

УДК 556.54 (470.117)

Д.И. Школьный¹, Д.Н. Айбулатов²

ТИПИЗАЦИЯ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ РЕК ОСТРОВА ЮЖНЫЙ (АРХИПЕЛАГ НОВАЯ ЗЕМЛЯ)

Работа посвящена устьевым областям рек Южного острова Новой Земли и их классификации по гидролого-морфологическим признакам. Классификация основана на визуальном дешифрировании космических снимков и топографических карт. Охарактеризованы 5 основных типов устьев рек и их распространенность на территории острова. Приводится описание дельтовых форм, встречающихся на разных типах устьев. С использованием обширного литературного материала оценено воздействие различных природных условий на формирование твердого стока рек и условия осадко-накопления в устьевых областях.

Ключевые слова: устья рек, эстуарии, дельты, Новая Земля, Арктика, гидрография, классификация.

Введение. Из-за значительного увеличения интереса в последнее время к освоению Арктики, а также потепления климата и таяния морских льдов и покровных ледников в этом регионе необходимо изучать гидролого-морфологические процессы на водных объектах арктических островов. Наибольший интерес вызывают устья рек, выполняющие роль маргинального фильтра на участках взаимодействия речных и морских вод [Лисицын, 1994]. Именно здесь виден результат действия гидрологических процессов (формирование стока воды и наносов) на водосборах рек, впадающих в приемные водоемы, конечным проявлением которых становятся различные по интенсивности и направленности процессы дельтообразования в устьевых областях рек.

Активизация хозяйственной деятельности на островах Российской Арктики началась после выхода документа ПР-1969 «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» (утверждено 18.09.2008) и его закрепления Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. за № 366 «Об утверждении государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года»». Министерством обороны РФ, ГК «Росатом» и другие организации начали изыскательские и проектные работы в этом регионе, приуроченные к береговой зоне, где планируется строительство причалов, портов, пирсов и других объектов береговой инфраструктуры. Твердый сток в устьях ближайших к объектам строительства рек значительно влияет на вдольбереговой перенос наносов, размыв берегов и заносимость фарватеров и гидротехнических сооружений. Режим стока наносов при этом значительно зависит от гидролого-морфологического типа устьевой области реки. Совре-

менные климатические изменения, приводящие к увеличению стока арктических рек и опережающему его росту стока наносов, могут привести к значительным переформированиям устьевых областей в ближайшей перспективе [Алексеевский и др., 2015].

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований выбран о. Южный (арх. Новая Земля), где сочетание особенностей рельефа, геологического строения и климатических условий обусловило сравнительно большое (относительно других островов арктического сектора РФ) число водотоков и разнообразие их устьевых областей. Остров омывается Карским морем с востока и Баренцевым морем с запада, узкий пролив Маточкин Шар отделяет его от Северного острова. Площадь острова 33 275 км², длина береговой линии 2920 км.

Морфологический анализ устьевых областей выполнен при помощи топографических карт Госгисцентра РФ в масштабах 1:50 000 и 1:200 000 (2001 г.) и спутниковых снимков высокого разрешения, находящихся в открытом доступе в различных источниках (Yandex, Google, Nokia и Bing, спутники Quickbird, Geoeye 2002–2014 гг.). Также использован имеющийся географическую привязку фотоматериал, собранный как в открытых источниках в интернете, так и у участников разных экспедиций на архипелаг. При работе в силу отсутствия данных о речном стоке, геологическом строении берегов и взморья, батиметрии и процессах смешения применялся как гидролого-морфологический подход [Михайлов, 1971, 1998], характеризующий особенности взаимодействия речных и морских водных масс, так и геоморфологический подход с описанием процессов формирования дельт и других специфических флювиально-морских форм рельефа в береговой зоне [Коротяев, 2006, 2008]. Небольшая площадь водо-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, инженер; e-mail: thabigd@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: gidroden@mail.ru

сборов рек и отсутствие данных о процессах смешения морских и речных вод не позволяют полноценно применить для них классификационные подходы, описанные в работе [Михайлов, Горин, 2012]. Подобный анализ для рек арх. Новая Земля выполнен впервые.

Результаты исследований и их обсуждение.

Физико-географическое описание. Архипелаг Новая Земля представляет собой северную часть Урало-Новоземельской складчатой области, его образование относится к периоду герцинской складчатости (девон–пермь) [Геология СССР..., 1970]. На острове выделяются три характерных физико-географических района: пологохолмистая равнина, покрытая арктической тундрой (юго-восточная часть острова и п-ов Гусиная Земля); структурно-грядовая равнина (стрендфлет) с высотными отметками до 300 м, приуроченная к южной зоне разломов; вытянутый в меридиональном направлении хребет с отметками до 1291 м, занимающий всю северную часть острова (зону складчатости). Рельеф северной части острова осложнен множеством фьордов, возникших в доледниковый период и развившихся в ходе гляциальных и флювиогляциальных процессов [Каплин, 1959]. В настоящее время оледенение острова представлено ледниками горного типа, сконцентрированными на возвышенностях вблизи пролива Маточкин Шар и занимающими 288 км² [GLIMS..., 2012].

Климат арх. Новая Земля – морской арктический [Алисов, 1936]. Он характеризуется неустойчивой циклонической погодой, положительной разницей между количеством осадков и испарением, ураганскими ветрами, резкими колебаниями температуры. В течение года наблюдается более 260 дней с осадками [Научно-прикладной..., 2015]. Общее количество осадков составляет около 400 мм в год, из них большая часть выпадает при прохождении циклонов в осенне-зимний период. Средняя высота снежного покрова 17–38 см. Особенность климата – высокие среднемесячные значения скорости ветра, что вызвано блокирующим влиянием главного водораздельного хребта. В зимние месяцы на обоих побережьях острова может наблюдаться бор.

Для западного побережья характерны вдольбереговые течения, направленные с юга на север, для восточного побережья – в обратном направлении. Средняя величина приливов на открытых взморьях – 1 м, в губах, бухтах и проливах она может возрастать до 2 м [Люция..., 1935]. Таким образом, устья рек архипелага можно отнести к мезоприливным. Восточный берег более приглубый по сравнению с западным – для него характерны свалы глубины до 20–30 м на расстоянии 1 км от берега по сравнению с 5–10 м на западном.

Изученность. Архипелаг был открыт в XII в. новгородскими купцами. С этого же времени на нем стали появляться небольшие сезонные базы охотников и рыболовов. Активные исследования Новой Земли начались в XVIII в., сначала с целью съемки

берега и составления лоций (экспедиции Чиракина, Литке, Пахтусова), а затем и для комплексных географических описаний (экспедиции Русанова, Седова и др.). В 1896 г. на западном побережье основана метеостанция Малые Кармакулы, которая действует до сих пор, в настоящее время она единственная на острове. В первой половине XX в. острова были всесторонне описаны в ходе гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана и геодезической съемки силами Арктического института [Новая Земля, 2009]. Комплексное геологическое описание островов сделано в ходе многих экспедиций, проводившихся в 1920–1950-х гг. в рамках Государственной геологической съемки [Геология СССР..., 1970]. Исследования значительно замедлились в связи с созданием на архипелаге в 1954 г. Центрального ядерно-испытательного полигона. С 1986 г. на островах проводятся работы Морской арктической комплексной экспедиции (МАКЭ).

На острове никогда не действовали сетевые гидрологические посты. Режим отдельных водных объектов изучался лишь на ведомственных водомерных постах с коротким сроком действия, специальные исследования гидрологии и морфологии устьевых областей не проводились. П.А. Каплин и К.К. Демочкидов изучали генезис и развитие фьордов и заливов острова и роль флювиальной эрозии в их формировании [Каплин, 1959; Демочкидов, 1953]. Сток химических элементов и его трансформацию в устьевых областях отдельных рек острова исследовали в ходе комплексных экспедиций Института океанологии РАН [Флинт и др., 2008]. Разнообразие устьев рек острова неоднократно отмечалось в различных изданиях МАКЭ (см., например, раздел «Берега Новой Земли» в [Новая Земля, 2009]), однако классификация ограничивалась лишь описанием дельтовых форм отдельных объектов.

Гораздо больший объем данных собран о гидрографии и устьевых областях рек других арктических островов России. Так, описана крупная дельта выдвигения руч. Романчиков на о. Хейса (Земля Франца-Иосифа), оценена скорость ее выдвигения, а также в целом показано влияние на устьевые области рек острова современных вертикальных движений территории, выражающихся в формировании лагун и увеличении стока наносов [Говоруха, 1964]. В ходе экспедиций ААНИИ на Северной Земле описаны особенности строения долин и водного режима водотоков островов, закономерности флювиальных процессов и оценена эрозионная способность рек [Большаинов, Макеев, 1995]. Н.А. Дорониной и Р.К. Сиско описан водный режим рек Новосибирских о-вов, построены кривые расходов для отдельных створов и отмечена значительная мутность воды в устьевых областях [Материалы..., 2015]. М.С. Стишов по итогам многолетних работ дал общие характеристики водных объектов острова Врангеля [Стишов, 2004].

Гидрография. Согласно данным Государственного водного кадастра СССР и Государственного

водного реестра Российской Федерации [Ресурсы поверхностных..., 1965; Государственный..., 2016] на острове находится 138 водотоков длиной более 10 км и 986 менее крупных. Крупнейшие реки острова – Савина, Безымянная, Абросимова, Рогачёва – имеют длину более 80 км и площадь водосбора более 1200 км².

Нами рассмотрены устьевые области 271 водотока, как описанных в справочниках, так и крупнейших ручьев, суммарная площадь водосборов которых (29 408 км²) составляет 88% от всей территории острова (рис. 1, А)

ном юго-востоке острова и п-ове Гусиная Земля. На малые реки (площадь водосбора <100 км²) приходится 80% всех водотоков, на крупнейшие (площадь водосбора >1000 км²) – только 3%.

Максимальная густота речной сети характерна для южной тундровой части, полигонально-грядовая структура которой формирует густую прямоугольную речную сеть. Средняя плотность устьев для острова – 1 устье на 11 км побережья. Наибольшая их плотность (1 устье на 4,5 км) характерна для открытых побережий на востоке острова. С увеличением изрезанности берега плотность устьев уменьшает-

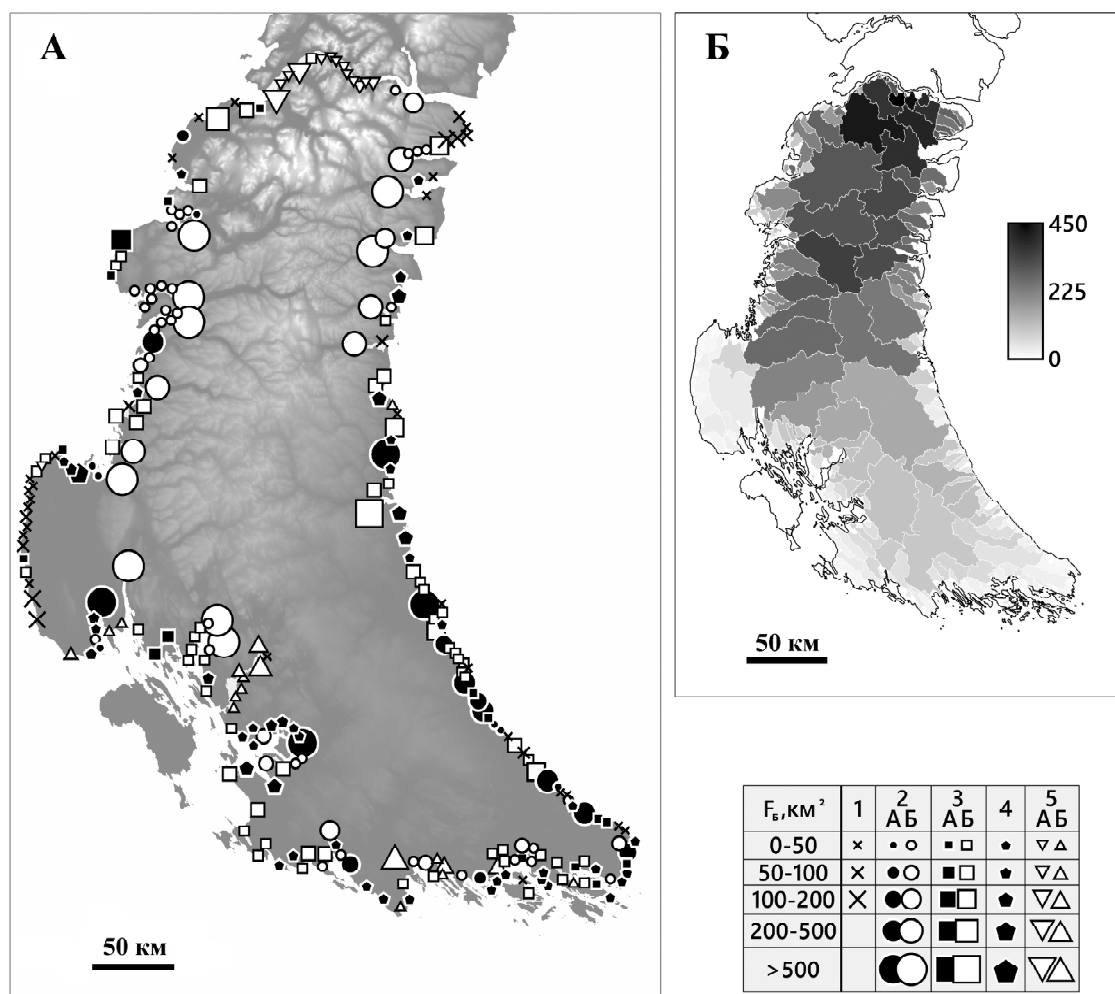


Рис. 1. Схема распределения типов устьевых областей рек на побережье Южного острова Новой Земли (А); индексы типов/подтипов в легенде соответствуют описаниям в тексте, и средняя высота водосборных площадей исследованных водных объектов (Б)

Fig. 1. A – distribution of different types of mouth areas along the coast of the Southern Island of Novaya Zemlya. Indexes of types and subtypes in the legend correspond to the descriptions in the text. Б – watersheds of observed watercourses and their mean height

Распределение водотоков по острову зависит от ландшафтных особенностей местности. Крупнейшие реки острова (31 река с площадью бассейна более 200 км²) с истоками на главном водоразделе распределены по территории относительно равномерно. При этом 8 из 10 крупнейших рек острова берут начало в его наиболее широкой центральной области, где присутствует один ярко выраженный меридиональный хребет. Число малых рек увеличивается с уменьшением средней высоты территории; максимальное число малых рек зафиксировано на равнин-

ся. Это связано с тем, что для многих губ и заливов характерны 1–2 впадающие реки в кутовой части и обрывистые берега по бортам, на которых формируются исключительно ручьи. Крупнейшие реки острова впадают в глубоко вдающиеся в сушу губы фьордового и фиардового происхождения [Каплин, 1959]. Исключение составляет участок восточного побережья, где береговая линия неизрезанная, а все водотоки впадают непосредственно в открытое море.

По многочисленным сведениям различных экспедиций все реки острова полностью перемерза-

ют в зимний период. На средних и крупных реках сток наблюдается с мая по ноябрь, что подтверждается данными космических снимков. Сопоставление сделанного в 1835 г. П.К. Пахтусовым описания р. Чиракина (...21 мая ... устье ее разливается по песчаной низменности шириною около 6 верст, и только западнейший проток имеет глубину до 7 фут, прочие протоки между песчаными кошками очень мелки; далее по обширному разливу реки глубина до 18 фут...) [Дневные записки..., 1956], впадающей в пролив Маточкин шар, с современными спутниковыми данными позволяет оценить ее расход в период половодья в 150–200 м³/с. Для сравнения – максимальный измеренный расход р. Ушакова (о. Октябрьской Революции, арх. Северная Земля), имеющей сопоставимые с р. Чиракина параметры бассейна, но превосходящей ее по площади оледенения, составил 212 м³/с [Сиско, 1970]. Таким образом, модули стока рек о. Южный в теплый период года могут достигать 50 л/(с·км²), что вместе с высокими значениями мутности приводит к значительному объему твердого стока и формированию аккумулятивных форм в устьях рек.

Классификация устьевых областей рек.

Выполненная нами классификация устьев основана на гидролого-морфологическом подходе с учетом геоморфологических особенностей устьевых областей. Устья рек острова характеризуются многообразием форм, что вызвано значительным объемом поступающего материала, а также связано с послеледниковой ингрессией моря и особенностями строения побережья. Колебания уровня моря в позднем голоцене привели к формированию в низовьях рек множества замкнутых водоемов – лиманов и устьевых лагун [Каплин, Селиванов, 1999]. Эти объекты отделены от моря наносными перемычками (пересыпями), формирующимися из выноса водотоками материала и из продуктов абразивного разрушения берегов, переотложенных вдольбереговым или поперечным к берегу переносом. Большинство таких перемычек сконцентрировано на западном берегу, поднимающемся значительно быстрее восточного (со скоростью до 5 мм/год) [Леонтьев и др., 1976], что приводит к повышению их устойчивости [Бровко, 1990]. Это подтверждается наличием на западном берегу отчлененных лагун, водосборная площадь которых минимальна. Высокие значения твердого стока (до 157 г/м³ в устье р. Чиракина в половодье [Новая Земля..., 1998]) также способствуют формированию в устьях блокирующих береговых и дельтовых форм.

На исследованном острове Новой Земли выделено 5 типов устьев: простые, эстуарные, лиманные, лагунно-дельтовые и дельтовые (таблица). Схемы устьевых областей для каждого типа представлены на рис. 2. Простые устья (тип 1, 12% исследуемых рек и подавляющая часть остальных) характерны для малых рек и ручьев, распространены повсеместно. Как правило, устья этого типа присущи рекам п-ова

Таблица 1

Классификация устьевых областей о-ва Южный (арх. Новая Земля)

Тип устьевой области	Подтип	Число устьев	Средняя высота водосбора, м
1. Простая		33	80
2. Эстуарная	а) эстуарий без дельты	19	98
	б) эстуарий с дельтой	56	175
3. Лиманная	а) лиман без дельты	17	72
	б) лиман с дельтой (в том числе заполненный)	63	85
4. Лагунно-дельтовая		47	64
5. Дельтовая	а) дельта выдвигания	17	303
	б) озерная дельта	18	68

Гусиная Земля и рекам на восточном побережье и расположены на открытом взморье. Самые крупные реки с простым типом устья в нижнем течении имеют высокие уклоны русла и часто порожиисто-водопадный тип, что связано с особенностями геологических мезоструктур [Новая Земля, 2009].

Более половины устьев рек на острове относятся к эстуарному (тип 2, 28% исследованных рек) и лиманно-эстуарному (тип 3, 30%) типам, которые в свою очередь делятся на подтипы в зависимости от наличия или отсутствия в них дельты. Формирование устья того или другого типа зависит от геоморфологических особенностей конкретного участка, в частности, от геологического возраста и строения долины, типа побережья. Подавляющее большинство эстуариев и лагун имеют в своих вершинах дельту различного размера. К эстуариям с дельтами относятся практически все крупнейшие реки острова, дренирующие горные территории и впадающие в вытянутые заливы и губы, постепенно выполняющие их и формируя многорукавное русло. Сопоставление картографических материалов и спутниковых снимков показывает активное современное выдвигание морского края таких дельт (до 500 м/20 лет на реках Безымянная и Рогачёва). Впадающие в губы небольшие реки формируют в них конусы выноса, их устья также относятся к эстуариям с дельтами.

Возможность формирования дельты зависит в первую очередь от геологических особенностей устьевой области. Например, в устье одной из крупнейших на острове р. Лиственничная, впадающей на восточном побережье, большой объем стока твердого материала подтверждается сложной структурой косы с наличием отделенных от моря вдольбереговых водоемов на выходе из эстуария. Однако заложение по узкой долине и особенности подъема по ней приливной волны не позволяют реке сформировать дельту. Приливное воздействие также играет важную роль – на открытом восточном побережье преобладают бездельтовые эстуарии, а на более защищенном западном – дельтовые. Длина эстуарных устьев составляет от нескольких сотен метров до 25 км.

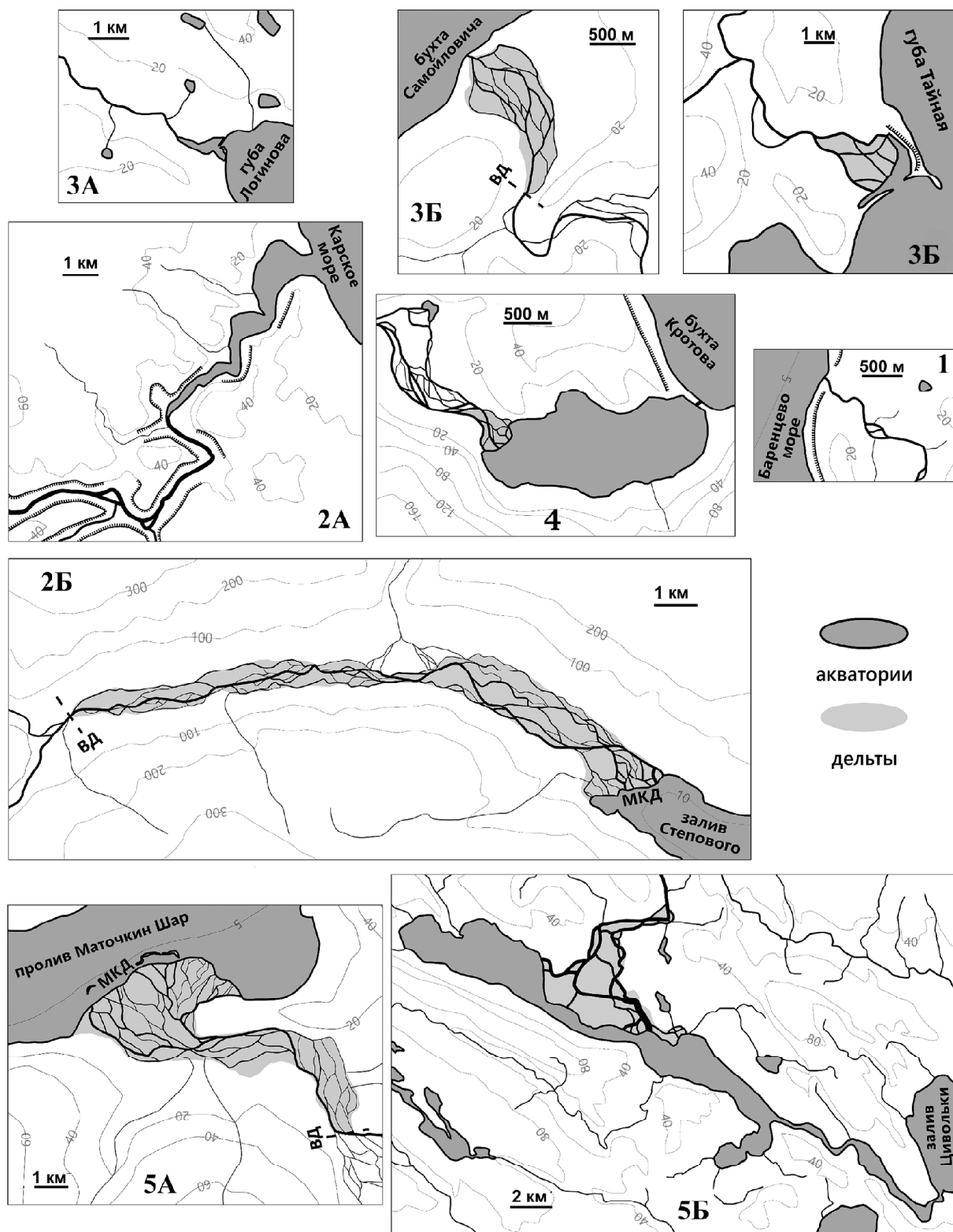


Рис. 2. Схемы устьевых областей репрезентативных водных объектов для выделенных типов: 1 – р. Крест-Яха; 2А – р. Савина; 2Б – р. Степового; 3А – р. б/н в губе Логинава; 3Б – р. Песчанка, р. б/н в губе Тайная; 4 – р. Большая Кротова; 5А – р. Шумилиха; 5Б – р. Саханина. ВД – вершина дельты, МКД – морской край дельты

Fig. 2. Schemes of mouth areas of representative watercourses for classified types: 1 – Krest-Jaha riv.; 2А – Savina riv.; 2Б – Stepovogo riv.; 3А – unnamed riv. inside Loginova guba; 3Б – Peschanka riv., unnamed riv. inside Tajnaya guba; 4 – Bol'shaja Krotova riv.; 5А – Shumiliha riv.; 5Б – Sakhanina riv. ВД – head of delta, МКД – delta maritime edge

Лиманные устья наиболее широко распространены по территории острова и характерны для небольших рек, нижние части долин которых были затоплены во время колебаний уровня моря. В силу небольшой площади тела лиманов заполнены поступающим материалом. Наблюдаются ситуации, когда лиман выполнен ими полностью, и в пределах отделяющей его аккумулятивной косы формируется своеобразная внутренняя дельта, связанная с океаном одной протокой. Основная часть лиманных устьев расположена на западном побережье острова.

Лагунно-дельтовые устья (тип 4, 17% исследованных рек) в основном приурочены к юго-западному побережью острова шхерного типа, на котором изрезанная береговая линия и особенности поднятия берега благоприятны для возникновения перемычек, отделяющих от моря отдельные заливы. Объем стока в реках с такими устьями несопоставимо меньше по сравнению с объемом приемных лагун, поэтому распреснение в них, по-видимому, незначительно. Это отмечено в отчетах экспедиций, заходивших в эти водоемы [Дневные записки..., 1956; Русанов, 1945; Лоция..., 1935]. Лагунно-дельтовые устья встречаются и на других участках острова в местах, где форма береговой линии и вдольбереговой поток наносов позволяют им сформироваться. В условиях ограниченного влияния приливов на внутренние части этих лагун в них образуются дельты разного размера, и происходит их заполнение поступающим материалом.

Устья с дельтами (тип 5, 13% исследованных рек) можно разделить на две группы. Дельты выдвигения (тип 5А) характерны для рек в северной части острова, впадающих в открытую акваторию (пролив Маточкин Шар) и имеющих большую среднюю высоту водосбора относительно других рек. В основном дельты имеют лопастную форму, сеть водотоков в них крайне редка по отношению к площади дельты. Густой русловой сетью характеризуются дельты рек Шумилиха и Чиракина. Небольшая глубина на взморье дельт и наличие на их морском краю баров и островов дают им возможность развиваться даже в условиях активных течений между Карским и Баренцевым морями.

Отдельную группу (тип 5Б) формируют устья, выделенные нами в тип «озерные дельты». Такие дельты характерны для юго-западной части острова, где в силу сложной тектонической структуры некоторые участки побережья представляют собой эстуарии со сложной геометрией связи с морем. Крупнейшие из таких эстуариев состоят из цепочек котловин, соединенных крупными протоками и имеющих узкое и длинное горло (озера Нехватова, Саханино, залив Кальвица). В силу своеобразности их формы морская вода не может глубоко проникать с приливами и нагонами в водоемы, поэтому заполнение их морской водой происходит только в период минимального стока или его отсутствия. В теплое время года вода в них, вероятно, значительно опреснена. В условиях минимизированного влияния

моря в таких устьях формируются большие по площади дельты выдвигения. В зарубежной литературе подобный тип дельт, которые сложены грубообломочными отложениями, имеют значительный уклон и формируются в распресненных водах, выделен в так называемые дельты Гилберта (Gilbert deltas) [Bates, 1953].

Результаты исследований и их обсуждение.

Выявлены некоторые эволюционные зависимости, характерные для устьевых областей рек Новой Земли. Выносимый в открытый залив материал перераспределяется вдольбереговыми потоками, штормовым и волновым воздействием и формирует косы на выходе из залива. В подобных лагунах и лиманах, постепенно заполняющихся приносимым материалом, формируется дельта. В случае длинных заливов и губ происходит заполнение по оси водоема, которое осложняется конусами выноса впадающих боковых притоков. В отдельных местах эти конусы выноса могут перекрыть водоем (губа Пуховая, оз. Нехватова), отделив в нем замкнутую часть с замедленным водообменом, недоступную для приливного воздействия, которая начинает заполняться с повышенной скоростью. К факторам, обуславливающим высокие значения твердого стока, относятся низкое испарение при малом количестве осадков; гранулометрический состав пород, слагающих водосборы водотоков и их долины [Новая Земля, 2009]; отсутствие залеженности и болот; слабая задернованность поверхности водосборов.

Разнообразие типов устьевых областей, распространенность дельтовых форм (74% от общего числа устьев) и их значительные размеры обусловлены тем, что долины рек сложены легкоразмываемыми породами – в основном кембрийскими и мезозойскими морскими отложениями [Ермолаев, 1936], поднятыми во время герцинской складчатости и значительно переработанными ледниковой деятельностью и выветриванием, а также более поздними флювиогляциальными отложениями [Новая Земля, 2009].

Выводы:

– на основе гидролого-морфологического анализа с учетом геоморфологических особенностей устьевых областей впервые проведена классификация устьев и выделено 5 типов и 6 подтипов устьевых областей, встречающихся на о. Южный (арх. Новая Земля);

– распределение различных типов устьев на острове неоднородно (рис. 1, А). Для небольших рек характерны простые устья и устья лагунно-дельтового типа, по мере увеличения площади водосбора начинают преобладать устья эстуарного и дельтового типов; большинство лагунно-эстуарных устьев приурочено к участкам изрезанного берега, где существуют благоприятные условия для развития аккумулятивных форм и постепенного превращения некоторых заливов в лагуны;

– эстуарные русла преобладают на участках открытого взморья;

– дельтовые формы характерны для максимально закрытых участков берега – фьордов, губ и проливов, где минимальное влияние вдольбереговых течений позволяет формироваться аккумулятивным формам. Исключение – пролив Маточкин Шар, впадающие в него реки имеют максимальные значения средней высоты водосборов и сопутствующие им максимальные значения объема стока наносов и формируют дельты выдвигания в условиях суточного цикла течений между Баренцевым и Карским морями. Все реки, на водосборах которых присутствуют ледники, имеют устья с дельтами (типы 2Б,

3Б, 4, 5А). Таким образом, классификация отражает и условия осадконакопления в устьевых областях рек;

– первичное визуальное дешифрирование спутниковых снимков показало значительное разнообразие устьевых областей на островах Арктики и их индивидуальные особенности на каждом архипелаге. Выявлены дельты выдвигания, находящиеся в еще более суровых климатических и морских условиях (р. Герасимова на о. Котельный, р. Надежная на о. Новая Сибирь, р. Посадочная на о. Комсомолец и др.).

Благодарности. Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы кафедры гидрологии суши «Гидрологический режим водных объектов суши в условиях изменения климата и антропогенного воздействия» и за счет гранта РФФИ (проект № 15-05-05515а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В., Михайлов В.Н. Антропогенные и естественные изменения гидрологических ограничений для природопользования в дельтах рек Российской Арктики // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2015. № 1. С. 14–31.
- Алисов Б.П. Географические типы климатов // Метеорология и гидрология. 1936. № 6. С. 16–25.
- Большаков Д.Ю., Макеев В.М. Архипелаг Северная Земля. Оледенение, история развития природной среды. СПб.: Гидрометеиздат, 1995. 216 с.
- Бровко П.Ф. Развитие прибрежных лагун. Владивосток: ДВНЦ, 1990. 148 с.
- Геология СССР. Т. XXVI. Острова Советской Арктики. Геологическое описание / Под ред. Б.В. Ткаченко, Б.Х. Егизарова. М.: Недра, 1970. 548 с.
- Говоруха Л.С. Молодые тектонические движения на Земле Франца-Иосифа и их географические последствия // Проблемы Арктики и Антарктики. 1964. Вып. 14. С. 77–80.
- Государственный водный реестр Российской Федерации. URL: <http://www.textual.ru/gvr/> (дата обращения: 01.06.2016).
- Демочкин К.К. Геоморфология Новоземельских проливов. Л.: Изд-во Главсевморпути, 1953. 59 с.
- Дневные записки П.К. Пахтусова и С.А. Моисеева. М.: Географиз, 1956. 216 с.
- Ермолаев М.М. Геология Новой Земли. Вып. 2. Стратиграфия и палеогеография // Тр. Аркт. ин-та. 1936. Т. 61. С. 3–110.
- Каплин П.А. Проблема происхождения фьордов и фьордовые побережья СССР // Вопросы географии. 1959. Вып. 46. С. 204–220.
- Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровня морей России и развитие берегов. Прошлое, настоящее, будущее. М.: ГЕОС, 1999. 299 с.
- Кортаев В.Н. Эстуарно-дельтовые системы: морфология, эволюция и современная динамика // Современные глобальные изменения природной среды. Т. 2 / Под ред. Р.К. Клиге, С.А. Лукьяновой. М.: Научный мир. 2006. С. 122–137.
- Кортаев В.Н. Эстуарно-дельтовые системы // Геоморфология. 2008. № 3. С. 55–65.
- Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д. О современных относительных вертикальных движениях берегов Мирового океана // Географические исследования в Московском университете. Традиции и перспективы. М.: МГУ, 1976. С. 66–79.
- Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т. 34, № 5. С. 735–747.
- Лоция Карского моря. Ч. II. Карское море и Новая Земля. Л.: Изд-во ГО УМС РККА и ГУ ГУСМП, 1935. 429 с.
- Материалы комплексного экологического обследования участков территории, обосновывающего придание этой территории правового статуса особо охраняемой природной территории федерального значения – государственного природного заказника «Новосибирские острова». М.: Всемирный фонд дикой природы, 2015. 483 с.
- Михайлов В.Н. Динамика потока и русла в непривливаемых устьях рек. М.: Гидрометеиздат, 1971. 259 с.
- Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 176 с.
- 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.
- Научно-прикладной справочник «Климат России». Электронная версия. ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2014. URL: <http://aisori.meteo.ru/Clspr/> (дата обращения: 15.11.2015).
- Новая Земля. Природа. История. Археология. Культура. Кн. 1. Природа / Под ред. П.В. Боярского // Тр. Морской арктической комплексной экспедиции. М.: Институт наследия, 1998. 280 с.
- Новая Земля / Под ред. П.В. Боярского. М.: Европейские издания – Paulsen, 2009. 410 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / Под ред. Н.М. Жила. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 612 с.
- Русанов В.А. Статьи, лекции, письма. М.: Л.: Изд-во Главсевморпути, 1945. 426 с.
- Сиско Р.К. Водный режим ледниковых рек о. Октябрьской Революции (Северная Земля) // Тр. ААНИИ. 1970. Т. 294. С. 28–38.
- Стишов М.С. Остров Врангеля – эталон природы и природная аномалия. Йошкар-Ола: Изд-во Марийского полиграфкомбината, 2004. 595 с.
- Флинт М.В., Зацепин А.Г., Кучерук Н.В. и др. Комплексные исследования экосистемы Карского моря (54-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш») // Океанология. 2008. Т. 48, № 6. С. 947–951.
- Bates C.C. Rational theory of delta formation // Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 1953. N 37. P. 2119–2161.
- GLIMS Glacier Database, Vers. 1. 2005, updated 2012. Boulder, Colorado, USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. URL: <http://www.glims.org/download/> (дата обращения: 14.03.2015).

Поступила в редакцию 20.06.2016
Принята к публикации 26.07.2016