
ОБЗОРЫ
И РЕЦЕНЗИИ

УДК 910.3+378.14+528.421

НАЗЕМНЫЕ КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

© 2018 г. С. К. Костовска¹, *, А. С. Некрич¹, **, Ст. К. Костовска², ***

¹ Институт географии РАН, Москва, Россия

² ГП МО “Мособлгеотрест”, Москва, Россия

*e-mail: silvakos@igras.ru

**e-mail: a.s.nekrich@igras.ru

***e-mail: sti-kostovska@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.04.2018 г.

Принята к печати 29.05.2018 г.

По результатам наземных картографо-геодезических работ в Баренцево/Евроарктическом регионе показаны возможности их использования как инструмента для оперативной фиксации актуального состояния ландшафтного покрова при неустойчивой синоптической ситуации. Обоснована целесообразность применения геодезической съемки как единственно возможного метода для создания геопространственной основы территории в условиях, ограничивающих получение высокоточных данных с помощью дистанционных географических измерений. Приводятся системы мер и охарактеризованы стратегии развития арктических государств, нацеленные на комплексное научное изучение региона с применением наземных и дистанционных методов. На ключевых участках (м. Флора — арх. Земля Франца-Иосифа и м. Белый Нос — Ненецкий АО) показаны закономерности организации ландшафтного покрова, установленные в ходе проведения авторами крупномасштабной (масштаб 1:500) геодезической съемки в летний сезон 2015 г. во время рейса на научно-исследовательском судне “Профессор Молчанов” в рамках международной экспедиции “Арктический плавающий университет”. Получены новые картографические материалы, позволяющие оценивать локализацию ландшафтных выделов, формирующихся в криогенных условиях. Установлены ведущие факторы, определяющие пространственные связи между компонентами в криогенных ландшафтах на локальном уровне. В синтезе материалов сделан акцент на возможности, преимущества и недостатки наземных картографо-геодезических методов, применяемых для исследования арктических территорий.

Ключевые слова: Арктика, картографическое обеспечение, тахеометрическая съемка, геодезия, почвенно-растительный покров, пространственные и межкомпонентные связи, мыс Флора, мыс Белый Нос

DOI: 10.1134/S2587556618050096

Введение. Комплексное экспедиционное исследование Арктики актуально и в наши дни. Оно позволяет открыть ее потенциал как крупнейшего трансграничного региона с преобладанием природных ландшафтов, способных в полном объеме выполнять свои биосферные функции и участвовать в стабилизации глобального климата, быть территорией перспективного экономического развития [13, 17]. Рациональному освоению природного потенциала Арктики способствует применение современных технологий, среди которых выделяются дистанционные и наземные геодезические методы исследования, которые в сложных природно-климатических условиях становятся особенно актуальными и дополняют данные, полученные с применением спутниковых технологий.

В задачи настоящего исследования входило выполнение тахеометрической съемки ключевых участков общей площадью 262 600 м². Одновременно были поставлены и достигнуты **две взаимосвязанные** цели: (1) создание информационной базы для картографического обеспечения прикладных исследований территорий, подлежащих ландшафтно-экологическому мониторингу; (2) выявление возможности применения электронного тахеометра в экстремальных природно-климатических условиях.

Постановка проблемы. Задача получения актуальной и достоверной топографо-геодезической информации особенно остро стоит для арктических территорий в связи с расширением их хозяйственного освоения. В рамках “Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и

обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года” предусмотрено выполнение картографо-геодезических работ с внедрением современных информационно-телекоммуникационных технологий, в том числе методов дистанционного зондирования Земли (ДДЗ). Однако в сложных атмосферных условиях затруднено получение высокоточных данных о состоянии территории из космоса. *Особую актуальность и практическую значимость* в сложных погодных условиях при недостаточной освещенности поверхности приобретает наземная геодезическая съемка.

Целесообразность ее применения связана с получением высокоточной геопространственной основы и с развитием стратегических направлений по сохранению и защите природной среды Арктики, а также ускоряет реализацию задач по устранению экологических последствий хозяйственной деятельности [5]. На фоне недостаточного количества морских и сухопутных экспедиций и слабой деятельности научных стационаров в российской Арктике крайне важным становится задействование наземных геодезических методов с применением высокоточного оборудования для экологического и геодинамического мониторинга. Информация, полученная наземными геодезическими методами, служит опорной базой для создания топографических карт территории, а также обеспечивает верификацию результатов ДДЗ Арктики, природа которой уязвима к антропогенному воздействию и в связи с этим исключительно динамична [13, 15–17]. Для повышения уровня социально-экономического развития Арктического региона и улучшения экологической обстановки в регионе осуществляется международное научное сотрудничество, нацеленное в том числе и на расширение приборного и аналитического обеспечения исследований [3, 4, 10, 15, 16].

В России успешно проводятся научно-исследовательские и образовательные арктические экспедиции, осуществляемые Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом (ФГБУ “АНИИ”), Кольским научным центром РАН, Институтом географии РАН, Институтом океанологии им. П.П. Ширшова, Сибирским отделением РАН, СВКНИИ ДВО РАН, Географическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова и др. Одним из лидеров этих исследований является Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (САФУ), под эгидой которого с 2012 г. действует Проект “Арктический плавучий университет” с поддержкой ФГБУ “Северное УГМС (Росгидромет)” и Русского Географического Общества (РГО) [4]. Проект содействует подготовке высококвалифицированных специалистов и научно-педагогиче-

ских кадров на базе современного научного оборудования [4, 10].

Степень разработанности проблемы. Все приарктические государства и регионы, связывающие свое будущее с Арктикой, заинтересованы в получении детальной и научно верифицированной информации о пространственных возможностях территории, а также экологическом состоянии экосистем. В сфере интересов государств — совместные экспериментальные проекты, ориентированные, в том числе, на апробацию новых приборов [4, 10, 13]. Накоплен большой опыт применения геодезических методов для измерения перемещений и деформаций массива пород при разработке месторождений полезных ископаемых. В большинстве случаев задействованы методы космической геодезии с использованием систем GPS и ГЛОНАСС.

Совместно со странами Арктического Совета в Российской Федерации реализуется Программа арктического мониторинга и оценки (АМАР). Мониторинговая активность в отношении исследований Арктики связана с разведкой месторождений углеводородных ресурсов и предупреждением геодинамического риска при их разработке; с минимизацией экологических рисков и ликвидацией последствий аварий в ходе добычи и транспортировки нефти (совместно с США в отношении Берингова и Чукотского морей, с Норвегией в акватории Баренцева моря, действует рабочая группа Арктического Совета “Устранение загрязнения в Арктике”); со слежением за ледовой обстановкой (обмен данными с США, Канадой, Норвегией) и за состоянием биоты (Циркумполярная программа мониторинга биоразнообразия — СВМР, Оценка биоразнообразия в Арктике — АВА, рабочая группа Арктического Совета по сохранению флоры и фауны — САФФ); проводятся измерения фона ультрафиолетового излучения [3, 9]. В России задействованы спутники Земли с высоким детальным обзором “Метеосат 7”, “Метеор М”, “Электро Л”, “Ресурс 01” и др., орбитальные пилотируемые станции (до 2020 г. МКС). Активно развивается сеть станций приема данных от американского спутника “NOAA”. Осуществляются мониторинговые исследования для сохранения и рационального использования водных и наземных биологических ресурсов. Проводится мониторинг уровней накопления токсических веществ в экосистемах. Тем не менее, в современных исследованиях российской Арктики опыт работ по наземному картографическому отражению закономерностей пространственной организации территории можно встретить крайне редко [1, 2, 6, 14]. Значимую роль приобретают наземные топографические работы, осуществляемые на региональном и локальном уровнях для получения карт высокой информативности.

Совместно со странами ЕС (Норвегия, Швеция, Дания) Россия осуществляет работы по обеспечению мониторинга экологической безопасности в ходе промышленного освоения и предотвращения аварий при транспортировке углеводородов и разливов нефти при отгрузке (рабочая группа Арктического Совета по реализации АМАР) [3, 12]. Ведутся работы по фиксации качества атмосферного воздуха населенных пунктов, водных объектов и земель (Программа Европейский мониторинг и оценка — ЕМЕР). Для этих целей применяются спектральные, электрохимические и хроматографические контактные методы анализа объектов окружающей среды. Европейским космическим агентством разработаны метеорологические группировки “Meteosat”, “MetOp”, исследуется природно-ресурсный потенциал Арктики для развития альтернативной энергетики. Проводится стационарная оценка шумового загрязнения в местах размещения ветряных ферм. Для работ привлекаются ГИС-технологии и наземные геодезические методы.

В России, США, странах ЕС и Юго-восточной Азии осуществляется подготовка высококвалифицированных специалистов, способных проводить мониторинговые исследования в арктической морской среде. Действуют научно-образовательные программы и проекты, среди которых: “Плавучий университет” (программа “Обучение через исследования”, начат по инициативе МГУ им. М.В. Ломоносова), “Балтийский плавучий университет” (осуществляющий свою деятельность под эгидой Международной океанографической комиссии ЮНЕСКО), “Каспийский плавучий университет” (под эгидой МОК ЮНЕСКО и Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства — КаспНИРХ). Проект “Морской университет”, поддерживаемый консорциумом австралийских университетов и исследовательских центров Южной Кореи, Индии, Индонезии, Японии. Однако исследование Арктики в рамках подобных проектов в России проводится только “Арктическим плавучим университетом”.

В большинстве случаев мониторинговые исследования, реализуемые в странах-участницах Арктического Совета и в государствах со статусом наблюдателя, осуществляются с применением дистанционных методов сбора данных. В рамках экспедиций на научно-исследовательских судах собирается информация океанографическими способами. Сочетание дистанционных и наземных методов позволяет комплексно оценить возможности, экологическую ситуацию и перспективы оптимального использования ресурсного и экономико-социального потенциала Арктики.

Методика исследований. В основе проведенного исследования — высокдетальная топографи-

ческая съемка, выполненная впервые в ходе 11-ти высадок на побережье Белого, Карского, Баренцева морей, а также на о. Большой Соловецкий, о. Долгий, о. Матвеев, о. Северный, арх. Новая Земля, о. Гукера, о. Нортбрука, арх. Земля Франца-Иосифа, о. Сосновец [4].

Приборная база. Топографическая съемка участков местности по маршруту от 65° с.ш. до 80° с.ш. выполнялась тахеометром *Trimble 3305 DR* как наиболее подходящим прибором для работы при любых погодных условиях независимо от степени освещенности мест ведения работ. Съемка проводилась в соответствии с требованиями нормативно-технических документов [7, 8]. На каждом месте определялись географические координаты точек стояния с использованием возможностей GPS-навигатора и приложения “Советские военные карты”, что позволило точно привязать к плану местности местоположение закладки почвенных разрезов и отбора проб, зафиксировать площади распространения растительных сообществ относительно гипсометрических, почвенно-литологических и геоморфологических характеристик местности. Данные полевых измерений были обработаны в системе “CREDO_DAT 3.1”. По результатам съемки для всех 11-ти участков проведения работ составлен топографический план масштаба 1:500 с сечением рельефа горизонталями через 0.5 м. Цифровая обработка полученных данных выполнена в программном комплексе AutoCad Civil 3D. Выбор крупного масштаба оптимален для картирования почвенно-растительного покрова и особенностей микрорельефа, а также фиксации местоположения почвенных разрезов на исследуемых территориях Арктики [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Выбор модельных объектов и их исследование. В качестве репрезентативных территорий высокдетальной тахеометрической съемки в настоящей работе приводятся два участка зональной растительности: северных гипоарктических тундр на мысе Белый Нос (п-в Югорский) и арктических тундр на мысе Флора (о-в Нортбрука арх. Земля Франца-Иосифа). Выбранные участки представляют научно-практический интерес для выявления специфики пространственной организации почвенно-растительного покрова относительно геоморфологических и гипсометрических особенностей местности, сочетания условий увлажнения и дренированности территории, а также для установления ведущих и комплементарных факторов, лимитирующих дифференциацию растительных сообществ и интенсивность развития криогенных процессов.

На мысе Белый Нос для проведения тахеометрической съемки нами был выбран участок с наиболее ярко выраженной сменой почвенно-расти-

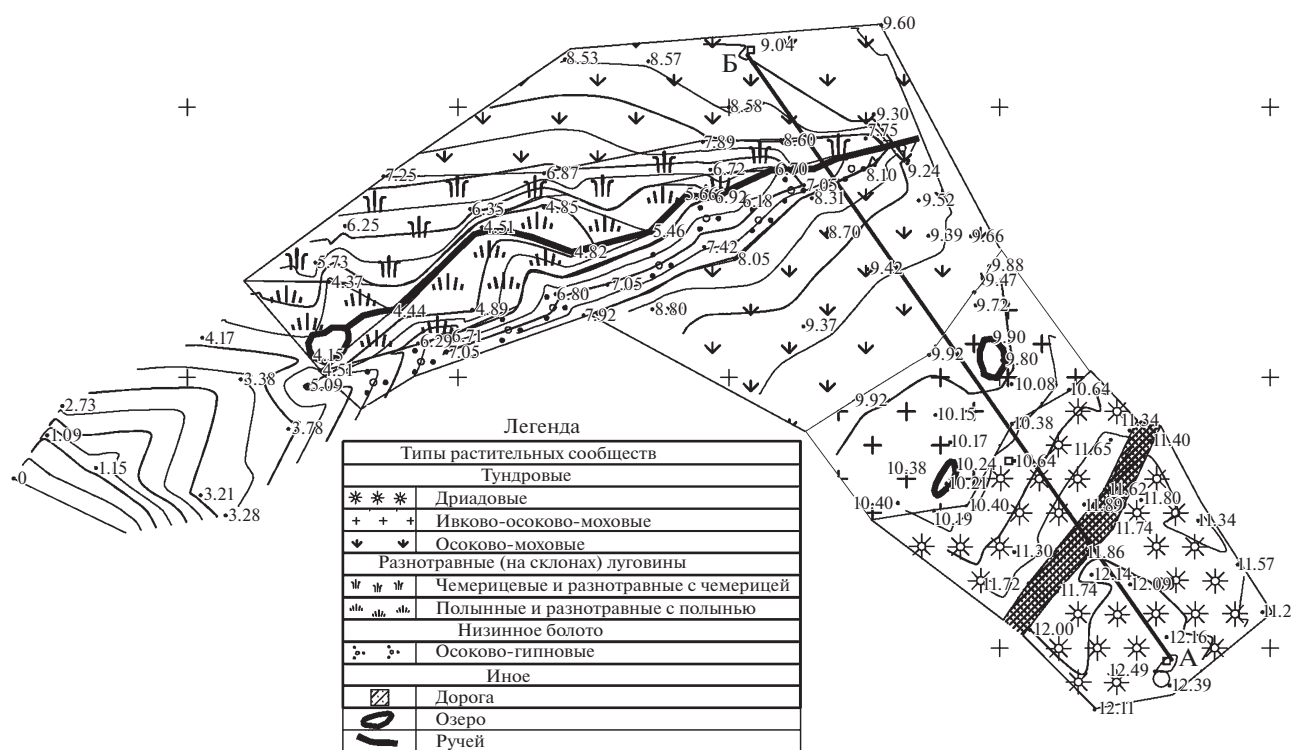


Рис. 1. Карта-схема дифференциации типов растительных сообществ на плане местности мыса Белый Нос.

тельного покрова на сравнительно небольшой по площади территории, где представлены разнообразные формы микрорельефа, чередуются склоны разной экспозиции и крутизны, формируются различные условия увлажнения. Работы производились в середине вегетационного периода в условиях хорошей видимости и открытости местности. Однако значительная расчлененность рельефа затрудняла их осуществление в полном объеме. Было принято решение о корректировке съемки относительно границ растительных сообществ, что определило выбор и постановку реечных точек — преимущество отдавалось местоположениям подурочищ и урочищ. Было отснято 1.1 га с точек съемочного обоснования (станций). Контуры распространения растительных сообществ снимались полярным способом, рельеф — тригонометрическим нивелированием. Во время съемки на характерные точки устанавливался отражатель, а съемка производилась только при одном положении горизонтального круга. В качестве реечных точек выбирались изгибы контуров, их начало и конец, характерные точки рельефа — точки перегиба скатов, на отдельных объектах — микроформы рельефа, контуры растительных сообществ, подлежащие нанесению на топографический план. Высотная привязка осуществлялась от уровня моря на момент начала работ. Одновременно велись абрисные журналы [10].

В результате проведенных работ с привлечением материалов в области геоботаники [11] и почвоведения [5] была составлена карта-схема дифференциации типов растительных сообществ (рис. 1).

Установлено, что на возвышенных участках территории проведения работ (высота 10.5–13 м) распространены **дриадовые тундры** (20.7% от исследуемой площади). Роль эдификатора играет *Drias octopetala*. Границы сообществ дриадовой тундры совпадают с распространением перегнойных остаточно-карбонатных почв на хорошо дренируемых склонах юго-западной экспозиции крутизной от 2 до 2.3°, где активно идут процессы солифлюкции и эрозии. Микрорельеф четко выражен, встречаются выходы коренных пород и незначительные расщелины.

На высоте 9.7–10.4 м выявлены **ивково-осоково-моховые** сообщества (доминируют *Salix polaris*, *Carex rariflora*), которые занимают 11.7% от территории проведения работ. Сообщества приурочены к торфяноглеземам мерзлотным, формирующимся в условиях застоя влаги на склонах крутизной от 2.1 до 2.3°. Микрорельеф выражен слабо, развит термокарст, способствующий образованию озер-блюдеч.

Отметим, что на высотах 7.5–9.7 м эти сообщества вытесняются масштабной полосой **осоково-моховых сообществ** (роль доминантов принадле-

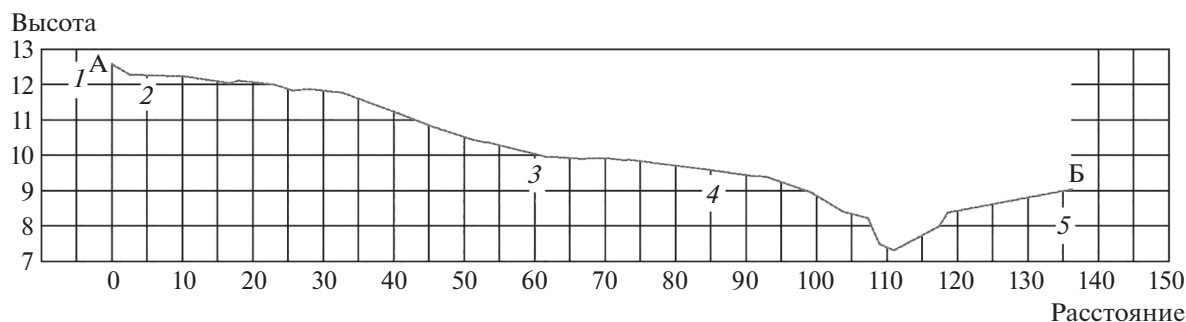


Рис. 2. Профиль местности по линии А–Б на мысе Белый Нос с привязкой почвенных разрезов. Цифрами обозначены почвенные разрезы: 1 – перегнойная остаточно-карбонатная почва, 2 – торфяноглезем мерзлотный, 3 – торфяноглезем мерзлотный, 4 – перегнойно-глеевая иловато-песчаная почва, 5 – перегнойно-глеевая мерзлотная почва. Подробное описание разрезов 1–5 приведено в [5].

жит видам *Carex aquatilis* и *Bryum pseudotriquetrum*), которые приурочены к склонам крутизной от 3.1 до 3.3° и занимают 37% отснятой местности. Локальные условия дренажа определяют здесь сильное переувлажнение. Микрорельеф хорошо выражен, встречаются отдельные камни, ветошь и отмершие корни осоки водной. Примечательно, что на перегибах склона по правому берегу ручья доминируют **многолетние травы с чемерицей** на перегнойно-глеевых мерзлотных почвах (8% от изучаемого полигона). Склоны крутизной 3° с хорошо дренируемыми участками. На левом берегу (на склонах крутизной от 3 до 6°) распространены **травянистые сообщества с преобладанием полыни**, которые приурочены к торфяноглеземам мерзлотным и занимают 9.8% территории.

На высоте от 7.5 до 4.5 м на перегнойно-глеевых иловато-песчаных почвах встречаются **разнотравные луговины**, окаймляемые осоково-моховыми сообществами. Микрорельеф образован валунами и галькой, встречаются щебнистые обломки разных размеров. Зафиксированы процессы термоэрозии, размывы, солифлюкция, мерзлотное сползание.

В низинных болотах на перегнойно-глеевых иловато-песчаных почвах встречаются **осоково-гишниковые сообщества** (*Carex aquatilis*, *Rubus chamaemorus*). Крутизна склонов достигает 10° на 12.8% отснятой местности. Прогрессирует солифлюкция.

Для детализации ведущих факторов, определяющих взаимосвязи типов почв и растительных сообществ, нами был заложен профиль местности по линии А–Б (рис. 2).

Данные рис. 2 в сочетании с материалом рис. 1 позволили конкретизировать следующее: к ведущим факторам мозаичности почвенно-растительного покрова на исследуемом участке относятся – гранулометрический состав и структура почвообразующих пород, а также высотный градиент и чередование экспозиции склонов. До-

полнительными факторами выступают: распределение освещенности, приток тепла на всем участке, характер микрорельефа, которые в сочетании с ведущими факторами определяют распространение, скорость и масштабность криогенных процессов.

На мысе Флора нами проводились работы по созданию топографической основы для анализа пространственной структуры растительных сообществ, отражающей влияние эколого-ландшафтных факторов. Погодные условия были благоприятными, но работы были ограничены во времени. Порядок проведения тахеометрической съемки был сохранен. Результатом работы стала карта-схема типов растительных сообществ, приуроченных к формам рельефа (рис. 3).

Установлено, что на исследуемом участке синтез процессов, обуславливающих дифференциацию растительного покрова, отличается от выявленных ранее нами закономерностей на мысе Белый Нос.

Лимитирующую роль в распространении растительных сообществ и в их пространственном размещении играют гипсометрические особенности и крутизна склонов. Возможными комплементарными факторами являются: почвенно-гранулометрический состав, влияющий на водно-физические свойства почв, степень увлажненности, а также ветровой режим [18].

Так, **мохово-лишайниковые** сообщества с участием различных видов камнелок (виды р. *Saxifraga*), крупок (*Draba*), полярного мака (*Papaver polaris*) и смолевки бесстебельной (*Silene acaulis*) занимают возвышенные, хорошо продуваемые участки западной части ведения работ (8.2% от площади, на высотах от 8.5 м). Ареалы этих сообществ встречаются на каменистых хорошо дренируемых крутых склонах (от 13 до 15°). Отмечены активно текущие процессы водной эрозии и мерзлотное сползание. Широко распространен полигональный микрорельеф.

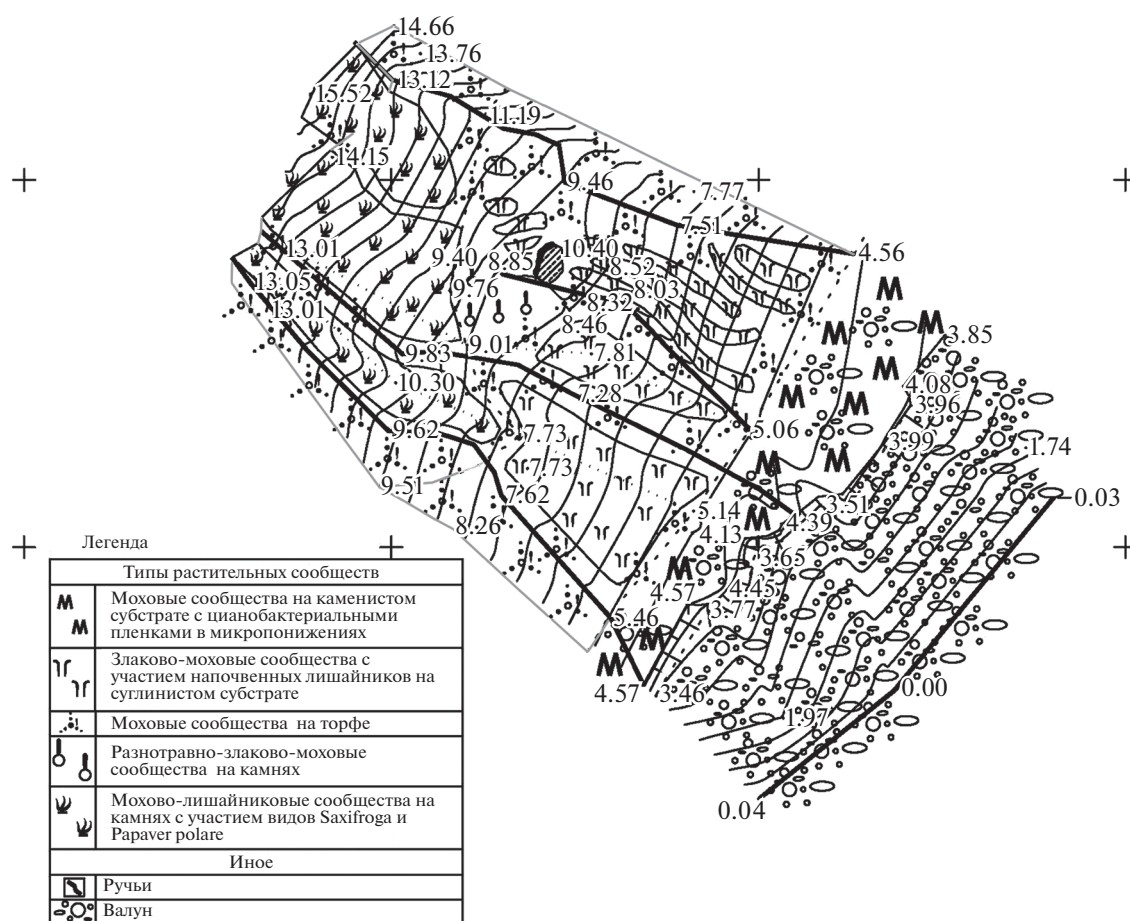


Рис. 3. Карта-схема типов растительных сообществ на мысе Флора.

Повсеместно распространены **моховые сообщества** на торфяном субстрате (22.5% от площади тахеометрической съемки). На их фоне локально встречаются **злаково-моховые сообщества** (8.8% от территории съемки) с участием **напочвенных лишайников** р. *Cetraria*. Во влажных и сырых местообитаниях произрастают травянистые — *Phippisia algida*, *Poa arctica* на суглинистом субстрате (8.5% от территории съемки). Моховые и злаково-моховые сообщества хорошо закрепляются на склонах крутизной от 3 до 9°, несмотря на действие склоновых процессов и наличие валунов.

Как правило, **разнотравно-злаково-моховые** сообщества (с видами рр. *Deschampsia*, *Silene*) также встречаются островками среди моховых сообществ и **приурочены к щебнистым субстратам или валунам** на высотах 9–9.8 м. Они занимают 1% от исследованной территории, распространены на склонах от 5.8 до 6.2°, где развита солифлюкция.

В ложбине стока и в переувлажненных **микропонижениях на каменистом субстрате с цианобактериальными пленками** формируются **моховые** растительные сообщества (*Bryum arcticum*), кото-

рые занимают 8.2% от исследуемой территории. Крутизна склона здесь достигает 5.8°, что способствует интенсивной термоэрозии.

Выводы. Проведенные исследования позволили прийти к следующим выводам:

1. В экспедиционных условиях исследования Арктики при недостаточном освещении и часто меняющейся синоптической ситуации тахеометр Trimble 3305 DR зарекомендовал себя как надежный, прочный, легковесный, компактный в размере, удобный при переноске и транспортировке прибор, позволивший оперативно получать высокоточное изображение для дальнейшей обработки в камеральных условиях. Съемка, сопряженная с почвенно-геоботаническими исследованиями на 11-ти участках стала качественной и количественной основой для синтеза пространственных данных о природных объектах. Полученные результаты имеют значение для познания локальных и региональных закономерностей дифференциации почвенно-растительного покрова с учетом влияния криогенных процессов. Методику проведения съемки можно рекомендо-

вать для реализации работ, имеющих схожие задачи. Созданные топографические основы могут служить базой для составления специализированных карт. Они имеют и самостоятельную значимость для детализации пространства.

2. При продвижении к северу отмечается упрощение ярусной структуры зональных растительных сообществ: от трех ярусов (кустарничковый, травяно-кустарничковый, мохово-лишайниковый) в южной тундре, до недифференцируемого яруса в зоне арктических тундр. Отмечено снижение средней высоты верхнего яруса (от 25–30 см до 2–3 см соответственно), уменьшение степени сомкнутости проективного покрытия (от сплошной сомкнутости до 20% соответственно). Наиболее заметное снижение зафиксировано для сосудистых растений (с 90 до 5%), напочвенных мхов и лишайников (с 10 до 5%), что отражено, в том числе, на репрезентативных участках субарктических (мыс Белый Нос) и арктических тундр (мыс Флора).

3. Топографическая интерпретация полученных данных о фактической дифференциации почвенно-растительных выделов позволяет в крупном масштабе на локальном уровне выявлять эколого-географические связи между компонентами ландшафта, устанавливать между ними характер пространственных связей; прогнозировать тренды в динамике ареалов растительных сообществ в условиях развития криогенных процессов.

4. Полученные карты-схемы имеют научно-прикладное значение для изучения ведущих и лимитирующих факторов пространственной организации природных объектов и их динамики в полярных природно-климатических условиях.

5. В российском секторе Арктики отмечается отставание от приарктических стран и государств со статусом наблюдателя в техническом оснащении исследований. В частности для России мало доступна дистанционная информация о территории высокого уровня детализации, недостаточно задействован морской транспорт для проведения научных экспедиций, отмечается малое число сухопутных экспедиций, недостаточно развита сеть полярных станций и стационаров для ведения многолетних рядов наблюдений.

6. Устаревание приборной и аналитической базы, недостаточное количество комплексных многолетних отечественных наблюдений за территориальным и экологическим состоянием Арктики возможно преодолеть в рамках проведения совместных международных исследований. Однако доступ к полученным первичным результатам в ходе международных экспедиций для российской стороны ограничен в силу соглашений, где зачастую прописано, что результаты принадлежат зарубежной стороне. Данный факт суще-

ственно затрудняет подготовку публикаций по итогам исследования и ограничивает дальнейшие работы.

Благодарности. Исследования проведены в рамках государственных заданий № 0148-2018-0015 “Выявление закономерностей пространственной структуры и динамики ландшафтов под влиянием природных и антропогенных факторов...” (Пер. № 01201352471) и № 0148-2018-0016 “Экодиагностика, картографирование природных и антропогенных ландшафтов...” (Пер. № 01201352469).

Acknowledgments. The research has been carried out in the framework of Scientific Research Plan, project no. 0148-2018-0015 “Identification of regularities of spatial structure and dynamics of landscapes under the influence of natural and anthropogenic factors for environmental management rationalization” and no. 0148-2018-0016 “Ecodiagnosics, mapping of natural and anthropogenic landscapes and assessment of effectiveness of environmental management in Russia at regional and local levels”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев Н.А.* Методические особенности картографического обеспечения природоохранной деятельности особо охраняемых природных территорий России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 1. С. 52–57.
2. *Алексеев Н.А., Балдина Е.А., Медведев А.А., Трошкова К.А.* Многоаспектное использование данных зондирования Земли при создании карты растительности островной экосистемы (на примере о-ва Большой Соловецкий) // Геодезия и картография. 2016. № 12. С. 44–52.
3. Азиатские игроки в Арктике: интересы, возможности, перспективы. Доклад № 26/2016 / гл. ред. И.С. Иванов. М.: НП РСМД, 2016. 56 с.
4. Арктический плавучий университет – 2015. URL: http://narfu.ru/science/expeditions/floating_university/2015/.
5. *Горячкин С.В., Любова С.В., Левандовская Т.В.* Почвенно-геохимические особенности береговых и островных геосистем в экстремальных условиях Арктики / Комплексная научно-образовательная экспедиция “Арктический плавучий университет – 2015”: материалы экспедиции / отв. ред. К.С. Зайков, Д.Ю. Поликин, Л.Н. Драчкова. Архангельск: САФУ, 2015. С. 35–59.
6. *Зимин М.В., Тутубалина О.В., Голубева Е.И., Рис Г.У.* Методика наземного спектрометрирования растений Арктики для дешифрирования космических снимков // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 4. С. 34–41.
7. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения СНиП 11-02-96. М.: ПНИИС Госстроя России, 1996. 56 с.
8. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ГКИНП 02-033-82. М.: “Недра”, 1982. 98 с.

9. Костовска С.К., Некрич А.С., Поликин Д.Ю., Зайков К.С., Костовска Ст.К., Поликина Л.Н. Научные и образовательные программы комплексных исследований Российской Арктики // Проблемы региональной экологии. 2016. № 1. С. 58–65.
10. Костовска С.К., Костовска С.К., Поликин Д.Ю., Некрич А.С. Картографо-геодезическое обеспечение прикладных геоэкологических исследований сектора Российской Арктики / Комплексная научно-образовательная экспедиция “Арктический плавучий университет – 2015”: материалы экспедиции / отв. ред. К.С. Зайков, Д.Ю. Поликин, Л.Н. Драчкова. Архангельск: САФУ, 2015. С. 99–126.
11. Кряуцонас В.В., Игловский С.А., Мосеев Д.С., Чуракова Е.Ю., Феклистов П.А. Биологические наземные исследования Арктики / Комплексная научно-образовательная экспедиция “Арктический плавучий университет – 2013”: материалы экспедиции / отв. ред. К.Г. Боголицын, Н.М. Бызова, К.С. Зайков. Архангельск: САФУ, 2013. С. 806–888.
12. Международное сотрудничество в Арктике. Доклад 2013 / гл. ред. И.С. Иванов. М.: Спецкнига, 2013. 56 с.
13. Некрич А.С., Костовска С.К. Слабые и сильные стороны экологического мониторинга экосистем Арктики // Проблемы региональной экологии. 2015. № 5. С. 5–9.
14. Огуреева Г.Н., Бочарников М.В., Емельянова Л.Г., Кадетов Н.Г., Леонова Н.Б., Леонтьева О.А., Микляева И.М., Румянцев В.Ю., Солдатов М.С., Суколова Е.Г. Картографирование биоразнообразия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2016. № 5. С. 40–46.
15. Тишков А.А. Международные научные инициативы в российской Арктике: двадцать лет позитивной деятельности в рамках Международного арктического научного комитета // Арктика: экология и экономика. 2015. № 1(17). С. 86–91.
16. Тишков А.А. Современные природные и антропогенные тренды состояния арктических ландшафтов и новый вектор международного научного сотрудничества в российской Арктике // Современные производительные силы. 2015. № 3. С. 113–128.
17. Тишков А.А. Современное состояние и изменения наземных экосистем Российской Арктики / Изменения природной среды России в XX веке / отв. ред. В.М. Котляков, Д.И. Люри. М.: Молнет, 2012. С. 86–103.
18. Чернядьева И.В., Потемкин А.Д., Холод С.С. К флоре мохообразных (Bryophyta, Marchantiophyta) острова Нортбрук (архипелаг Земля Франца-Иосифа) // Новости сист. низш. раст. 2015. № 49. С. 387–397.

Land-based cartographic and geodetic research of landscapes in the European part of the Russian Arctic

S. K. Kostovska^{1, *}, A. S. Nekrich^{1, **}, and St. K. Kostovska^{2, ***}

¹ Institute of geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² Mosoblgeotrest, Moscow, Russia

*e-mail: silvakos@igras.ru

**e-mail: a.s.nekrich@igras.ru

***e-mail: sti-kostovska@yandex.ru

Received April 26, 2018

Accepted May 29, 2018

According to the results of land-based cartographic-geodetic works in the Barents/Euro-Arctic region, the opportunities of its use as a tool for operational fixation of the current state of landscape cover during unpredictable synoptic situation are shown. The expediency of the use of geodetic survey as the only possible method for creating a geospatial basis of the territory in conditions that limit receiving high-precision data by using remote geographical measurements is confirmed. The systems of measures and strategies for the sustainable development of the Arctic states aimed at a comprehensive scientific study of the region with the use of land-based and remote methods are described. The regularities of landscape cover organization on the key areas (the Flora Cape – the Franz Josef Land Archipelago and the Belyi Nos Cape – the Nenets Autonomous Okrug) are revealed during the large-scale (1:500) geodetic survey conducted by the authors in the 2015 summer season during the scientific rout on the research vessel Professor Molchanov within the Arctic Floating University international expedition. The new map data, which allow to estimate the localization of landscapes areals in cryogenic conditions, were created. The leading factors defining spatial and incomponent links in cryogenic landscapes at the local level are revealed. In the synthesis of data, the emphasis is made on the possibilities, advantages and disadvantages of the land-based cartographic-geodetic methods are used for the study of the Arctic territories.

Keywords: Arctic, cartographic support, tacheometry, geodesy, land cover, spatial and inter-component links, Flora Cape, Belyi Nos Cape.

REFERENCES

1. Alekseenko N.A. Specific methodological features of cartographic support of the activities of nature protection areas in Russia. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2014, no. 1, pp. 52–57. (In Russ.).
2. Alekseenko N.A., Baldina E.A., Medvedev A.A., Troshko K.A. Multidimensional use of remote sensing data for mapping vegetation of island ecosystem (on the example of Bolshoy Solovetsky island). *Geodeziya i Kartografiya*, 2016, no. 12, pp. 44–52. (In Russ.).
3. *Aziatskie igroki v Arktike: interesy, vozmozhnosti, perspektivy. Doklad № 26/2016* [Asian Players in the Arctic: Interests, Possibilities, Prospects. Report No. 26/2016]. Ivanov I.S., Ed. Moscow: NP RSMD Publ., 2016. 56 p.
4. Arctic floating university – 2015. Available at: http://narfu.ru/science/expeditions/floating_university/2015/ (accessed 07.07.2018).
5. Goryachkin S.V., Lubova S.V., Levandovskaya T.V. Soil-geochemical features of coastal and islands geosystems in the extreme conditions of the Arctic. In *Kompleksnaya nauchno-obrazovatel'naya ekspeditsiya "Arkticheskii plavuchii universitet – 2015": materialy ekspeditsii* [Comprehensive Sci. and Educational Expedition "Arctic Floating Univ. – 2015": Materials of the Expedition]. Arkhangelsk: NarFU Publ., 2015, pp. 35–59. (In Russ.).
6. Zimin M.V., Tutubalina O.V., Golubeva E.I., Rees G.U. Ground spectrometry of Arctic plants for the interpretation of space imagery. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2014, no. 4, pp. 34–41. (In Russ.).
7. *Inzhenernye izyskaniya dlya stroitelstva. Osnovnye polozheniya SNI P 11-02-96* [Engineering Survey for Building. Building Regulations 11-02-96]. Moscow: PNIIS Gosstroya Rossii Publ., 1996. 56 p. (In Russ.).
8. *Instruktsiya po topograficheskoi sejmke v masshtabakh 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. GKNP 02-033-82* [Instruction for Topographical Survey on the Scale of 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. GCINR 02-033-82]. Moscow: Nedra Publ., 1982. 98 p. (In Russ.).
9. Kostovska S.K., Nekrich A.S., Polikin D.Yu., Zaitkov K.S., Kostovska S.K., Polikina L.N. Scientific and educational programs of comprehensive research of the Russian Arctic zone. *Problemy Regionalnoi Ekologii*, 2016, no. 1, pp. 58–65. (In Russ.).
10. Kostovska S.K., Kostovska S.K., Polikin D.Yu., Nekrich A.S. Cartographic-geodetic supply of applied geocological researches of the Russian Arctic. In *Kompleksnaya nauchno-obrazovatel'naya ekspeditsiya "Arkticheskii plavuchii universitet – 2015": materialy ekspeditsii* [Comprehensive Sci. and Educational Expedition "Arctic Floating Univ. – 2015": Materials of the Expedition]. Arkhangelsk: NarFU Publ., 2015, pp. 99–126. (In Russ.).
11. Krauchyunas V.V., Iglovsky S.A., Moseev D.S., Churakova E.Yu., Feklistov P.A. Biological terrestrial investigations in the Arctic. In *Kompleksnaya nauchno-obrazovatel'naya ekspeditsiya "Arkticheskii plavuchii universitet – 2013": materialy ekspeditsii* [Comprehensive Sci. and Educational Expedition "Arctic Floating Univ. – 2013": Materials of the Expedition]. Arkhangelsk: NarFU Publ., 2013, pp. 806–888. (In Russ.).
12. *Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo v Arktike. Doklad 2013* [International Cooperation in the Arctic. Report 2013]. Moscow: Spetskniga Publ., 2013. 56 p.
13. Nekrich A.S., Kostovska S.K. Weak and smart sides of environmental monitoring of the Arctic ecosystems. *Problemy Regionalnoi Ekologii*, 2015, no. 5, pp. 5–9. (In Russ.).
14. Ogureeva G.N., Bocharnikov M.V., Emelyanova L.G., Kadetov N.G., Leonova N.B., Leontyeva O.A., Miklyaeva I.M., Rumiantsev V.Yu., Soldatov M.S., Suslova E.G. Mapping biological diversity. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2016, no. 5, pp. 40–46. (In Russ.).
15. Tishkov A.A. The international scientific initiatives in the Russian Arctic: twenty years of positive activity within the International Arctic Scientific Committee. *Arktika: Ekologiya i Ekonomika*, 2015, no. 1 (17), pp. 86–91. (In Russ.).
16. Tishkov A.A. Modern natural and anthropogenic trends of the condition of the Arctic landscapes and a new vector of the international scientific cooperation in the Russian Arctic. *Sovremennye Produktivnye Sily*, 2015, no. 3, pp. 113–128. (In Russ.).
17. Tishkov A.A. Current state and changes of land ecosystems of the Russian Arctic. In *Izmenenie prirodnoi sredy v Rossii v XX veke* [Environmental Changes in Russia in the 20th Century]. Moscow: Molnet Publ., 2012, pp. 86–103. (In Russ.).
18. Chernyadeva I.V., Potemkin A.D., Holod S.S. To Flora of moss (Bryophyta, Marchantiophyta) on the Northbrook Island (Franz Josef Land). *Novosti Sistematiki Nizshikh Rastenii*, 2015, no. 49, pp. 387–397. (In Russ.).