

## **ОБОСНОВАНИЕ ГРАНИЦ СИБИРСКОЙ АРКТИКИ В ИНТЕРЕСАХ СОСТАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ**

*Владимир Павлович Ступин*

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (964)103-08-17, e-mail: stupinigu@mail.ru

Обоснованы принципы и методика выделения естественных границ обширных и труднодоступных территорий арктических регионов по материалам дистанционного зондирования Земли с целью оперативного составления и обновления специализированных топографических карт Сибирской Арктики.

**Ключевые слова:** специализированные топографические карты, Сибирская Арктика.

## **JUSTIFICATION OF THE BORDERS OF THE SIBERIAN ARCTIC IN WHEN MAKING SPECIALIZED TOPOGRAPHIC MAPS**

*Vladimir P. Stupin*

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontova St., Irkutsk, 664074, Russia, D. Sc., Professor, Department of Surveying and Geodesy, phone: (964)106-08-17, e-mail: stupinigu@mail.ru

Principles and methods of identifying the natural boundaries of the vast and inaccessible territories of the Arctic regions based on materials of remote sensing of the Earth in order to promptly compile and update specialized topographic maps of the Siberian Arctic are substantiated.

**Key words:** specialized topographic maps, Siberian Arctic.

### *Введение*

В настоящее время в силу экономических и геополитических причин в Российской Федерации неуклонно возрастает интерес к Арктике. При этом одним из важнейших аспектов выхода на новый уровень освоения Арктики является топографо-геодезическое и картографическое обеспечение этого обширного, малоосвоенного и труднодоступного физико-географического района.

В то же время, существующий уровень информационного обеспечения региона является наиболее низким по сравнению с остальной территорией страны, а существующие топографические карты на территорию Арктики (особенно на ее восточную часть) не обновлялись (или обновлялись частично) со времен СССР и сильно устарели. За прошедшее после составления карт Арктики время, в силу климатических изменений, в целом, и активной разработки полезных ископаемых в частности, земная поверхность сильно изменилась и это отрицательно сказывается на качестве пространственных данных, создаваемых по старым топографическим картам.

С другой стороны, повышение уровня научных географических знаний об арктических территориях и ландшафтах, широкое применение данных ДЗЗ и современный уровень картографических технологий на основе ГИС и методов компьютерного дешифрирования, делают возможным и необходимым качественное изменение методик составления и обновления топографических, специализированных и специальных карт, а также совершенствования их содержания.

Совершенствование и расширение содержательной нагрузки карт требует системного исследования специфических особенностей арктической области и создание концепции ее районирования на научной основе. Важнейшим этапом такого исследования является разработка концепции определения границ анализируемых территорий на разных иерархических и масштабных уровнях.

В данной статье рассмотрены основные принципы этой концепции на примере восточного сектора Сибирской Арктики, расположенного между Енисеем и Леной. Поскольку Арктика является околополярной физико-географической областью, а границы региона исследований по широте определены вышеназванными реками, необходимо определиться с внутрорегиональными границами. Но прежде следует определить южную границу Арктики, в целом, и для исследуемого региона, в частности, учитывая, что эта задача не так однозначна, как может показаться на первый взгляд. Проблема состоит в том, что точно определенной природной границы у Арктики просто не существует.

### *Методы исследований*

Согласно Большой российской энциклопедии, Арктика – это северная полярная область земного шара, включающий окраины материков Евразии и Северной Америки, почти весь Северный Ледовитый океан с островами (кроме прибрежных островов Норвегии), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океанов [1]. Очевидно, что при таком определении границы Арктики достаточно расплывчаты.

Иногда Арктику ограничивают с юга Северным полярным кругом (астрономическая граница –  $66^{\circ} 33'$  с. ш.), т. е. включают в нее территории, на которых хотя бы один раз в году Солнце не поднимается над горизонтом в течение суток (полярная ночь). В этом случае общая площадь Арктики составляет 21 млн км<sup>2</sup> [2]. Такая граница формально вполне определена, но не имеет на поверхности Земли ландшафтного выражения.

Территория сухопутной Арктики севернее Полярного круга имеет площадь 14 млн км<sup>2</sup>. Эти земли состоят из крайних северных владений ряда государств. Это Россия, Гренландия, Канада, США, Норвегия, Исландия, Финляндия и Швеция. Канаде и РФ принадлежит большая часть (80 %), США – 4 %, а скандинавским странам отошло около 16 %. Третья часть региона – это Северный Ледовитый океан, который омывает Северный полюс. Большую часть года он укрыт льдами.

Единого международного договора, определяющего правовой статус морской Арктики, не существует. Статус арктических территорий регулируется нормами международного права, национальным законодательством приарктических государств и двусторонними соглашениями. Согласно Конвенции ООН по морскому праву, за каждой из стран закреплено право подать заявку в Комиссию ООН по границам континентального шельфа и расширить свои территории на расстояние до 200 морских миль от побережья и за этими пределами.

В морской Арктике России принадлежит остров Колгуев, Северная земля, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Новосибирские острова, остров Врангеля и другие острова поменьше. Международное признание получили притязания России на 12-мильную зону территориальных вод, 200-мильную исключительную экономическую зону и континентальный шельф. Остальная часть российского арктического сектора (открытое море) не признана международным правом, но согласно российскому законодательству мы оставляем за собой право включать ее в российскую территорию.

Иногда границу Арктики проводят по линии, где среднемесячная температура воздуха в июле составляет + 10 °С. Однако и эта граница (изотерма) не совпадает с границей тундры и леса, поскольку температура воздуха важная, но не единственная причина климатических особенностей Арктики, которые определяются также количеством осадков, влажностью, ветровой активностью, рельефом.

Гидрологические критерии выделения границы основаны на том, что северные реки являются важными с точки зрения связи материковой и океанической частей Арктики. Наибольшее значение здесь имеют местные реки и устья крупных арктических водотоков. В таком случае граница проходит по водоразделам местных водосборов арктических морей, а в районах впадения в моря средних и крупных рек – по вершинам их устьевых областей или дельт. Такая концепция хороша тем, что бассейновые границы легко определит по топографическим изолинейным картам.

Для определения южной границы Арктики предлагалось также использовать комплексные ландшафтно-климатические характеристики. За эту границу принимается условная линия, для которой величина годового радиационного баланса равна 62,8 кДж/см<sup>2</sup>, а средняя температура июля +10 °С. Расположение линии подвергается коррекции с учетом южного рубежа зоны тундр и рельефа. При таком выборе границ Российская Арктика включает часть Северного Ледовитого океана с входящими в его состав морями и островами, северную часть Евразии, занятую тундрой, ледниковыми и пустынно-арктическими ландшафтами.

Наконец, есть не слишком принимаемое научным сообществом мнение включать в арктическую зону территории с наличием многолетней мерзлоты, что чрезмерно расширяет ее границы на юг, особенно в горных областях.

В то же время существуют и административные современные границы российской сухопутной Арктики, которые определены законодательно указом Президента РФ Владимира Путина от 2 мая 2014 г. «О сухопутных территориях

Арктической зоны Российской Федерации» [4], согласно которому российская часть Арктики включает Мурманскую, Архангельскую области; Республики Коми и Якутия; Красноярский край; Ненецкий, Чукотский, Ямало-Ненецкий автономные округа, а также земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, и некоторые улусы Якутии, которые были объявлены территорией СССР постановлением Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 г. 27 июня 2017 г. вступил в силу указ Президента РФ «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» [5], в соответствии с которым Арктическая зона была дополнена тремя муниципальными районами Республики Карелия.

В пределах исследуемого сектора между Енисеем и Леной к Арктике законодательно относятся территории Анабарского национального (Долгано-Эвенкийского) и Булунского улусов Республики Саха, а также территории городского округа города Норильска и Таймырского (Долгано-Ненецкого) муниципального района Красноярского края.

Легко заметить, что законодательные границы арктической зоны проведены из стратегических государственных соображений по административным границам, весьма отдаленно связанным с естественно-географическими границами, определяющими ландшафтные особенности региона, учет которых особенно важен при составлении специализированных топографических карт.

Однако чаще всего за южную границу Арктики ученые принимают южную границу тундры [3]. В этом случае ее площадь составляет около 27 млн км<sup>2</sup>. Эту границу можно назвать ландшафтно-экологической, так как именно она обуславливает четкую смену тундровых ландшафтов на таежные, а также условия обитания животных и проживания человека. Такое определение имеет вполне определенное физическое выражение на земной поверхности. Несомненным плюсом рассмотренного принципа определения границ является возможность его выполнения по материалам дистанционного зондирования, в том числе и методами компьютерной классификации спектрально-изображений.

В то же время следует понимать, что, во-первых, граница распространения криогенных рельефообразующих процессов, являющихся ведущими в условиях арктического климата, обычно проходит южнее границы тундры, а во-вторых, резкой границы между тундрой и лесом нет, а есть более или менее широкая полоса лесотундры – угнетенного леса, а также островов леса среди тундры или, наоборот, островов тундры среди леса.

Исходя из рассмотренных соображений, определение южных границ интересующей нас области Сибирской Арктики было выполнено нами по наиболее географичной, с нашей точки зрения, концепции опоры на тундровые и, частично, лесотундровые ландшафты с учетом бассейновой структуры территории.

Определение внутренних морфодинамических границ выделенной области выполнялось нами на основе концепции морфосистем, согласно которой земная поверхность организована в системы вследствие ее инвариантного положения в поле силы тяжести Земли [6]. Важным практическим приложением концепции морфосистем является возможность районирования территорий любого масштаба путем картографического моделирования морфосистем на основе их вы-

явления и классификации по эмерджентным свойствам, обусловленным фрактальностью и дискретностью рельефа.

Морфосистемы определяют структуру потоков вещества и энергии в процессе морфогенеза. Эти потоки удобно моделировать в виде линий тока, геометрия которых отражает структуру реальных потоков вещества и энергии, а вертикальные градиенты характеризуют напряженность рельефа. Системы линий тока связывают области денудации и аккумуляции вещества, а их совокупности образуют пространственные рисунки, обладающие специфичной структурой и узнаваемостью, т. е. являются дешифровочными признаками морфосистем.

Морфосистемы образуют иерархические системы и на каждом уровне масштабного обобщения (морфоструктурном, бассейновом, склоновом) их границы определяются на изолинейных топографических картах или цифровых моделях рельефа по вогнутым или выпуклым перегибам – линиям вертикальной кривизны, разделяющим области сноса и накопления и являющимся текущими потенциальными базисами денудации или аккумуляции соответственно. Форма рельефа, ограниченная такими базисами, проявляет все признаки открытой морфосистемы – целостность, устойчивость, внутреннюю структуру, наличие входов и выходов. У денудационных морфосистем на основе положительных форм рельефа их базисная линия ограничивает систему снизу и является ее потенциальным базисом денудации. Морфосистемы на основе отрицательных форм ограничены текущими базисными линиями сверху, т. е. последние являются потенциальными базисами аккумуляции.

### *Результаты*

В результате проведенных исследований была составлена карта морфосистемного районирования сибирского сектора арктической зоны, расположенного между Енисеем и Леной (рисунок). В пределах этого сектора выделены подзоны арктической и типичной тундры, горной тундры, а также (частично) лесотундры.

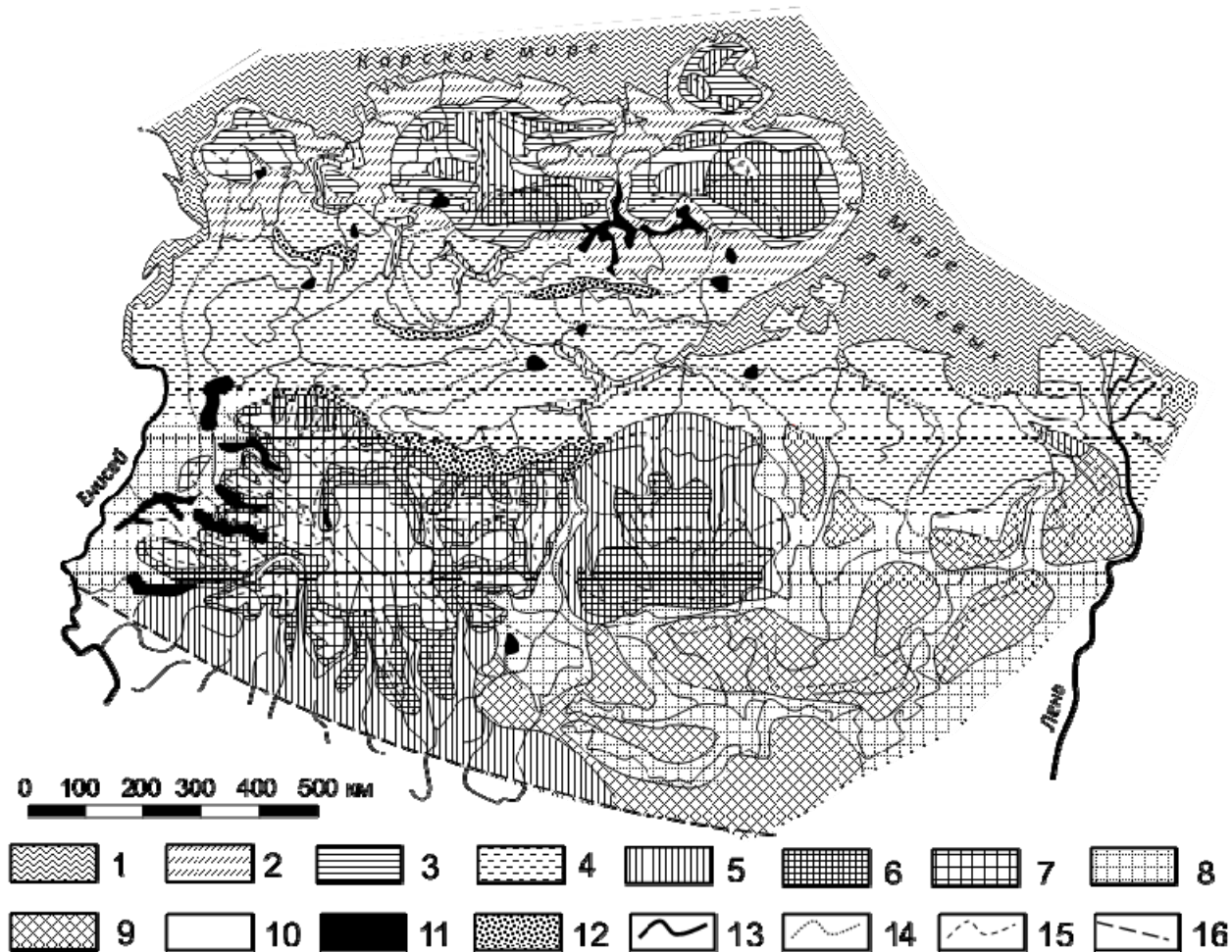
Арктическая тундра – преимущественно травянистая, осоко-пушицевая, с подушкообразными формами полукустарничков и мхами в сырых западинах. Растительный покров не сомкнут, кустарников нет, широко развиты глинистые голые «медальоны» с микроскопическими водорослями и бугры мерзлотного пучения.

Типичная тундра, или средняя тундра – преимущественно моховая на сильно заболоченных и заозеренных низменных равнинах. Вокруг озер – осоко-пушицевая растительность с небольшой примесью разнотравья и злаков. Появляются ползучие полярные ивы и карликовые березы, скрытые мхами и лишайниками.

Горные тундры начинаются кустарниковым поясом у подножий гор. Выше расположены мохово-лишайниковые тундры с подушкообразными полукустарничками и некоторыми травами. Верхний пояс горных тундр представлен на-

кипными лишайниками, разреженными приземистыми подушкообразными кустарничками и мхами среди каменных россыпей.

Лесотундра – переходная природная зона от тундры к зоне тайги с расплывчатыми границами, где на междуречьях угнетенные редколесья чередуются с кустарниковыми или типичными тундрами. Разными исследователями лесотундра считается то подзоной, то тайги, а в последнее время – тундролесий [2].



### Морфосистемы Сибирской Арктики:

1 – акватории арктических морей; *арктическая тундра*: 2 – сглаженные денудационные низменные равнины, 3 – сглаженные денудационные возвышенности и увалы; *типичная тундра*: 4 – аллювиальные и ледниковые аккумулятивные заболоченные низменные равнины; *горная тундра*: 5 – расчлененные денудационные низкогорья; 6 – сильно расчлененные денудационные среднегорья с элементами альпинотипного рельефа; 7 – среднегорные плосковершинные лавовые плато; *лесотундра*: 8 – сглаженные низменные денудационные равнины; 9 – расчлененные денудационные низкогорья; *прочее*: 10 – ледники; 11 – озера; 12 – валы конечных морен; 13 – реки; 14 – водоразделы аккумулятивных равнин; 15 – водоразделы денудационных систем; 16 – Северный полярный круг

Выделенный сектор отчасти совпадает с границами директивных арктических территорий [4, 5], за исключением южной части Таймырского района, который по своим ландшафтам относится к зоне тайги и с географической точки зрения к Арктике не относится. Однако это расхождение не принципиально с позиции районирования тундровых ландшафтов

В пределах территории исследований по результатам морфодинамического анализа рельефа были выделены денудационные и аккумулятивные морфосистемы ранга морфосистемных округов, которые развиваются на морфоструктурной основе.

К основным денудационным морфосистемам относятся разновысотные и по-разному расчлененные поднятия гор Бырранга, плато Путорана и Анабарского плато.

В пределах денудационных морфосистем выделены сглаженные возвышенности и увалы, расчлененные низкогорья, средневысотные расчлененные горы с элементами альпинотипного рельефа и среднегорные плато. На карте также показаны ареалы распространения небольших современных ледников гор Бырранга и плато Путорана

К основным аккумулятивным морфосистемам форм относятся низменности Северо-Сибирской низменности, сформированные четвертичными оледенениями и морскими трансгрессиями, Рельеф здесь, в целом, холмисто-грядовый и холмисто-увалистый с обширными аллювиальными депрессиями и плоскими аккумулятивными равнинами. Вся низменность пересечена субширотными системами моренных гряд. В восточной части Северо-Сибирской низменности находятся два невысоких кряжа – Прончищева и Чекановского. Плоские болотистые участки с мерзлотными формами рельефа имеют высоту до 100 метров над уровнем моря, моренные гряды до 250 метров. Общий равнинный рельеф низменности местами нарушается небольшими возвышенностями, скалистыми грядами – гербеями (высоты 100–250 метров) и платообразными поднятиями – тасами, покрытыми каменными россыпями.

На составленной карте основные аккумулятивные морфосистемы ранга округов разделены на сегменты, относящиеся к бассейнам рек Пясины, Верхняя и Нижняя Таймыра, Хатанга (частично) и Оленек (частично). В пределах этих территорий показаны также крупные озера, основные дренирующие реки и участки морен последнего (зырянского) оледенения

### *Заключение*

Дальнейшая дифференциация морфосистемных округов на морфоструктурной основе производится путем выделения районов подрайонов на основе бассейнов, сложных (каскадов) и простых склонов, что является задачей дальнейших объемных исследований и в данной работе не рассматривается.

Конечной целью выделения иерархии границ морфосистем и их морфосистемного районирования является создание каталогов дешифровочных признаков и спектральных образов элементов содержания классических топографиче-

ских и специализированных топографических карт в интересах составления и обновления этих карт средствами цифровой картографии и ГИС по материалам дистанционного зондирования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арктика // Большая российская энциклопедия: [в 35 т.]. Т. 3 / гл. ред. Ю. С. Осипов. – М. : Большая российская энциклопедия, 2004–2017.
2. Арктическая энциклопедия. Растительность, животный мир, охрана природы. / ред. раздела Т. Я. Воробьева. – М. : Паулсен, 2017. – 246 с.
3. Тундра // Большая российская энциклопедия: [в 35 т.]. Т. 26 / гл. ред. Ю. С. Осипов. – М. : Большая российская энциклопедия, 2004–2017.
4. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 02.05.2014 № 296. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
5. О внесении изменений в Указ Президента Российской Федерации от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» № 296 [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 27.06.2017. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
6. Ступин В. П. Картографирование морфосистем : монография. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2009. – 160 с.

© В. П. Ступин, 2019