

Е.Р. ЧАЛОВА, А.В. ЧЕРНОВ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия, ekar28@yandex.ru, Alexey.chernov@inbox.ru

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РУСЕЛ И ПОЙМ РЕК АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ, МОНГОЛИИ И КИТАЯ

Рассматриваются особенности морфологии и динамики речных русел и пойм, расположенных в разных природных зонах и в различных условиях развития русловых деформаций. При составлении мелкомасштабных тематических карт (геоморфологических, ландшафтных и других) речные долины и составляющие их русла и поймы показываются упрощенно — единым линейным условным знаком. Однако при этом не отображается влияние на формирование и развитие русел и пойм зональных процессов, связанных с климатическими особенностями речных бассейнов. Для выявления этого влияния составлена оригинальная мелкомасштабная карта речных русел на большую территорию востока Евразийского континента, охватывающую азиатскую часть России, Монголию и Китай (восточную трансекту). На этой территории широко проявляется климатическая зональность как равнин, так и высокогорий, и подчеркивается воздействие зональности на, казалось бы, интразональные русловые процессы. Отмечается, что на флювиальные процессы активно влияют зональные природные факторы. В нивальной зоне это криогенные процессы, в семиаридной — эоловые и галогенные (засоление пойм). В высокогорьях роль горизонтальной зональности меньше (она проявляется только в семиаридных высокогорьях), но там активизируется воздействие азональных склоновых процессов. Лишь в гумидной зоне нефлювиальные факторы русловых и пойменных процессов почти не проявляются. Обнаруженные закономерности связаны с возникновением опасных чрезвычайных и экстремальных русловых процессов, которые в каждой природной зоне имеют свою специфику. Это необходимо учитывать при их картографировании и использовании ресурсов рек.

Ключевые слова: речное русло, пойма, природные зоны, зональность и азональность, экстремальные и чрезвычайные события на реках.

E.R. CHALOVA, A.V. CHERNOV

Lomonosov Moscow State University,
119991, Moscow, Leninskie gory, 1, Russia, ekar28@yandex.ru, Alexey.chernov@inbox.ru

THE CARTOGRAPHIC INVESTIGATION METHOD FOR IDENTIFYING THE ZONAL FEATURES IN RIVERBEDS AND FLOODPLAINS OF THE ASIAN PART OF RUSSIA, MONGOLIA AND CHINA

This article deals with the features in the morphology and dynamics of river beds and floodplains located in different natural zones and in different conditions of development of channel deformations. In preparing small-scale thematic maps (geomorphological, landscape and other maps), river valleys and their constituent river beds and floodplains are displayed in a simplified fashion using a common linear conventional sign. However, the procedure neglects the influence on the formation and development of riverbeds and floodplains from zonal processes associated with climatic features of river basins. For revealing this influence, an original small-scale map of riverbeds on a large territory of the East of the Eurasian continent covering the Asian part of Russia, Mongolia and China (Eastern transect), was compiled. The climatic zonality of both plains and highlands is widely manifested in this territory and the influence of zonality on intrazonal channel processes is emphasized. Of course, the leading factors are fluvial, but they are actively influenced by zonal natural factors. In the nival zone, they are represented by cryogenic processes, and in the semiarid zone by aeolian and halogen processes (salinization of floodplains). In the highlands, the role of horizontal zonality is less (it is manifested only in the semiarid highlands), but there the influence of azonal slope processes is intensified. Only in the humid zone, the nonfluvial factors of channel and floodplain processes are almost not manifested. The identified regularities are associated with the occurrence of dangerous emergency and extreme channel processes which differ in their specificity in each natural zone. This should be taken into account when mapping them and using river resources.

Keywords: river bed, floodplain, natural zones, zoning and azonality, extreme and extraordinary events on rivers.

ВВЕДЕНИЕ

Формирование речных русел и пойм происходит в процессе взаимодействия водного потока и горных пород. Морфология речных русел и пойм, которые с позиций системного анализа лучше рассматривать как пойменно-русловые комплексы, определяется геолого-геоморфологическим строением речного бассейна — размываемостью долинообразующих пород, их трещиноватостью, современными тектоническими движениями. На динамику русел, кроме геологии и геоморфологии бассейна, влияют его гидрологические условия — общая водоносность реки, модуль ее стока (уровень обводненности бассейна), сток наносов и их крупность, внутригодовое распределение стока воды и наносов [1].

При отсутствии литологических ограничений со стороны бортов и дна долины активно развиваются как глубинная, так и боковая эрозия, формируются широкопойменные русла. Горизонтальные деформации речных русел — размывы и намывы берегов — осуществляются без внешних ограничений, реки свободно меандрируют и/или разветвляются на рукава, образуются молодые участки поймы, размывается старая пойма. В долинах, которые формируются в скальных или глинистых породах, напротив, боковая эрозия почти не происходит, долины, как и русла, беспойменные, врезанные в коренные породы. Гидрологический режим реализуется в русловых процессах через законы гидравлики, объясняющие взаимодействие потока и русла и не зависящие от внешних условий их деятельности. Таким образом, основные факторы, определяющие русловые процессы, — либо азональные (гидравлика и литология), либо интразональные (речной сток).

Вместе с тем, рассматривая русла и поймы как природные комплексы, Н.И. Маккавеев писал, что «поскольку русла рек являются составной частью физико-географической среды и их развитие и морфологический облик определяются сочетанием различных природных условий, то русловые процессы в такой же мере зональны, как и другие географические процессы» [2, с. 5].

Р.С. Чалов [3], формулируя методологические основы общего и географического русловедения, развил это положение: зональный характер распространения имеет такой важнейший показатель влияния гидрологических факторов русловых процессов, как руслоформирующие расходы воды; их оценка интегрирует влияние комплекса природных условий в бассейнах рек и служит важнейшим критерием географических закономерностей в руслоформирующей деятельности рек. Зональные географические закономерности прослеживаются и в особенностях перемещения по руслам наносов, определяющих вид, направленность и темпы русловых деформаций [3].

Кроме того, известно, что, поскольку пойма, образовавшись в процессе горизонтальных русловых деформаций, затем развивается в аэробных условиях на суше, то на нее воздействуют те климатические факторы, которые не отражаются в формировании русел. Это набор видов растений, участвующих в пойменной сукцессии, сукцессия пойменных почв, в конце концов становящихся зональными, и даже влияние льдин на берега и на поверхность поймы во время ледоходов.

Отсюда следует, что пойменно-русловые комплексы как интегральный результат проявления русловых процессов определяются природными условиями их формирования и поэтому должны отличаться зональным характером своего распространения по территории.

Действительно, при детальном рассмотрении характера русловых процессов и флювиального рельефа на реках и поймах, расположенных в различных физико-географических условиях, данное положение подтверждается. Так как русловые и пойменные процессы проявляются в реальной природе, созданный потоком флювиальный рельеф имеет весьма заметные особенности, вызванные влиянием внешних физико-географических факторов. Значительная часть этих факторов зональна, и поэтому, рассматривая русла и поймы на больших территориях, расположенных в разных термических, влажностных и ветровых условиях, можно выявить элементы зональности в их рельефе и ландшафтном облике.

Русловые процессы не являются нейтральными по отношению к использованию природных ресурсов человеком: они могут как благоприятствовать добыче и потреблению ресурсов, так и представлять существенную опасность для прибрежной инфраструктуры, созданной человеком для реализации этих ресурсов [4]. Зональные особенности русловых процессов также могут вносить определенную специфику при использовании речных и прибрежных ресурсов. Возможные опасности при обычных и экстремальных проявлениях русловых и пойменных процессов также рассматриваются в настоящей статье.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявление зональности в рельефе речных русел и пойм было проведено в пределах субмеридиональной трансекты, пересекающей восточную часть Евразии от побережья Северного Ледовитого

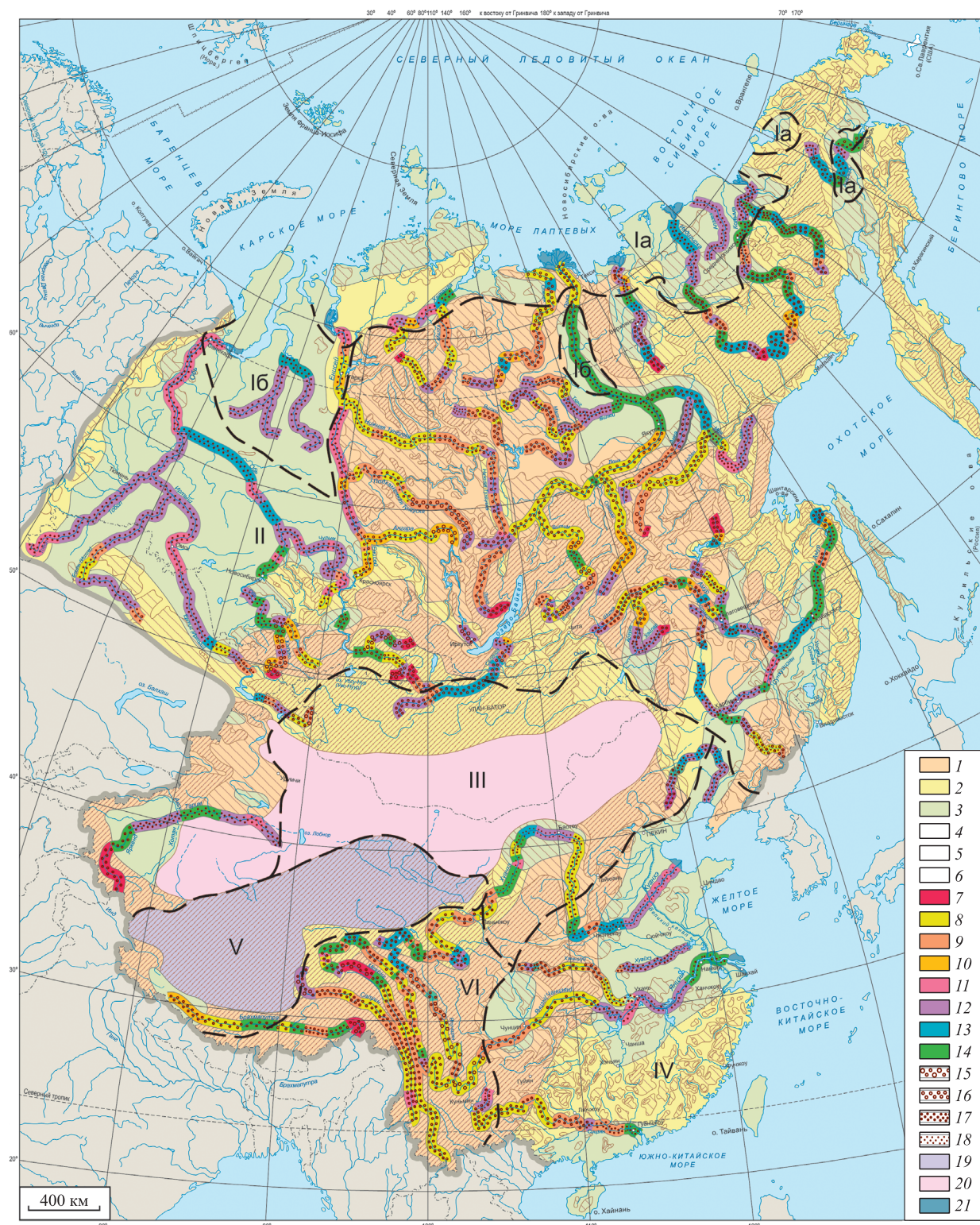


Рис. 1. Русловые процессы на реках азиатской части России, Монголии и Китая. Оригинальный масштаб 1:16 000 000.

Зональные проявления в рельефе речных русел и пойм. Области: Ia — зональные проявления криогенных процессов в зоне низкотемпературной мерзлоты в субарктическом поясе, Ib — зонального проявления криогенных процессов в зоне высокотемпературной мерзлоты в субарктическом поясе, II — минимального влияния зональ-

ных нефлювиальных процессов на русла и поймы в умеренном поясе, III — зонального проявления эоловых процессов и засоления в семиаридных и аридных условиях умеренного и субтропического поясов, IV — минимального влияния зональных нефлювиальных процессов на русла и поймы в субтропическом муссонном поясе, V — проявления эоловых (зональных) процессов и склоновых (азональных) процессов в сухом (тропическом) высокогорье, VI — с активным влиянием на русла и поймы склоновых процессов во влажном (муссонном) высокогорье. Геолого-геоморфологические условия развития русловых деформаций: 1 — ограниченные, 2 — чередование свободных и ограниченных условий, 3 — свободные условия. Распространение равнинных, полугорных и горных рек: 4 — равнинные, 5 — полугорные, 6 — горные. Морфодинамические типы русел: 7 — горные реки, не разделенные на типы русел. Врезанные русла горных, полугорных и равнинных рек: 8 — относительно прямолинейные, 9 — излучины, 10 — аккумулятивные разветвления; широкопойменные русла: 11 — относительно прямолинейные, 12 — извилистые, 13 — разветвленно-извилистые, 14 — разветвленные. Руслообразующие наносы: 15 — валунно-галечные, 16 — галечные, 17 — песчаные, 18 — песчано-илистые. 19 — высокогорные территории внутреннего стока; 20 — бессточная территория; 21 — дельты.

океана до берегов Восточно-Китайского моря (восточной трансекты). Результаты этих исследований представлены на карте русловых процессов азиатской части России, Монголии и Китая (оригинальный масштаб 1:16 000 000) (рис. 1), созданной с использованием информативных и выразительных систем условных обозначений, разработанных Научно-исследовательской лабораторией эрозии почв и русловых процессов МГУ для карт русловой тематики в 1980-х гг. [5].

Русла и поймы — линейные объекты, поэтому информацию о них наиболее целесообразно представлять с помощью линейных знаков. Для отображения морфодинамических типов речных русел используются цветные ленты заданной ширины, расположенные вдоль положения рек на карте. Их цвет обозначает определенный морфодинамический тип русла. Речные поймы — второй важнейший элемент пойменно-русловых комплексов — не могут быть непосредственно отображены на карте в данном масштабе, но морфологический тип пойм практически всегда соответствует морфодинамическому типу широкопойменного русла. Так, извилистым руслам соответствует сегментно-гравистая пойма, разветвленным — ложбинно-островная, разветвленно-извилистым — сегментно-островная, относительно прямолинейным — параллельно-гравистая пойма. В беспойменных долинах, где русла рек глубоко врезаны в долины, поймы практически отсутствуют [6]. Крупность речных влекомых наносов показывается крапом внутри лент типов русла. Даются сведения о наличии в руслах валунно-галечных, галечных, песчаных, песчано-илистых наносов. Каждый из этих типов руслообразующих наносов соответствует определенным условиям (в основном составу долинообразующих пород, в которых протекают реки, и их уклонам).

Однако применение только линейных знаков, характеризующих к тому же большие реки, не обеспечивает показа на картах важнейших региональных факторов русловых процессов, в данном случае — геолого-геоморфологических условий развития пойменно-русловых комплексов. Эти факторы имеют площадное распространение и воздействуют одновременно на многие реки — большие и малые, текущие по большим территориям. Более того, широкое проявление их воздействия делает ненужным вкладывание информации о них в прокрустово ложе линейных знаков, показывающих русла и поймы каждой крупной реки.

Поэтому для показа важнейших факторов русловых процессов, имеющих региональное распространение (в данном случае — геолого-геоморфологических условий формирования русел), используется качественный фон на площади карты, не занятой линейными знаками. Цветовой фон применяется для отображения условий развития русловых деформаций: выделяются условия свободные (литологически ничем не ограниченные), ограниченные трудноразмываемыми породами, и их частое чередование в районах с пестрым составом поверхностных горных пород. Распространение рек с горным, полугорным и равнинным течением (бурных, переменных и спокойных), что определяется уклонами, а в конечном итоге все той же размываемостью горных пород, показывается штриховкой. При этом надо понимать, что информация, помещенная в каждом контуре, относится только к линейным или точечным объектам, являющимся целью картографирования, т. е. к руслам и поймам рек данной территории.

Представленная в статье карта (см. рис. 1) дает общее представление о характере распределения рек с различными типами пойменно-русловых комплексов. Их основные зональные и азональные особенности вскрываются при более детальном рассмотрении морфологии и динамики русел и пойм рек, расположенных в различных природных зонах и высотных ярусах, что и было сделано в процессе составления карты. Итогом этих детальных исследований стало выделение контурами на карте зон, в которых проявляются различные зональные особенности русловых процессов и морфологии русел и пойм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В субарктическом поясе, на берегах моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей, все пойменные и часть русловых отложений скованы многолетней мерзлотой. Это отражается на характере размыва пойменных берегов и в рельефе и ландшафтах пойм. Для того чтобы замерзшие толщи разрушились, они должны оттаять. Оттаивание быстрее всего происходит там, где теплый водный поток прижимается к берегу, т. е. на вогнутых берегах излучин. Оттаявший грунт насыщается водой и оплывает в русло, способствуя отступанию берега. Намыв русловых отложений на противоположных выпуклых берегах излучин происходит медленнее размыва вогнутых берегов, поэтому на излучинах образуются несоразмерные потоку расширения русел, хорошо читаемые на космическом снимке (рис. 2). Руслу таких рек в плане представляют собой четковидные бусы, где округлые расширения чередуются с узкими перетоками между ними [7]. Столь своеобразное проявление русловых деформаций может нести в себе определенную опасность, так как расчеты размыва и отступления пойменных берегов, на которых могут возводиться различные строения и сооружения, как правило, не учитывают возможного внезапного обрушения части берега.

Подобные расширения русел, имеющие совместное эрозионно-термокарстовое происхождение, особенно заметны на малых и средних по водности широкопойменных реках, таких как верхний Вилюй и его притоки, Котуй, верхний Оленёк, Арго-Сала, Моркока, Муна, Молодо, реки Яно-Индибирской и Колымской низменностей. С повышением водности реки эффект термического разрушения берегов только на излучинах нивелируется, и уже на реках Оленёк, Анабар (в нижних течениях), Яна, Индибирка и др. четковидных расширений на изгибах не наблюдается.

Кроме озеровидных расширений, в пойменно-русловых комплексах широкопойменных рек зоны вечной мерзлоты также развиты иные мерзлотные явления. На поймах с температурой аллювиальных отложений ниже -5°C широко распространены полигонально-валиковый рельеф поверхности и термокарстовые озера. Сетка мерзлотных полигонов покрывает все формы первичного пойменного рельефа — как гривы, так и межгивные понижения, сохраняя, однако, их контуры. В итоге и без того неровные и увлажненные поверхности пойм полностью заболачиваются и становятся практически непроходимыми для любого вида механического транспорта. Такие условия отмечаются на реках северо-востока России, протекающих по Яно-Индибирской и Колымской низменностям, а также в межгорных котловинах их горного обрамления [8].



Рис. 2. Озеровидные расширения на изгибах русел малых рек в субарктической зоне. Река Таба-Ольбют (бассейн р. Котуй). Снимок из информационной системы Google Earth.

Термокарстовые озера на поймах представляют собой трансформированные старицы, у которых грунт на выпуклых берегах (бывших шпорах), окруженный теплыми водами, быстро тает, размокает и оседает в воду; изогнутая старица превращается в округлое озеро. Так как почти каждая старица становится округлым термокарстовым озером, то зачастую озерность речных пойм превышает 50–60 %. При температурах пойменного аллювия от 0 до -3°C мерзлотных полигонов не образуется, и на поймах в изобилии сохраняются только термокарстовые озера. Транспортная проходимость таких пойм оказывается еще ниже, чем полигонально-валиковых. На карте русловых процессов ареал широкого распространения полигонально-валиковых и озерно-термокарстовых пойм совпадает с ареалом низкотемпературной многолетней мерзлоты (см. рис. 1, область Ia), а ареал распространения преимущественно озерно-термокарстовых форм — с ареалом высокотемпературной мерзлоты на севере Западной Сибири и в Центрально-Якутской низменности (см. рис. 1, область Ib).

Следует подчеркнуть, что влияние криогенных условий на речные русла и поймы проявляется только в условиях свободного развития русловых деформаций на широкопойменных реках. На врезанных беспойменных реках подобное влияние отсутствует, так как горизонтальные русловые деформации происходят там чрезвычайно медленно, а поймы нет вообще или она очень узкая. Многолетняя мерзлота в таких условиях воздействует на развитие склоновых процессов на бортах долин.

В умеренном поясе русловые процессы испытывают минимальное влияние зональных нефлювиальных факторов. На широкопойменных реках таковым может быть только переувлажнение тыловых частей пойм, на малых и средних таежных реках — древесные заломы [9]. Заломы могут влиять на русловые процессы, но проявляются они весьма локально и общего характера деформаций не меняют. В глубоко врезанных беспойменных и узкопойменных долинах на русловые процессы могут воздействовать обвально-осыпные и оползневые процессы на склонах, однако сами по себе они не являются зональными, а зависят от глубины вреза и состава вмещающих долину пород.

В умеренном гумидном поясе расположено большинство рек России, реки Китая, принадлежащие бассейну Амура, среднее течение Селенги и ее монгольские притоки (см. рис. 1, область II). Однако реки, лежащие южнее, формируют свои долины в той области умеренного пояса, которая на большей части территории Китая и Монголии характеризуется семиаридным и аридным климатом.

Важным по значению фактором, влияющим на формирование русел и пойм в семиаридных условиях Внутренней Азии (после литологии долинообразующих пород и внутригодового распределения осадков), являются эоловые, реже — галогенные процессы (см. рис. 1, область III). Этому способствуют полупустынные или пустынные ландшафты, где широко распространены движущиеся песчаные формы — серповидные и пирамидальные барханы, барханские цепи и гряды. Под воздействием преобладающих ветров (северных — зимой и юго-восточных — летом) эти образования наступают на речные долины, засыпают надпойменные террасы, затем пойму и, наконец, выдвигаются в речные русла. Дальнейшее развитие процессов взаимодействия потока воды и масс песка может происходить по различным сценариям.

На реках северной окраины пустыни Гоби, относящихся к бассейну р. Селенги, эоловые процессы развиты слабо из-за холмистого рельефа, выполненного мелкодисперсными или скальными породами. В то же время активно проявляются склоновые процессы, типичные для семиаридных условий, а именно делювиальный смыл, формирование бедлендов. Все это приводит к избыточной аккумуляции аллювия в руслах и их заилению. Здесь преобладают речные долины ящикообразной формы с крутыми бортами и с плоским дном, ширина которых превышает ширину узких и заиленных русел в 50–100 раз. Сами русла преимущественно свободно меандрирующие или разветвленно-извилистые с размываемыми пойменными берегами; широкие поймы почти полностью переработаны большим количеством пойменных протоков, здесь много сухих староречий и старичных понижений [10].

На некоторых реках (Идер, Чулуут, Тамир, Орхон) днища долин периодически расширяются еще больше, образуя внутригорные котловины. В их рельефе четко прослеживаются следы конусов выноса материала с низкогорных водоразделов. Они образовались в плейстоценовые периоды прошлого, когда сток рек превышал современный. Тогда с низкогорий склоновыми и русловыми потоками сносилось большое количество материала, который и заполнял котловины, а вода растекалась по этим плоским конусам, образуя в них множество расходящихся веером протоков. Некоторые протоки действуют до сих пор, поставляя в речные русла избыточный мелкий материал, но большая их часть в таких котловинах превратилась в сухие староречья [11]. Отметим, что похожие внутригорные котловины с конусами выноса материала и протоками широко распространены также в речных бассейнах Дальнего Востока, но там, в гумидном климате, протоки не пересыхают, и в паводки по ним происходит сток воды [12].

Своеобразна морфология русла и поймы р. Харуух в Центральной Монголии (бассейн р. Орхон): она более типична для долин пустынных рек, лежащих южнее. Здесь прослеживаются характерные для аридного климата ландшафты солончаков и эоловых барханов, переработавшие флювиальный рельеф долины. Солончаки встречаются как на поверхности поймы, так и в рукавах основного русла, препятствуя стоку воды. Поверхности надпойменных террас, удаленные от русла и засоленной поймы, сейчас перекрыты барханами. На отдельных участках барханы и барханные цепи полностью перекрывают всю долину, практически не оставляя места для поверхностного стока реки.

Южнее, практически уже *в субтропическом аридном климате*, речные русла, поймы и долины в целом приобретают еще более специфические черты. Здесь эоловый фактор затмевает даже русловые процессы.

Река Тарим, расположенная в пустыне Такла-Макан, в своем среднем течении питается из притоков, стекающих с южных склонов отрогов Тянь-Шаня — хребтов Халынтау, Сармик-Ула, Чельтаг, Куруртаг. Все эти притоки впадают в Тарим слева, тогда как справа (южнее) простирается пустыня. Пески, надвигающиеся на долину Тарима с юга, из этой пустыни, засыпают правобережную часть долины, в том числе и русло реки. Тогда река разрабатывает новое русло, смещенное относительно предыдущего влево (на север), к предгорьям вышеуказанных хребтов. Старое русло заносится песком, но его положение хорошо прослеживается в виде извилистых сухих ложбин (рис. 3, а). В результате днище долины Тарима представлено густой сеткой переплетающихся сухих извилистых ложбин в правой части долины и обводненных извилистых протоков в левой ее части. Ширина всего днища долины составляет около 50 км при ширине действующего в межень русла 80 м.

В нижнем течении Тарима, где его долина отходит от питающих реки хребтов к югу, процесс засыпания песком поймы и русла активизируется: на субмеридиональном отрезке реки пойма почти лишена растительности и служит ареной эолового перемещения небольших песчаных кос. Сток воды по руслу в зимний период не просматривается. На расстоянии 40–50 км друг от друга в этой почти засыпанной песком долине встречаются оазисы, где по извилистым протокам возобновляется сток воды, а понижения на пойме превращаются в мелкие озера и болота, часто засоленные.

Аналогичным образом выглядит р. Черчен, расположенная на южном обрамлении пустыни Такла-Макан. Она берет начало в отрогах хребтов Пржевальского и Алтынтаг и теряется в песках пустыни, не донося свои воды даже до котловины оз. Лобнор. Засыпанные песком протоки также находятся южнее сохранившегося русла. Это говорит о преобладании в котловине пустыни ветров южного (летнего) направления, обеспечивающих смещение барханов, а затем и речных русел к северу.

На карте видно, что область III (см. рис. 1) охватывает и полностью аридные территории пустынь Гоби и Такла-Макан, показанные как бессточные. Однако здесь в отдельную область они не выделяются, так как на их периферии иногда можно обнаружить малые сухие большую часть года долины, открывающиеся в эфемерные озера. В этих долинах угадываются полузанесенные песком русла, аналогичные тем, что находятся в семиаридных условиях.

Говорить о каких-либо опасных или экстремальных ситуациях в речных долинах в данной природной зоне не приходится, так как происходящие здесь эоловые и сходные с ними процессы (засоление, педиментация склонов) никак не отражаются на деятельности человека. Негативным для человека является усыхание оазисов, но это явление, хотя и связанное с водой, флювиальных (русловых и пойменных) процессов не касается [13].

Приближение к муссонному восточному побережью Китая накладывает отпечаток на характер пойменно-русловых комплексов субтропических рек, однако заметное влияние эоловых процессов на морфологию русла и поймы сохраняется даже на такой крупной реке, как Хуанхэ. При пересечении в своем среднем течении пустыни Алашань (к западу от долины) и лёссового плато Ордос (к востоку от нее) характер русла и поймы реки повторяет особенности пойменно-русловых комплексов пустынных рек, за исключением того, что протяженность оазисов с развитой поймой здесь превышает протяженность заносимых песком отрезков. Ниже выхода из хр. Цинь-Линь на субмеридиональном участке долины Хуанхэ средняя протяженность оазисов составляет 110–170 км, а занесенных песком участков — от 10 до 100 км. В остальном в долине реки отмечаются те же процессы: наступление барханов, засыпание песком поймы на эоловоопасных участках долины и широкая возделываемая пойма (шириной до 10 км, а вместе с низкой террасой — до 50 км) там, где пустыня отступает от реки. Подобные зональные особенности позволили отнести этот участок долины Хуанхэ и прилегающих рек к области III (см. рис. 1) [14].

В восточных провинциях Китая в субтропическом поясе типичен *муссонный климат*. Эти зональные климатические особенности отражаются в морфологии и динамике русел малых и средних рек.



Рис. 3. Влияние эоловых процессов на формирование речных долин в семиаридных и аридных условиях на равнине (долина р. Тарим на северной периферии пустыни Такла-Макан с засыпанными песком древними руслами реки) (а) и в горах (засыпанные песком и лёссом речные долины в Центральном Тибете) (б). Снимки из информационной системы Google Earth.

Великая Китайская равнина не отделена от океана горами, и океанические воздушные массы в период муссонов проникают далеко в глубь бассейнов протекающих там рек — нижних течений Хуанхэ, Хуайхэ, Янцзы и др. Аридные и семиаридные условия, характерные для северных и западных частей субтропического пояса, уступают место гумидным [15]. Поэтому влияние зональных нефлювиальных факторов на русловые процессы здесь минимально, и в формировании русел и пойм вновь превалируют интразональные русловые процессы (см. рис. 1, область IV) [16, 17]. Реки характеризуются широкими долинами, широкопойменными руслами, образующими либо пологие излучины, либо одиночные разветвления. Особенностью долин этих рек являются приустьевые озера на притоках, которые соединяются с руслами главных рек короткими и узкими проливами. Эти озера подпитыва-

ются водой во время муссонных паводков, а в сухой сезон, наоборот, сбрасывают свои воды в основную реку. Однако такие пойменные озера не являются зональной особенностью этих мест (они характерны и для нижнего Амура, протекающего в умеренном поясе) и указывают на аккумуляцию аллювия в руслах рек как следствие неотектонического погружения всех приморских низменностей Тихоокеанского побережья Евразии [18].

Пойменно-русловые комплексы рек этой зоны обладают наибольшим количеством ресурсов, поэтому их бассейны густо заселены, поймы активно возделываются, русла используются для выработки гидроэлектроэнергии, из-за чего многие из них зарегулированы плотинами, а также для водоснабжения, орошения и судоходства. Поэтому здесь можно ожидать возникновения опасных чрезвычайных ситуаций на поймах и в руслах типа прорыва ограждающих русла дамб, заиления и занесения оросительных каналов, размыва берегов. Однако за тысячелетия эксплуатации рек были выработаны весьма эффективные способы предотвращения исходящих от рек опасностей, в том числе и с учетом возможных будущих изменений стока в сторону как его увеличения, так и уменьшения, а также изменений во внутригодовом распределении стока реки [19].

Иначе проявляется влияние зональных нефлювиальных факторов на русловые процессы в *высокогорьях Тибета и Восточных Гималаев*, в условиях литологически ограниченного развития русловых деформаций (см. рис. 1, область V). Здесь русловые процессы приобретают весьма специфические черты из-за типично высокогорных нефлювиальных процессов или влияющих на них факторов. В Северном Тибете, опирающемся на пустыню Такла-Макан, климат аридный. Разрушение гор происходит в том числе за счет дефляции и корразии, продукты разрушения скал не выносятся ветром за пределы горных массивов, а в большом количестве отлагаются в речных долинах, практически засыпая их песчаным и лёссовым материалом. Таковы реки Черчен, Каракаш, Юруньташ, Чира, Керия, сток по которым в горной части бассейна проходит исключительно весной и в начале лета, а в межень русла и долины заносятся песком (см. рис. 3, б). При выходе с гор в пределы пустыни реки теряются в ее песках: долины полностью покрываются песком и пылью и не просматриваются даже на космических снимках.

Опасные для человека процессы происходят здесь не столько в пойменно-русловых комплексах, сколько на склонах. Чаще всего случаются обвалы пород с бортов долин на их днища, что ведет к засыпанию пойм и русел рек. Аналогичный случай, правда в иной, но тоже высокогорной области, произошел в 2019 г. в долине р. Буреи, которую полностью перекрыл гигантский оползень.

В *горных хребтах Восточных Гималаев*, где расположены верховья рек Янцзы (здесь она называется Цзиньшанцзян), Меконг, Салуин, Брахмапутра, климат семиаридный: начинает сказываться влияние муссонов (см. рис. 1, область VI). Из-за сильных ветров, господствующих на высоте 4–5 км, песчаных массивов там нет: весь материал выдувается в нижние ярусы гор. Пока еще небольшие реки, стекая со склонов относительно невысоких хребтов, разрабатывают свои долины в межгорных понижениях; днища долин там ровные, русловые деформации развиваются свободно. Русла рек разветвленные, с очень большим количеством рукавов. Поймы ложбинно-островные, покрыты скудной кустарниковой растительностью. Подобные типы русел и пойм можно считать высотным аналогом семиаридных субтропических рек.

При последующем врезании рек, спускающихся с горных массивов Восточных Гималаев к Тихому океану, в их средних течениях подобные элементы зональности исчезают: русла глубоко врезаются, становятся беспойменными. Долины трех крупнейших рек — Салуина, Меконга и Янцзы — благодаря коллизии Индостанской и Восточно-Китайской плит приближаются друг к другу на расстояние всего 23–25 км. В этом месте расположен национальный парк «Три параллельные реки», а долина Янцзы образует одно из самых глубоких ущелий в мире — Прыжок Тигра, глубина которого достигает 3 км.

В предгорьях Гималаев перед выходом на равнину долины и русла претерпевают сложные изменения: глубина вреза снижается, долины становятся террасированными. Из специфических особенностей можно отметить наличие у малых рек участков безруслового стока, когда неструктурированный поток стекает вниз по склону, не образуя русловых углублений; струи потока обтекают стоящие прямо на плоском днище долины деревья. Однако эта особенность связана не с зональными причинами, а с периодическим осветлением потока в многочисленных озерах, через которые протекают такие реки. Подобные нерусловые стоки наблюдаются на реках в местности Хайлагу на северо-западе Сычуаньской котловины [20].

На русловые процессы из нефлювиальных факторов в высокогорье влияют азональные обвалы и осыпи. Они происходят в основном при землетрясениях и вызывают заметные разрушения инфра-

структуры, особенно транспортных коммуникаций. Так, во время Сычуаньского землетрясения 2008 г. были засыпаны протяженные участки автомобильных дорог, идущих по склонам вдоль русел рек, и повреждены многие туннели на этих трассах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, русловые процессы, лежащие в основе флювиального рельефообразования, являются ведущим геоморфологическим фактором во всех природных зонах Земли, исключая гляциальные и экстрааридные. Однако практически во всех природных зонах на русловую деятельность и рельеф речных русел и пойм накладывают существенный отпечаток зональные нефлювиальные процессы, специфические для таких зон. В субарктических условиях к ним относится наличие вблизи русел многолетнемерзлых пород, резко меняющих свои прочностные характеристики при замерзании и оттаивании, в семиаридных и аридных условиях — эоловые процессы и засоление приречных грунтов. Лишь в гумидных зонах влияние нефлювиальных процессов на русловые деформации и поймы минимально.

Следует отметить, что и в практически лишенных речного стока гляциальной и экстрааридной зонах на локальных участках и в ограниченные периоды русловые процессы также могут проявляться в полном объеме. Однако малая длина таких участков в гляциальной зоне и короткий сезон дождей в экстрааридной зоне отодвигают русловые процессы и их проявления на второй план при формировании рельефа и происходящих в нем процессов.

Все эти особенности русловых и долинообразующих процессов необходимо учитывать при планировании использования ресурсов речных долин в разных природных зонах. Такому планированию реальную помощь могут оказать карты русловых процессов, составляемые на основе полевых научных исследований, изучения космических снимков, статистических и архивных данных и других источников информации.

Работа выполнена по плану НИР научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ им. М.В. Ломоносова и при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-05-00487).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы правления и условия формирования речных русел. — М.: Изд-во «ЛКИ», 2008. — 608 с.
2. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. — 264 с.
3. Чалов Р.С. Общее и географическое русловедение. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. — 112 с.
4. Чалов Р.С., Чернов А.В., Беркович К.М., Михайлова Н.М. География опасных проявлений русловых процессов на реках // Изв. РГО. — 2017. — Т. 149, № 4. — С. 13–33.
5. Чалов Р.С., Чернов А.В. Мелкомасштабное картографирование русловых процессов // Геодезия и картография. — 2000. — № 3. — С. 35–43.
6. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. — М.: Крона, 2009. — 654 с.
7. Тарбеева А.М. О происхождении четковидной формы русел малых рек криолитозоны // Геоморфология. — 2018. — № 1. — С. 88–95.
8. Чернов А.В. Морфология пойм равнинных рек. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. — 198 с.
9. Чалов С.Р., Ермакова А.С., Есин Е.В. Речные заломы: руслоформирующая и экологическая роль // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. — 2010. — № 6. — С. 25–30.
10. Эколого-географический атлас-монография «Селенга–Байкал»: Труды Байкальской экспедиции / Под ред. Н.С. Касимова. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2018. — Вып. 1. — 288 с.
11. Чернов А.В., Завадский А.С. Морфодинамика долинных комплексов рек бассейна Селенги // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2019. — № 2. — С. 26–30.
12. Чернов А.В. Аккумулятивные зоны предгорий юга Дальнего Востока России и особенности их освоения // География и геоэкология на современном этапе взаимодействия природы и общества: Материалы Всерос. науч. конф. «Селиверстовские чтения». — СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. ун-та, 2009. — С. 487–491.
13. Karthe D., Chalov S., Borchardt D. Water resources and their management in central Asia in the early twenty first century: status, challenges and future prospects // Environ. Earth Sci. — 2015. — N 73. — P. 487–499.
14. Series of Picture Albums of the Yellow River. — Beyang: Publication center Yellow river conservancy commission, 1991. — 21 p.

15. Лю Ш., Чжао Л., Цай Й., Махинов А.Ю., Куан Ц., Чжун Г., Лю Д., У Ц., Чжан Ч., Инь Л., Тао А., Ван Ю., Ни К., Ху С., Чжоу Ч., Хань Ч., Тань Б., Гао Ц., Чжан С., Чжоу С., Ли Ц., Чжу М., Е А., Ван Ч., Ху Ч., Шан Ц., Ли Ц., Чжао Ч., Яо С., Сю Х., Чжан Б., Гао Ч., Тан Ч., Махинова А.Ф., Волкова Т.И., Чалов Р.С. Отчет о научных исследованиях по бассейнам крупных рек и типичным озерам в Северном Китае и прилегающих районах (на китайском языке). — Пекин: Science Press, 2017. — 214 с.
16. Махинов А.Н., Лю Ш. Формирование рельефа русел и берегов рек. — Хабаровск: Изд-во ДВО РАН, 2013. — 113 с.
17. Чалов Р.С., Алексеевский Н.И., Лю Ш. Сток наносов и русловые процессы на больших реках России и Китая. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. — 212 с.
18. Махинов А.Н., Чалов Р.С., Чернов А.В. Направленная аккумуляция наносов и морфология русла Нижнего Амура // Геоморфология. — 1994. — № 3. — С. 70–78.
19. Yang S.L., Xu K.H., Milliman J.D., Jang H.F., Wu C.S. Decline of Yangtze River water and sediment discharge: Impact from natural and anthropogenic changes // Scientific Reports. — 2015. — N 5 [Электронный ресурс]. — <http://www.nature.com/articles/srep12581> (дата обращения 02.10.2019).

Поступила в редакцию 02.12.2019

После доработки 09.01.2020

Принята к публикации 24.03.2020