

© Автор, 2025 г.
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)



© The Author, 2025.
Content is available under Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)

УДК 556.54

<https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.4.387-397>
<https://www.elibrary.ru/zieudx>

Гидролого-морфологический подход при установлении верхней (речной) границы устьевой области реки

Н. Н. Назаров

E-mail: nikolainazarovpsu@gmail.com

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

Резюме. В статье представлены результаты исследований по установлению местоположения верхней (речной) границы устьевых областей рек с использованием гидролого-морфологического подхода. Определение ее местоположения у двух десятков рек проведено по результатам дешифрирования космических снимков. Были задействованы спутниковые материалы свободного доступа (Yandex-карты, GoogleMaps). Критерием отбора рек для исследования стало наличие прямых и косвенных признаков распространения проявлений морских процессов (приливов, ветровых нагонов) в речных руслах и пойменных геосистемах. Выделялись участки рек, различающиеся морфодинамическим типом русла и морфометрией его элементов. Местоположение речной границы устьевой области и расстояние до нее от устьевого створа определялось по изменению (уменьшению) градиента частоты сменяемости этих участков. Для малых рек средняя длина устьевой области составила 22.6 км, для «малых-средних» – 54.4 км, для средних – 42.3 км. Доля протяженности устьевой области в длине малых водотоков в среднем составляет около 30 %, «малых-средних» – 21 %, средних – 9 %.

Ключевые слова: устьевая область реки, морские процессы, прилив, морфодинамический тип русла, дистанционное зондирование Земли

Hydrological and morphological approach to establishing the upper (river) boundary of the river mouth area

Nikolai N. Nazarov

E-mail: nikolainazarovpsu@gmail.com

Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. The article presents the results of studies on establishing the location of the upper (river) boundary of the river mouth areas using the hydrological and morphological approach. Its location for two dozen rivers was determined based on the results of satellite imagery interpretation. Free-access satellite materials (Yandex-maps, GoogleMaps) were used. The selection of rivers for the study was the presence of direct and indirect signs of the spread of marine processes (tides and wind surges) in river channels and floodplain geosystems. River sections differing in the morphodynamic type of the channel and the morphometry of its elements were identified. The location of the river boundary of the river mouth area and the distance to it from the river mouth section were determined by the change (decrease) in the gradient of the frequency of change of these sections. For small rivers, the medium length of the mouth area was 22.6 km; for “small-medium” rivers, 54.4 km; for medium rivers, 42.3 km. The share of the length of the river mouth area in the length of small rivers is about 30 % on average; “small-medium” rivers, 21 %; medium rivers, 9 %.

Keywords: river mouth area, marine processes, tide, morphodynamic channel type, remote sensing of the Earth

Для цитирования: Назаров Н.Н. Гидролого-морфологический подход при установлении верхней (речной) границы устьевой области реки. *Геосистемы переходных зон*, 2025, т. 9, № 4, с. 387–397. <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.4.387-397>; <https://www.elibrary.ru/zieudx>

For citation: Nazarov N.N. Hydrological and morphological approach to establishing the upper (river) boundary of the river mouth area. *Geosistemy perhodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2025, vol. 9, No. 4, pp. 387–397. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.4.387-397>; <https://www.elibrary.ru/zieudx>

Финансирование и благодарности

Работа выполнена по теме государственного задания Тихоокеанского института географии ДВО РАН «Естественная и антропогенная динамика, трансформация и эволюция разноранговых геосистем и их компонентов в переходной зоне «суша-океан» в условиях возрастания природных и техногенных рисков; разработка методов и геоинформационных технологий их мониторинга и моделирования» (FWMW-2025-0001).

Автор благодарит уважаемых рецензентов за внимание к работе и конструктивные рекомендации по улучшению статьи.

Funding and Acknowledgements

The study was carried out within the framework of the state task of the Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of RAS on the topic “Natural and anthropogenic dynamics, transformation and evolution of different-rank geosystems and their components in the transition zone “land-ocean” in the context of increasing natural and man-made risks; development of methods and geoinformation technologies for their monitoring and modeling” (FWMW-2025-0001).

The author thanks the respected Reviewers for their valuable attention to the article and their constructive recommendations for its improvement.

Введение

Устьевые участки рек представляют для человека повышенный интерес, поскольку являются переходной зоной между двумя смежными геосистемами, в которой на ограниченном пространстве присутствуют черты (свойства, условия, структурность) двух типов водных объектов – реки и приемного водоема. В силу этой особенности самые нижние участки реки становились местом постоянной или временной концентрации населения. При все возрастающей социально-экономической значимости переходной зоны «суша-океан» (прибрежно-территориальной части береговой геоструктуры по [1]) поиск новых форм и направлений рационального и ресурсосберегающего использования прибрежных территорий в устьях рек, безусловно, требует полного понимания ее места в географическом пространстве и представления о том, где проходит граница распространения морского влияния в речном русле и долинных геосистемах в целом [2]. Решение проблемы, исходя из современных знаний о природно-ресурсном пространстве, может заключаться в установлении изменчивости индивидуальных характеристик природных компонентов устьевых геосистем по мере удаления от приемного водоема, что, в конечном итоге, поможет определить размер (ширину) переходной зоны [3], в частности

протяженность устьевой части реки. С практической точки зрения результатом таких исследований может стать повышение уровня планирования и развития поселенческой инфраструктуры. А для этого необходимо установление границы влияния геодинамических процессов морского происхождения на комфортность и безопасность проживания населения.

В учении о водных потоках свойство постепенности снижения влияния морских процессов в устье реки (до полного исчезновения) наиболее концентрированно представлено в понятии «устьевая область реки» (УОР). Под УОР гидрологи понимают устьевую часть реки и приустьевую часть моря, в которых в разных комбинациях пространственно-временной активности фиксируются проявления речных и морских процессов [4–6]. К последним, влияющим на местоположение речной границы УОР, относятся приливы и ветровые нагоны морских вод в русла рек. Известно, что расстояние от устьевого створа, на котором в реке и речной долине в целом фиксируются проявления морских процессов, зависит от высоты приливной и/или нагонной волны, заходящей в ее устье, расходов воды и уклона русла. Как показывают результаты исследований, для УОР по сравнению с участком реки, расположенным выше по течению, характерна более высокая степень разнообразия морфодинамических типов русла и типов морфолитоге-

неза [7]. Как правило, формирование переходного участка реки сопровождается изменением не только структуры пойменных геосистем и формированием дельты, но и характеристик компонентов ландшафта. Обычно в качестве показателей увеличения/уменьшения значений компонентных характеристик в географическом пространстве используются градиенты различия однородных свойств [8–11]. Перспективным параметром, в части его использования для пространственной дифференциации УОР, по-видимому, можно считать специфический градиент, предложенный П.Я. Баклановым [12], – сокращение активности природных процессов в виде разницы в точке (ареале) с максимальной интенсивностью и в точке, удаленной от нее на условную единицу расстояния (1, 10, 100 км).

К настоящему времени устья водотоков хорошо изучены только на гидрологическом уровне и с помощью преимущественно инструментальных наблюдений [13, 14]. По результатам изучения многих десятков рек получены ответы на многие вопросы, объясняющие изменчивость структуры УОР и особенности ее функционирования в зависимости от сезонности гидрологических речных и морских процессов. Тем не менее, исследователи отмечают, что в процессе изучения устьев рек методы гидрологии и океанологии в чистом виде часто неприменимы и по многим вопросам еще существует большая неопределенность [15]. Дискуссионным остается вопрос о величине обеспеченности редких гидрологических событий, установленных при средних минимальных расходах, для «назначения» верхней границы УОР [16]. Исходя из этого, сама констатация фиксированного значения дальности расположения речной границы УОР становится не окончательной и, по-видимому, не лишенной некоторой субъективности при ее определении.

Решение вопроса о местоположении верхней границы УОР, которая является континуальной границей между устьевыми («речно-морскими») и предустьевыми («речными») участками реки, требует использования не только гидрологических, но и других методов, которые в дополнение к гидрологи-

ческим могут диагностировать предельное расстояние распространения влияния морских процессов на речные – определять местоположение речной (верхней) границы развития устьевого морфолитогенеза.

К устьевым процессам морского происхождения, непосредственно воздействующим на русло реки, относятся обратные (реверсивные) течения, возникающие в период приливов и/или ветровых нагонов морских вод. При этом процесс эрозии руслового канала одновременно сопровождается и повышением уровня воды в нем, которое в свою очередь, из-за периодического обводнения и высыхания его стенок, приводит к развитию гидрофизических процессов в почво-грунтах берегового уступа. Кроме прямого воздействия обратного течения на стенки русла на участке реки выше границы его распространения происходит корректировка активности и собственно речных (русловых) процессов. На усиление/ослабление в них эрозионной или аккумулятивной составляющей влияет фактор пространственно-временной периодичности подпора водных масс, возникающий в межень, но часто полностью отсутствующий при повышении расходов в половодье и во время дождевых паводков.

Результатом параллельного развития речных и морских процессов в УОР, где «постоянно-периодически» изменяется доля влияния каждого из них на речное русло и природные компоненты устьевых геосистем, является формирование устьевых пойменно-русловых комплексов (ПРК). Фиксируемым «откликом» на взаимодействие речных и морских процессов становятся изменения в морфодинамике русла и строении пойменных геосистем. Различия в структуре речных (приустьевых) и устьевых пойменно-русловых комплексов уже отмечались исследователями в разрезе ландшафтных и геоморфологических характеристик [17]. Ландшафтно-геоморфологический подход в изучении устьев рек плодотворно и уже достаточно продолжительное время осуществляется в рамках исследований эстуарно-дельтовых систем – субэкральных аккумулятивных форм в структуре УОР [18, 19].

Важным обстоятельством целесообразности применения гидролого-морфологического

и ландшафтно-геоморфологического подходов при установлении верхней границы УОР является возможность использования в этих случаях методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), которые в ландшафтных, геоморфологических и русловых исследованиях широко применяются и могут стать альтернативой инструментальным наблюдениям в труднодоступных районах разных природных зон [20, 21]. В первую очередь дистанционные методы целесообразно использовать при изучении устьевых систем малых и средних рек, составляющих подавляющее большинство водотоков на Земле и не всегда доступных для проведения комплексных инструментальных гидрологических исследований.

Цель нашей работы – установление с помощью ДЗЗ пространственных особенностей расположения верхней границы устьевой области (расстояния от нее до устьевого створа) малых и средних рек.

Достижение поставленной цели потребовало решения нескольких задач: а) подбор рек из базы спутниковых материалов свободного доступа, отвечающих требованиям и возможностям осуществления геоиндикационного дешифрирования проявлений устьевых процессов в руслах рек и пойменных геосистемах; б) установление прямых и косвенных признаков воздействия морских процессов на пойменно-русловые комплексы устьевых частей рек; в) выявление участков рек, различающихся морфодинамическим типом русла и/или морфометрическими особенностями его элементов.

Объект и методы исследования

Местоположение верхней границы УОР, определяемое морфодинамическими особенностями русла и ландшафтно-геоморфологическими особенностями строения поймы, не должно значительно отличаться от ее местоположения, определяемого с использованием только гидрологических параметров. Объяснить это можно тем, что в любом случае положение речной границы УОР определяется деятельностью одних и тех же гидрологиче-

ских процессов. Выше УОР в качестве основного агента формирования русла и компонентов ПРК выступают только речные процессы, а начиная с ее верхней границы и до устьевого створа к ним добавляется комплекс морских процессов.

Тем не менее, при всей объективности использования природных компонентов и особенностей русловой морфодинамики в качестве признаков влияния моря на развитие речных и пойменных геосистем, степень совпадения гидрологических, гидролого-морфологических и ландшафтно-геоморфологических границ между устьевыми и приустьевыми ПРК и верхней границей УОР при разном подходе к уровню обеспеченности может быть различной и будет зависеть, в частности, от того, что специалист считает индикатором верхней границы УОР: гидрологические события малой, максимальной или средней обеспеченности. Например, по мнению М.В. Михайловой [15], в качестве верхней (речной) границы устья реки целесообразно принимать критерием дальности распространения вверх по течению повышения уровня воды при сизигийных приливах либо при нагонах 10%-ную обеспеченность при средних минимальных расходах воды в межень в период после зарегулирования стока реки. Определенное влияние на распознавание признаков влияния морских процессов на ПРК, безусловно, будет иметь подготовленность специалиста-«дешифрировщика» (гидролога, геоморфолога, ландшафтоведа).

Отбор рек для исследования проводился с учетом как технической стороны (качества спутниковых материалов, времени съемки), так и наличия на космических снимках однозначных признаков развития морских процессов в устьях рек. При этом второй аспект выбора рек по большей части был также связан с технической стороной исследования – качеством и масштабом отображения русловой обстановки. Признаки внедрения морских вод в речное русло визуально устанавливались по фиксации явных различий в окраске воды в направлении от устьевого створа вверх по течению – чаще всего постепенному снижению интенсивности цвета мутяевого шлейфа.

Изучение динамики взвешенных наносов в эстуариях и речных дельтах путем отслеживания с помощью методов ДЗЗ ранее уже показало свою эффективность [22–26]. Дальность фиксируемого визуально внедрения шлейфа муты без учета фазы приливно-отливного процесса и расхода реки в момент проведения космической съемки указывает лишь на принадлежность данного участка русла к УОР и только в самом первом приближении – на положение ее верхней границы.

Для просмотра спутниковых изображений устьев рек использовались материалы свободного доступа (Yandex-карты, GoogleMaps). В качестве ключевых участков для поиска и отбора рек были выбраны в основном побережья мезо- и макроприливных морей, располагающихся в разных регионах мира [27]. Как правило, уже на начальном этапе исследований влияние морских процессов на формирование речного русла и вмещающих его долинных геосистем в той или иной степени находило отражение в особенностях морфодинамического строения русла и природных комплексов речной долины в целом [28–31].

В результате были выбраны малые и средние реки, входящие в бассейны морей разных океанов и климатических поясов: Баренцева (Инди́га), Белого (Сёмжа, Онега, Лая, Кянда), Охотского (Тымь, Паромай, Лютога), Японского (Туманная, Раздольная, Партизанская), реки Бискайского залива (Дордонь), Бристольского залива о. Великобритания (Северн), зал. Фанди (Шубенакади), Панамского залива (Бальсас), Мозамбикского пролива (Пунгве, Бузи), о. Северный Новой Зеландии (Пунакитере), северного побережья Австралии (Орд, Западный Аллигатор, Аделаида).

По спутниковым снимкам выявлялись участки реки с распространением мутевого шлейфа – повышенного содержания взвеси в воде, формирующейся в приустьевой части моря или эстуариях. Изменение интенсивности цветовой (тоновой) окраски воды в русле стало основным дешифрировочным признаком визуального установления границ зоны загрязнения. Сначала фиксировалось начало торможения приливной волны (ее нижняя граница), а выше по течению – окончание про-

движения (верхняя граница). Признаком местоположения последней была максимальная степень «чистоты» водного потока – черный или более темный цвет отображения русла на космическом снимке по сравнению с более светлым на участке реки, расположенном ниже по течению.

В случаях отсутствия проявлений формирования вод с повышенным содержанием в них взвешенных частиц, в частности у рек с приглубой устьевой частью приемного водоема, распространение морских водных масс довольно уверенно фиксировалось по их особому «морскому» (обычно голубому) оттенку по сравнению с окраской речных вод выше зоны их смешивания с морской водой.

Необходимо отметить, что, поскольку даже в течение полусуток (суток), тем более в периоды сизигийных и квадратурных приливов, расстояние от устьевого створа до верхней границы распространения приливной волны не является постоянной величиной, местоположение искомой границы распространения морских процессов в реке относится только ко времени (дате, времени суток) проведения спутниковой съемки и лишь в первом приближении фиксирует местоположение верхней границы УОР. Важными косвенными признаками при ее установлении стали ландшафтно-геоморфологические признаки – фиксирование изменений ширины зоны осушки вдоль русловой бровки (до ее полного отсутствия) и образование особых по окраске и структуре изображения растительных сообществ – геосистемных фаций, формирующихся в береговой зоне периодического подтопления и/или затопления.

Основную роль при окончательном определении верхней границы УОР при гидролого-морфологическом подходе играет выявление сменяемости морфолого-морфометрических характеристик русла. Результатом проведенного исследования стало определение серии участков реки, различающихся набором морфодинамических типов русла и/или их разновидностей. При выделении таких участков использовалась морфодинамическая классификация МГУ [32]. Корректировка расположения верхней границы распространения влияния морских процессов на русловые осуществлялась

уже после отслеживания следов мутьевого шлейфа (если он присутствовал) и, как правило, происходила со сдвигом ее вверх по реке. Анализ плановых очертаний (рисунка) русла и его отдельных элементов окончательно устанавливал границу распространения проявлений морских процессов – верхнюю границу УОР. Поиск ее по признакам неоднородности состава фиксируемых морфодинамических типов русла основывался на учете изменения градиента частоты сменяемости выделенных участков в направлении от устьевого створа вверх по реке.

Обычно приливные устья рек включали в себя от двух до пяти участков, что отражает естественную реакцию развития устьевого морфолитогенеза при постепенном снижении активности морских процессов вверх по реке и одновременном возрастании активности речных (русловых) процессов в разные фазы приливов/отливов. Длина самого верхнего из выделенных «морфодинамических» участков, относящегося уже к приустьевой части реки, развивающегося исключительно в результате деятельности только русловых процессов, всегда превышала суммарную длину более коротких участков, располагающихся в пределах УОР. Устьевые участки реки от приустьевого обычно отличала также большая ширина русла, относительная прямолинейность и/или меньшая степень извилистости. Кроме того, у рек с приглубым взморьем в их состав включались и эстуарии (эстуарные участки).

Таким образом, в качестве основного критерия при определении верхней границы УОР было использовано изменение окраски воды в русле. Косвенно на ее местоположение также указывали смена структуры изображений береговых фаций и изменение градиента частоты сменяемости участков реки с разным морфолого-морфометрическим строением.

Результаты и обсуждение

С учетом разных подходов к определению ранга водотока [33, 34], к малым были отнесены реки с длиной менее 400 км и площадью бассейна менее 2 000 км², к средним – реки

длиной 400–700 км и 2 000–50 000 км² соответственно. Диапазон значений площади бассейна соответствовал ГОСТ 19179–73. Кроме групп малых и средних в качестве самостоятельной была выделена группа «малых-средних» рек, поскольку длина этих рек попадала в верхнюю часть диапазона малых рек, а площадь бассейна по ГОСТ 19179–73 относилась к средним. Целесообразность выделения промежуточной группы водотоков обосновывается резким увеличением в них меженных и паводковых расходов по сравнению с малыми реками и, как следствие, смещением верхней границы проявлений морских процессов вниз по течению реки.

В группу малых водотоков вошли 10 рек, в группу малых-средних – 6, средних – 5 (см. таблицу). В разных группах примерно в равных долях были представлены микро-, мезо- и макроприливные УОР.

В группе малых рек визуально определяемое расстояние продвижения приливной волны в русле (видимая протяженность мутьевого шлейфа) было зафиксировано лишь у четырех рек из десяти (40 %). На других реках цвет (отенок) воды вверх по течению практически не менялся, что не позволяло достоверно установить максимальное расстояние распространения проявлений морских процессов по данному признаку. В этом случае принадлежность части реки к УОР определялась по наличию условий, связанных с периодической сменой уровней воды. В первую очередь к ним относилось постепенное исчезновение вверх по течению водотока осушек русла, возникающих вдоль береговых бровок. Данный признак в качестве вспомогательного использовался также в группах малых-средних и средних рек.

Количество участков в УОР, выделенных по ведущим морфодинамическим типам русла в их структуре, во всех трех группах составляло от двух до пяти. Например, на р. Сёмжа удалось выделить четыре участка, различающихся между собой морфологией и морфометрией русла и его отдельных элементов (см. рисунок). Первый участок (I) протягивается от устьевого створа до последней крупной пологой излучины. Адаптированное русло, представленное в нем синусоидальной, петлеобразной и сундучной излучинами, включает в себя

и прямолинейную вставку протяженностью 1.5 км. Выше по течению происходит выполаживание излучин (II участок), на коротком расстоянии трансформирующихся в сложные (заваленные, петлеобразные) излучины преимущественно поперечного развития (III участок). Расположенный выше участок (IV) представлен серией относительно прямолинейных фрагментов русла в пределах односторонней поймы с немногочисленными следами прорванных петлеобразных излучин небольшого радиуса. Выше границы УОР морфолого-морфометрические характеристики русла

меняются: резко увеличивается степень его извилистости, а основной разновидностью излучин становятся петлеобразные.

Гидролого-морфологический подход при выделении устьевых областей рек, проведенный с использованием методов ДЗЗ, позволил установить следующие их характеристики.

Длина УОР в группе исследуемых рек составила от 10 до 83 км (см. таблицу). Как правило, наибольшими значениями характеризовались УОР, которые пересекают низменные, плавно понижающиеся к морю заболоченные равнины (реки Шубенакади, Зап. Аллигатор,

Таблица. Основные характеристики рек и их устьевых областей (по данным спутниковых изображений и литературным источникам)

Table. General features of rivers and their mouth areas (according to the satellite images and literature)

№	Река	Длина, км	Площадь водосбора, тыс. км ²	Расстояние распространения мутьевого шлейфа, км	Количество МУР	Длина УОР, км, (К)
Малые реки						
1	Сёмжа	63	0.49	6	4	10 (11)
2	Паромай	44	0.21	–	3	25 (57)
3	Лютюга	130	1.53	–	3	12 (8)
4	Партизанская	142	4.14	–	2	11 (8)
5	Кянда	49	0.51	–	2	10 (20)
6	Пунакитери	43	0.32	–	5	16 (37)
7	Бальсас	152	1.95	20	3	26 (17)
8	Шубенакади	72	1.30	36	3	40 (55)
9	Западный Аллигатор	80	–	45	3	52 (65)
10	Лая	131	2.12	–	3	26 (20)
Малые-средние реки						
11	Раздольная	245	16.80	–	3	28 (11)
12	Тымь	330	7.85	30	3	32 (13)
13	Северн	354	11.42	62	3	66 (19)
14	Индига	193	3.79	–	5	33 (17)
15	Аделаида	180	7.64	–	5	83 (46)
Средние реки						
16	Туманная	549	33.00	–	2	19 (3)
17	Орд	650	53.8	41	3	51 (8)
18	Онега	416	58.90	–	3	31 (7)
19	Дордонь	470	24.00	44	3	52 (11)
20	Пуангве	400	31.00	58	4	65 (16)
21	Бузи	437	27.00	29	4	36 (8)

Примечание. МУР – морфодинамический участок русла; К – отношение (%) длины УОР к длине реки; прочерк – нет данных.

Note. МУР, morphodynamic section of the channel; K, proportion (%) of the length of the river mouth area to the length of the river; a dash indicates no data.

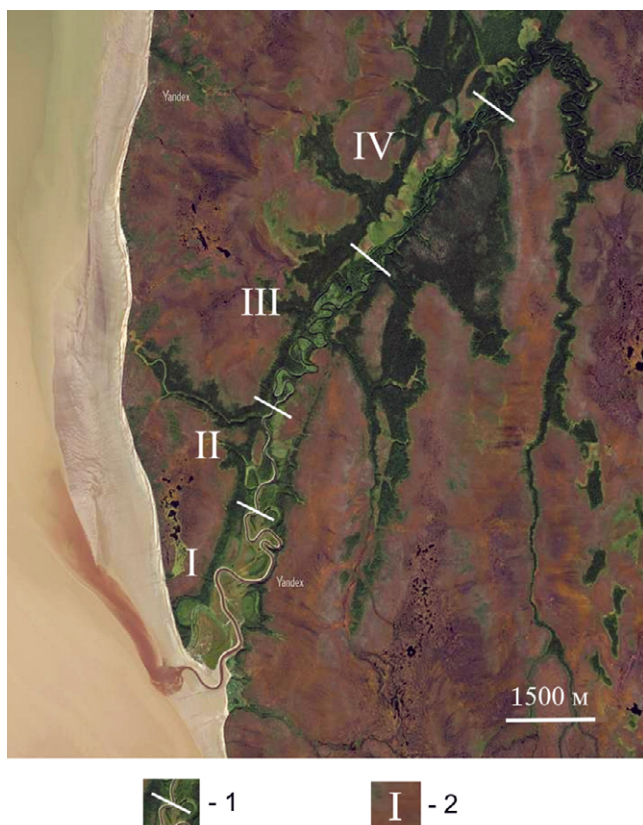


Рисунок. Устьевая область р. Сёмжа. 1 – граница участка; 2 – номер участка.

Figure. The mouth area of the Semzha River. 1, section boundary; 2, section number.

Аделаида и др.). Среднее значение показателя, определяющего расстояние (длину) распространения проявлений морских процессов вверх по руслу реки, для малых, малых-средних и средних водотоков составило, соответственно, 22.6, 54.4 и 42.3 км. Другая характеристика, являющаяся производной от среднего значения длины УОР, заключается в соотношении длины УОР и длины реки. Расчеты показали, что у малых рек доля средней длины устьевых участков составляет почти 30 %, у малых-средних – около 21 %, а у средних – всего 9 %. Большой информативностью и практической значимостью в получении оперативных (предварительных) данных о длине УОР обладает соотношение расстояния, на котором исчезает мутевой шлейф, и фактической длины УОР. Рассчитанные средние значения этого показателя составили 0.79 для малых рек, 0.93 для малых-средних и 0.83 для средних.

Таким образом, в первом приближении с ошибкой 7–21 % в большую сторону верхняя

граница УОР может быть установлена по визуально фиксируемой верхней границе распространения мутевого шлейфа. Более полная же информация о ее расположении возможна только с подключением морфодинамического анализа русла, объективно фиксирующего дальность распространения проявлений морских процессов в речном русле.

Заключение

На основе гидролого-морфологического и ландшафтно-геоморфологического подходов при выделении устьевых участков рек выявлены прямые и косвенные признаки воздействия морских процессов на речное русло в разные фазы приливно-отливного цикла. Основную роль при выделении типически однородных участков реки, в которых присутствуют проявления морских процессов, сыграл морфодинамический и морфометрический анализ русла. Окончательно местоположение верхней границы устьевой области реки устанавливалось по резкому изменению (уменьшению) градиента частоты сменяемости выделенных участков в направлении от устьевого створа вверх по течению. Количество морфодинамических участков русла в пределах УОР составило от двух до пяти. Длина УОР варьирует в интервале 10–83 км. Среднее значение расстояния, на которое распространяются проявления морских процессов вверх по руслу реки, для малых рек составило 22.6 км, для малых-средних – 54.4 км, для средних – 42.3 км. Средняя доля протяженности УОР в длине реки для малых водотоков составляет почти 30 %, для малых-средних – 21 %, для средних – 9 %. Доля протяженности мутевого шлейфа в длине УОР для малых рек равна 0.79, малых-средних – 0.93, средних – 0.83. Достаточно высокие значения данного показателя указывают на высокую информативность и практическую значимость измерения расстояния исчезновения мутевого шлейфа при оперативном (в первом приближении) установлении длины УОР. Более полную информацию о местоположении ее верхней границы дает морфодинамический анализ русла, фиксирующий дальность распространения проявлений морских процессов на фоне речных (русловых).

Список литературы

1. Бакланов П.Я., Ганзей К.С., Ермошин В.В. **2018**. Береговые географические структуры в прибрежно-морском природопользовании. *Доклады Академии наук*, 2: 229–231. <https://doi.org/10.7868/S0869565218020226>
2. *Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности*. **2010**. Владивосток: Дальнаука, 308 с.
3. Бакланов П.Я., Каракин В.П. **2013**. Природно-ресурсное пространство: дифференциация, границы, типы. *География и природные ресурсы*, 4: 11–18. <https://doi.org/10.1134/S1875372813040021>
4. Самойлов И.В. **1952**. *Устья рек*. М.: Географгиз, 526 с.
5. Байдин С.С. **1971**. Устьевая область реки как часть прибрежной зоны моря. В кн.: *Геоморфология и литология береговой зоны моря и других крупных водоемов*. М.: Наука, с. 67–74.
6. Михайлов В.Н., Рогов М.М., Макарова Т.А., Полонский В.Ф. **1977**. *Динамика гидрографической сети непритливых устьев рек*. М.: Гидрометеиздат, 297 с.
7. Назаров Н.Н. **2025**. Особенности проявления русловых процессов в устьевых областях приливных рек. *Тихоокеанская география*, 1: 18–32. https://doi.org/10.35735/26870509_2025_21_2
8. Бакланов П.Я., Мошков А.В. **2017**. Географическая дифференциация территориальных структур хозяйства в Тихоокеанской России. *География и природные ресурсы*, 1: 5–15. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2017-1\(5-15\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2017-1(5-15))
9. Пузаченко Ю.Г. **2004**. *Математические методы в экологических и географических исследованиях*. М.: Академия, 416 с.
10. Сысуев В.В. **2020**. Полиструктурная организация ландшафтов. *Тихоокеанская география*, 4: 5–13. <https://doi.org/10.35735/tig.2020.4.4.001>
11. Хорошев А.В. **2016**. *Полимасштабная организация географического ландшафта*. М.: Товарищество научных изданий КМК, 416 с.
12. Бакланов П.Я. **2021**. Географические градиенты – как измерение географического пространства. В кн.: *Геосистемы Северо-Восточной Азии: природа, население, хозяйство территорий*. Владивосток, с. 11–13. <https://doi.org/10.35735/tig.2021.56.55.002>
13. Михайлов В.Н., Михайлова М.В. **2013**. Физические основы гидрологических и морфологических процессов в речных дельтах. *Вестник РФФИ*, 2(78): 26–33.
14. Алабян А.М., Василенко А.Н., Демиденко Н.А., Крыленко И.Н., Панченко Е.Д., Попрядухин А.А. **2022**. Приливная динамика вод в дельте Печоры в летнюю межень. *Вестник Московского университета. Серия 5: География*, 1: 167–179.
15. Михайлова М.В. **2022**. Современные научные и прикладные проблемы гидрологии устьев рек. *Водные ресурсы*, 49(5): 539–551. <https://doi.org/10.31857/S032105962205011X>
16. Михайлов В.Н., Михайлова М.В., Магрицкий Д.В. **2018**. *Основы гидрологии устьев рек*. М.: Триумф, 313 с.
17. Иванов В.В., Коротаев В.Н., Чернов А.В. **2013**. Нижний Дон: геоморфология, русловая морфодинамика и дельтообразование. В кн.: *Двадцать восьмое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов*. Пермь, с. 109–112.
18. Коротаев В.Н. **2004**. Геоморфологическая эволюция и прогноз развития эстуарно-дельтовых систем России. В кн.: *Девятнадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов*. Белгород, 41–47.
19. *Эстуарно-дельтовые системы России и Китая: гидролого-морфологические процессы, геоморфология и прогноз развития*. **2007**. М.: ГЕОС, 445 с.
20. Сладкопепцев С.А. **1982**. *Изучение и картографирование рельефа с использованием аэрокосмической информации*. М.: Недра, 216 с.
21. Лабутина И.А. **2004**. *Дешифрирование аэрокосмических снимков*. М.: Аспект-Пресс, 184 с.
22. Лабутина И.А., Сафьянов Г.А., Шарлай Т.Г. **1976**. Исследование распространения взвесей в море по многозональным аэрофотоснимкам. *Доклады Академии наук СССР*, 230(2): 536–538.
23. Зубенко Ф.С., Нерода Л.М. **1987**. Контактные и дистанционные методы исследования взвешенных примесей в эстуариях. В кн.: *Социально-экологические проблемы интенсивного освоения устьевых приморских регионов: тез. докладов*. Ростов-на-Дону, с. 123–125.
24. Albanakis K.S. **1990**. Testing of a model for the simulation of the volume reflectance of water due to suspended sediment under controlled conditions, for various sediment types. *International J. Remote Sensing*, 11(9): 1533–1547.
25. Bhargava D.S., Mariam D.W. **1991**. Light penetration depth, turbidity and reflectance related relationship and models. *ISPRS J. of Photogrammetry and Remote Sensing*, 46(4): 217–230. [https://doi.org/10.1016/0924-2716\(91\)90055-z](https://doi.org/10.1016/0924-2716(91)90055-z)
26. Doxaran D., Froidefond J.-M., Castaing P. **2002**. A reflectance band ratio used to estimate suspended matter concentrations in sediment-dominated coastal waters. *International J. Remote Sensing*, 23(23): 5079–5085. <http://dx.doi.org/10.1080/0143116021000009912>

27. Davies J.L.A. **1964**. A morphogenic approach to world shorelines. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 8: 27–42.
28. Михайлов В.Н., Полонский В.Ф., Чернецова Г.М. **1990**. Закономерности кинематики и динамики потока в приливных устьях рек. *Вестник Московского университета. Серия 5: География*, 1: 16–24.
29. Долотов Ю.С. **2010**. *Процессы рельефообразования и осадконакопления на приливных побережьях Мирового океана*. М.: Научный мир, 180 с.
30. Мискевич И.В., Алабян А.М., Демиденко Н.А., Коробов В.Б., Панченко Е.Д. **2022**. Формирование высокой мутности вод в малых приливных эстуариях Белого и Баренцева морей. *Вестник Московского университета. Серия 5: География*, 4: 142–153.
31. Панченко Е.Д. **2022**. *Динамика потока в приливных устьях малых рек (на примере Беломорского бассейна)*: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., МГУ, 28 с.
32. Чалов Р.С. **2011**. *Русловедение: теория, география, практика*. Т. 2: *Морфодинамика речных русел*. М.: КРАСАНД, 960 с.
33. Воронков П.П. **1970**. *Гидрохимия местного стока Европейской территории СССР (основы гидрохимического принципа картирования)*. Л.: Гидрометеоиздат, 188 с.
34. Курдов А.Г. **1995**. *Водные ресурсы Воронежской области: формирование, антропогенное воздействие, охрана и расчеты*. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 224 с.
7. Nazarov N.N. **2025**. Particular manifestation of channel processes in the tidal river mouth areas. *Tihookeanskaja geografija = Pacific Geography Journal*, 1: 18–32. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2025_21_2
8. Baklanov P.Y., Moshkov A.V. **2017**. Geographical differentiation of territorial structures of the economy in Pacific Russia. *Geography and Natural Resources*, 38: 1–11. <https://doi.org/10.1134/S1875372817010012>
9. Puzachenko Yu.G. **2004**. *Mathematical methods in environmental and geographical research*. Moscow: Akademija, 416 p. (In Russ.)
10. Sysuev V.V. **2020**. Polystructural organization of a landscape: geophysical analysis of geosystems synergy. *Tihookeanskaja geografija = Pacific Geography Journal*, 4: 5–13. (In Russ.). <https://doi.org/10.35735/tig.2020.4.4.001>
11. Khoroshev A.V. **2016**. [Multiscale organization of geographical landscape]. Moscow: KMK, 416 p. (In Russ.).
12. Baklanov P.Ya. **2021**. Geographical gradients – as a measurement of geographical space. In: *Geosystems of North-East Asia: the nature, population, economy of territories*. Vladivostok, p. 11–13. (In Russ.). <https://doi.org/10.35735/tig.2021.56.55.002>
13. Mikhailov V.N., Mikhailova M.V. **2013**. Physical principals of hydrological and morphological processes in river deltas. *RFBR Journal*, 2(78): 26–33. (In Russ.).
14. Alabyan A.M., Vasilenko A.N., Demidenko N.A., Krylenko I.N., Panchenko E.D., Popryadukhin A.A. **2022**. Tidal flow dynamics in the Pechora River delta during summer low water. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5: Geografija*, 1: 167–179. (In Russ.).
15. Mikhailova M.V. **2022**. Current scientific and applied problems of river mouth hydrology. *Water resources*, 49(5): 753–765. <https://doi.org/10.1134/S0097807822050116>
16. Mikhailov V.N., Mikhailova M.V., Magritsky D.V. **2018**. *Fundamentals of river estuary hydrology*. Moscow: Triumf, 313 p. (In Russ.).
17. Ivanov V.V., Korotayev V.N., Chernov A.V. **2013**. Lower Don: geomorphology, channel morphodynamics, and delta formation. In: *Dvadczat' vos' moe plenarnoe mezhvuzovskoe koordinacionnoe soveshhanie po probleme e'rozionny'x, ruslovy'x i ust'evy'x processov*. Perm, p. 109–112. (In Russ.).
18. Korotayev V.N. **2004**. Geomorphological evolution and forecast of the estuarine-delta systems development in Russia. In: *Devyatnadczaet plenarnoe mezhvuzovskoe koordinacionnoe soveshhanie po probleme e'rozionny'x, ruslovy'x i ust'evy'x processov*. Belgorod, p. 41–47. (In Russ.).
19. *Estuarine-deltaic systems of Russia and China: hydrological-morphological processes, geomorphology and prediction of evolution*. **2007**. Moscow: GEOS, 445 p. (In Russ.).

References

1. Baklanov P.Y., Ganzei K.S., Ermoshin V.V. **2018**. Coastal geographic structures in coastal-marine environmental management. *Doklady Earth Sciences*, 478: 100–102. <https://doi.org/10.1134/S1028334X18010105>
2. *Coastal and marine nature management: theory, indicators, regional features*. **2010**. Vladivostok: Dal'nauka, 308 p. (In Russ.)
3. Baklanov P.Y., Karakin V.P. **2013**. Natural-resource space: Differentiation, boundaries, types. *Geography and natural resources*, 34: 308–313. <https://doi.org/10.1134/S1875372813040021>
4. Samoilov I.V. **1952**. [River mouths]. Moscow: Geografiz, 526 p. (In Russ.).
5. Baidin S.S. **1971**. The mouth area of the river as part of the coastal zone of the sea. In: *Geomorphology and lithology of the coastal zone of the sea and other large water bodies*. Moscow: Nauka, p. 67–74. (In Russ.).
6. Mikhailov V.N., Rogov M.M., Makarova T.A., Polonsky V.F. **1977**. [Dynamics of the hydrographic network of non-tidal river mouths]. Moscow: Gidrometeoizdat, 297 p. (In Russ.).

20. Sladkopevtsev S.A. **1982**. *Study and mapping of land-forms using aerospace information*. Moscow: Nedra, 216 p. (In Russ.).
21. Labutina I.A. **2004**. *Deciphering aerospace images*. Moscow: Aspekt-Press, 184 p. (In Russ.).
22. Labutina I.A., Safyanov G.A., Sharlai T.G. **1976**. Study of the distribution of suspended matter in the sea using multi-spectral aerial photographs. *Doklady Akademii nauk SSSR*, 230(2): 536–538. (In Russ.).
23. Zubenko F.S., Neroda L.M. **1987**. Contact and remote methods for studying suspended impurities in estuaries. In: [Social and environmental problems of intensive development of coastal estuarine regions]. Rostov-on-Don, 123–125. (In Russ.).
24. Albanakis K.S. **1990**. Testing of a model for the simulation of the volume reflectance of water due to suspended sediment under controlled conditions, for various sediment types. *International J. Remote Sensing*, 11(9): 1533–1547. <https://doi.org/10.1080/01431169008955112>
25. Bhargava D.S., Mariam D.W. **1991**. Light penetration depth, turbidity and reflectance related relationship and models. *ISPRS J. of Photogrammetry and Remote Sensing*, 46(4): 217–230. [https://doi.org/10.1016/0924-2716\(91\)90055-z](https://doi.org/10.1016/0924-2716(91)90055-z)
26. Doxaran D., Froidefond J.-M., Castaing P. **2002**. A reflectance band ratio used to estimate suspended matter concentrations in sediment-dominated coastal waters. *International J. Remote Sensing*, 23(23): 5079–5085. <http://dx.doi.org/10.1080/0143116021000009912>
27. Davies J.L.A. **1964**. A morphogenic approach to world shorelines. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 8: 27–42. <https://doi.org/10.1127/zfg/mortensen/8/1964/127>
28. Mikhailov V.N., Polonsky V.F., Chernetsova G.M. **1990**. Regularities of kinematics and dynamics of flow in tidal river mouths. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografija*, 1: 16–24. (In Russ.).
29. Dolotov Yu.S. **2010**. [Relief formation and sedimentation processes on the tidal coasts of the World Ocean]. Moscow: Nauchnyj mir, 180 p. (In Russ.).
30. Miskevich I.V., Alabyan A.M., Demidenko N.A., Korobov V.B., Panchenko E.D. **2022**. Formation of high water turbidity in small tidal estuaries of the White and Barents seas. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografija*, 4: 142–153. (In Russ.).
31. Panchenko E.D. **2022**. [Flow dynamics in tidal mouths of small rivers (using the White Sea basin as an example)]: extended abstract of the thesis ... Cand. Sci. (Geography). Moscow, Lomonosov Moscow State University, 28 p.
32. Chalov R.S. **2011**. [Riverbed science: theory, geography, practice. Vol. 2: Morphodynamics of river channels]. Moscow: KRASAND, 960 p. (In Russ.).
33. Voronkov P.P. **1970**. [Hydrochemistry of local runoff of the European territory of the USSR (Basics of the hydrochemical principle of mapping)]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 188 p. (In Russ.).
34. Kurdov A.G. **1995**. [Water resources of the Voronezh region: formation, anthropogenic impact, protection, and calculations]. Voronezh: Voronezh State University, 224 p. (In Russ.).

Об авторе

Назаров Николай Николаевич (<https://orcid.org/0000-0002-3611-5729>), доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории палеогеографии и геоморфологии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия, nikolainazarovpsu@gmail.com

About the Author

Nazarov, Nikolay N. (<https://orcid.org/0000-0002-3611-5729>), Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading Researcher at the Laboratory of paleogeography and geomorphology, Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia, nikolainazarovpsu@gmail.com

Поступила 17.09.2025

Принята к публикации 27.10.2025

Received 17 September 2025

Accepted 27 October 2025