



Особенности проявления русловых процессов в устьевых областях приливных рек

Николай Николаевич НАЗАРОВ

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, профессор
nikolainazarovpsu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3611-5729>
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Аннотация. Одной из причин интереса к устьевым областям рек (УОР) со стороны гидрологов и геоморфологов является неопределенность в понимании направленности их развития в условиях повышения уровня Мирового океана. Отсутствуют ответы на вопросы об особенностях развития русловых процессов при расширении зон развития приливо-отливных явлений. Цель исследования заключалась в выявлении особенностей формирования морфодинамических типов русла (МТР) в пределах устьевых и приустьевых участков рек. В качестве объектов изучения были выбраны реки бассейнов мезо- и макроприливных морей – Белого, Баренцевого, Желтого, Ирландского и некоторых других. Для определения верхней границы устьевых областей и выделения типов русла были задействованы спутниковые снимки свободного доступа (Yandex-карты, GoogleMaps). Основным требованием к их отбору и использованию в этом качестве стала возможность визуально фиксировать изменения цвета (оттенка) воды в русле – реакции на появление в ней повышенной концентрации взвеси, и по этой особенности устанавливать границу раздела (смешивания) приливных водных масс с водами речного потока. Основными индикаторами влияния приливо-отливных процессов на русловые нами приняты различия в наборе МТР на разных участках УОР. Фиксировались и анализировались также характер сменяемости типов в направлении от их верхней границы УОР к устьевому створу и различия в самом наборе ведущих МТР по сравнению с участками русел, расположенными выше по течению. Кроме того, важным показателем, указывающим на смену направленности эволюционных процессов, происходящих в геодинамике русел с момента последней стабилизации уровня океана, стали изменения морфолого-морфометрических характеристик их элементов (степень извилистости русла, разновидности излучин, формы русловых разветвлений и др.).

Ключевые слова: дельта, приливо-отливные процессы, спутниковые снимки, морфодинамический тип русла, эстуарий, зона осушки

Для цитирования: Назаров Н.Н. Особенности проявления русловых процессов в устьевых областях приливных рек // Тихоокеанская география. 2025. № 1. С. 18–32. https://doi.org/10.35735/26870509_2025_21_2.

Particular manifestation of channel processes in the tidal river mouth areas

Nikolai N. NAZAROV

Doctor of Geographical Sciences, Leading research associate, Professor
nikolainazarovpsu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3611-5729>
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. One of the reasons for the interest in river mouth areas on the part of hydrologists and geomorphologists is the uncertainty in understanding the direction of their development in the context of rising ocean levels. There are no answers to questions about the features of the development of channel processes with the expansion of the zones of development of tidal processes. The purpose of this study was to identify the features of the formation of morphodynamic channel types within the river mouth areas and river near-mouth areas. The rivers of the basins of the mezo-tidal and macro-tidal seas (White Sea, Barents Sea, Yellow Sea, Irish Sea, and some others) were chosen as objects of study. Free satellite images (YandexMaps, GoogleMaps) were used to determine the upper boundary of the river mouth areas and identify the morphodynamic channel types. The ability to visually record changes in color of water in the channel, namely the reaction to the appearance of an increased concentration of suspended sediment load in it, has become the main requirement for its selection. By the difference in color, the interface (mixing) between tidal water masses and river water was established. The main indicator of the influence of tidal processes on channel processes was the differences in the set of morphodynamic channel types at different parts of the river mouth areas. The pattern of type turnover in the direction from their upper boundary of the river mouth areas to the mouth section, and the differences in the set of leading morphodynamic channel types in comparison with upstream channel sections were recorded and analyzed. Changes in the morphological and morphometric characteristics of their channel elements have become an important change indicator in the direction of evolutionary processes occurring in channel geodynamics since the last stabilization of the ocean level. The crossing of the upper boundary of the river mouth by the river for the open bay rivers is usually accompanied by a change of a meander wide floodplain channel to a meander adapted channel or a meander channel to an anabranching one. A distinctive feature of the lowest channel section of the river mouth of the estuarine-delta type river in the vast majority of cases is its relative straightness. The formation of single channel deltas also includes the presence of usually 2-3 incised “big meanders” located immediately above the straight channel. An important indicator of the change in the morphological and morphometric characteristics of the channel forms in river sections affected by tides is an increase in their meandering, a decrease in the proportion of segmental meanders and an increase in the proportion of loop-shaped meanders and omega-shaped meanders.

Keywords: river delta, tidal processes, satellite images, morphodynamic channel type, estuary, mudflat.

For citation: Nazarov N.N. Particular manifestation of channel processes in the tidal river mouth areas. Pacific Geography. 2025; (1):18-32. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2025_21_2.

Введение

Большое значение при изучении морфолитогенеза морских побережий следует уделять устьевым областям рек и пойменно-русловым комплексам дельтовых геосистем в целом. Это обусловлено их значимой ролью в функционировании прибрежных территорий и хозяйствовании людей. В истории освоения новых территорий именно устья рек чаще всего становились главным входом на еще не освоенные земли островов и целых материков. На протяжении многих столетий устьевые геосистемы являются местом концентрации небольших поселений и крупнейших городов на Земле.

В последние годы научный интерес и внимание к устьям рек связаны прежде всего с повышением уровня Мирового океана, воздействие которого на геосистемы речных дельт

не ограничивается только их внешней границей – береговой линией морей, оно затрагивает и их русловую часть [1, 2]. По этой причине риски возникновения негативных последствий для жителей устьевых участков рек делают изучение русловых процессов одним из наиболее востребованных сегодня исследовательских направлений в научной проблематике геоморфологов и гидрологов-русловиков.

В связи с большим влиянием морских процессов на формирование речных дельт повышенный интерес в их изучении вызывают реки, впадающие в приливные моря [3, 4]. Отличительной особенностью этих рек является большая дифференцированность по высоте подъема уровня воды в их устьях и соответственно по расстоянию максимального продвижения приливов вверх по руслу. Как следствие – невозможность унифицировать методы рационального и эффективного ведения хозяйственной деятельности в долинах рек [5]. Решение данных проблем с перспективой выхода на выработку мер безопасного и комфортного проживания на их берегах и/или эффективного использования пойменно-русловых и смежных с ними геосистем в хозяйственных целях возможно лишь при ясном понимании характера и направленности развития русловых и других геоморфологических процессов в период активизации морских процессов в морфолитогенезе речных дельт и близлежащих (расположенных выше по течению) участках речных долин. С учетом существующей тенденции повышения уровня океана и неизбежного в связи с этим постепенного перемещения вверх по рекам зоны влияния приливов решение данных задач приобретает особую актуальность и требует к себе внимания.

Термином, обозначающим часть русловой системы, внешней (нижней) границей которой считается устьевое взморье, а ее начало (верхняя граница) находится на некотором удалении от устьевого створа, где влияние моря уже не фиксируется, является устьевая область реки (УОР). С введением в науку этого понятия в середине XX в. [6] интерес к данному географическому объекту постоянно увеличивался, а связанный с ним терминологический аппарат расширялся и уточнялся. В течение последних десятилетий в отечественной и зарубежной гидрологической и геоморфологической литературе происходило непрерывное усовершенствование дефиниции УОР, выражавшееся в уточнении ее структуры и границ, а также в определении роли и состава действующих в ней устьевых процессов [7, 8].

Проблемой, не получившей достаточного внимания, является реакция русловых процессов на изменение уровня Мирового океана, которая может проявляться через особенности развития морфодинамических типов русла (МТР) в УОР. На фоне глобальных изменений климата изучение общих закономерностей активности русловых процессов в УОР приливных побережий морей приобретает особую значимость и требует углубления и накопления знаний об их развитии и формах проявления в русловой морфодинамике. Цель данного исследования заключается в выявлении особенностей формирования МТР в пределах устьевых областей рек, испытывающих влияние приливо-отливных процессов. Самостоятельной задачей для достижения цели исследования становится установление верхней границы устьевых областей рек, рассмотренных в данном исследовании.

Материалы и методы

По высоте приливов выделяются микроприливные моря (менее 2 м), мезоприливные (2–4 м) и макроприливные (более 4 м) [9]. Области максимальных приливов приурочены в основном к умеренным широтам, тогда как высокие широты за небольшим исключением характеризуются относительно незначительными колебаниями уровня моря [10]. Исследователями береговых процессов отмечается, что в целом на Земле преобладают микроприливные побережья, при этом внутриконтинентальные моря по существу являются неприливыми, в которых влияние морских процессов на русловые осуществляется исключительно в результате ветровых нагонов. В береговом контуре России к ме-

зоприливным морям относятся Охотское (кроме района Шантарских островов и Пенжинской губы), Берингово и Баренцево моря, к макроприливному – Белое, при этом благодаря особым условиям, складывающимся на локальных участках побережий, достаточно высокие приливы формируются и в пределах отдельных заливов (эстуариев, лагун) и микроприливных морей, например, Татарского пролива Японского моря (о. Сахалин) [11, 12].

Как показал анализ публикаций, посвященных изучению устьевых процессов и береговых морфосистем морей, выделение и обоснование нижней (морской) границы УОР основано на результатах многочисленных и широкомасштабных исследований внешнего края дельты, авандельты и шельфа [13]. Меньше по количеству и географическому разнообразию приведено данных о верхней границе УОР. Местоположением последней, по общему мнению, следует считать створ реки, в котором влияние нагонов и приливов в межень не фиксируется. Знакомство с результатами уже состоявшихся исследований также показало, что специальных работ по определению верхней границы УОР на отечественном материале проводилось относительно немного. Основное внимание обычно уделялось изучению реакций гидрологических характеристик по мере удаления от устьевого створа без фиксации максимального расстояния их изменений. Возможно, по этой причине верхняя граница, куда проникают приливные процессы, часто указывается в диапазоне значений в десятки, а для крупных и крупнейших рек даже в сотни километров. Тем не менее для целого ряда средних и относительно небольших рек изучение распространения скорости приливной волны («полной воды») вверх по течению позволило зафиксировать такую границу. Установлено, что на реках Сахалина длина участков влияния приливных вод различна. Это связано с высотой прилива на разных побережьях острова и уклонами рек. Например, на р. Тымь движение приливной волны было отмечено на протяжении 30 км от устья [14]. На р. Поронай воздействие прилива фиксировалось на протяжении 25 км, на р. Найба – на 20 км, на р. Лютога – почти на 10 км [15]. Для небольших рек этот показатель обычно на порядок отличается от водотоков среднего размера. На р. Лозовая при уклоне устьевого участка около 0.0017 м/м граница приливной волны (в совокупности с ветровым нагоном во время шторма) была зафиксирована на расстоянии 1.1–1.2 км [11]. Некоторые реки Беломорского бассейна даже при относительно скромных значениях высоты сизигийных приливов (от 0.5 до 2.5 м) характеризуются довольно значительной протяженностью русла, испытывающего их влияние: Онега – 31 км, Лая – 26 км, Кянда – 10 км [4].

Кроме натуральных наблюдений за изменением уровней воды в русле одним из объективных показателей определения границы влияния приливов на реки является фиксация распространения взвеси вверх по течению [16, 17]. Образование взвешенных минеральных частиц исследователи обычно связывают с периодически формирующейся осушкой, поверхность которой часто покрыта илистыми и глинистыми отложениями. При отмирании маршевой растительности в сизигию происходит дополнительное поступление в водную среду взвеси и органики [18]. Отмечается, что наиболее активно перемещение взвеси из эстуария в устье реки происходит при высоте прилива более 4 м, при которой в соответствующих условиях может даже формироваться приливной бор [19]. Высокая турбулентность потока создает условия для перемешивания взвеси на всю глубину потока, делая его в меженьный период мутным и хорошо отличимым по этому показателю от природной окраски («чистоты») речных вод.

В проведенном исследовании приемом фиксации перемещения взвеси и установления примерного расположения верхней границы УОР был выбран дистанционный метод – дешифрирование спутниковых изображений с целью обнаружения границы между цветовой (тоновой) окраской речных вод. Данный метод изучения динамики взвешенных наносов в свое время уже был опробован в эстуариях и речных дельтах и показал свою эффективность [20–22].

Для определения верхней границы УОР мезо- и макроприливных рек были задействованы спутниковые изображения свободного доступа (Yandex-карты, GoogleMaps). Глав-

ным условием для отбора и использования снимков в этом качестве стала возможность фиксировать на них изменения цвета (оттенка) воды в русле и по этой особенности идентифицировать ее как границу раздела (смешивания) приливных (более светлых) водных масс с «упирающимися» в них водами речного (более темного или «черного») потока. Резкое или постепенное уменьшение количества взвеси в воде служило основанием для определения зоны, в пределах которой находится верхняя граница УОР.

В дополнение к исследованиям, в которых зона проникновения приливной волны устанавливалась на основе выявления изменений мутности водного потока, были проведены измерения соразмерности руслового канала (расстояние между русловыми бровками) с шириной водного потока в его днище. Сокращение ширины «подбровочных» вдольбереговых осушек в днище руслового канала до нулевых значений и исчезновение маршевой растительности в его бортовой части также фиксировало местоположение верхней границы УОР. На спутниковых снимках распознавание осушек и маршей, как правило, у дешифровщика не вызывает особых затруднений и в большинстве случаев является дополнительным признаком для точного установления зоны максимума продвижения приливной волны.

Отбор рек для исследования производился с учетом картосхемы расположения мезо- и макроприливных морей на Земле [10]. Поскольку время космической съемки чаще всего не совпадало с временем максимального продвижения приливной волны в УОР или качество съемки не удовлетворяло возможностям уверенного дешифрирования сменяемости цвета воды, перечень рек с четко определяемой верхней границей устьевых областей оказался относительно небольшим, но, как показал анализ, вполне достаточным для выявления локальных особенностей развития русловых процессов и формирования пойменно-русловых комплексов в пределах речных дельт и/или приустьевых участков рек побережий морей.

Результаты и их обсуждение

При изучении УОР обычно используются три наиболее популярные схемы их типизации: И.В. Самойлова [6], В.Н. Михайлова [13] и В.Н. Михайлова, С.Л. Горина [7]. В типизации И.В. Самойлова присутствуют устьевой, или дельтовый и приустьевой участки, определяемые по дальности проникновения в межень приливной или нагонной волны. Во втором и третьем (доработанном) вариантах классификаций В.Н. Михайлова в пределах УОР выделяются устьевой участок реки и дельта. Приустьевой участок в этом случае находится уже выше (за пределами) УОР. С учетом особенностей формирования морфоэлементов надводного и подводного рельефа на устьевом взморье (морской подобласти) были выделены области: простая (I), эстуарная (II), эстуарно-дельтовая (III), дельтово-эстуарная (IV), дельтовая (V).

При всей объективности и обоснованности выделения участков (подобластей) УОР, при практическом использовании этой схемы вопросы вызывает определение их типа, если ориентироваться при этом только на конфигурацию береговой линии и русла. В первую очередь это касается случаев с однорукавными дельтами выполнения. Сложность применимости предложенных типизаций УОР в полном объеме заключается в ее ограниченности при использовании для рек, испытывающих воздействие мезо- и макроприливов. Наиболее распространена для приливных побережий форма устья малых и средних рек в виде мелководного «открытого» залива. У таких рек заливы в фазу отлива представляют собой осушку, обычно начинающуюся в районе устьевых створов рек, а заканчивающуюся далеко за линией расположения мысов коренного берега (рис. 1).

Как показало изучение частоты распространения такой ситуации в береговой зоне приливных морей, подобное развитие морфолитогенеза устьевых участков малых и части средних рек является достаточно распространенным случаем и может быть отнесе-

но к типобразующему признаку УОР для рек данной размерности. К геоморфологическим особенностям формирования геодинамической обстановки на внешнем крае аэральской части устьевой области открытого залива (подтип простой УОР приливных морей) можно отнести, во-первых, наличие следов волновой абразии, обычно встречающихся почти по всему периметру залива, во-вторых, отсутствие аккумулятивных форм на поверхности осушки. Об активной абразионной переработке речных пойм в вершинах таких заливов в фазу прилива, возможно, при участии процессов гидратационного выветривания [23] говорят следы современных и древних русловых форм, обрывающихся на морском береговом уступе. На другом примере активная волновая переработка берега, представленного поймой р. Ольховка (Мезенский залив Белого моря), привела даже к прорыву излучины и перемещению в результате этого устьевое створ на 500 м в юго-восточном направлении (рис. 2).

Среди рек бассейнов Баренцева и Белого морей условиям, соответствующим всем требованиям для объективного установления зоны перехода от мутной (приливной) воды к более чистой (речной) – приемлемому качеству и масштабу спутниковых изображений, удовлетворяли летние съемки р. Кушерека, впадающей в Онежскую губу (рис. 3). На «сшитом» фрагменте спутникового изображения р. Кушерека (распространенный вариант мозаичного изображения на ресурсе Яндекс-карты) стыкуются две разновременные ситуации приливного режима реки – малой и полной воды. В приустьевой части реки (см. рис. 3, правая треть) темным цветом окрашено русло реки в период отлива. Об этой стадии говорит большая ширина морской осушки (около 500 м), оттененная со стороны взморья шлейфом чистой («черной») воды, поступающей из реки. В центральной части снимка по достаточно резкой смене цвета воды в реке в период прилива на расстоянии около 4 км от устьевое створ фиксируется верхняя граница УОР. Как показала работа с материалами «сшитых» спутниковых изображений, на которых фиксировалось разновременное положение уровней воды в русле, в целом ряде случаев наличие такой информации играло определяющую роль при дешифрировании элементов руслового рельефа и получения их параметров. Из других рек северного побережья Европейской части России по признаку распространения взвеси в воде была установлена



Рис. 1. Абразионный берег поймы в «открытом» заливе устья р. Сёмжа (Мезенский залив)

Fig. 1. Abrasive coast of the floodplain in the open bay of the Semzha River mouth (Mezen Bay)



— - верхняя граница УОР

Рис. 2. Абразионный размыв поймы р. Ольховка (Мезенский залив)

Fig. 2. Abrasion of the Olkhovka River floodplain (Mezen Bay)



— - верхняя граница УОР

Рис. 3. Верхняя граница УОР р. Кушерека (Онежская губа)

Fig. 3. Upper boundary of the Kushereka River mouth area (Onega Bay)

фиксируемого состояния реки к стадиям приливо-отливной ситуации – к сизигии, квадратуре или средней высоте прилива расстояние до верхней границы УОР определяется как примерное с возможным допуском его небольшой корректировки в направлениях как вверх, так и вниз по течению реки. Это расстояние из-за довольно значимого различия высот сизигийных и квадратурных приливов, как правило, в среднем составляет первые километры в ту и другую сторону, но при этом не является критичным параметром для достижения главной цели проводимого исследования – определения особенностей развития МТР в пределах УОР. Для малых, относительно коротких рек (менее 200 км), принадлежащих бассейнам Белого и Баренцева морей, верхние границы устьевых областей были зафиксированы на удалении 3.9–11.4 км. В 2 раза и более превышали эти значения расстояния до верхней границы УОР у коротких рек Новой Зеландии и Австралии – соответственно 26 и 45 км. Для рек протяженностью более 200 км удаленность верхней границы от устьевых створа составила 44–70 км, но и для этой категории рек присутствовали исключения: р. Уай – 10 км, р. Тымь – 22 км.

Другим типом УОР, относящимся ко второй, наиболее представительной в исследовании группе рек, является *эстуарно-дельтовая* область (см. табл. 2). В большинстве случаев у рассмотренных рек ниже устьевых участка находится однорукавная *дельта выполнения эстуария* (залива) и лишь в одном – малорукавная *дельта выполнения устьевой лагуны* р. Тымь. Для всех УОР эстуарно-дельтового типа их характерной особенностью является наличие в зоне устьевых створа аккумулятивного новообразования – *дельтово-руслового комплекса*, формирование которого происходило и происходит постепенно по мере заполнения речными наносами вершины залива и выдвигания его аэральная части в сторону моря (рис. 4). Осуществляющееся параллельное этому процессу обвалование бровок водотока, который постепенно удлиняется в этом же направлении, привело к формированию относительно прямолинейного участка русла. Вполне вероятно, что для части рек, характеризующихся небольшими уклонами дна взморья (менее 0.0002), развитие данного процесса может относиться к проявлению пассивного устьевых удлинения, связанного с понижением уровня моря в позднем голоцене. В большинстве рассмотренных случаев подобная прямолинейность самого нижнего участка русла, как правило, не согласуется с морфодинамическим типом части русла, расположенного выше, сформировавшегося еще в условиях отсутствия прямого влияния морских процессов на русловые.

Таблица 1

Морфолого-морфометрические характеристики элементов УОР подтипа открытый залив
Table 1. Morphological and morphometric characteristics of the elements of the river mouth area
of the open bay subtype

Река, местоположение устья	Длина УОР, км	МТР устьевого участка (1-й подучасток), протяженность, (%), $K_{из}$	МТР устьевого участка (2-й подучасток – при наличии), протяженность, (%), $K_{из}$	МТР приустьевого участка, $K_{из}$	Ширина осушки, м: в заливе / в русле
Ома, Чешская губа, Баренцево море	22.0	Разветвленное (разветленно- извилистое), (64) , $K_{из} - 1.3$	Извилистое адаптированное (излучины заваленные, крутые, прямолинейные вставки, (36) , $K_{из} - 1.5$	Извилистое адаптированное (излучины заваленные крутые, прямолинейные вставки), $K_{из} - 1.8$	<u>800–1500</u> 70–100
Кушерека, Онежская губа, Белое море	3.9	Разветвленное (пойменно-русловое), (100)	Отсутствует	Врезанное раздвоенное (прямолинейная вставка, 2.2 км, излучины и прямолинейные вставки)	<u>300–400</u> 5–15
Семжа, Мезенский залив, Белое море	6.3	Извилистое адаптированное (синусоидальные, сундучные с 1.5-километровой прямолинейной вставкой, (38) , $K_{из} - 1.4$	Извилистое адаптированное (излучины сегментные, заваленные, петлеобразные, (62) , $K_{из} - 1.6$	Извилистое широкопойменное (излучины сегментные пологие и прямолинейные вставки), $K_{из} - 1.2$	<u>900–1000</u> 25–35
Сноп, Чешская губа, Баренцево море	11.4	Извилистое широкопойменное (петлеобразные, сегментные, (100) , $K_{из} - 1.8$	Отсутствует	Извилистое адаптированное (излучины сегментные, сундучные, прямолинейные вставки), $K_{из} - 1.7$	<u>100–150</u> 10–15
Уай, эстуарий р. Северн, о. Великобри- тания	10.0	Относительно прямолинейное, неразветвленное, (40)	Извилистое врезанное (излучины петлевидные, заваленные, сегментные большие, $R - 2.5$), (60) , $K_{из} - 1.5$	Извилистое врезанное, $K_{из} - 1.2$	<u>150–200</u> 30–40

Примечание: $K_{из}$ – коэффициент извилистости русла; R – средний радиус излучин.

Рассмотренные примеры взаимодействия приливо-отливных и русловых процессов указывают на сложность и разнообразие возникающих комбинаций береговых форм рельефа и проявлений русловой морфодинамики в пределах устьевых участков рек. Не менее важное значение в понимании перспектив развития долины реки имеет поиск ответов на вопросы об особенностях формирования морфодинамических типов русла на всем протяжении УОР. Объясняется это, как правило, кратным превышением длины устьевого участка реки по сравнению с протяженностью дельтового.

При изучении особенностей развития русловых процессов в пределах УОР в качестве главного «измерителя» их проявлений были использованы изменения МТР, выделен-

Таблица 2

Морфолого-морфометрические характеристики элементов УОР эстуарно-дельтового и эстуарного типов
 Table 2. Morphological and morphometric characteristics of the elements of the estuarine-deltaic type and estuarine type

Река, местоположение устья	Тип УОР, длина, км	МТР дельтового участка	МТР устьевого участка, подучастки 1, 2 (при наличии), $K_{\text{н}}$	МТР приустьевого участка, $K_{\text{н}}$	Ширина осушки, м: в заливе / в бровках русла
Тымы, восточное побережье о. Сахалин	Эстуарно-дельтовая с малорукавной дельтой выполнения, 22	Разветвленное раздельное с одиночными разветвлениями в рукавах. Большая излучина выше узла разветвления	Извилистое широкопойменное (большая излучина, осложненная излучинами 2-го порядка, $K_{\text{н}} - 1.5$)	Извилистое (петлеобразные) широко пойменное, $K_{\text{н}} - 2.0$	<u>3200-3500</u> 4-6
Орд, Кембриджский залив, северное побережье Австралии	Эстуарно-дельтовая с однорукавной дельтой выполнения, 41	Относительно прямолинейное разветвленное (чередующиеся односторонние)	1. Извилистое широкопойменное (крупные сегментные излучины, $R - 1-2$ км), $K_{\text{н}} - 1.5$. 2. Извилистое (сегментные излучины $R - 0.2-0.4$ км, одиночные разветвления), $K_{\text{н}} - 1.2$	Извилистое широко пойменное (сегментные излучины с протяженными прямолинейными вставками), $K_{\text{н}} - 1.3$	<u>1300-1500</u> 0
Западный Аллигатор, северное побережье Австралии	Эстуарно-дельтовая с однорукавной дельтой выполнения, 45	Относительно прямолинейное неразветвленное	1. Две большие врезанные петлеобразные излучины, $K_{\text{н}} - 1.8$. 2. Извилистое (сегментные) врезанное с прямолинейными вставками, $K_{\text{н}} - 1.2$	Относительно прямолинейное врезанное	<u>130-150</u> 15-30
Северн, Бристольский залив, о. Веллкобритания	Эстуарная, 62	Относительно прямолинейное неразветвленное	1. Две большие врезанные петлеобразные излучины, $K_{\text{н}} - 2.1$. 2. Извилистое врезанное (заваленная излучина) с прямолинейными вставками, $K_{\text{н}} - 1.2$	Относительно прямолинейное врезанное	<u>1500-1800</u> 20-25
Дордонь, эстуарий Жиронда, Бискайский залив	Эстуарно-дельтовая с однорукавной дельтой выполнения, 44	Относительно прямолинейное врезанное, единичные разветвления	1. Извилистое – две большие врезанные (синусодальные и сегментные с прямолинейными вставками) излучины, $K_{\text{н}} - 1.3$. 2. Слабоизвилистое врезанное с прямолинейными участками (полотье сегментные излучины), $K_{\text{н}} - 1.07$. 3. Относительно прямолинейное врезанное	Извилистое врезанное (сегментные излучины с прямолинейными вставками), $K_{\text{н}} - 1.2$	<u>1500-2000</u> 12-18
Тухайх, Бахайский залив, Желтое море	Эстуарно-дельтовая с однорукавной дельтой выполнения, 54	Относительно прямолинейное врезанное	Извилистое широкопойменное (большая излучина, осложненная излучинами 2-го порядка, $K_{\text{н}} - 1.5$)	Относительно прямолинейное врезанное с одним разветвлением	<u>2000-2500</u> 100-150

Примечание: $K_{\text{н}}$ – коэффициент извилистости русла; R – средний радиус излучин



Рис. 4. Верхняя граница УОР эстуарно-дельтового типа. Реки: А – Западный Аллигатор (северная Австралия); Б – Уэйау (о. Северный, Новая Зеландия); В – Орд (северная Австралия); Г – Тухайхэ (Бахайский залив, Китай); Д – Дордонь (эстуарий Жиронда, Франция); Е – Уай (эстуарий Северн, Великобритания)

Fig. 4. Upper boundary of estuarine-delta type river mouth. Rivers: А – Western Alligator (Northern Australia); Б – Weyau (Severn Island, New Zealand); В – Ord (Northern Australia); Г – Tuhaihe (Bahai Bay, China); Д – Dordogne (Gironde Estuary, France); Е – Wye (Severn Estuary, UK)

ные в соответствии с классификационной схемой МГУ [24]. Фиксировались и анализировались характер сменяемости типов русла в направлении от верхней границы УОР к устьевому створу и различия в наборе ведущих МТР по сравнению с участками русла, расположенными выше устьевой области. Важным показателем, указывающим на смену направленности эволюционных процессов, влияющих на геодинамику русел с момента последней стабилизации уровня океана, стали изменения некоторых морфолого-морфометрических характеристик их элементов. К числу последних относятся степень извилистости русла, разновидности излучин, формы русловых разветвлений и некоторые другие морфометрические показатели элементов русла и пойменно-русловых комплексов в целом.

Реки, протекающие в области перехода от зоны субарктики к зоне умеренного климата – Сёмжа, Кушерека, Снопа и Ома, в соответствии со схемой районирования по типам русловых процессов и распространению различных морфодинамических типов [25] относятся к районам равнинных широкопойменных и/или равнинных с чередованием врезанных и широкопойменных русел. УОР, относящиеся к типу открытого залива, располагаются в основном в пределах плоских заболоченных равнин с моренными холмами и сложены песчано-глинистыми морскими и ледниковыми отложениями. Тип устьевой области и особенности геолого-геоморфологических условий, в которых сегодня происходит формирование нижнего течения этих рек, сказались на условиях развития русловых процессов. На р. Сёмжа, характеризующейся самыми большими из всей группы этих рек значениями приливной волны в устье (8–9 м), *извилистое адаптированное* русло фиксируется только на устьевом и дельтовом участках, но за пределами верхней границы УОР становится *извилистым широкопойменным* (см. табл. 1). К признакам наличия реакции русловых процессов на проявление приливо-отливных процессов относится и увеличение коэффициента извилистости русла на устьевом участке по сравнению с примыкающим к нему приустьевым участком реки. К другим примерам влияния морского прилива на русловые процессы у рек этой группы относится смена МТР на верхней границе УОР р. Кушерека: *извилистое врезанное* русло за пределами устьевой области становится разветвленным. Подобная же смена морфодинамического типа русла зафиксирована на р. Ома – на границе приустьевого участка с устьевым также происходит смена извилистого русла на разветвленное.

Более масштабно по разнообразию возникающих комбинаций выглядят смены морфодинамических типов приливных рек в УОР, представленных эстуарно-дельтовым типом. По климатическому зонированию реки, выбранные для анализа, относятся к умеренной, тропической и субэкваториальной зонам. Формирование дельтово-руслового комплекса, связанного с выдвиганием речных наносов в акваторию залива, предопределило образование практически у всех исследованных рек *относительно прямолинейного* участка русла. Невозможность проявления активной абразии из-за узости акватории залива (в отличие от внешнего края УОР открытого залива) сделало процесс аккумуляции ведущим процессом морфолитогенеза в дельтовых участках этих рек. В случаях, когда конфигурация морского залива на стадии его первичного затопления имела не совсем прямолинейную форму, заполнение залива наносами происходило в виде отдельных колен (реки Западный Аллигатор, Уэйау), но с сохранением прямолинейности в пределах отдельных его элементов.

Важной особенностью формирования русла в пограничной зоне дельты и устьевого участка этих рек (зона перехода от дельтово-русловых к пойменно-русловым комплексам) стала повышенная активность поперечного развития меандр на стадии начального заполнения наносами вершин морских заливов. Для подавляющего их большинства характерно наличие, обычно, 2–3 «больших меандр», образовавшихся еще до формирования относительно прямолинейных участков русла. Причину их появления можно объяснить особым (более песчаным) составом наносов, скопившихся в вершинах заливов при более высоком уровне моря, по сравнению с составом наносов, прекративших свое

движение выше по течению [26, 27]. Сегодня формирование приустьевых морских террас высотой 1–2 м над современной поймой фиксируется в речных долинах не только в пределах современных границ дельтового участка, но часто и за его пределами. Присутствие в основном песков в этих частях древних устьев рек привело к более высоким скоростям поперечного смещения излучин по сравнению с развивавшимися выше по течению свободными излучинами. Подобные примеры смены темпов и масштабов размыва песчаных берегов у равнинных рек ранее уже были описаны в работах [28, 29], где объяснены причины возникновения локальной активизации боковой эрозии в конце дельтового – начале устьевого участка русла на начальной стадии их формирования в позднем голоцене.

На всем протяжении участков *прямолинейного* и *извилистого врезанного* русла у рек, относящихся к эстуарно-дельтовым и эстуарным УОР, отличительной чертой является также наличие осушек в днище руслового канала (см. табл. 2). Ширина осушек этих рек в малую воду достигает половины и даже более от всей ширины русла. Частичная заполняемость русла, периодически образующаяся в период отлива, объясняет отнесение данных участков некоторыми исследователями к эстуариям. Например, вершиной эстуария р. Северн (юго-запад о. Великобритания) определен г. Глостер [30], находящийся на расстоянии около 70 км от устьевого створа. На конечном (верхнем) участке эстуария (реки? – автор) расположены две «большие меандры», выше которых эстуарий представлен типичными (речными) врезанными излучинами. Примерно в этом же районе (немного ниже по течению) на участке извилистого русла по смене окраски воды в русле и выклиниванию вдольбереговых приречных осушек нами также была зафиксирована верхняя граница УОР.

Если принимать во внимание наличие излучин в самой верхней части УОР, относящихся к эстуарно-дельтовому и эстуарному типам, то роль русловых процессов в их образовании не вызывает сомнений, что, по нашему мнению, полностью соответствует критериям применения к ним морфодинамической классификации речных русел, разработанной для равнинных («материковых») рек. Возможность ее использования для участков УОР, в которых при морфологическом разнообразии русла, обусловленном деятельностью русловых процессов, влияние на их развитие оказывают и приливно-отливные процессы, косвенно подтверждается и другими сторонниками отнесения таких участков рек к эстуариям. Что считать эстуарием в чистом виде, а что с чертами речного русла, было заявлено и рассмотрено исследователями на примере Джеймс эстуария [31]. По результатам изучения современных осадков и фаций авторы выделили три зоны: устье залива, эстуарная воронка и зона *меандрирования*. Последняя зона характеризуется типичными для рек формами русла – меандрами. В дополнение к признакам, основанным на особенностях конфигурации, русловая составляющая была дополнена характеристикой типа литофаций этой зоны – песок с грубозернистыми осадками, отражающей ее формирование при преобладании энергии реки над действием волн приливов. По-видимому, компромиссным решением для обозначения и идентификации водотоков в УОР, развивающихся в русловых бровках, с моделировкой канала русла русловыми и приливно-отливными процессами, стало бы их отнесение к особому типу проточного водоема – река-эстуарий.

Особенностью развития русловой морфодинамики рек-эстуариев, кроме примеров сменяемости МТР в пределах УОР, также можно считать увеличение степени их извилистости. Так, у рек Западный Аллигатор, Северн, Тухайхэ *относительно прямолинейное* русло дельтового участка меняется на *извилистое* на устьевом участке. Для остальных рек зафиксировано увеличение коэффициента извилистости: на Уай – с 1.2 до 1.5, Орд – с 1.3 до 1.5, Уэйау – с 1.1 до 1.9. Подобные изменения морфометрических характеристик обычно происходят с уменьшением доли сегментных излучин продольного развития и увеличением доли петлеобразных, омегавидных и некоторых других разновидностей, отличающихся преимущественно поперечным смещением русла.

Заклучение и выводы

Дешифрирование спутниковых изображений приливных рек, отличающихся четко фиксируемыми проявлениями «облака взвеси», позволило установить их принадлежность к двум типам УОР мезо- и макроприливных побережий морей: простым и эстуарно-дельтовым областям. Устьевые области, относящихся к подтипу открытого залива, были представлены главным образом небольшими и лишь в ряде случаев средними реками. Крупные и значительная часть средних рек относились к устьевым областям эстуарно-дельтового типа.

Главными особенностями формирования МТР в пределах УОР являются изменения в структуре типов МТР устьевого и дельтового участков по сравнению с приустьевым. Для УОР, относящихся к группе рек открытого залива, пересечение рекой ее верхней границы обычно сопровождается сменой *извилистого широкопойменного* русла на *извилистое адаптированное* (реакция на увеличение извилистости и размеров излучин) или *извилистого* на *разветвленное*. Для УОР относящихся к эстуарно-дельтовому типу, отличительной особенностью самого нижнего участка русла, в подавляющем числе случаев, является его *относительная прямолинейность*. К особенностям формирования однорукавных дельт также относится наличие обычно 2–3 врезанных «больших меандр», располагающихся сразу выше прямолинейных участков русла.

Важным показателем смены морфолого-морфометрических характеристик форм русла на участках рек, испытывающих воздействие приливов/отливов, является и увеличение их извилистости, а также уменьшение доли сегментных излучин и, напротив, увеличение доли петлеобразных и омегавидных. Все рассмотренные примеры смены структуры МТР и некоторых других особенностей формирования элементов русла в пределах УОР (включая реки-эстуарии) дают представление о направленности развития в них русловых процессов при повышении уровня Мирового океана и смещении верхней границы УОР вверх по течению.

Благодарности. Работа выполнена по теме государственного задания «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» (125021302113-3).

Acknowledgments. The work was carried out on the topic of the state assignment “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” (125021302113-3).

Литература

1. Коротаяев В.Н. Геоморфология речных дельт. М.: Изд-во МГУ, 1991. 224 с.
2. Михайлова М.В. Взаимодействие приливов и штормовых нагонов в устье р. Эльбы // Водные ресурсы. 2011. Т. 38, № 3. С. 283–296.
3. Алабян А.М., Василенко А.Н., Демиденко Н.А., Крыленко И.Н., Панченко Е.Д., Попрядухин А.А. Приливная динамика вод в дельте Перчоры в летнюю межень // Вестн. Моск. ун-та. 2022. № 1. С. 167–179.
4. Панченко Е.Д. Динамика потока в приливных устьях малых рек (на примере Беломорского бассейна): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2022. 28 с.
5. Бровко П.Ф. Береговая зона океана: географические и правовые аспекты управления // Географические исследования морских побережий. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1998. С. 24–35.
6. Самойлов И.В. Устья рек. М.: Географгиз, 1952. 526 с.
7. Михайлов В.Н., Горин С.Л. Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей – эстуариев // Водные ресурсы. 2012. Т. 39, № 3. С. 243–257.
8. Океанология. Термины и определения. ГОСТ 1845173 – ГОСТ 1845873. М.: Госстандарт, 1973. 63 с.
9. Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов. М.: Изд-во МГУ, 1996. 400 с.
10. Davies J.L.A. A morphogenic approach to world shorelines // Z.F. Geomorphol. 1964. N 8. P. 27–42.

11. Горбунов А.О. Морфология и особенности динамики устьевых рек о. Сахалин: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб.: Рос. пед. гос. ун-т им. А.И. Герцена, 2012. 24 с.
12. Дологов Ю.С. Процессы рельефообразования и осадконакопления на приливных побережьях Мирового океана. М.: Научный мир, 2010. 180 с.
13. Михайлов В.Н. Гидрологические процессы в устьях рек. М.: ГЕОС, 1997. 176 с.
14. Полуниин Г.В. Объяснительная записка к карте литологических комплексов и экзогенных процессов суши и шельфа Сахалина масштаба 1: 500 000 / Г.В. Полуниин, В. Ф. Путов, А.И. Гордин, В.А. Коноваленко, В.А. Бузлаев, Л.С. Оскорбин. Хабаровск; Южно-Сахалинск, 1992. 136 с.
15. Ресурсы поверхностных вод СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. Т. 18, вып. 4. Сахалин и Курилы. 266 с.
16. Долгополова Е.Н. Условия образования бора и его влияние на перенос осолоненных вод в устьях рек // Водные ресурсы. 2013. Т. 40, № 1. С. 19–35. DOI: 10.7868/S0321059613010021.
17. Allen G.P., Salomon J.C., Bassoullet P., Du Penhoat Y., Granpre de C. Effects of tides on mixing and suspended transport in macrotidal estuaries // *Sedim. Geology*. 1980. Vol. 26. N 1/3. P. 69–90.
18. Мискевич И.В., Алабян А.М., Демиденко Н.А., Коробов В.Б., Панченко Е.Д. Формирование высокой мутности вод в малых приливных эстуариях Белого и Баренцева морей // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2022. № 4. С. 142–153.
19. Chanson H. Environmental, ecological and cultural impacts of tidal bores benaks, bonos and burros // Proc. Intern. Workshop on Environ. Hydraulics: theoretical, experimental and computational solutions. Valencia, 2009. P. 1–20.
20. Лабутина И.А., Сафьянов Г.А., Шарлай Т.Г. Исследование распространения взвесей в море по многозональным аэрофотоснимкам // Докл. АН. 1976. Т. 230, № 2. С. 536–538.
21. Albanakis K.S. 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*. 1990. Vol. 11, N 9. P. 1533–1547. DOI: 10.1080/01431169008955112.
22. Doxaran D., Froidefond J.-M., Castaing P. A reflectance band ratio used to estimate suspended matter concentrations in sediment-dominated coastal waters // *International J. Remote Sensing*. 2002. Vol. 23, N 23. P. 5079–5085. DOI: 10.1080/0143116021000009912.
23. Назаров Н.Н. Геодинамика побережий водохранилищ Пермского края. Пермь: Полиграфкомплект, 2008. 152 с.
24. Чалов Р.С., Алабян А.М., Иванов В.В., Лодина Р.В., Панин А.В. Морфодинамика русел равнинных рек. М.: ГЕОС, 1998. 288 с.
25. Русловой режим рек Северной Евразии. М.: Изд-во МГУ, 1994. 336 с.
26. Короткий А.М., Худяков Г.И. Экзогенные геоморфологические системы морских побережий. М.: Наука, 1990. 216 с.
27. Микишин Ю.А. О рiasовом типе расчленения северного побережья Сахалина в среднем голоцене и масштабах трансгрессии Охотского моря // Географические исследования морских побережий. Владивосток: ДВГУ, 1998. С. 75–84.
28. Зайцев А.А. Формирование свободных излучин на равнинных реках: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1979. 24 с.
29. Лысенко В.В. О естественном спрямлении излучин верхней Оби (на примере Тарадановской излучины) // Тр. ЗапСибНИИ Госкомгидромета. 1977. Вып. 35. С. 119–126.
30. Uncles R. J., Jordan M.B. Residual fluxes of water and salt at two stations in the Severn Estuary // *Estuarine and Coastal Marine Science*. 1979. N 3. P. 287–302.
31. Nichols M.M., Johnson G.H., Peebles P.C. Modern Sediments and Facies Model for a Microtidal Coastal Plain Estuary, the Games Estuary, Virginia // *J. Sedim. Petrol.* 1991. Vol. 61, N 6. P. 883–899.

References

1. Korotaev, V.N. Geomorphology of River Deltas. Mosc. St. Univ. Publ.: Moscow, Russia, 1991; 224 p. (In Russian)
2. Mikhailova, M.V. Interaction of Tides and Storm Surges at the Elbe River Mouth. *Water Resources*. 2011, 38, 3, 284–297.
3. Alabyan, A.M.; Vasilenko, A.N.; Demidenko, N.A.; Krylenko, I.N.; Panchenko, E.D.; Popryadukhin, A.A. Tidal Flow Dynamics in the Pechora River Delta During Summer Low Water. *Vestnik Mosc. Un-ta. Ser. 5. Geogr.* 2022, 1, 167–179. (In Russian)
4. Panchenko, E.D. Dynamics of Flow in Tidal Mouths of Small Rivers (on the Example of the White Sea Basin). Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation. Mosc. St. Univ. Publ.: Moscow, Russia, 2022, 28. (In Russian)
5. Brovko, P.F. Ocean Coastal Zone: Geographical and Legal Aspects of Management. *In Geographical Studies of Sea Coasts*. FEFU Publ.: Vladivostok, Russia, 1998, 24–35. (In Russian)
6. Samojlov, I.V. River Mouths. *Geografgiz Publ.*: Moscow, Russia, 1952; 526 p. (In Russian)
7. Mikhailov, V.N.; Gorin, S.L. New Definitions, Regionalization, and Typification of River Mouth Areas and Estuaries as their Parts. *Water Resources*. 2012, 39, 3, 247–260.

8. Oceanology. Terms and definitions. GOST 1845173 – GOST 1845873. Gosstandart Publ.: Moscow, Russia, 1973, 63. (In Russian)
9. Safyanov, G.A. Geomorphology of Sea Coasts. Mosc. St. Univ. Publ.: Moscow, Russia, 1996; 400 p. (In Russian)
10. Davies, J.L.A. A morphogenic approach to world shorelines. *Z.F. Geomorphol.* 1964, 8, 27–42.
11. Gorbunov, A.O. Morphology and Dynamics of the Estuarine Rivers of the Sakhalin Island. Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation. Herzen Univ. Publ.: Saint Petersburg, Russia, 2012, 22. (In Russian)
12. Dolotov, Yu.S. Processes of Relief Formation and Sedimentation on the Tidal Coasts of the World Ocean. Nauchnyj Mir Publ.: Moscow, Russia, 2010; 180 p. (In Russian).
13. Mikhajlov, V.N. Hydrological Processes at River Mouths. GEOS Publ.: Moscow, Russia, 1997; 176 p. (In Russian)
14. Polunin, G.V. Explanatory note to the map of lithological complexes and exogenous processes of the land and shelf of Sakhalin at a scale of 1:500,000. Khabarovsk, Yuzhno-Sahalinsk, Russia, 1992; 136 p. (In Russian)
15. Surface Water Resources of the USSR. Sakhalin and the Kuril Islands Gidrometeoizdat: Leningrad, USSR, 1973, 18, 4; 266 p. (In Russian)
16. Dolgoplova, E.N. The Conditions for Tidal Bore Formation and its Effect on the Transport of Saline Water at River Mouths. *Water Resources.* 2013, 40, 1. 16–30. doi: 10.1134/S0097807813010028. (In Russian)
17. Allen, G.P.; Salomon, J.C.; Bassoullet, P.; Du Penhoat, Y.; Granpre, de C. Effects of Tides on Mixing and Suspended Transport in Macrotidal Estuaries. *Sedim. Geology.* 1980, 26, 1/3, 69–90.
18. Miskevich, I.V.; Alabyan, A.M.; Demidenko, N.A.; Korobov V.B.; Panchenko, E.D. Formation of High Water Turbidity in Small Tidal Estuaries of the White and Barents Seas. *Vestnik Mosc. Un-ta.* Ser. 5. Geogr. 2022, 4, 142–153. (In Russian)
19. Chanson, H. Environmental, Ecological and Cultural Impacts of Tidal Bores Benaks, Bonos and Burros. In *Proc. Intern. Workshop on Environ. Hydraulics: Theoretical, Experimental and Computational Solutions.* Valencia, 2009, 1–20.
20. Labutina, I.A.; Safyanov, G.A.; Sharlay, T.G. Study of the Distribution of Suspended Matter in the Sea Using Multispectral Aerial Photographs. In *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 1976, 230, 2, 536–538. (In Russian)
21. Albanakis, K.S. 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.* 1990, 11, 9, 1533–1547. doi:10.1080/014311690008955112.
22. Doxaran, D.; Froidefond, J.-M.; Castaing, P. A Reflectance Band Ratio Used to Estimate Suspended Matter Concentrations in Sediment-dominated Coastal Waters. *International J. Remote Sensing.* 2002, V. 23, 23, 5079–5085. doi: 10.1080/0143116021000009912.
23. Nazarov, N.N. Geodynamics of the Coasts of Water Basins in the Perm Region. Poligrafkomplekt: Perm, Russia, 2008; 152 p. (In Russian)
24. Chalov, R.S.; Alabyan, A.M.; Ivanov, V.V.; Lodina, R.V.; Panin, A.V. Morphodynamics of lowland river beds. GEOS: Moscow, Russia, 1998; 288 p. (In Russian)
25. Channel Regime of Rivers in Northern Eurasia. Mosc. St. Univ. Publ.: Moscow, Russia, 1994; 336 p. (In Russian)
26. Korotkiy, A.M.; Khudyakov, G.I. Exogenous Geomorphological Systems of Seashores. Nauka: Moscow, Russia, 1990; 216 p. (In Russian)
27. Mikishin, Yu.A. On the Rias Type of Dissection of the Northern Coast of Sakhalin in the Middle Holocene and the Scale of Transgression of the Okhotsk Sea. In *Geographical Studies of Seashores.* FEFU: Vladivostok, Russia, 1998, 75–84. (In Russian)
28. Zaitsev, A.A. Formation of Meanders on Rivers. Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation. Mosc. St. Univ. Publ.: Moscow, Russia, 1979, 24 p. (In Russian)
29. Uncles, R.J.; Jordan, M.B. Residual Fluxes of Water and Salt at Two Stations in the Severn Estuary. *Estuarine and Coastal Marine Science.* 1979, 3, 287–302.
30. Lysenko, V.V. On the Natural Straightening of the Bends of the Upper Ob (Using the Example of the Taradanovskaya Bend). In *Tr. ZapSibNII Goskomhydromet*, 1977, 35, 119–126. (In Russian)
31. Nichols, M.M.; Johnson, G.H.; Peebles, P.C. Modern Sediments and Facies Model for a Microtidal Coastal Plain Estuary, the James Estuary. Virginia. *Journ. Sedim. Petrol.* 1991, 61, 6, 883–899.

Статья поступила в редакцию 12.08.2024; одобрена после рецензирования 5.09.2024; принята к публикации 20.09.2024.

The article was submitted 12.08.2024; approved after reviewing 5.09.2024; accepted for publication 20.09.2024.