

## Особенности разработки классификаторов специализированных и специальных карт

*В. П. Ступин<sup>1</sup>, Д. В. Виноградов<sup>2\*</sup>, С. А. Радченко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup> Главный центр геопространственной информации МО РФ, г. Иркутск,  
Российская Федерация

\*e-mail: denis733@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлена необходимость целевой специализации нового поколения топографических карт арктических территорий с учетом их физико-географической специфики. Определена возможность такой специализации на базе теоретического, информационного и технологического обоснования с использованием материалов дистанционного зондирования из космоса и ГИС-картографии. Проведены исследования по определению дешифровочных возможностей космических снимков, в целях расширения и уточнения существующей системы условных знаков криогенного рельефа и грунтов. На основе исследований предложены новые условные знаки для полигональных, бугристых, наледных, солифлюкционных и термокарстовых форм.

**Ключевые слова:** геоинформационное картографирование Арктики, материалы дистанционного зондирования, специализированные карты, новые условные знаки, классификатора карт

## Features of the development of specialized and special map classifiers

*V. P. Stupin<sup>1</sup>, D. V. Vinogradov<sup>2\*</sup>, S. A. Radchenko<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Main center of Geospatial information of the Ministry of Defense of the Russian Federation,  
Irkutsk, Russian Federation

\* e-mail: denis733@mail.ru

**Abstract.** The article presents the need for target specialization of a new generation of topographic maps of the Arctic territories, taking into account their physical and geographical specificity. The possibility of such specialization on the basis of theoretical, information and technological substantiation using remote sensing materials from space and GIS cartography has been determined. Studies have been carried out to determine the decoding capabilities of space images, in order to expand and clarify the existing system of conventional signs of cryogenic relief and soils. On the basis of research, new conventional signs for polygonal, bumpy, ice, solifluction and thermokarst forms are proposed.

**Keywords:** geoinformation mapping of the Arctic, remote sensing materials, specialized maps, new conventional signs, map classifier

### *Введение*

Указом Президента Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 645 «О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» утверждена государствен-

ная концепция, определяющая политику России в российском секторе Арктики. Для реализации этой стратегии всем соответствующим государственным органам, министерствам и ведомствам предстоит проделать большую работу по изучению, анализу и оценке территории в интересах уточнения арктических границ, развития системы безопасности в Арктике, решения задач социально-экономического развития территории. Выполнение этих мероприятий потребует согласованного комплексного подхода к решению поставленных задач, неотъемлемой частью которого является топографическое картографирование территории российской Арктики с использованием современных научных методов, методик и исходных данных, с учетом специфики этого региона – огромных территорий, расположенных в высоких широтах, сурового климата, труднодоступности и малой освоенности.

Авторы полагают, что концепция современной топографической карты российской Арктики должна основываться на трех главных составляющих – методологической, информационной и методической [9, 10].

В методологическом плане новые топографические карты и планы Арктики должны быть созданы с учетом специфики территории.

Информационная основа должна быть в значительной степени представлена материалами дистанционного зондирования Земли (разновременными и разномасштабными панхроматическими и спектрзональными снимками, цифровыми моделями рельефа и т.д.), а также программными средствами их обработки.

Наконец, методическая составляющая картографирования должна основываться на технических средствах, программах и методах традиционного цифрового, а в перспективе, полноценного геоинформационного картографирования.

### ***Составляющие современной топографической карты российской Арктики***

Концептуально-методологическая составляющая.

Методология реализации концепции топографического картографирования сибирской зоны Арктики заключается в специализации цифровых топографических карт в части общегеографического содержания, с сохранением их универсальности, точности, актуальности и наглядности. Специализированные топографические карты – это «карты, создаваемые на базе универсальных топографических карт в пределах их точности, и в едином технологическом цикле с ними, с дополнением содержания или направленной его разгрузкой, для конкретной отрасли народного хозяйства (при сохранении изображения комплекса основных топографических объектов)» [5].

Появление специализированных карт изначально связано с повышением требований к содержанию универсальных топографических карт со стороны различных отраслей экономики. Другими словами, специализированные топографические карты традиционно наиболее ориентированы на отраслевое использование в интересах мелиорации, сельского и лесного хозяйства, геологии, горнодобывающей и гидроэнергетической отрасли, промышленного и линейного строительства и в других сферах человеческой деятельности. Также они все более востребованы в сфере информационного обеспечения экологической без-

опасности, инвентаризации природных ресурсов, мониторинга природно-антропогенных процессов, предотвращения чрезвычайных ситуаций [6]. Традиционная отраслевая специализация обычно заключается в упрощении нетематической (стандартной, общегеографической) нагрузки в целях расширения тематической (отраслевой) нагрузки.

Другое направление заключается в общегеографической специализации топографических карт с расширением и дополнением стандартной нагрузки, с учетом специфики физико-географических условий территорий картографирования – широтной зональности, меридиональной секторности (континентальности, океаничности) и высотной поясности ландшафтов. Данное направление специализации разработано слабо, однако его реализация становится все более актуальной, в связи с современными требованиями со стороны потребителей топографических карт, а также с современными информационными и технологическими возможностями картосоставительских работ.

Вышесказанное в полной мере относится и к арктическому региону в целом, и к сибирской зоне Арктики в частности. Так, авторы полагают, что специализированность топографических карт Арктики должна заключаться не в интересах отдельных ведомств и отраслей, а в более системном, полном и детальном отображении особенностей территории, обусловленных ее географическим положением, преобладанием тундровых и лесотундровых ландшафтов, наличием мощной сплошной многолетней мерзлоты, широким распространением мерзлотных форм рельефа и высокой динамикой криогенных геологических процессов.

Так, анализ объектов картографирования, представленных в классификаторе ведущей в России картосоставительской ГИС «Панорама», показал, что из одиннадцати заложенных в эту систему слоев топографических карт требуют существенного дополнения и уточнения с учетом географической специфики Арктики. При этом, указанные дополнения содержания карты повысят ее достоверность и подробность практически без ущерба читаемости и наглядности.

Очевидно, что решение задач такой специализации требует проведения глубокого научного изучения и тщательного анализа территории в целях систематизации и отбора отображаемых на карте объектов и явлений, относящихся к специализируемым элементам содержания карты, с последующей разработкой новых условных знаков и их семантических характеристик.

Информационная составляющая.

Обширные высокоширотные территории русской Арктики характеризуются исключительно суровыми климатическими и метеорологическими условиями, труднодоступностью, малой обжитостью и слабым развитием транспортной инфраструктуры. Это, в свою очередь, определяет особенности информационного обеспечения создания специализированных топографических карт на территорию сибирской Арктики, которые заключаются в повсеместном использовании материалов дистанционного зондирования при ограниченном использовании традиционных наземных топографических съемок на ключевых участках и эталонах.

Получение данных дистанционного зондирования на арктические территории тоже имеет свою специфику и сложности. Так, выполнение аэрофотосъемки является весьма дорогостоящим направлением ДЗЗ и затрудняется недостаточным количеством и плохим состоянием сети аэродромов и взлетно-посадочных полос, а также трудностями со снабжением горючим и техническим обслуживанием самолетов. Применение беспилотных летательных аппаратов тоже может столкнуться с рядом проблем, связанных с изменчивостью и параметрами метеорологической обстановки, неустойчивостью радионавигации по причине магнитных аномалий и бурь и сравнительно малыми площадями съемки.

Поэтому наиболее перспективным, экономичным и доступным источником информации для специализированного топографического картографирования Арктики становятся космические снимки высокого и среднего пространственного разрешения, полученные со спутников ДЗЗ.

Получение спутниковых данных на высокоширотные территории возможно только со спутников с околополярных солнечно-синхронных орбит. К таковым относятся, прежде всего российские спутники серий «Ресурс-П» и «Канопус», а также иностранные спутники серий Landsat, Sentinel, SPOT, ALOS и др. Одни материалы ДЗЗ – многоканальные снимки, цифровые модели рельефа (ЦМР), метаданные, находятся в открытом доступе (снимки Landsat и Sentinel, ЦМР SRTM, ALOS DEM и AsterGDEM), другие доступны для коммерческого заказа или получения по особому регламенту.

При использовании материалов ДЗЗ из космоса в интересах специализированного топографического картографирования наиболее важными характеристиками является пространственное разрешение на местности, наличие спектральных каналов и возможность стереообработки.

Пространственное разрешение современных космических снимков позволяет составлять по ним топографические карты практически всего масштабного ряда. Так, использование снимков с разрешением 15-30 м на пиксель позволяет составлять карты масштаба порядка 1:100 000, разрешением 10-15 м – порядка 1:50 000, разрешением 5-10 м – 1:25 000, 1-2 м – 1:10 000, 1 м – 1:5000, а порядка 0,5 м – 1:2000.

Получение снимков хотя бы в трех диапазонах видимого спектра и в ближнем инфракрасном позволяет выполнять их синтезирование, а также автоматизированную классификацию в интересах дешифрирования.

Возможность стереообработки (наличие стереопар) позволяет выполнять определение высот и превышений, а также производить рисовку рельефа картографируемой местности. Для этих же целей можно использовать и полученные по данным ДЗЗ готовые ЦМР.

Российские спутники серий Ресурс-П и Канопус производят съемку с круговых солнечно-синхронных орбит и предназначены для составления и обновления топографических и тематических карт, обеспечения деятельности Министерства природных ресурсов и Министерства по чрезвычайным ситуациям России, Росрыболовства, Росгидромета, Российской Академии наук, а также в области мониторинга окружающей среды.

Целевая аппаратура спутников Ресурс-П позволяет, помимо широкозахватной мультиспектральной и гиперспектральной съемки среднего разрешения, получать снимки на полосу захвата шириной 38 км с пространственным разрешением 0,7 м в панхроматическом режиме и 3-4 м в пяти спектральных полосах. Возможно выполнение объектовой и маршрутной съёмок, а также стереосъёмки.

Спутники серии «Канопус-В» получают снимки с пространственным разрешением 2,1 м в панхроматическом режиме и 10 м в четырех спектральных полосах. Полоса съемки – 23 км.

Все современные снимки и модели рельефа поступают в цифровом виде, что позволяет выполнять их автоматизированную спектральную, дешифровочную, фотограмметрическую и др. обработку с помощью специальных коммерческих программ (ГИС «Панорама», ERDAS Imagine, ENVI, Photomod и др.) и программ открытого доступа (MultiSpec, QGIS, SAGAGIS), возможности которых тоже постоянно возрастают [8].

Анализ дешифровочных возможностей материалов дистанционного зондирования показал, что по ним можно выявлять практически все элементы специализированного содержания топографической карты Арктики, при условии предварительного районирования территории по типам ландшафтов и обработке эталонов дешифрирования на ключевых участках [12].

Методико-технологическая составляющая.

Современная картография претерпела значительные изменения в технологии создания топографических карт, что привело к постепенному отказу от традиционных методов и переходу на геоинформационное картографирование. В настоящее время основной продукцией картографических предприятий стали цифровые и электронные карты и планы, которые представляют собой математические модели земной поверхности, сформированные с учетом законов картографической генерализации, в принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот [3].

Цифровые топографические карты по содержанию и точности соответствуют традиционным топографическим картам соответствующих масштабов, но обладают рядом преимуществ, которых нет у традиционных карт, например, возможностью автоматизированного проектирования, преобразования систем координат, быстрого составления, обновления и воспроизводства карт, использования карт в ГИС и автоматизации исследований по картам.

Все вышесказанное с полным основанием можно отнести и к технологии создания специализированных цифровых топографических карт.

Основным методом создания цифровой специализированной топографической карты является геоинформационное картографирование на основе применения цифровых фотограмметрических комплексов, которые позволяют как составлять, так и обновлять карты по материалам дистанционного зондирования при минимуме полевых работ.

На сравнительно небольшие, но важные участки (например, на ключевые участки – эталоны дешифрирования) следует выполнять аэровизуальные обсле-

дования и наземные съемки с помощью средств спутниковой навигации и электронных тахеометров.

Вместе с тем, цифровое специализированное топографическое картографирование в значительной степени связано с эффективностью использования опыта и знаний картографов и экспертов в области специализации карт, то есть является интерактивным производственным процессом, подразумевающим сочетание различных принципов обработки, корректуры, редактирования и генерализации карт с учетом взаимосвязей отображаемых на ней объектов, процессов и явлений.

### *Результаты*

Специализация топографических карт арктических территорий предполагает расширение и уточнение состава условных знаков по направлению специализации.

С этой целью авторами был выполнен анализ существующей единой системы условных знаков, в наибольшей степени отображающих специфику ландшафтов Арктики – грунтов, рельефа, растительности и др. на топографических планах масштабов 1:500 – 1:5000 и топографических карт масштабов 1:10 000 – 1: 1 000 000 [9].

Визуальный и компьютерный анализ данных космических снимков Landsat-8 и Sentinel-2, а также аэрофотоснимков, показал, что по ним можно выявить важные разновидности этих форм, которые не отображаются на универсальных топографических картах, но должны найти свое место на специализированных картах.

Оценка репрезентативности, состава и характеристик объектов, отображаемых на универсальных классических топографических картах и планах всего масштабного ряда, производится путем анализа принятых для них систем условных знаков, образцов шрифтов и сокращений. Эту процедуру удобнее выполнять, используя стандартные программы-классификаторы картосоставительских ГИС. Эти же классификаторы позволяют на следующем этапе создания специализированной топографической карты разрабатывать и интегрировать в картосоставительскую систему новые условные знаки и их семантику.

В состав наиболее используемой в геоинформационном картографировании российской ГИС «Панорама» интегрированы стандартные классификаторы топографической информации для карт и планов масштабного ряда 1 : 500 – 1 : 10000 и для карт масштабного ряда 1 : 25000 – 1 : 1000000. Эти цифровые классификаторы разрабатываются в соответствии со стандартами, принятыми в конкретной области применения карт, создаются при помощи «Редактора классификатора» и описывают состав и структуру картографируемых объектов.

Классификатор записан в формате RSC и представляет собой систематизированный по иерархическому методу перечень кодовых обозначений элементов и объектов местности и плана, а также признаков, характеризующих свойства этих объектов. Все объекты в классификаторе распределены по слоям по их принадлежности к элементам содержания топографической карты. Описание объектов карты содержит название объекта, его ключ и классификационный код;

характер локализации – линейный, площадной, точечный, подпись, векторный, шаблон; номер слоя; направление цифрования; масштабируемость – зависимость вида объекта от масштаба, границы видимости объекта в масштабном ряду; списки обязательных семантических и допустимых семантических характеристик, а также список характеристик, значение которых влияет на вид объекта при его отображении и диапазоны значений, дающие один вид; виды условных знаков, соответствующие объекту. Таким образом, классификаторы содержат всю необходимую информацию, которая может быть использована для анализа отображения и редактирования состава объектов.

Анализ стандартных классификаторов показал, что состав существующих условных знаков не достаточно соответствует современным требованиям и возможностям специализации топографических карт арктических территорий. Например, в классификаторе слоев, семантических характеристик, объектов топографических карт масштаба 1: 50 000 для отображения полигональных поверхностей в слое «Грунты и лавовые покровы» предусмотрен только один знак для отображения полигональных поверхностей и только один знак для отображения поверхностей с буграми. В слое «Рельеф суши» также имеется только один знак для отображения наледей, а термокарстовые формы вообще входят в единственный вид знака (разделенный на масштабную и немасштабную разновидности), объединяющий карстовые, термокарстовые и псевдокарстовые формы (табл. 1).

Таблица 1

Представление криогенных образований в классификаторе ГИС «Панорама»

Вид	Код	Название объекта / Ключ	Тип	Семантика объекта
	72221100	Полигональные поверхности S0072221100	Poligon	Собственное название, текст подписи Номер следующей составной части Номер взаимной ссылки
	72222000	Поверхности с буграми S0072222000	Poligon	Собственное название, текст подписи Номер следующей составной части Номер взаимной ссылки
	22511000	Наледи S0022511000	Poligon	Собственное название, текст подписи Номер следующей составной части Номер взаимной ссылки
	22241000	Карстовые (псевдокарстовые, термокарстовые) воронки S0022241000 P0022241000 V0022241000	Poligon Point Vector	Глубина Собственное название, текст подписи Характер грунта Внутренняя структура объекта Номер взаимной ссылки

Разработка цифрового классификатора специализированных топографических карт определяется направлением их специализации и требует проведения предварительного основательного научного анализа картографируемых территорий в целях определения и обоснования специализации и определения цветовой палитры карты, шрифтов, слоев, семантических характеристик и объектов карты.

Ниже кратко излагается анализ возможностей специализированного топографического картографирования некоторых потенциальных объектов сибирской зоны Арктики и приводятся рекомендации по расширению состава условных знаков, предложения по их внешнему виду и содержанию семантических характеристик. При этом, в рамках статьи, рассматриваются только объекты, относящиеся к мерзлотным формам рельефа и криогенным поверхностям суши. Аналогичные исследования проведены и для других специализированных объектов картографирования, в той или иной степени зависящих от специфики арктических регионов (прежде всего, растительного покрова и гидрографии) [11].

### ***Анализ возможностей специализированного топографического картографирования***

Полигональные формы в пределах исследуемой территории распространены чрезвычайно широко и находятся на разных стадиях развития [2]. На топографических планах представлены угловатыми и пятнистыми поверхностями, а на топографических картах – только угловатыми. Поэтому применение стандартных условных знаков для этих форм явно недостаточно. Результаты дешифрирования данных дистанционного зондирования позволяют подразделять округлые поверхности на «каменные кольца» и «пятна-медальоны», а полигональные на «плоско-полигональные», «выпукло-полигональные», «вогнуто-полигональные» и «валиково-полигональные». Полигоны могут быть как сухими, так и заполненными водой, что отображается на карте соответствующим наполнением перечисленных условных знаков. Отображение таких форм рельефа позволит уточнить характеристику проходимости местности.

Также предлагается ввести отдельный знак для крупных многолетних морозобойных трещин.

Широко развитые в регионе бугры пучения [4] на топографических планах и картах показываются горизонталями или особым условным знаком, если бугры не выражаются в масштабе карты и имеют небольшие размеры.

Предлагается различать бугры с грунтовым и ледяным ядром. Многолетние бугры пучения следует показывать все, а не только те, которые служат в качестве ориентиров. Термин «булгуннях» представляется излишним, так как это просто местное название гидролоккалита.

Также предлагается ввести отдельный условный знак для байджежахов – бугров, образованных вмещающей породой, оставшейся в центральных частях полигонов в результате вытаивания жильного льда.

Кроме того, целесообразно ввести комбинированный знак бугристо-западинных поверхностей, которые также весьма характерны для арктических ландшафтов, когда между буграми обычно располагаются заболоченные понижения, образующие довольно сложный сетчатый рисунок.

Наледные формы – неперенное явление на территориях распространения многолетней мерзлоты [1]. В существующей системе условных знаков наледи подразделяются на речные – в поймах рек, грунтовые – у выходов подземных вод. По длительности существования выделяют сезонные и многолетние.

Предлагается условные знаки речных наледей дополнить знаками озерных наледей, а также наледями талых снеговых вод, а грунтовые подразделить на наледи надмерзлотных и таликовых вод.

Солифлюкционные формы на существующих топографических картах и планах не показываются, а вместе тем, солифлюкционные склоны развиты в Арктике повсеместно как в горах, так и на равнинах [13].

Предлагаются условные знаки для поверхностей солифлюкционных склонов (микротеррасы, оплывины, валы, гряды), а также солифлюкционных ложбин – деллей.

Термокарстовые формы на топографических планах и картах всего масштабного ряда также специально не показываются. Исключение представляет весьма многозначное обозначение «Карстовые и псевдокарстовые воронки» при котором, как пояснение может размещаться поясняющая подпись «термокарст». Этого явно недостаточно для территории Арктики, особенно для ее плоских низменных равнин, сплошь покрытых такими формами [7].

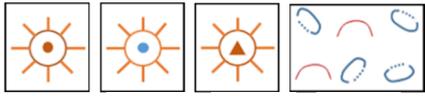
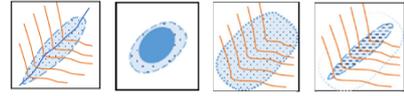
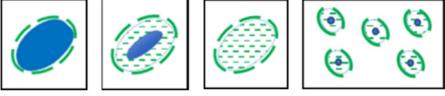
Предлагается ряд новых условных знаков для термокарстовых котловин с подразделением на заполненные водой, частично заполненные и сухие (в т.ч. аласы – наиболее крупные плоские формы рельефа термокарстового происхождения), а также знак для немасштабных термокарстовых воронок, западин и блюдец.

В таблице 2 приведены вид и название предлагаемых выше объектов специализации классификатора, которые дополняют или уточняют систему существующих условных знаков слоев «Грунты лавовые покровы» и «Рельеф суши». При этом предполагается, что генерализация предлагаемых условных знаков в зависимости от масштаба специализируемых карт может выполняться в ГИС Панорама автоматически, так же как и для существующих условных обозначений [19].

### *Заключение*

В результате проведенных исследований сделан вывод, что на исследуемой территории сибирской зоны Арктики, с её сложными ландшафтами, геологическими особенностями строения, происходящими процессами на её поверхности (при этом учитывается наличие современных ледников и больших огромных площадей многолетней мерзлоты, многочисленных наледей), необходимо оперативно внедрять и применять в практической деятельности материалы ДЗЗ, технологические процессы ГИС - анализа материалов в целях оперативного обновления цифровых (электронных) специализированных топографических карт, а также активно совершенствовать их содержание. Авторы считают, что в настоящее время этому направлению уделяется недостаточное внимание, используются системы устаревших условных обозначений. Требуется определенная доработка и внедрение в производственный процесс создания цифровых (электронных) топографических планов и карт.

## Новые условные знаки для классификатора специализированной карты Арктики

Вид предлагаемых условных знаков	Названия знаков
	1. Полигональные поверхности: 1.1 – плоские 1.2 – выпуклые 1.3 – вогнутые 1.4 – валиковые 1.5 – пятна медальоны 1.6 – каменные кольца 1.7 – морозобойные трещины
	2.1 Бугры пучения: 2.1 – с грунтовым ядром 2.2 – с ледяным ядром 2.3 – булгун- няхи 2.4 – бугристо-западинные поверхно- сти
	3. Наледи: 3.1 – речные 3.2 – озерные 3.3 – грунтовые 3.4 – талых вод
	4. Термокарстовые котловины: 4.1 – заполненные водой 4.2 – частично заполненные водой 4.3 – сухие 4.4 – внесмаштабные
	Склоновые формы: 5.1 – солифлюкция 5.2 – делли 5.3 – нагорные террасы

Реализация такого научного направления должна касаться прежде всего методологических и методических основ разработки содержания специализированных топографических карт, рассчитанных на применение в условиях сибирской зоны Арктики и учитывающих указанные выше особенности региона, что существенно повысит достоверность и информационную емкость топографических карт.

Реализация технологического направления позволит организовать составление специализированных топографических карт сибирской зоны Арктики на основе интеграции классических методов составления, методов обработки материалов дистанционного зондирования Земли из космоса и ГИС-технологий, что существенно повысит качество, оперативность и степень автоматизации составительского и издательского процессов.

В частности расширение и детализация существующей системы условных знаков повысит наглядность цифровых топографических карт при изучении территории Сибирской Арктики, а также при территориальном планировании и рациональном использовании огромных природных ресурсов этого важного региона России.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В. Р., Гиенко А. Я. Наледи плато Путорана. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2002. – 101 с.
2. Алексеев В. Р. Притяжение мерзлой земли. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. – 538 с.
3. Берлянт А. М. Геоинформационное картографирование. – М.: Изд-во Московского университета, 1997. – 64 с.
4. Васильчук Ю. К., Васильчук А. К., Репкина Т. Ю. Миграционные бугры пучения в заполярной части криолитозоны Средней Сибири // Инженерная геология. – 2013. – № 2. – С. 28–45.
5. Верещака Т. В. Специализированные топографические карты России и зарубежных стран. Их особенности и роль в обеспечении устойчивого развития территорий // Геодезия и картография. – 2020. – № 10. – С. 28–39.
6. Верещака Т. В. Топографические карты. Научные основы содержания. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 319 с.
7. Дибнер В.Д. Рельеф Таймырской горной области. В кн.: Геология СССР, Красноярский край. – М.: Госгеолтехиздат, 1961. – Т.1, ч.1. – С. 13–19.
8. Пластинин Л. А, Ступин В. П., Олзоев Б. Н., Котельникова Н. В. Особенности районов сибирской зоны Арктики при создании специализированной электронной топографической карты с использованием комплекса автоматизированного дешифрирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск: СГУГиТ, 2021. Т. 1, № 2. – С. 151–161.
9. Пластинин Л. А, Ступин В. П., Олзоев Б. Н., Котельникова Н. В. Принципы разработки специализированной топографической карты сибирской Арктики // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 9 т. (Новосибирск, 24–26 апреля 2019 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. Т. 1, № 2. – С. 185–190.
10. Пластинин Л. А, Ступин В. П., Олзоев Б. Н., Котельникова Н. В., Селезнев М.Б. Проблемы и программы их решения при создании цифровых специализированных топографических карт сибирской Арктики // Вестник СГУГиТ. – 2019. – том 24. – № 4. – С. 142–161.
11. Сочава В. Б., Городков Б. Н. Арктические пустыни и тундры. Общий обзор. В кн.: «Растительный покров СССР», т. I. – М. - Л.: Изд-во АН СССР, 1956.
12. Ступин В. П. Обоснование границ Сибирской Арктики в интересах составления специализированных топографических карт // XV междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» (Новосибирск, 24–26 апреля 2019 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. Т. 1, № 2. – С. 164–171.
13. Харук В. И., Шушпанов А. С., Им С. Т. Климатогенная динамика солифлюкции в мерзлотной зоне Средней Сибири // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2015. – Т. 8. – С. 744–754.
14. Обиденко В. И. Определение пространства Российского государства – исторические, технологические и политические аспекты // Геодезия и картография. – 2015. – № 5. – С. 41–49.
15. Обиденко В. И. Методологические подходы и алгоритмы определения метрических параметров территории Российской Федерации на земном сфероиде с использованием геоинформационных технологий // Геодезия и картография. – 2012. – № 4. – С. 39–45.

16. Беркин Н. С., Макаров А. А., Русинек О. Т. Байкаловедение : учеб. пособие. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. – 291 с.
17. Обиденко В. И. Разработка и исследование специализированной программы для определения метрических параметров территории Российской Федерации // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 18–29.
18. Руководство пользователя ЦФС PHOTOMOD, версия 6.2
19. ПАРБ.00046-03 34 01. Программное изделие Геоинформационная система «Карта 2005 версия 12» (ГИС «Панорама х64»). Руководство оператора. 2018.
20. ГОСТ 21667-76 Картография, термины и определения, УДК 001.4 : 528.9 : 006.354

© В. П. Ступин, Д. В. Виноградов, С. А. Радченко, 2022