



УДК 528.9

DOI: 10.22389/0016-7126-2018-941-11-34-46

Геоинформационное картографирование сухопутных границ полуостровов (на примере полуостровов Ямал и Гыданский)

© ¹Колбовский Е. Ю., ²Климанова О. А., 2018

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

¹kolbowski@mail.ru ²oxkl@yandex.ru

Рассмотрена проблема делимитации границ полуостровов на основе моделирования матрицы речных бассейнов и водоразделов разного порядка в условиях заболоченной и заозёрной территории севера Западно-Сибирской низменности и полуостровов Ямал и Гыданский. Показано, что основное затруднение проведения сухопутных границ полуостровов связано со сложным устройством приустьевых областей заливов, сформированных крупными реками и включающих три участка (устьевое взморье, дельта и приустьевой участок русла), в каждом из которых может быть установлен створ, служащий начальной и конечной точкой границы полуострова. В этом случае оптимальный способ реализации предложенного алгоритма – принять за элемент естественной границы полуострова створ реки, в котором её приустьевой участок переходит в дельту. Рассмотренный алгоритм позволяет выделять полуостров как целостный физико-географический район и крупную геосистему, объединённую потоками перемещения вещества и энергии, а следовательно, как единый район природопользования.

Бассейны речные, водоразделы, геоморфометрические переменные, границы полуостровов, дельты, моделирование водосборов, устьевые области.

Для цитирования: Колбовский Е. Ю., Климанова О. А. Геоинформационное картографирование сухопутных границ полуостровов (на примере полуостровов Ямал и Гыданский) // Геодезия и картография. – 2018. – Т. 79. – № 11. – С. 34–46. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-941-11-34-46

Постановка проблемы

Очертания суши, формируемые береговой линией материков, могут иметь сколь угодно сложную конфигурацию в зависимости от тектоники и рельефа, профиля материковой отмели, типа берегового процесса и впадающих рек с их эстуариями или дельтами. При этом часть суши, более или менее далеко выступающая в акваторию морей, может именоваться полуостровом, а может и не нести такого названия, в том числе по причинам этноисторического порядка и богатства тематического словаря, посвящённого в данном конкретном языке различным признакам ландшафта.

Россия, безусловно, относится к числу «ландшафтообразующих», по выражению

Августина Берка, стран, язык которой весьма точно отражает географические реалии. Так, в толковом словаре С. И. Ожегова [9]: «ПОЛУОСТРОВ, -а, мн. -а, -ов, м. Примающий к материку или острову участок суши, с трёх сторон омываемый водой». Большой энциклопедический словарь [2] определяет понятие полуострова в самом общем смысле: «ПОЛУОСТРОВ, участок суши, вдающийся в море, озеро или реку и с трёх сторон окружённый водой».

Форма полуостровов может быть также весьма различной. Некоторые полуострова отделяются от остального массива суши суженным перешейком (Камчатский, Ютландия), другие причленяются к массиву суши широкими основаниями, которые не-

редко могут быть даже шире, чем основная часть полуострова (например, Балканский, Аппенинский, Кольский, Корейский). В последнем случае определение сухопутной границы полуострова – достаточно сложная географическая задача, которая может оказаться актуальной в связи с необходимостью административно-территориального размежевания или, например, разделения двух коренных этносов с их историческими типами природопользования во вмещающих ландшафтах. Решение подобной задачи базируется на представлении о полуострове как о едином физико-географическом объекте, границы которого могут быть выявлены методами географического районирования.

Основные принципы физико-географического районирования, сформулированные в 1970–1980-е годы [3, 5, 7, 10], предполагают комплексный учёт факторов дифференциации географической оболочки, прежде всего орографии, климата, типов почв и растительных сообществ, фауны. Физико-географические районы формируют собственную сеть границ, которая является производной от зональных, провинциальных, геолого-геоморфологических и ландшафтных границ, а также границ речных бассейнов. Следовательно, полуостров как физико-географический район может быть однозначно ограничен от пространства материковой части субконтинента на основании методологически обоснованного научного подхода.

В данной работе рассмотрены возможности использования геоинформационного картографирования для проведения сухопутных границ двух смежных (через Обскую губу) полуостровов (Ямал и Гыданский) на основе принципов физико-географического районирования.

Объекты исследования

Полуострова Ямал и Гыданский расположены на севере Западно-Сибирской равнины, вдающейся в акваторию Карского моря. Карское море относится к

типу материковых окраинных морей, его средняя глубина составляет 111 м, но на шельфе, прилегающем к полуостровам, не превышает 50 м. Материковое побережье сильно расчленено [4]. Полуостров Ямал – значительный массив суши, протянувшийся более чем на 500 км на север, в акваторию Карского моря, и ограниченный с запада заливом Байдарацкой губы, с востока протяжённым эстуарием Обской губы. Гыданский полуостров вдаётся в Карское море между Тазовской губой на юго-западе и Енисейским заливом на северо-востоке.

Наиболее простой (геометрический) способ определения сухопутных границ указанных полуостровов предполагает проведение прямых линий, отделяющих их от основных массивов суши в самом узком месте. Например, для полуострова Ямал – от залива Юрибей, образованного приустьевым участком одноимённой реки, на западе до мыса Каменный (намывная коса в Обской губе) на востоке. Однако подобное, на первый взгляд очевидное, решение некорректно, поскольку противоречит общепринятой научной методологии: принципиально неверно принимать во внимание один фактор (локализацию точки перехода русла крупной реки в эстуарий приустьевой области) и игнорировать другие (формы рельефа, границы речных бассейнов, природные зоны и ареалы распространения основных биомов).

Методы исследования

По принятой в данном исследовании гипотезе выявление естественных границ полуостровов связано с моделированием двух взаимосвязанных между собой групп факторов:

основных форм мезорельефа суши (в свою очередь, обусловленных геолого-тектоническими и геоморфологическими факторами);

речных бассейнов (контролирующих в значительной степени наиболее общие процессы перемещения вещества и энергии в пределах географической оболочки).

Моделирование на базе цифровой модели рельефа (ЦМР) ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM-2) [13], имеющей разрешение 1", осуществляли в программах ArcMap 10.3 и SAGA 6.0 посредством построения производных геоморфометрических растров и водосборов различного порядка. Верификацию результатов моделирования (основные формы мезорельефа, ландшафтные местоположения и бассейны различного порядка) проводили путём привлечения и отображения (оцифровки) существующих тематических данных [1, 2, 11] по почвенному покрову, геологическим и четвертичным отложениям, крупным растительным биомам и ландшафтным районам суши.

Для выявления основных форм мезорельефа полуостровов и примыкающего массива суши на основе данных цифровой модели высот SRTM (Shuttle Radar Topography Mission – радиолокационная топографическая миссия шаттла) построили отдельные тематические геоморфометрические переменные, отражающие важнейшие свойства пластики рельефа поверхности [6], которые впоследствии подвергли классификации, комбинированию и нечёткому наложению для получения комплексных переменных (таблица).

Комплексные переменные DEM_HAR и DEM_HAR_TPI получены комбинированием предварительно классифицированных соответствующих растров абсолютной высоты и высоты над уровнем рек (операция combine группы инструментов Spatial Analyst программы ArcMap) с последующими процедурами избавления от ничтожных классов с помощью инструментов фокальной статистики (focal statistic) и удаления границ (boundary clean). Комплексная переменная HAR_TPI_TP_TPI – авторский способ выявления границ ландшафтных местоположений, в основе которого три разномасштабных растра топографического индекса (TPI – Topographical index) и растр высоты над уровнем рек (HAR – Height above river), предварительно обработанные операцией «нечёткое множество» (fuzzy membership), а затем подвергнутые нечёткому наложению (fuzzy overlay) с последующей классификацией (reclassify) на экспертно определяемое число классов местоположений.

Для моделирования бассейновой структуры на территории обоих полуостровов с помощью инструментов группы Hydrology набора Spatial Analysis программы ArcMap построены модели речных бассейнов в трёх фрактально различающихся масштабах.

Геоморфометрические переменные
Morphometric parameters

Переменные	Физический смысл	Функция в дифференциации рельефа
Элементарные:		
DEM gradient	Градиенты (ступени) абсолютной высоты	Выделение основных высотных ступеней
HAR	Высота над уровнем рек	Выделение уровней относительного превышения над днищами долин
TPI	Топографический индекс или индекс позиции склона	Выявление гребнекилевой и склоновой дифференциации рельефа
Комплексные (комбинированные):		
DEM_HAR индекс	Крупные водоразделы, основные плакоры и долины	Основные морфоструктуры рельефа территории
DEM_HAR_TPI индекс	Части водоразделов, террасы, звенья речных долин	Элементы морфоскульптуры рельефа
HAR_TPI_TP_TPI	Детали катенарной и гребнекилевой специализации	Потенциальная матрица ландшафтных местоположений

Геоморфометрические характеристики рельефа как фактор дифференциации естественных границ полуостровов

Цифровая модель территории хорошо отражает низинный характер рельефа обоих полуостровов с небольшими локальными водоразделами. При этом параметр HAR (рис. 1, а) позволяет оценить роль водоразделов даже в том случае, когда они не связаны с реально высокими отметками, а территория характеризуется заболоченностью и заозёрностью, что, безусловно, является отличительным признаком всего севера Западно-Сибирской низменности. В свою очередь, TPI (рис. 1, б) демонстрирует фрагментированность водораздела, рассечённого неглубокими долинами многочисленных рек.

Комбинирование трёх нормализованных геоморфометрических характеристик

(DEM, HAR, TPI) позволяет воспроизвести мозаику морфоскульптур территории и выявить таким образом характер приращения полуостровов к основным массивам суши (рис. 2).

Поверхность полуострова Ямал в юго-западной (контактной) зоне фактически утрачивает собственную пластику рельефа: невысокие заболоченные водоразделы резко ограничены с запада отрогами Полярного Урала (массивы Сыумнев, Райиз, хр. Харчерузь) и обширными долинами рек Малая и Большая Обь, Лонготъёган, Харбей, Ханмей и Сось.

Переходная (к материку) зона Гыданского полуострова имеет более сложный характер. Здесь роль форпостов материковых ландшафтов играют два субширотных водораздела: южный, отделяющий бассейны рек Мессояхи и Солёной от рек Анти-Паётаяхи и Танама, – возвы-

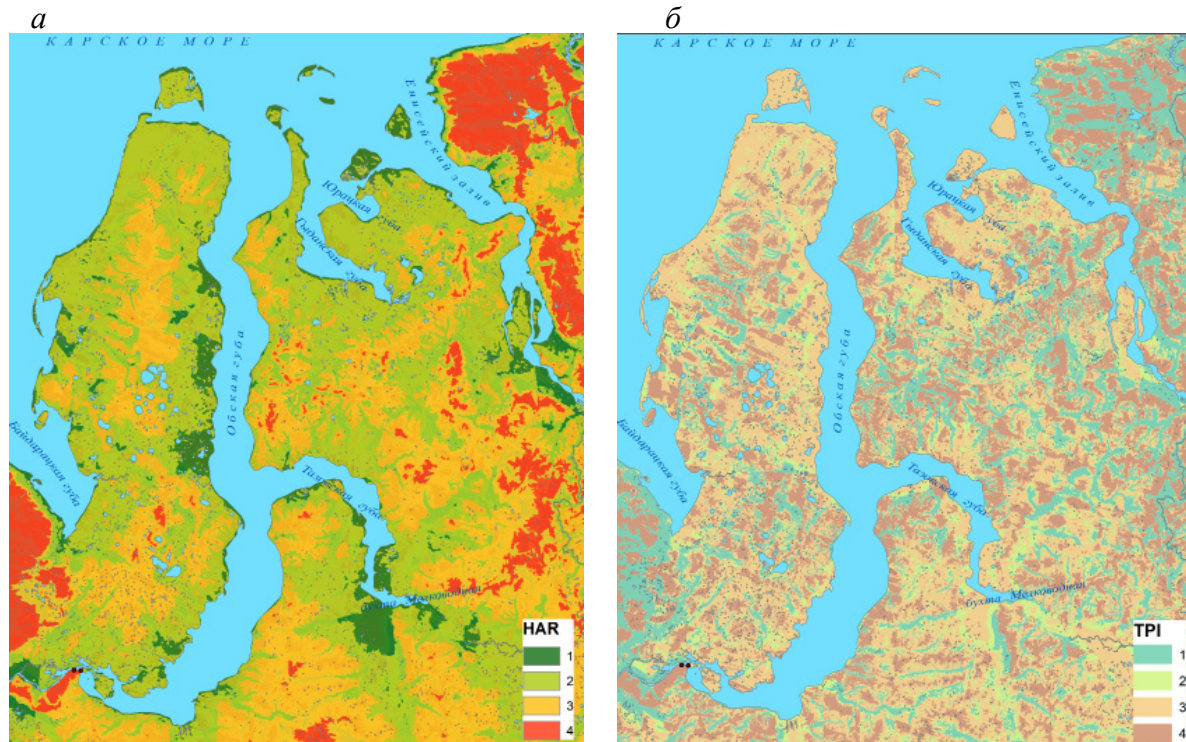


Рис. 1. Геоморфометрические переменные для территории полуостровов Ямал и Гыданский, классифицированные по четырём градиентам условных значений:
 а – HAR (1 – низменности; 2 – равнины; 3 – склоны; 4 – привершинные поверхности);
 б – TPI (1 – тальвеги; 2 – прикилевые поверхности; 3 – склоны; 4 – пригребневые поверхности)

Fig. 1. Geomorphometric variables for the territories of the Yamal and Gydan sky peninsulas, classified by four gradients of values:

а – HAR (1 – lowlands; 2 – plains; 3 – slopes; 4 – summit areas); б – TPI (1 – river beds; 2 – bottom areas; 3 – slopes; 4 – ridges and hills)

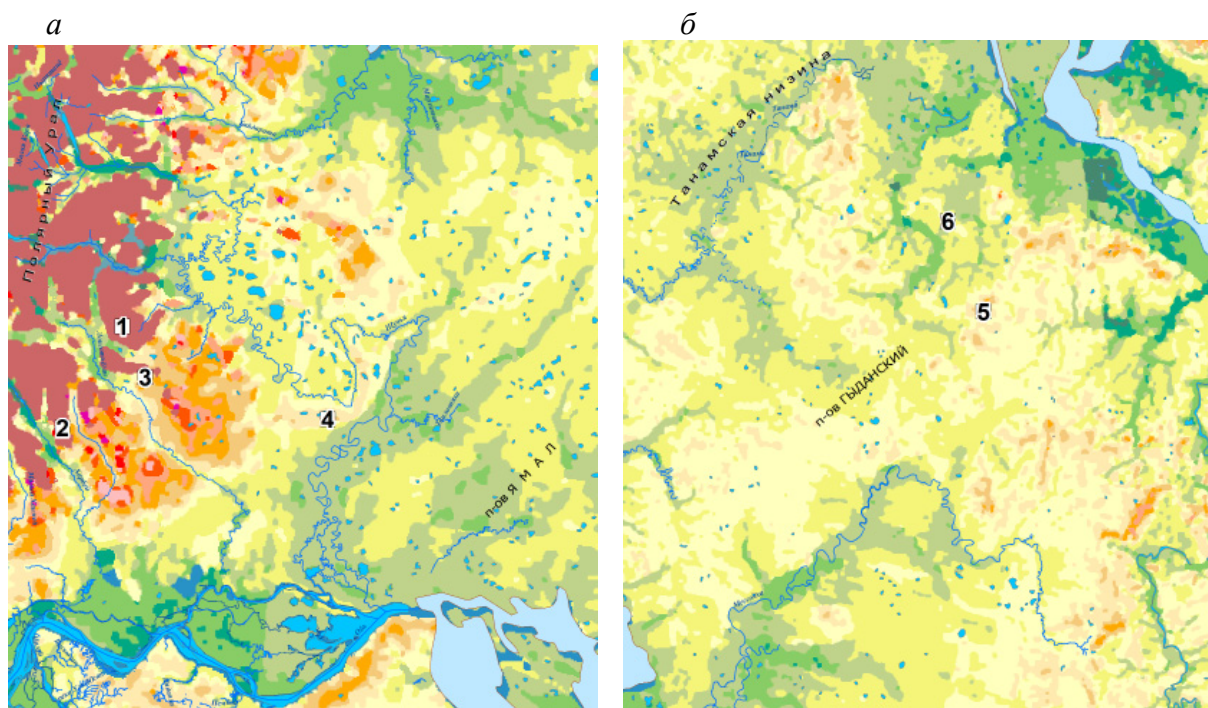


Рис. 2. Мезорельеф территории полуостровов Ямал (а) и Гыданский (б), выявленный комбинированием трёх нормализованных переменных (DEM, HAR, TPI), и реперные формы рельефа:

1, 4, 5, 6 – возвышенности соответственно Сьумнев, Большой Сопкай, Нядуме, Пайседа;
2, 3 – хребты соответственно Харбейнырд, Харчерузь

Fig. 2. Landforms of the territory of the Yamal Peninsulas (а) and Gydan (б), revealed by combining three normalized variables (DEM, HAR, TPI), and reference landforms:

1, 4, 5, 6 – upland, respectively, Syumnev, Bolshoy Sopkay, Nyadume, Paysa; 2, 3 – ridges, respectively, Harbaynyrd, Harcheruz

шенность Нядуме; северный – хр. Оленьи Рога, безымянные возвышенности в окрестностях оз. Хыденто. Большинство действительно выраженных орографических элементов (водоразделов) на Гыданском полуострове маркированы (на привершинных поверхностях) только старыми (1980-х годов) знаками государственной геодезической сети и не имеют географических наименований. При этом Гыданский полуостров, несмотря на осевое (субмеридиональное) положение Нижнеенисейской возвышенности, достаточно чётко отграничен от севера Западно-Сибирской низменности.

Таким образом, можно констатировать, что орография полуостровов частично позволяет фиксировать их естественные границы, что находит подтверждение и в геологическом строении: большая восточ-

ная часть полуострова Ямал и западная меньшая часть Гыданского полуострова вместе с прадолиной р. Оби сложены породами палеогеновой системы, в то время как юго-восточная часть Гыданского полуострова и юго-западная приматериковая часть полуострова Ямал сложены породами меловой системы [1].

Бассейновая структура как фактор дифференциации естественных границ полуостровов

Речные бассейны – это динамические экосистемы с направленными потоками переноса вещества и энергии, обладающие определённым потенциалом экологической реабилитации, что позволяет рассматривать их и в качестве операционно-территориальных единиц хозяйственно-экономической деятельности [3]. При таком подходе состо-

яние различных звеньев долинно-речной сети – своего рода индикатор, отражающий баланс между техногенной нагрузкой и сохраняющимся средостабилизирующим потенциалом природных ландшафтов. В этом смысле проведение границ физико-географических районов по руслам рек (подобно политико-административным границам) некорректно: бассейны рек почти всегда формируют стоково-динамическую матрицу конкретного района, организуя функциональную целостность последнего.

Неслучайно в Атласе Ямало-Ненецкого автономного округа [1] оба полуострова выделены в отдельные бассейновые области, охватывающие водосборы многих рек, не образующих единого (в строгом смысле) бассейна, но привязанных к общему водоразделу. При этом в состав Гыданского полуострова включён весь бассейн р. Мессояхи, что вполне корректно, ибо он дренирует пространство полуострова, а расположенный южнее бассейн р. Таз уже, безусловно, дренирует север Западно-Сибирской низменности. При разграничении сборного бассейна полуострова Ямал создатели карты явно испытывали затруднения. Необычайно сложно устроенный бассейн р. Щучьей дренирует отроги Полярного Урала, в то же время северо-восточным «клювом» её приток – р. Танлаваяха – вдаётся в полуостров. Таким образом, сталкиваемся здесь с явлением, когда ввиду сложно устроенной собственной фрактальной иерархии бассейнов не представляется возможным проводить границы физико-географических районов, ориентируясь на бассейны только какого-то одного иерархического порядка. Поэтому в данном исследовании проведено моделирование сети водосборов в трёх фрактально различающихся масштабах.

Следует отметить, что вне зависимости от используемого программного обеспечения (программные комплексы ArcGIS, SAGA, Global Mapper, GRASS, White Box) во всех предлагаемых алгоритмах

моделирования критическим является пороговый аккумулярованный сток, способный генерировать постоянный поверхностный водоток в заданных условиях, – параметр, который не может быть получен исключительно на основе ЦМР, поскольку он тесно связан со всем комплексом ландшафтообразующих факторов (механический состав четвертичных отложений, тип почв, характер растительного покрова). В этих обстоятельствах наиболее корректным будет выбор размера минимальной водосборной ячейки за мером площадей водотоков 1-го порядка, показанных на крупномасштабных топографических картах и подтверждённых данными дистанционного зондирования. В данном случае в качестве первой сетки элементарных водосборов использовано условие «аккумулярованный сток больше 1200 ячеек», при соответствующей размерности ячеек площадь бассейна составила приблизительно 445 км². Затем процедуру повторили для водосборов, площадь бассейна которых равна площади бассейна элементарного водосбора, умноженной на π и π^2 .

Каждый из выбранных масштабных уровней позволяет вскрыть определённые закономерности строения бассейновой сети (рис. 3). На первом (крупномасштабном) уровне наблюдается достаточно чёткое разделение водосборов по функциям: от бассейнов вытянутой формы, начинающихся с главных водоразделов (или общих гидрографических узлов), выполняющих стоково-аккумулирующую функцию, к более компактным транзитным (проводящим) водосборам в средних течениях главных речных стволов и до разгружающих водосборов на устьевых участках. Наиболее сложную и неправильную форму элементарные водосборы получают в зонах глубоких заливов (Байдарацкая и Обская губы, Енисейский залив), где осуществляется разгрузка стока сразу нескольких рек, впадающих в заливы с разных сторон.

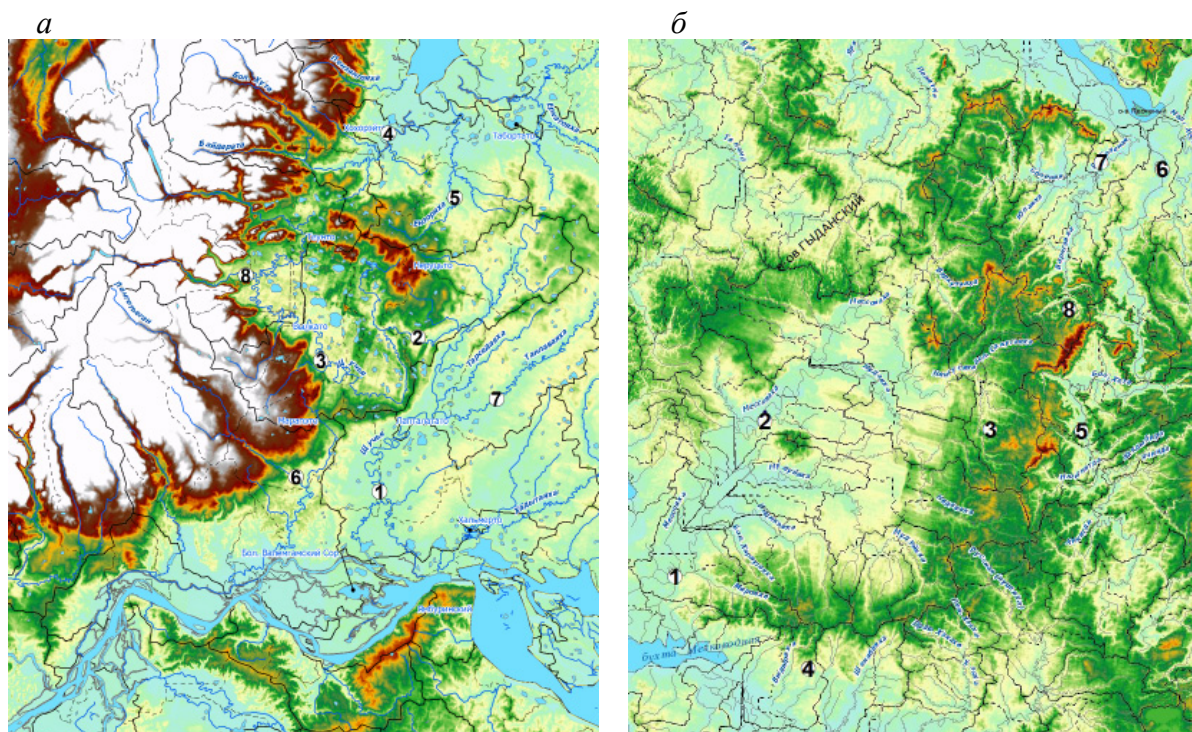


Рис. 3. Структура бассейнов на фоне топографического индекса территории:

а – переходная зона полуострова Ямал (1, 2, 3 – течение р. Щучья соответственно нижнее, среднее, верхнее; 4 – р. Байдарата; 5 – р. Ензорьяха; 6 – р. Ланготъёган; 7 – р. Танлаваяха; 8 – р. Большая Хадата); *б* – переходная зона полуострова Гыданский (1, 2, 3 – течение р. Мессояха соответственно нижнее, среднее, верхнее; 4 – р. Шенябеяха; 5, 6 – течение р. Большая Хета соответственно верхнее, нижнее; 7 – р. Солёная; 8 – р. Нижняя Пендамаяха); штриховой линией показаны бассейны площадью 450 км², полужирной штриховой – площадью 1410 км²

Fig. 3. The watershed matrix on the background of the topographic index of the territory:

a – transitional zone of the Yamal Peninsula (1, 2, 3 – the river Shchuchya respectively lower, middle, upper; 4 – Baidarata river; 5 – river Enzor'ya; 6 – Langotjogan River; 7 – Tanlavayaha river; 8 – river Big Hadata); *b* – transition zone of the Gydansky Peninsula (1, 2, 3 – the current of the Messoyakha is respectively lower, middle, upper; 4 – Shenyabiah river; 5, 6 – the course of the river Big Kheta respectively upper, lower; 7 – Salty River; 8 – River Lower Pendamayaha); the dashed line shows watersheds of an area 450 km², the bold dashed line shows of an area 1410 km²

На полуострове Ямал рисунок речной сети осложняется сравнительно короткими реками, дренирующими восточные склоны Полярного Урала (р. Байдарата), реками, дренирующими главный осевой водораздел Ямала (реки Ензорьяха, Ёркатаяха, Явхалятосё, Халаяха), и развитой долиной р. Оби с её притоками (реки Щучья, Ланготъёган, Хадытаяха), вследствие чего элементарные бассейны сложно распределены между конкурирующими бассейнами. При этом сама р. Щучья выработала М-образную долину и на пути до места своего впадения в р. Малую Обь формирует две огромных петли с изменением направления

течения на 180°. Соответственно, р. Щучья принимает довольно крупные притоки как с отрогов Полярного Урала, так и со стороны полуострова Ямал. Моделирование на среднемасштабном уровне подтверждает обстоятельство протяжения далеко на север притоков р. Щучьей (реки Танлаваяха, Нгарка-Салпадаяха) и р. Хадытаяхи.

В переходной зоне Гыданского полуострова территория стока делится между бассейном р. Мессояхи (принадлежит бассейну р. Таз), притоки которой берут начало в северо-западной части полуострова, притоками рек Танама и Солёной (бассейн р. Енисей) в северо-восточной части

и противостоящим им со стороны Западно-Сибирской низменности бассейном рек Большая и Малая Хета.

Итоговая стадия моделирования позволяет провести разделение бассейновых ареалов полуостровов и основной части материка по крупным бассейнам (площадь приблизительно 4500 км²) с учётом дочерних водосборов в зонах сложной дифференциации стоковой мозаики.

Таким образом, оба полуострова демонстрируют синергетическую целостность бассейновой сети, рисунок которой осложнён в переходных зонах, во-первых, вторжением водосборов, дренирующих материковые водоразделы, и, во-вторых, непростым устройством принимающих приустьевых участков крупнейших долин, формирующих обширные заливы (губы).

Строение приустьевых областей долин крупных рек как фактор формирования географических границ

Моделирование бассейновой структуры для водотоков различного порядка позволяет выявить зависимость всей процедуры районирования от выбора так называемых точек впадения главных рек в эстуарии (в нашем случае губы). Вопрос решается сравнительно просто (и некорректно) лишь при использовании мелкого (глобального) масштаба анализа, не учитывающего строение приустьевой области. Однако при переходе на более локальные пространственные уровни (что как раз необходимо для решения поставленной задачи районирования и определения границ полуостровов) приустьевую область невозможно представить в качестве точки, в которой русло реки заканчивается и начинается собственно эстуарий. Подобный переход в реальности осуществляется на протяжении нескольких десятков километров и характеризуется постепенной и закономерной сменой зон приустьевой области: собственно приустьевая зона, устьевая зона, или дельта, и так называемая устьевая взморья [8, 12]. В пре-

делах воронкообразных устьевых областей долин часто наблюдаются обратные движения воды, вызванные приливами и нагонами, которые распространяются на расстояние до 870 км на Енисее и на 350 км на Оби.

Подобный гидрологический режим формирует чрезвычайно сложно устроенную приустьевую область в пределах обеих долин (реки Обь и Енисей), что проявляется как в строении приустьевой части русла, так и в рисунке дельты. На приустьевых участках русел и Оби и Енисея наблюдается общее расширение днища долины и изменение характера русловых процессов; меандрирующее русло, русловая и пойменная многорукавность. Оба типа многорукавности – с обширными пойменными сегментами и русловыми осередками – постепенно переходят в дельту выполнения, характеризующуюся и на Оби и на Енисее формированием мощных протоков в тыловых швах широких низинных пойм (реки Малая Обь, Малый Енисей, протока Широкая), которые перехватывают низовые боковые притоки, часто довольно значительные (реки Харбей и Щучья – притоки Оби, р. Солёная – приток Енисея). В этих условиях для приустьевых участков долин более корректно считать точкой привязки границы полуострова финальный створ нормального русла. Поскольку характеристики приустьевых участков рек обладают высокой степенью уникальности, в большинстве случаев для определения координат финального створа требуется специальная экспертная оценка. Продемонстрируем влияние обозначенных обстоятельств на примере приустьевых зон рек Байдарацкой губы – Обь, Таз и Енисей.

Байдарацкая губа устроена относительно просто, несмотря на то, что сформирована по меньшей мере семью реками, впадающими в неё в широком секторе (270°): Нензояха, Пензяногояха, Байдарата, Ензорьяха, Ёркатаяха, Явхалатосё, Халяяха. Наиболее крупная р. Байдарата впадает

в залив в его южном вытянутом кармане, поэтому точкой привязки границы в данном случае можно считать устьевой створ данной реки. Но при этом бассейн р. Байдараты не может быть отнесён к территории полуострова Ямал, поскольку река и её притоки дренируют восточные склоны Полярного Урала; к полуострову Ямал относится расположенная к востоку р. Ензоряха и её бассейн.

Совершенно иное строение имеет приустьевой участок нижнего течения р. Оби (рис. 4): русло этой реки с осередками в створе «Салехард – Лабытнанги» сформировало чёткое расширение многорукавной поймы, северное притеррасное понижение которой дренирует р. Малая Обь,

принимая р. Щучью. Соответственно, если считать вершиной залива створ мыса Ямсаля, то бассейны рек, впадающих в р. Обь выше по течению, должны быть отнесены к матерiku. Если же считать весь участок пойменной многорукавности р. Оби (реки Надымская Обь, Малая Обь) частью Обской губы, тогда в качестве точки привязки границы полуострова Ямал можно рассматривать створ «мыс Карчаги (находится на расстоянии 232 км выше мыса Ямсаля) – устье протоки Шома-Посл» (Салехард – Лабытнанги). Следовательно, разветвлённые бассейны рек Щучья и Харбей, а также Малый и Большой Сандибей можно отнести к полуострову Ямал. Наконец, с учётом геоморфологиче-



Рис. 4. Варианты проведения устьевых створов для р. Обь:

a – мыс Карчаги – устье протоки Шома-Посл (Салехард – Лабытнанги); *б* – мыс Ямсаля – мыс Сандиба; *в* – мыс Салемал – левый берег Оби (оптимальный)

Fig. 4. Versions of the estuarine alignment for the Ob:

a – Cape Karchagi – the mouth of the channel Shoma-Posl (Salekhard – Labytnangi); *б* – Cape Yamsale – Cape Sandiba; *в* – Cape Salemal – the left bank of the Ob (optimal version)

ских характеристик и динамики сезонных процессов, финальным створом собственно Оби целесообразно считать створ мыса Салемал (проходит через точку с координатами $66^{\circ}47'13''$ с. ш., $68^{\circ}57'23''$ в. д.) и выступа выпуклого левого берега р. Оби, ниже которого сформированы асимметрично прижатые к северному берегу дельта и залив Надымской Оби.

Тазовская губа, ограничивающая Гыданский полуостров с запада, демонстрирует ещё один вариант строения устьевой зоны. Здесь в верховьях залива разгружаются две примерно равноценные по объёму стока реки Пур и Таз. Однако устье р. Таз находится в 38 км выше устья р. Пур, это обстоятельство даёт основание считать финальный створ р. Таз точкой впадения главной реки. Второй необходимый для проведения границы Гыданского полуострова репер, очевидно, связан с устьевой зоной р. Енисей и с Енисейским заливом (рис. 5). В их топографии можно выделить три створа, каждый из которых маркирует характерные участки и связанные с ними геоморфологические процессы.

Широкий (более 45 км) Енисейский залив формирует сужение (до 13 км) в створе, образованном мысом Сопочная Карга (на правом берегу) и мысом Ошмарина (на левом берегу). В 50 км к югу залив вновь расширяется, образуя своего рода мешок, известный как Бреховские отмели; в створе, точно совпадающем с 71-й

параллелью, ширина залива увеличивается до 44 км. Эта же параллель ограничивает дельту р. Енисей, которая представляет собой сочетание рукавов и протоков с осередками и пойменными массивами (острова Егорьевский, Насоновский), сформированными между протокой Дерябинский Енисей на западе и р. Енисей на востоке. В дельте также отмечен промывной режим.

Вид нормального русла р. Енисей приобретает выше устья р. Малой Хеты в створе «устье протоки Фунтусова (точка с координатами $69^{\circ}36'40''$ с. ш., $84^{\circ}32'40''$ в. д.) – мыс Крестовский». Ниже этого створа начинается расширение (свыше 22 км) с пойменной (слева) и островной (справа) многоруканностью.

С учётом изложенных обстоятельств делимитация границ полуостровов на основе бассейнового подхода в соответствии с выбранными финальными створами образующих заливы главных рек может быть представлена следующим образом (рис. 6).

Для полуострова Ямал: от устьевых створа р. Байдараты в Байдарацкой губе до сужения русла р. Оби в створе мыса Салемал (расположен на 8 км выше мыса Толстый Нос) по водоразделу речных систем р. Байдараты – рекам Ензорьяхе, Большой Хатыге и восточной части бассейна р. Щучьей. При таком проведении границ внутри полуострова оказываются целиком бассейны рек Ензорьяхи, Хадытаяхи, Ян-

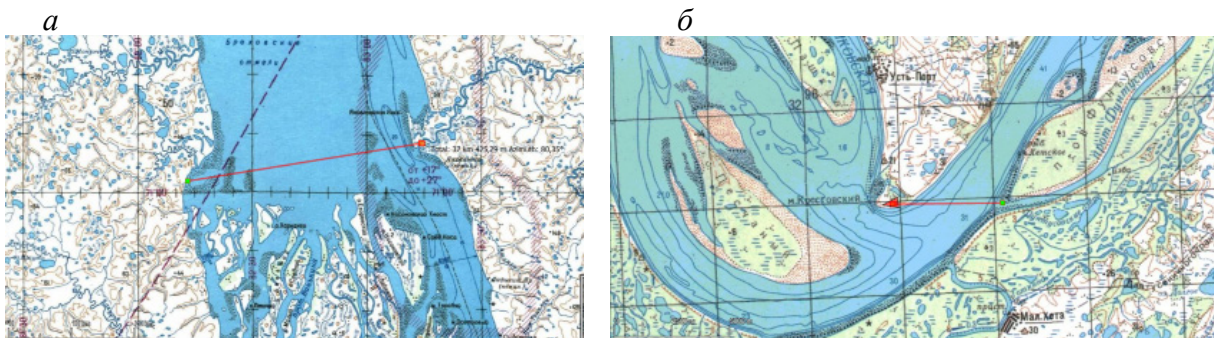


Рис. 5. Створы для р. Енисей:

а – между дельтой и устьевым взморьем; *б* – финальный приустьевый участок русла

Fig. 5. Boundary line for the Yenisei:

a – between the delta and the estuary; *b* – the final target of the channel near the estuary

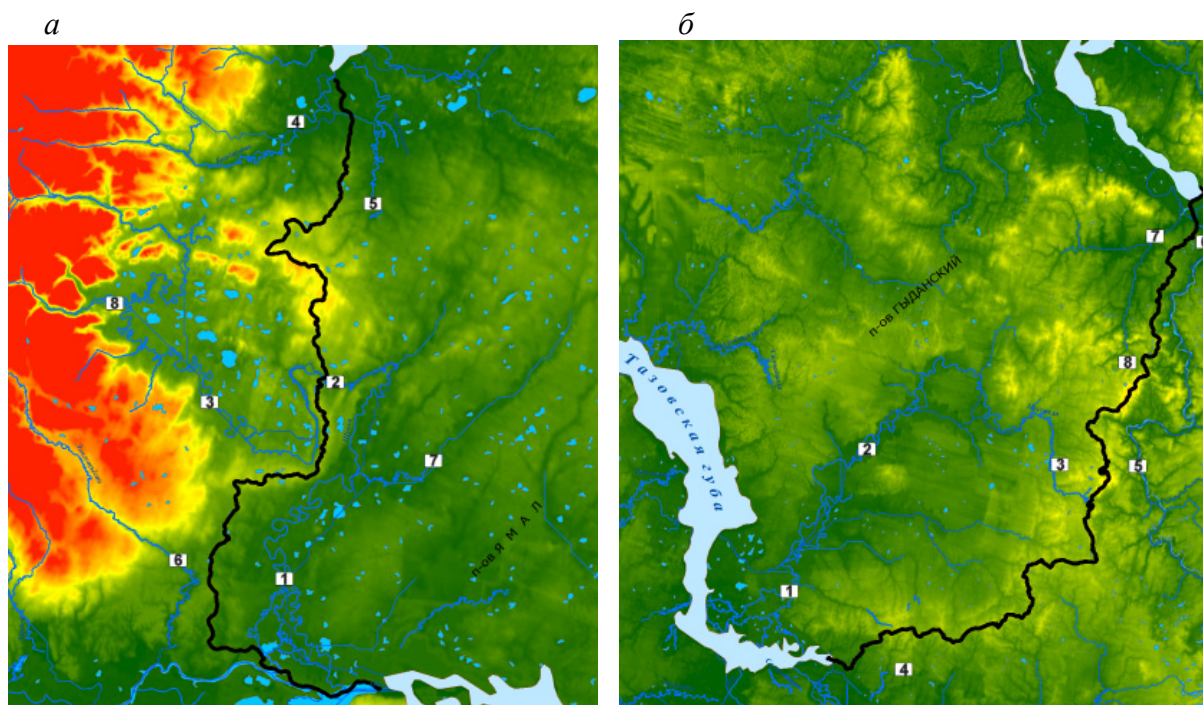


Рис. 6. Предлагаемые границы:

а – полуострова Ямал (1, 2, 3 – течение р. Щучья соответственно нижнее, среднее, верхнее; 4 – р. Байдарата; 5 – р. Энзорья; 6 – р. Ланготъёган; 7 – р. Танлаваяха; 8 – р. Большая Хадата);
б – Гыданского полуострова (1, 2, 3 – течение р. Мессояха соответственно нижнее, среднее, верхнее; 4 – р. Шенябеяха; 5, 6 – течение р. Большая Хета соответственно верхнее, нижнее; 7 – р. Солёная; 8 – р. Нижняя Пендамаяха)

Fig. 6. Proposed boundaries:

а – Yamal Peninsula (1, 2, 3 – river Shchuchya respectively lower, middle, upper; 4 – Baidarata river; 5 – river Enzor'ia; 6 – Langotjogan River; 7 – Tanlavayaha river; 8 – river Big Hadata);
б – Gydansky peninsula (1, 2, 3 – the current of the Messojka is respectively lower, middle, upper; 4 – Shenyabiah river; 5, 6 – the course of the river Big Kheta respectively upper, lower; 7 – Salty River; 8 – River Lower Pendamayah)

готаяхи, Ханавейяхи, Ядаяходьяхи, приустьевая часть бассейна р. Щучьей с притоками – реками Танлаваяхой, Тарседаяхой, Хэяхой.

Для Гыданского полуострова граница начинается от восточной точки общего устьевоего створа рек Таз и Малый Таз, в месте впадения р. Манон-Яхи в основное русло р. Малый Таз, и проходит по большому водоразделу, отделяющему бассейн р. Мессояхи и её притоков (реки Мерояха, Индикьяха, Мудуйяха, Нядаяха, Нягусьяха) от бассейна р. Таз с его притоками (реки Лимбяяха, Хэяха, Русская), и далее на северо-восток, ближе к Енисею, по водоразделу между р. Солёной с её притоками (реки Торча, Хэяха, Пендамаяха, Петровская) и бассейном р. Большой

Хеты, далее по левому берегу Енисея до финального створа приустьевоего участка русла Енисея, который фиксируется прямой линией, проведённой от нижнего конца (ухвостья) Фунтусовского полуострова в устье протоки Фунтусова до мыса Крестовский на противоположном, правом, берегу Енисея.

Выводы

Проблема делимитации границ полуостровов может быть актуальной в случае возникновения различных коллизий, связанных с природопользованием, конфигурированием особо охраняемых природных территорий, корректировкой границ административно-территориальных единиц. Следовательно, необходимы

алгоритмы решения подобных задач, основанные не на упрощённой геометрии прямых линий и (или) административных командах, а на научно обоснованных методах. Алгоритм делимитации границ полуостровов по матрице речных бассейнов разного порядка представляет надёжный, прозрачный и воспроизводимый способ дифференциации территории по закономерностям формирования стока территории даже в условиях весьма сложного рисунка разветвлённой речной сети, высокой заозёрности и заболоченности и общей невыраженности водоразделов. На начальном этапе анализа проблема решается объективным выделением главных водоразделов посредством использования комбинаций геоморфометрических переменных – абсолютной и относительной высоты, топографического индекса. Дополнительный признак – локализация вторичных водоразделов, которые могут делить крупные бассейны сложной формы на водосборы нижней иерархии, принадлежащие соответственно уже только материку или полуострову (как это наблюдается для р. Шучьей в переходной зоне полуострова Ямал).

Более сложные коллизии возникают в условиях приустьевых областей, сформированных крупными реками, дельты и приустьевые участки которых протягиваются на несколько десятков километров и представляют собой широкие долины с чередованием пойменной и русловой многорукавности и функционированием крупных, соизмеримых с главной рекой, проток, перехватывающих значительную часть боковых притоков. В этом случае последующие этапы реализации предложенного алгоритма связаны с необходимостью принимать экспертные решения относительно приёмных створов заливов.

Оптимальным представляется решение, когда за естественную границу полуостровов принимается створ, в котором приустьевой участок переходит в собственно дельтовый участок, что сопрово-

ждается сменой меандрирующего русла пойменной многорукавностью и (или) русловой многорукавностью и развитием мощных проток в тыловой части широкопойменной долины. В пользу данного варианта свидетельствует сложный проточный характер водообмена всей устьевой области с возможностью подтопления вследствие обратных (из устьевого взморья) приливных и нагонных движений, каковые будут проявляться всё в большей степени на фоне сохранения современных трендов изменений глобального климата и общего повышения уровня мирового океана. Рассмотренный алгоритм позволяет выделять полуостров как целостный физико-географический район и крупную геосистему, объединённую потоками перемещения вещества и энергии, а следовательно, как единый район природопользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа.* – Омск: Омская картографическая фабрика, 2004. – 304 с.
2. *Большой Энциклопедический Словарь.* URL: <https://www.vedu.ru/bigencdic/49280/> (дата обращения: 23.10.2018)
3. *Винокуров Ю. И., Шимбалеи Ю. М., Краснаярова Б. А.* Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // *Ползуновский вестник.* – 2005. – № 4-2. – С. 3–13.
4. *Залогин Б. С., Косарев А. Н.* Моря. – М.: Мысль, 1999. – 400 с.
5. *Иващутин Л. И., Николаев В. А.* К анализу ландшафтной структуры физико-географических регионов // *Вестник МГУ. Серия 5. География.* – 1969. – № 4. – С. 49–59.
6. *Колбовский Е. Ю.* Геоинформационное моделирование и картографирование ландшафтных местоположений // *Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъёмка.* – 2016. – Т. 60. – № 5. – С. 20–24.
7. *Макунина А. А.* Физическая география СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 294 с.
8. *Михайлов В. Н.* Речные дельты: строение, образование, эволюция // *Соровский образовательный журнал.* – 2001. – Т. 7. – № 3. – С. 58–66.
9. *Толковый словарь Ожегова онлайн.* URL: <http://slovarozhegova.ru/> (дата обращения: 23.10.2018).
10. *Физико-географическое районирование Тюменской области* / Под ред. проф. Н. А. Гвоздецкого. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 246 с.
11. *Ямало-Гыданская область* / Под ред. канд. геогр. наук Р. К. Сиско. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 310 с.
12. *Kuenzer C., Renaud F.* (2012) Climate Change and Environmental Change in River Deltas Globally. The Mekong Delta System – In *terdisciplinary Analyses of a River Delta.* Springer, pp. 7–48.
13. *Routine ASTER Global Digital Elevation Model.* URL: https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/aster/aster_products_table/astgtm (дата обращения: 23.10.2018).



GIS-modelling and mapping peninsulas land borders (on an example of peninsulas Yamal and Gydansky)

Kolbovskiy E. Yu., Klimanova O. A.

Lomonosov Moscow State University
119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1
¹kolbowsky@mail.ru ²oxkl@yandex.ru

The problem of delimitating the peninsula boundaries is based on modeling the watersheds' matrix for different river basins in the difficult conditions of the boggy and lacustrine territory of the north of the West Siberian lowland and the Yamal and Gydansky peninsulas. It is shown that the main difficulties in carrying out the land boundaries of the peninsulas are associated with the complex arrangement of the estuary areas formed by large rivers, containing three sections, the estuary, the delta and the mouth – in each of which a gate serving as the initial and final point of the peninsula boundary may be located. In this case, the optimal method to implement the proposed algorithm is associated with the solution when a natural boundary is adopted for the river gate, where the mouth area passes into the delta. The algorithm considered allows us to establish the peninsula as a whole physico-geographical region and a large geosystem, united by the flows of matter and energy, and, consequently, as a single area of nature management.

Boundaries of peninsulas, deltas, estuary areas, geomorphometric variables, modeling of catchments, river basins, watersheds.

For citations: Kolbovskiy E. Yu., Klimanova O. A. (2018) Geoinformacionnoe kartografirovanie suhoputnyh granic poluostrovov (na primere poluostrovov Yamal i Gydanskij) [GIS-modelling and mapping peninsulas land borders (on an example of peninsulas Yamal and Gydansky)]. Geodesy and Cartography = Geodezija i kartografija, 79, 11, pp. 34–46 (In Russian). DOI: 10.22389/0016-7126-2018-941-11-34-46

REFERENCES

1. *Atlas Yamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga*. Omsk: Omskaya kartograficheskaya fabrika, 2004, 304 p. (In Russian).
2. *Bol'shoj Enciklopedicheskij Slovar'*. URL: <https://www.vedu.ru/bigencdic/49280/> (accessed 23.10.2018).
3. Vinokurov Yu. I., Shimbalej Yu. M., Krasnoyarova B. A. Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie Sibiri kak osnova razrabotki regional'nyh sistem prirodopol'zovaniya. Polzunovskij vestnik, 2005, 4-2, pp. 3–13 (In Russian).
4. Zalagin B. S., Kosarev A. N. Morya. Moskva: Mysl', 1999, 400 p. (In Russian).
5. Ivashutina L. I., Nikolaev V. A. K analizu landshaftnoj struktury fiziko-geograficheskikh regionov. Vestnik MGU. Seriya 5. Geografiya, 1969, 4, pp. 49–59 (In Russian).
6. Kolbovskij E. Yu. Geoinformacionnoe modelirovanie i kartografirovanie landshaftnyh mestopolozenij. Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"yomka, 2016, 60, 5, pp. 20–24 (In Russian).
7. Makunina A. A. Fizicheskaya geografiya SSSR. Moskva: Izdatel'stvo MGU, 1985, 294 p. (In Russian).
8. Mihajlov V. N. Rechnye del'ty: stroenie, obrazovanie, evolyuciya. Sorovskij obrazovatel'nyj zhurnal, 2001, 7, 3, pp. 58–66 (In Russian).
9. *Tolkovyj slovar' Ozhegova* onlajn. URL: <http://slovarozhegova.ru/> (accessed 23.10.2018).
10. *Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie Tyumenskoj oblasti*. Pod redakciej professora N. A. Gvozdeckogo. Moskva: Izdatel'stvo MGU, 1973, 246 p. (In Russian).
11. *Yamalo-Gydanskaya oblast'*. Pod redakciej kandidata geograficheskikh nauk R. K. Sisco. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977, 310 p. (In Russian).
12. Kuenzer C., Renaud F. (2012) Climate Change and Environmental Change in River Deltas Globally. The Mekong Delta System – In interdisciplinary Analyses of a River Delta. Springer, pp. 7–48.
13. *Routine ASTER Global Digital Elevation Model*. URL: https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/aster/aster_products_table/astgtm (accessed 23.10.2018).