

УДК 551.4

КАРТА РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА РЕКАХ КРЫМА

Е.Р. Чалова, Р.С. Чалов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

ekar28@yandex.ru, rschalov@mail.ru

Поступила в редакцию 31.01.2025

После доработки 24.02.2025

Принята к публикации 28.02.2025

Аннотация. Впервые составлена крупномасштабная карта русловых процессов на реках полуострова Крым, территория которого по своим природным условиям и антропогенному воздействию значительно отличается от других регионов России. Отмечена связь морфологии русел, пойм, руслообразующих наносов с геолого-геоморфологическими и гидрологическими природными условиями, а также с сильнейшим антропогенным воздействием, восходящим к IV в. до н. э. и связанным как с забором воды, так и с техногенным преобразованием русел. Выделено шесть районов Крыма, различающихся по условиям формирования и русловому режиму рек. Приводятся сведения о длине рек, их уклонах, трансформации речных русел, паводочном режиме и селеактивности, о проведенных гидротехнических мероприятиях (канализирование рек, берегоукрепление, создание водохранилищ и др.). Анализ результатов исследований, в том числе составленной карты, определил необходимость изучения влияния массового антропогенного вмешательства на условия формирования речных русел с целью предотвращения или нейтрализации его негативных экологических последствий.

Ключевые слова: русловые процессы, картографирование, морфодинамический тип русла, районирование, антропогенное воздействие

DOI: 10.71367/3034-4638-2025-2-2-8-17

ВВЕДЕНИЕ

Картографический метод при исследовании русловых процессов был разработан и стал применяться во второй половине XX в. сначала в крупном масштабе и в основном на больших реках, точнее их участках, для комплексной оценки условий и морфологии речных русел с целью обоснования рекомендаций по их регулированию. В 70–80-е гг. был предложен подход к мелкомасштабному картографированию территорий, приведший к составлению карт русловых процессов на территории бывшего СССР и европейской его части (масштаб 1:4000000 и 1:2000000) (Русловые процессы..., 1990; Морфология и динамика..., 1999), а также Алтайского региона и Ханты-Мансийского автономного округа (Русловые процессы..., 1991; Атлас..., 2005). При этом большие и средние реки (критерий отбора определялся масштабом карты) на них показывались в виде лент-диаграмм ширины русла вдоль топографического изображения, на которых отображаются морфодинамический тип

русла, состав руслообразующих наносов, интенсивность русловых деформаций и другие характеристики речных русел и пойм, тогда как для остальных рек использовалось районирование территории по геолого-геоморфологическим условиям формирования и распространению равнинных, полугорных и горных типов русловых процессов. Основой региональных карт (Алтай, ХМАО-Югра), хотя и более крупного масштаба (1:1000000), все равно оставались большие реки (в данном случае Обь и ее основные притоки) и районирование для малых рек.

Первый опыт составления карты на регион, лишенный больших и даже средних, но относительно крупных рек этой категории, был сделан применительно к территории полуострова Ямал, на карте которого показаны русла большинства малых рек (кроме рек 1–4-го порядков) (Чалов, Чалова, 2024), но масштаб ее уже 1:400000. Этот регион характеризуется естественными русловыми процессами, практически лишенными антропогенных воздействий на сами реки. Среди реги-

онов, в которых абсолютно преобладают малые реки, единичные же средние (по длине и площади бассейна) отличаются малой водностью и даже пересыханием в летнее время и все реки подвержены мощным антропогенным преобразованиям их гидрологического и руслового режима, особо выделяется Крымский полуостров. Благодаря этим особенностям рек Крыма картографирование русловых процессов приобретает специфические черты, а анализ составленной карты позволяет в полной мере оценить масштабы и разнообразие трансформированности речных русел в разных частях полуострова, в горах, предгорьях и в степном Крыму.

Следует иметь в виду, что гидрографии и гидрологии Крыма посвящена довольно обширная литература (Киселева, Прокопов, 2003; Олиферов, Тимченко, 2005; Лисовский, Новик, Тимченко и др., 2011 и др.), в том числе по Горному Крыму в отношении селевой деятельности (Олиферов, 2005). При этом достаточно подробно рассматривается влияние на сток рек массового регулирования его прудами и водохранилищами, водозаборами в оросительные каналы. Косвенно через хозяйственную преобразованность ландшафтов дается оценка их влияния на состояние рек (Ена В., Ена Н., 1971). Однако вне поля зрения остаются русловые процессы на реках, морфология и динамика русел и их преобразованность в условиях такой разносторонней и территориально всеобъемлющей, полностью охватывающей Степной Крым и в очень значительной мере Горный, антропогенной деятельности, в том числе непосредственно в речных руслах или превращающей их в каналы. По существу, единственной работой, где была дана характеристика русловых процессов на реках Крыма с оценкой их измененности, была кандидатская диссертация И.Н. Павлова (1996), а также опубликованная по ее результатам статья (1994), которые в перечисленных выше и в других работах по рекам Крыма даже не упоминаются.

Задача настоящей статьи на основе составления карты русловых процессов на реках Крыма, во-первых, рассмотреть основные принципы их картографирования в условиях очень сильной, массовой антропогенной преобразованности речных русел и, во-вторых, представить полноценную, на современном этапе, характеристику морфодинамики русел рек полуострова и трансформированность на урбанизированных территориях, в результате канализирования, регулирования стока водохранилищами, забора стока в оросительные системы и сплошной сельскохозяйственной освоенности степной части.

МЕТОДИКА КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

При составлении карты Крыма (рис. 1), естественно, использовался весь богатый накопленный опыт по разработке содержания и картографического представления русловых процессов. Специфика региона, масштаб карты, необходимость отражения элементов антропогенного влияния внесли свои коррективы и дополнения в разработанные ранее условные обозначения.

В картографии выработаны методы составления карт, дающих возможность проникнуть в суть картографируемого явления, понять и отобразить на карте закономерности его размещения и причины деформаций (Берлянт, 2001). Методика картографирования русловых процессов, как и любого другого природного явления, предполагает отражение на карте распространения картографируемого объекта, изменения его характеристик во взаимосвязи с изменениями окружающих условий, в данном случае — морфодинамических типов и других показателей речных русел, информации о поймах, руслообразующих наносах и других параметрах на фоне геолого-геоморфологических и гидрологических природных условий и антропогенного воздействия с использованием целого спектра картографических условных обозначений.

«Цветная лента» вдоль топографического изображения реки — линейный знак, толщина которого показывает ширину русла реки по установленной шкале (менее 0.1, 0.1–0.3, 0.3–0.6, 0.6–1.2, 1.2–2.5, 2.5–5, 5–10 и более 10 км). Это достаточно универсальная шкала, отражающая весь спектр размеров рек мира и применяющаяся при составлении как отдельных карт русловых процессов, так и карт в региональных научно-справочных атласах. Реки Крымского полуострова все без исключения имеют ширину русла менее 100 м, поэтому шкала ширин в легенде отсутствует. «Лента» вдоль рек, помимо ширины русла, несет основную тематическую нагрузку — представляет морфодинамические типы русла, выделенные в соответствии с классификацией, разработанной в МГУ (Чалов, 2008). В ней типы русла объединены в несколько групп: широкопойменные, адаптированные и врезанные, равнинные, полугорные и горные, антропогенно измененные. Для наглядности каждой группе соответствует определенный цветовой диапазон (например, широкопойменным руслам — зеленый, врезанным — синий и т. д.), внутри которого каждому типу присвоен свой оттенок. Поскольку количество типов русла достаточно велико, то используемые цветовые оттенки не всегда легко различимы гла-

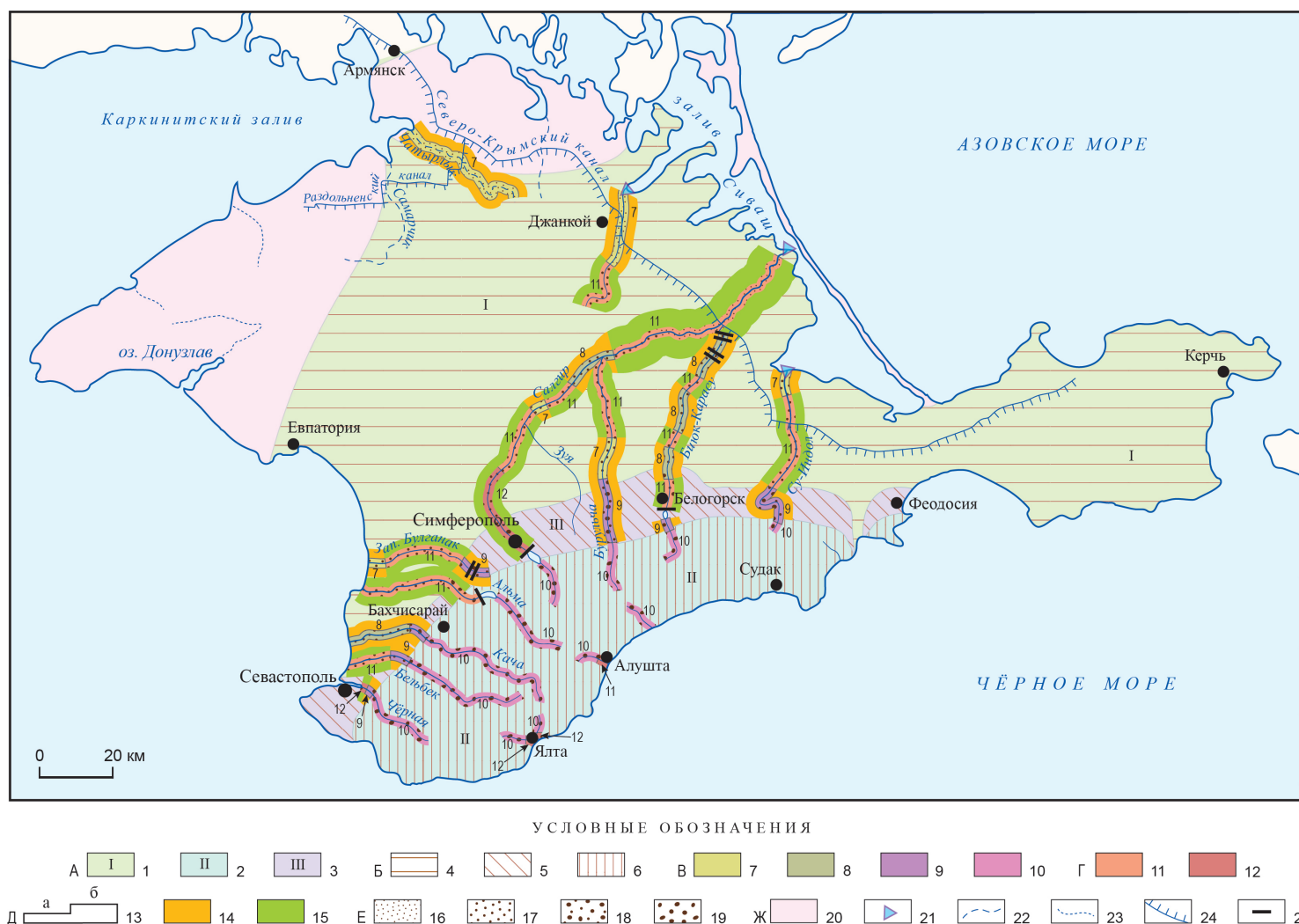


Рис. 1. Карта русловых процессов на реках Крыма. Районирование территории: А — по геолого-геоморфологическим условиям формирования русел: 1 — районы свободного развития русловых деформаций (широкопойменные русла), 2 — районы ограниченного развития русловых деформаций (врезанные русла), 3 — районы чередования свободного и ограниченного развития русловых деформаций (широкопойменные, врезанные и адаптированные русла); Б — по гидравлическим условиям формирования русел: 4 — равнинные реки, 5 — полугорные реки, 6 — горные реки. В — морфодинамические типы русла: 7 — пологие и развитые сегментные излучины (продольное смещение), 8 — сегментные крутые, петлеобразные, синусоидальные и пальцеобразные излучины (поперечное и продольно-поперечное смещение), 9 — полугорные русла (без разделения на типы), 10 — горные русла (без разделения на типы). Г — антропогенно измененные русла: 11 — канализованные русла, 12 — урбанизированные участки русел (обвалование, бетонные «лотки», спрямления, берегозащитные сооружения). Д — пойма: 13 — относительная ширина поймы $B_{п}/b_{р}$: а) 3–20, б) более 20; условия затопляемости поймы: 14 — редко, слабо и кратковременно затопляемая, 15 — незатопляемая. Е — руслообразующие наносы: 16 — песчано-илистые, 17 — песчаные, 18 — песчано-галечные, 19 — галечные и галечно-валунные. Ж — прочие обозначения: 20 — бессточные области; 21 — дельты; 22 — пересыхающие реки; 23 — балки с временными водотоками; 24 — каналы; 25 — плотины гидроузлов

Fig. 1. Map of channel processes on the Crimea Peninsula. Zoning of the territory: А — according to the geological and geomorphological conditions of channel development: 1 — areas of free channel changes development (wide-floodplain channels), 2 — areas of channel changes development (incised channels), 3 — areas of both free and limited channel changes development (wide-floodplain, incised and adapted channels); Б — according to the hydraulic conditions of channel formation: 4 — lowland rivers, 5 — semi-mountain rivers, 6 — mountain rivers. В — morphodynamic channel types: 7 — gentle and developed segmental bends (longitudinal displacement), 8 — steep segmental, loop-shaped, sinusoidal and finger-shaped bends (transverse and longitudinal-transverse displacement); 9 — semi-mountain channels (without division into types), 10 — mountain channels (without division into types). Г — channels under human impact: 11 — channelized channels, 12 — urbanized channel reaches (bundling, concrete “troughs”, straightening, bank protection structures). Д — floodplain: 13 — relative width of floodplain $B_{п}/b_{ch}$: а) 3–20, б) more than 20; conditions of floodplain inundation: 14 — rarely, slightly and short-term flooded, 15 — not flooded. Е — riverbed sediments: 16 — sand-silt, 17 — sand, 18 — sand-pebble, 19 — pebble and pebble-boulder. Ж — other designations: 20 — drainless areas; 21 — river deltas; 22 — drying rivers; 23 — gullies with temporary watercourses; 24 — canals; 25 — hydroelectric dams

зом. Поэтому на карте принята система цифровых индексов, сопровождающих каждый выделенный участок русла определенного морфодинамического типа. В данном случае эти индексы повторяют номера соответствующих обозначений в легенде и располагаются не на самой «цветной ленте» русла, а из-за ее небольшой ширины рядом с ней.

Фоном основного содержания карты служит районирование территории полуострова по двум параметрам: по геолого-геоморфологическим и по гидравлическим условиям формирования русел. Для их отображения использованы цветовой фон и различные виды штриховки, соответственно. В результате наложения этих двух параметров четко проявилась их взаимозависимость. Особым фоном выделены бессточные области, где рек нет вообще, а присутствуют лишь редкие балки с временными водотоками, нанесенные на карту мелкопунктирными линиями.

Существенным элементом тематического содержания карты является отображение важных характеристик речных пойм. Пойма показана цветной полосой вдоль «ленты» русла реки. Толщина этой полосы соответствует отмеченной в легенде относительной ширине поймы, а цвет полосы отражает условия затопляемости поймы.

Не менее важный элемент русловых процессов — речные наносы. Для обозначения их состава разработано несколько видов крапа разного размера и формы, который на карте размещается на «цветной ленте» речного русла.

Содержание карты дополняется специальными значками, отмечающими местоположение речных дельт, каналов, плотин гидроузлов.

Линейный масштаб карты делает возможным некоторое варьирование ее физических размеров при размещении на листе нужного формата.

МОРФОЛОГИЯ И АНТРОПОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РУСЕЛ

Русловые процессы на реках Крыма развиваются на фоне общей маловодности региона (табл. 1), связанной с широким распространением карста в горах и засушливостью климата в северном предгорье и равнинной части полуострова, а в пределах последних — с массовым антропогенным (мелиоративным) преобразованием речных русел. Наиболее крупная река Салгир берет начало в самой высокой части Крымских гор (гора Чатыр-Даг), течет до выхода в Степной Крым на север, после чего (ниже г. Симферополя) поворачивает на северо-восток, пересекает степную зону и впадает в залив Сиваш. Все притоки Салгира в степной части Крыма правобережные, стекающие с гор и, как и главная река — маловодные. Реки, начинающиеся в горах к западу от Салгира, текут в западном направлении и впадают в Черное море. Реки южного побережья очень короткие и вплоть до г. Феодосии на всем протяжении протекают в горах, и лишь некоторые из них перед устьем пересекают узкую прибрежную полосу, имея в ней протяженность 1–1.5 км.

Все реки характеризуются паводочным режимом с длительным меженным летне-осенним периодом. Летом многие реки пересыхают даже в горной области, но особенно в Степном Крыму; на р. Салгир и его притоках в летний период поток иногда отсутствует в течение 3 месяцев. Для рек восточного Крыма (бассейн Салгира) характерно снижение водности от выхода из гор вниз по течению, что связано с массовым водозабором, в основном, в ирригационные каналы и на орошение сельскохозяйственных земель, накладывающимся на потери стока в степной зоне из-за инфильтрации воды в подстилающие грунты и на испарение. В пред-

Таблица 1. Характеристика основных рек Крыма (Лисовский, Новик, Тимченко и др., 2011)

Table 1. Characteristics of the main Crimea rivers (Lisovskij, Novik, Timchenko et al., 2011)

Река	Площадь бассейна, км ²	Длина, км	Среднегодовой расход воды, м ³ /с		
			при выходе с гор	в среднем течении	в устье
Салгир	3750	282	2.5	1.29	1.20
Бурульча	241	76	0.461	-	0.1
Биюк-Карасу	1160	86	-	1.41	1.05
Западный Булганак	180	49	0.02	-	0.05
Альма	625	87.8	1.25	0.85	711
Кача	573	69	-	-	1.24
Бельбек	505	63	-	-	2.08
Черная	427	35	1.79	-	-

горной зоне сток регулируется водохранилищами (наиболее крупные из них — Симферопольское на р. Салгир и Белогорское на р. Биюк-Карасу).

Антропогенное влияние на русла рек Крыма восходит корнями к греческим поселениям, датируемым IV в. до н.э. (Рухлов, 1915). Земледелие и садоводство, требовавшие воды, привели к расселению людей вдоль рек южного, западного и северного склонов Крымских гор и той степной части Крыма, по которой протекают основные реки полуострова. При этом хозяйственная деятельность на реках сказывалась по двум направлениям: воздействие на сток и непосредственное техногенное преобразование русел. К настоящему времени создано 10 крупных водохранилищ общим объемом 175 млн м³ и 400 прудов, орошаемые площади составили свыше 120 тыс. га на 1971 г. — до освоения земель на севере полуострова в связи со строительством Северо-Крымского канала. Для борьбы с паводками, затопляющими узкие и плоские долины рек северного склона и приморские города на реках южного склона гор, производилось массовое обвалование рек, строительство дамб, канализирование русел и превращение их в бетонные лотки в пределах городов и приморских поселков (рис. 1). Эти мероприятия практически прекратили русловые деформации на реках равнинной части и ограничили их в предгорьях и на реках Южного побережья (Ена В., Ена Н., 1971; Киселева, Прокопов, 2003).

По природным условиям формирования русел и русловому режиму реки Крыма группируются в шесть районов (Павлов, 1994): 1) район Южного берега, в который входят небольшие реки (длиной 10–20 км), стекающие на юг с главной гряды Крымских гор (Учан-Су, Дерикойка, Демерджи и др.) и впадающие в Черное море; 2) западный, образованный реками, впадающими в Черное море на западном побережье Крыма, расчленяющими северный склон гор, протекающими между куэстовыми грядами и пересекающими в низовьях узкую полосу прибрежной низменности (Черная, Бельбек, Кача, Альма, Западный Булгунак); 3) восточный (горный и степной), включающий реки, стекающие с северного склона Крымских гор, большую равнинную и предгорную часть бассейна р. Салгир, его притоков и других рек, не каждый год достигающих Азовского моря, залива Сиваш или главной реки; 4) район Степного Крыма (Чатырлак, Самарчик и др.), в который входят реки, не имеющие постоянного течения, их сток полностью формируется в равнинной части полуострова; 5) район Керченского полуострова, где имеются только очень короткие (первые несколько километров) реки с временными водотоками; 6) район Тарханкутского полуострова с отсутствием речной сети (рис. 2).

Южный район охватывает реки, расчленяющие южные склоны Крымских гор (Дерикойка, Демерджи, Учкют, Учан-Су и др.). Их длина колеблется от 2 до 12 км, увеличиваясь на восток вместе с шириной прибрежной полосы. Наиболее развитой речной сетью отличается западная часть южного склона, где выпадает большое количество осадков. Начинаются реки высоко в горах после соединения нескольких горных оврагов, в верховьях которых находятся крупные карстовые источники. Для рек района характерны высокие уклоны (до 190‰ в верховьях), сохраняющиеся почти до впадения в море в западной части и уменьшающиеся в низовьях с отступанием гор от берега моря в центральной и восточной частях. Прорезая в верховьях известняки главной гряды, реки формируют узкие глубокие ущелья со скалистыми, сильно расчлененными крутыми склонами. При пересечении флишевой сланцевой толщи долины расширяются, превращаясь в ящикообразные. Почти на всем протяжении русла рек порожиисто-водопадные с валунно-глыбовыми наносами, образующие местами водопады (Учан-Су, Джугджур и др.). В нижнем течении при уменьшении уклонов русла становятся горными с неразвитыми и развитыми аллювиальными формами, галечно-валунными с включениями более крупных обломков, выносимых с гор во время высоких, иногда экстремальных паводков. В межень поток в руслах многих рек почти иссякает, но в паводки при высокой водности приобретает большую транспортирующую и эрозионную способность. Известны случаи, когда за сутки русло размывалось на 0.1–0.2 м с последующим отложением наносов, перекрывающих namного величину размыва. Паводки часто сопровождаются водно-каменными селями, вследствие чего территория Горного Крыма и Южного берега отнесена к категории селеопасных (Олиферов, 2005). Наибольшей селеактивностью отличается восточная часть полуострова, где разрушительные селевые паводки в XX в. фиксировались 8 раз. В западной части они отмечались 4 раза, причем в 1962 г. после такого паводка в устье р. Учан-Су образовался конус выноса в море длиной 60 м, шириной 120 м.

Для предотвращения размывов берегов и ущерба от селей проводятся гидротехнические мероприятия; поэтому на территории многих курортов русла рек превращены в бетонные лотки шириной 5–10 м и высотой 3–4 м. Проводятся также расчистки, спрямления и обвалования русел в окрестностях населенных пунктов.

Реки западного района, впадающие в Черное море (Черная, Бельбек, Кача, Альма, Западный

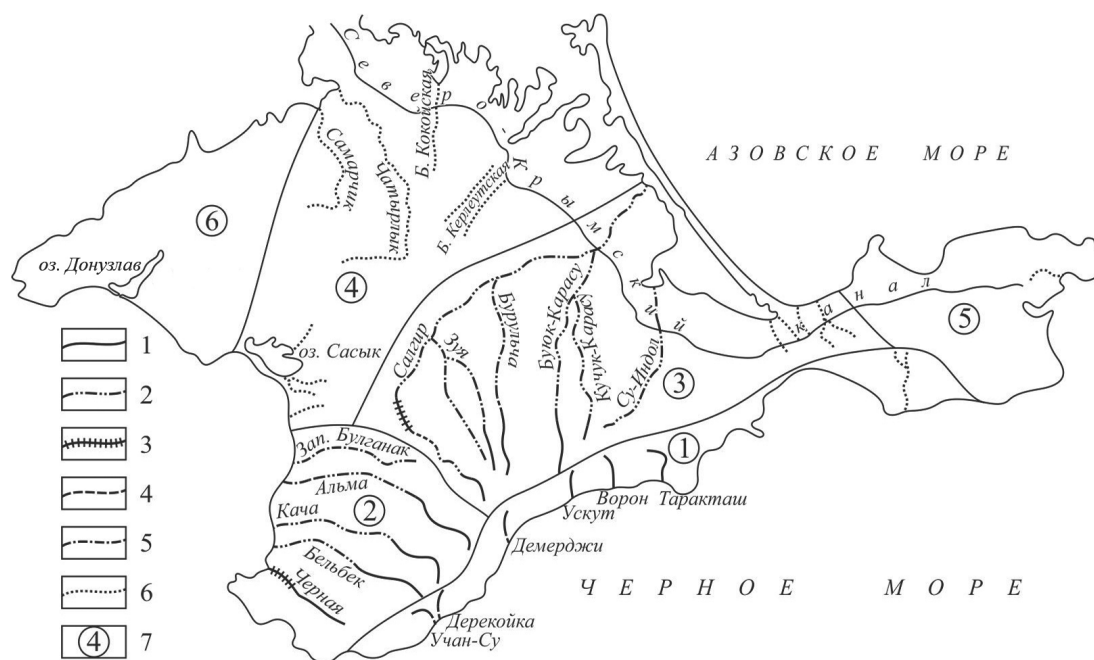


Рис. 2. Районирование Крыма по природным условиям формирования русел и распространению антропогенно измененных русел. 1 — практически неизменные; 2 — канализованные (без искусственного крепления); 3 — с ограничением горизонтальных деформаций бетонированием берегов (бетонными стенками); 4 — бетонные лотки; 5 — деградировавшие в связи с изъятием стока; 6 — заиливающиеся продуктами эрозии почв; 7 — номера районов (названия в тексте) (по И.Н. Павлову (1994) с изменениями и дополнениями)

Fig. 2. Zoning of the Crimea Peninsula by natural channel formation conditions and distribution of channels under human impact. 1 — nearly unchanged; 2 — channelized (without artificial fixing); 3 — with limitation of planform channel changes by concreting the banks (concrete walls); 4 — concrete troughs; 5 — degraded due to runoff remove; 6 — silting up by soil erosion products; 7 — numbers of areas (names of areas are in the text) (according to I.N. Pavlov (1994) with certain changes and additions)

Булганак), берут начало в западной части северного склона главной гряды Крымских гор, многие — из карстовых источников (у р. Черной расход воды в Сиельском источнике — $1.56 \text{ м}^3/\text{с}$). Для них характерна закономерная смена порожиисто-водопадных русел горными с неразвитыми и развитыми аллювиальными формами и полугорными. Порожиисто-водопадные русла с уклоном более 29–25‰ развиты в верховьях рек; будучи врезанными в известняки, имеют V-образные долины, местами глубокие скалистые каньоны, в которых уклоны увеличиваются до 150–180‰, с мощными скоплениями валунов и глыб, образующих вместе с выступами скальных пород пороги и водопады. Русла с неразвитыми аллювиальными формами расположены в нешироких ящикообразных долинах, образуют врезанные излучины. Руслообразующие наносы представлены средней и крупной галькой с периодически встречающимися скоплениями валунов и глыб.

Ниже по течению русла рек становятся горными с развитыми аллювиальными формами, врезанны-

ми на 2–3 м в аллювиальную толщу, заполняющую днище широких долин, с галечными побочными и осередками. На реках Альме, Каче, Черной и Бельбек в расширениях долин созданы водохранилища (Партизанское и Альминское на Альме). В расширениях долин между куэстовыми грядками русла обвалованные. При пересечении реками второй и третьей гряд Крымских гор долины сужаются, возрастает крупность наносов, увеличиваются уклоны, меняется тип русла в сторону увеличения горности. Участки эти невелики по длине и на всем их протяжении выложены бетонными плитами и обвалованы для защиты от паводков населенных пунктов, садов и дорог. Таким образом, здесь горные реки характеризуются техногенным ограничением русловых деформаций.

Реки района, вытекая из третьей гряды Крымских гор, становятся полугорными, русла их извилистые, сложенные мелкогалечными и галечно-валунными (на перекатах) наносами. Ниже по течению реки становятся равнинными, с четко выраженными плесами и перекатами, меандрирующими,

с песчано-галечным составом руслообразующих наносов. Протяженность равнинных участков рек невелика (первые десятки километров).

Русла полугорных и равнинных рек испытывают наибольшее антропогенное воздействие. Широкие и плоские днища долин заняты под сады, и для борьбы с их затоплением в паводки и размывами берегов русла искусственно спрямлены, смещены к высокому берегу и обвалованы. Это привело к активизации врезания рек, которые врезаны на 3–4 м в днище долины, что в 1.5–2 раза превышает высоту поймы в естественном состоянии. Вся территория насыщена водозаборами, отводящими и подводящими каналами, между которыми в реках в межень поток иссякает. В результате русла зарастают, превращаясь в сточные каналы, заиливаются и часто заполняются бытовыми и строительными отходами.

Восточный район включает в себя бассейн р. Салгир и малые реки к востоку от него. Основная река района — Салгир и ее притоки (Зуя, Салгир, Бурульча, Биюк-Карасу, Кучук-Карасу и Су-Индол) берут начало в центральной и восточной частях главной гряды Крымских гор. От истоков к устью они последовательно меняют тип русла от горного порожиисто-водопадного до равнинного, уступая в водоносности рекам западного района, несмотря на большую длину и площадь бассейна (особенно Салгир). Некоторые реки (Кучук-Карасу) начинаются от карстовых источников с дебитом до 1 м³/с. Многие реки летом пересыхают, пересекая обширное степное пространство и теряя сток на испарение, инфильтрацию и, главным образом, в водозаборы оросительных каналов.

Порожиисто-водопадные русла характерны для верховий рек в горной части района, имеющих крутые продольные профили (уклоны более 25–30‰), V-образные долины и галечно-валунные наносы. На Салгире и Бурульче они свойственны и участкам более высоких порядков и с меньшими уклонами; при пересечении куэстовых хребтов русло сужается скалами и приобретает облик скальных лотков. Для участков русел с неразвитыми аллювиальными формами характерно образование на галечно-валунных отмелях известковой цементирующей корки (Бурульча, Зуя), что связано с повышенной карбонатностью вод Крыма, карстовыми процессами и повышенной минерализацией воды в межень, проявляющимися в условиях маловодности рек. На реках с этим типом русла имеется два водохранилища — на Биюк-Карасу и на Зуе. Последнее обеспечивает водоснабжение населенных пунктов, и из него не производятся попуски. В результате в нижнем бьефе оно заросло и заполнено склоновым

материалом на протяжении 15 км, после чего за счет фильтрационных и сточных вод превратилось в сточную канаву со слоем ила 0.3–0.4 м.

В предгорной зоне (уклоны 5–7‰) долины рек резко расширяются, русла становятся широкопойменными, ширина русел увеличивается с 3–4 до 8–15 м, а сами русла сначала остаются горными, но с развитыми аллювиальными формами, а затем становятся полугорными и равнинными.

На реках восточного района преобладает их равнинная часть; на Салгире она составляет более 75% длины реки. Почти все реки уже в предгорьях пересыхают летом, а Биюк-Карасу и Су-Индол в низовьях перехватываются Северо-Крымским каналом. Салгир только в верховьях имеет горное русло. На остальном протяжении вплоть до г. Симферополя (выход реки на равнину) русло полугорное (22% длины реки). Наносы в предгорной зоне в основном мелко- и среднегалечные или песчано-галечные, образующие короткие аллювиальные поля между горами и предгорьями, где резко расширяется долина и проходит граница, разделяющая реки по характеру русловых процессов на естественные и антропогенно измененные. В последнем случае помимо водохранилищ распространены и другие виды воздействий на русла: спрямление, обвалование, расчистка, канализование, водозаборы и различные гидротехнические сооружения. На Салгире в г. Симферополе и его окрестностях произведено бетонирование дна и берегов реки.

В равнинной части р. Салгир русло только ниже г. Симферополя сохраняет относительно естественный облик, образуя сегментные излучины при соотношении B_n/b_p от 4 до 10 ($b_p = 7–8$ м, $B_n = 30–40$ м), но и здесь, поскольку река протекает среди следующих один за другим населенных пунктов, русло в значительной степени подвержено свойственному урбанизированным территориям воздействию берегозащитных и противопаводковых сооружений. Поворачивая на северо-восток, река почти на всем протяжении (за исключением 25–30-километрового участка выше и ниже слияния с р. Бурульча и короткого приустьевых отрезка, где русло извилистое) либо спрямлена, либо превращена в систему прямолинейных каналов с поворотами под прямыми углами. В районе устья правого притока — р. Биюк-Карасу — река пересекает Северо-Крымский канал, из которого (при его функционировании) в Салгир сбрасывались коллекторные воды. В стороне от каналов в рельефе иногда сохраняются слабо выраженные ложбины — следы бывших крутых излучин русла.

Аналогичные изменения русел характерны для притоков Салгира — Зуи, Бурульчи, Биюк-Карасу, а также для р. Су-Индол, самостоятельно впадающей в Сиваш. При этом р. Биюк-Карасу фактически перехватывается Северо-Крымским каналом и не впадает в Салгир.

Регулирование стока водохранилищами и прудами, спрямление и превращение русел в каналы привели к врезанию рек и трансформации их из широкопойменных в антропогенно обусловленные врезанные, хотя величина врезания относительно невелика из-за существенного уменьшения водности рек вследствие распределения стока по каналам. В населенных пунктах сооружены различные дамбы, запруды, водохранилища и пруды, в том числе сбоку от них — наливные. Из-за этого русла рек зарастают, заиливаются (слой ила до 1 м), в межень реки пересыхают, происходит их деградация.

К степному району принадлежат малые и маловодные реки, стекающие с Тарханкутского поднятия и текущие на север (в Каркинитский залив) и на юг (в Евпаторийский залив). Среди них выделяется р. Чатырлак с меандрирующим руслом; остальные реки теряются в сухих степях, образуя слепые устья.

На Керченском полуострове реки имеют поперечное и продольное по отношению к его оси направление. Их эрозионно-аккумулятивная деятельность проявляется лишь в верхнем течении. Большинство рек практически не достигают Черного моря или Сиваша, исчезая в степи. Как и в степном районе, их долины и пологие склоны распаиваются, захватывая и само русло и приводя к исчезновению самих рек.

На Тарханкутском полуострове речная сеть отсутствует, но, представляя собой относительное поднятие, его территория характеризуется несколькими врезанными в него долинами-балками, борта которых расчленены оврагами. Водотоки в них появляются лишь при выпадении дождей (поздней осенью, зимой, ранней весной, в некоторых из них в плесах сохраняются летом озера), образуя подобие врезанных русел благодаря консервации создаваемых ими форм. Наиболее крупная врезанная балка с извилистыми очертаниями (врезанные излучины) имеет длину около 20 км и впадает в Каркинитский залив у с. Черноморского. В вершину длинного (около 25 км) узкого эстуаровидного залива Донузлав также впадает извилистая врезанная балка с временным водотоком. Прямолинейные очертания имеет балка, впадающая в прибрежное озеро возле Каркинитского залива (у с. Межводное).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые составлена карта русловых процессов на реках Крыма, отражающая как естественные условия формирования речных русел, так и их антропогенную преобразованность. В основу ее создания положена разработанная еще в конце XX в. методология картографирования русловых процессов (Чалов, 1990), однако последний аспект (антропогенная преобразованность), проявляющийся в Крыму практически повсеместно, в том числе на реках в горах, привел к необходимости внесения новых элементов в принципы и легенду составленной карты. Наряду с традиционным подходом — районирование территории по распространению горных, полугорных и равнинных рек, геолого-геоморфологическим условиям развития русловых деформаций, линейный (вдоль топографического изображения гидросети) показ морфодинамических типов русла, распространения пойм, состава руслообразующих наносов и т. д. — уже на самой карте расширена легенда за счет русел канализированных и на урбанизированных территориях, территорий с массовым распространением оросительных каналов, забирающих воду из рек, гидроузлов, водохранилища которых из-за масштаба не могут быть показаны на карте. Однако этого тоже оказалось недостаточно, что привело к составлению отдельной карты — аналога карты-врезки с районированием территории полуострова по совокупности природных условий формирования русел (такой подход был ранее применен при составлении карты русловых процессов на реках Алтайского региона (Русловые процессы..., 1991)), с одной стороны, и с детальной оценкой антропогенных изменений речных русел, с другой.

Выполненное обобщение имеющихся материалов и результатов исследований и анализ составленных карт (карты русловых процессов и карты-врезки) показали определенную уникальность Крыма в отношении естественных условий формирования речных русел (маловодность абсолютно всех рек региона, пересыхание многих из них даже в пределах гор) и особенно в части массовой антропогенной их преобразованности вследствие как регулирования и изъятия стока, так и разнообразных техногенных воздействий от берегозащитных сооружений до превращения рек в каналы, распашки земель (в том числе бывших пойменных или захватывающих сами русла), приводящей к заилению рек продуктами эрозии почв и нередко к полному их исчезновению. Неблагоприятные или негативные экологические последствия таких преобразований, которые требуют специального изучения, оценок и обоснования мер по их снижению или нейтрализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Т. 2. Природа и экология Ханты-Мансийского округа. Изд-во ХМАО. 2005. 152 л.
- Берлянт А.М. Картография. М.: Аспект Пресс. 2001. 336 с.
- Ена В.Г., Ена Н.М. Преобразование ландшафтов Крыма за годы Советской власти // Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование. Т. 10. М. 1971. С. 48—61.
- Киселева Г.А., Прокопов Г.А. Выделение участков реки с разной степенью антропогенных преобразований (на примере р. Салгир) // Устойчивый Крым. Водные ресурсы. Симферополь: Таврида. 2003. С. 135—141.
- Лисовский А.А., Новик В.А., Тимченко З.В., Мустафаева З.Р. Поверхностные водные объекты Крыма (справочник). Симферополь: Роскомводхоз АРК. 2011. 114 с.
- Морфология и динамика русел рек Европейской части России и сопредельных государств. М-б 1:2000000. М.: Фед. служба геодезии и картографии. 1999. 4 л.
- Олиферов А.Н. Селевые явления в Крыму как чрезвычайные экологические ситуации // Геополитика и экодинамика регионов. 2005. Вып. 1. С. 39—46.
- Олиферов А.Н., Тимченко З.В. Реки и озера Крыма. Симферополь: Доля. 2005. 216 с.
- Павлов И.Н. Реки Крыма: типы русла и их экологическая оценка // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1994. № 3. С. 78—85.
- Павлов И.Н. Сравнительный анализ русловых процессов рек различной водоносности в горно-предгорно-равнинных регионах и их антропогенные изменения (на примере рек Крыма и Алтая). Автореф. дисс. ...уч. степ. канд. геогр. наук. М.: МГУ. 1996. 29 с.
- Русловые процессы на реках СССР. М-б 1:4000000. М.: ГУГК СССР. 1990. 4 л.
- Русловые процессы на реках Алтайского края. М-б 1:1000000. М.: ГУГК СССР. 1991. 1 л.
- Рухлов Н.В. Обзор речных долин горной части Крыма. Петроград. 1915. 491 с.
- Чалов Р.С. Русловые процессы на реках СССР и методика их мелкомасштабного картографирования // Тр. V Всесоюз. гидр. съезда. Т. 10. Русловые процессы и наносы. Л.: Гидрометеиздат. 1990. С. 259—266.
- Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: Изд-во ЛКИ. 2008. 608 с.
- Чалов Р.С., Чалова Е.Р. Русловые процессы на реках полуострова Ямал и их картографирование // Вест. Удмурт. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2024. Т. 34. Вып. 3. С. 308—314.

ОБ АВТОРАХ

Чалова Екатерина Романовна. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Кандидат географических наук, инженер Лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ. ekar28@yandex.ru

Чалов Роман Сергеевич. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, доктор географических наук, профессор кафедры гидрологии суши, гл. н. с. НИЛ эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева географического факультета МГУ. rschalov@mail.ru

MAP OF CHANNEL PROCESSES AND THEIR CHANGES UNDER HUMAN IMPACT ON THE CRIMEA RIVERS

E.R. Chalova, R.S. Chalov

M.V. Lomonosov Moscow State University

ekar28@yandex.ru, rschalov@mail.ru

Abstract. For the first time, a large-scale map of channel processes on rivers of the Crimean Peninsula is created, the territory of which in its natural conditions and anthropogenic impact significantly differs from other regions of Russia. The connection between channel and floodplain morphology and riverbed sediments with geological, geomorphological and hydrological natural conditions is reviewed, as well as with the strongest human impact dating back to the 4th century BC and associated both with water intake and with technogenic transformation of river channels. Six regions of the Crimea Peninsula, differing in the conditions of channel formation and channel regime, are marked. The data on the length of rivers, their slopes, river channel changes, flood regime and mudflow activity, on the hydraulic engineering measures (river canalization, bank protection, creation of water reservoirs, etc.) is provided. The analysis of research results, including the created map, determined the need to study the influence of massive human intervention on the conditions of river channels formation in order to prevent or neutralize its negative environmental consequences.

Keywords: channel processes, mapping, morphodynamic channel type, geographic zonation, human impact

REFERENCES

Atlas of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. Vol. 2. Nature and Ecology of the Khanty-Mansiysk District. Izd-vo HMAO. 2005. 152 p. (in Russ)

Berlyant A.M. Cartography. M.: Aspekt Press. 2001. 336 p. (in Russ)

Chalov R.S. Channel processes on the USSR rivers and methodology of their small-scale mapping // Tr. V Vsesoyuz. gidrol. S"ezda. Vol. 10. Ruslovye processy i nanosy. L.: Gidrometeoizdat. 1990. P. 259-266. (in Russ)

Chalov R.S. Fluvial science: theory and applications. Channel processes: drivers and conditions of river channel character and change. M.: Izd-vo LKI. 2008. 608 p. (in Russ)

Chalov R.S., Chalova E.R. Channel processes on the Yamal Peninsula rivers and their mapping // Vest. Udmurt. un-ta. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle. 2024. Vol. 34. № 3. P. 308-314. (in Russ)

Channel processes on the rivers of USSR. M. 1:4000000. M.: GUGK SSSR. 1990. 4 p. (in Russ)

Channel processes on the rivers of Altai Territory. M. 1:1000000. M.: GUGK SSSR. 1990. 1 p. (in Russ)

Ena V.G., Ena P.M. Transformation of the Crimea landscapes during the years of Soviet Union period // Natural and labor resources of Left-bank Ukraine and their use. Vol.10. M. 1971. P. 48-61. (in Russ)

Kiseleva G.A., Prokopov G.A. Determination of river sections with different degree of anthropogenic transformation (the case study of the Salgir River) // Sustainable Crimea. Water Resources. Simferopol': Tavrida. 2003. P. 135-141. (in Russ)

Lisovskij A.A., Novik V.A., Timchenko Z.V., Mustafaeva Z.R. Surface water bodies of the Crimea (reference book). Simferopol': Roskomvodhoz ARK. 2011. 114 p. (in Russ)

Oliferov A.N. Mudflow phenomena in the Crimea as environmental emergencies // Geopolitika i ekodinamika regionov. 2005. № 1. P. 39-46. (in Russ)

Oliferov A.N., Timchenko Z.V. Rivers and Lakes of Crimea. Simferopol': Dolya. 2005. 216 p. (in Russ)

Pavlov I.N. The Crimea rivers: channel types and their ecological assessment // Vest. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 1994. № 3. P. 78-85. (in Russ)

Pavlov I.N. Comparative analysis of channel processes on rivers with different water content in mountainous-piedmont-alpine regions and their anthropogenic changes (case study of the Crimea and Altay rivers). Avtoref diss. ...uch. step. kand. geogr. nauk. M.: MGU. 1996. 29 p. (in Russ)

River channel morphology and channel changes in the European part of Russia and neighboring countries. M. 1:2000000. M.: Fed. Sluzhba geodezii i kartografii. 1999. 4 p. (in Russ)

Ruhlov N.V. Review of river valleys of the mountainous part of the Crimea. Petrograd. 1915. 491 p. (in Russ)

ABOUT THE AUTHORS

Chalova Ekaterina Romanovna. Engineer of the Aerospace Research Laboratory of Lomonosov Moscow State University, Candidate of geographical sciences, Moscow, ekar28@yandex.ru

Chalov Roman Sergeevich. Lomonosov Moscow State University. Doctor of geographical sciences, Professor. rschalov@mail.ru