/2011WR010942> (дата обращения 11.01.2016).
21. **Алексеев В.Р.** Наледи. — Новосибирск: Наука, 1987. — 253 с.

Поступила в редакцию 21 января 2016 г.