

## **ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ СИБИРСКОЙ АРКТИКИ**

### *Леонид Александрович Пластинин*

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (914)881-18-08, e-mail: plast@istu.edu

### *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

### *Борис Николаевич Олзоев*

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, кандидат географических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (914)927-05-88, e-mail: bnolzoev@yandex.ru

### *Надежда Валентиновна Котельникова*

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, кандидат географических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, тел. (908)656-17-27, e-mail: plast@istu.edu

В статье представлены результаты анализа возможностей практического использования космических данных открытого доступа для районирования и картографирования типов берегов водохранилищ ангарского каскада. Рассмотрены принципы типизации берегов и их дешифровочные признаки на средне- и крупномасштабных общедоступных космических снимках. Изложенный опыт может оказаться полезным при необходимости оперативного картографирования динамики протяженных береговых линий в сжатые сроки и при ограниченных информационных возможностях.

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

## **PRINCIPLES OF DEVELOPMENT OF A SPECIALIZED TOPOGRAPHIC MAP OF THE SIBERIAN ARCTIC**

### *Leonid A. Plastinin*

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontova St., Irkutsk, 664074, Russia, D. Sc., Professor, Department of Surveying and Geodesy, phone: (914)881-18-08, e-mail: plast@istu.edu

### *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

### *Boris N. Olzoev*

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontova St., Irkutsk, 664074, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Surveying and Geodesy, phone: (914)927-05-88, e-mail: bnolzoev@yandex.ru

*Nadezhda V. Kotelnikova*

Irkutsk National Research Technical University, 83, Lermontova St., Irkutsk, 664074, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Surveying and Geodesy, phone: (908)656-17-27, e-mail: plast@istu.edu

The article proposes and substantiates scientific and technical concept for the development of a geo-information methodology and technology for creating modern electronic topographic maps and their content using satellite remote sensing data and taking into account main regional features of the Arctic, which are poorly reflected in existing maps: frozen soils and cryogenic landforms, snow ice formations, extensive flooded river floodplains, dangerous natural processes and phenomena.

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

### *Введение*

В геополитической обстановке сегодняшнего дня отчетливо проявляется все возрастающие амбиции ряда стран, как граничащих, так и не граничащих с российской Арктикой, направленные на усиление своего влияния и позиций в этом стратегически важном регионе. И эта тенденция не случайна. Арктика представляет собой несомненный интерес, по крайней мере, по трем причинам:

- наличия колоссальных природных ресурсов, прежде всего, нефти и газа;
- наличия Северного морского пути, роль которого как кратчайшей и удобной транспортной артерии, связывающей Европу со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, будет только возрастать;
- военно-стратегического значения как плацдарма, прикрывающего северные рубежи государств от агрессивных действий геополитических конкурентов.

В свете вышесказанного становятся понятными действия России по обеспечению безопасности своих арктических территорий и акваторий, в том числе и за счет увеличения военного присутствия. Очевидно, что масштабные перегруппировки вооруженных сил потребуют соответствующих объемов, оперативности и качества их топографо-геодезического обеспечения. Одной из важнейших составляющих этого процесса является обеспечение этого региона современными электронными топографическими картами.

### *Проблема и методика ее решения*

Вместе с тем актуальность и содержание существующих топографических карт на арктические территории оставляют желать лучшего.

Во-первых, вопреки всем существующим руководящим документам, большинство карт не обновлялись со времен существования СССР, их актуальность не выдерживает никакой критики, а обновление традиционными методами требует долгого времени. Это особенно касается крупномасштабных топографических карт.

Во-вторых, содержание топографических карт и структура их условных знаков также не менялись на протяжении нескольких десятков лет и пришли в противоречие с возможностями и парадигмой современной картографии, а главное, с запросами потребителя. В качестве очевидных слабых мест традиционных топографических карт в арктической зоне можно указать:

- слабую передачу различий схожих морфологически, но генетически разных форм;
- недостаточность, выборочность и случайность в отображения криогенных форм;
- бессистемность показа объектов и характеристик гидрографии;
- фрагментарность отражения генетических характеристик грунтов, влияющие на проходимость и динамику рельефа;
- недостаточная дифференциация структуры мерзлотных форм рельефа;
- недостаточное стандартное сечение и малое количество высотных отметок, искажающие отображение морфологии и морфометрии земной поверхности.

В-третьих, появились новые источники топографической информации (материалы дистанционного зондирования Земли из космоса) и совершенно новые технические и технологические возможности картосоставительского и картоиздательского производства (ГИС-технологии).

В-четвертых, накоплены значительные знания о географических, инженерно-геологических, гидрологических и других особенностях Арктики, что позволяет выполнить оперативное обновление карт.

Решение рассмотренной выше проблемы заключается в реализации следующих научно-исследовательских и практических направлений:

1) разработке геоинформационной технологии создания современных электронных топографических карт с использованием ДЗЗ из космоса с учетом важных региональных особенностей Арктики, слабо отраженных на существующих картах;

2) определении географического содержания специализированных электронных топографических карт с отображением следующих природных процессов и явлений:

- широкого распространения в прибрежной Арктике мерзлых грунтов и криогенных форм рельефа (курумов, полигональных поверхностей, бугров пучения, термокарста, солифлюкции и др.);
- снежно-ледовых образований (речных и грунтовых наледей, снежников-перелетков, погребенных льдов и др.);
- обширных затопляемых речных пойм;
- опасных природных процессов и явлений (паводков, селей, лавин, обвалов, оползней, сплывов и др.).

Учитывая перечисленные природные особенности Арктики, к важнейшим направлениям совершенствования содержания современных электронных топо-

графических карт этого региона России, относятся проблемы совершенствования отображения:

- динамики вод низких прибрежных территорий, в том числе широких дельт крупных сибирских рек, с отображением их максимальных и минимальных (меженных) уровней, с указанием отметок урезов воды при этих уровнях;

- специфических мерзлотных (криогенных) форм рельефа и снежно-ледовых образований с определением их многолетних и сезонных динамических состояний и указанием абсолютных и относительных отметок их характерных точек;

- опасных природных процессов и явлений горных территорий региона: селей, лавин, обвалов, оползней, сплывов, с отображением границ их распространения и указанием их высотных отметок.

### *Результаты*

В результате анализа потребностей потребителей специализированных топографических карт сибирской Арктики, степени изученности региона, наличия материалов ДЗЗ и современного уровня ГИС-картографирования, было разработано расширенное содержание этих картографических моделей.

На специализированные топографические карты Арктики наносят границы распространения мерзлоты (сплошной, таликовой, островной) и показана мощность активного слоя.

Грунты выделяют в отдельную группу знаков, без объединения с растительным покровом и расширить их разновидности. На специализированных топографических картах дополнительно должны найти отражение:

- монолитные грунты с подразделением на скальные и полускальные: скалы, выходы коренных пород, лавовые потоки и покровы;

- дисперсные окатанные и неокатанные крупнообломочные, песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые грунты;

Существенно расширен перечень мерзлотных форм. Так, на традиционных топографических картах отображаются лишь как полигональные, бугристые и кочковатые поверхности. На специализированных топографических картах целесообразно отображать:

- крупнополигональные формы тундровых болот: полигоны с сухой центральной частью и заполненными водой трещинами с указанием ширины трещин; валиковые полигоны с озерками и мочажинами в средней части с указанием высоты валиков;

- микрополигональные формы: пятна-медальоны (пятнистая тундра); каменные многоугольники, полосы, кольца;

- бугры пучения: напорного (гидролоkkalиты); миграционного (торфяные бугры) типа.

- термокарстовые формы: котловины частично спущенных озер; котловины полностью спущенных озер, аласы; термокарстовые провалы и воронки;

мелкие термокарстовые западины и блюдца; бугристо-западинные формы; байджерахи;

– солифлюкция: солифлюкционные потоки, террасы, валы, гряды и покровы; делли; нагорные террасы.

На традиционных картах для всех видов наледей предусмотрен только один знак. На специализированных картах отображаются следующие виды наледей и наледного рельефа: сезонные наледи; многолетние наледи; наледные поляны; грунтовые наледи и выходы грунтового льда.

Учитывая крайнюю непредсказуемость и динамичность арктических рек, на специализированных картах отражают средние многолетние, максимальные и минимальные (меженные) урезы воды и береговые линия; границы и ширину разливов рек независимо от их продолжительности; многолетний средний, максимальный и минимальный расход воды; сроки ледостава и ледохода.

В отличие от традиционных топографических карт, которые все временные водотоки показывают, как сухие русла, овраги и промоины, на специализированных топографических картах, помимо них, выделяют селеопасные русла и селевые конуса выноса; лавинные лотки и конуса выноса лавин; кулуары камнепадов.

Повышенные требования к содержанию специализированных топографических карт требуют от составителей более углубленных знаний по географии, геоморфологии, инженерной геологии, гидрологии, однако очевидное повышение информативности специализированных карт окупит эти издержки с лихвой. Неоценимым подспорьем при составлении специализированных карт являются ранее созданные традиционные топографические карты и материалы дешифрирования космических снимков и аэроснимков. Существует множество дешифровочных признаков прямо или косвенно раскрывающих связь между, например, формами рельефа и формирующими их процессами. Ниже приведены некоторые из характерных морфологических индикаторов различных геологических процессов, некоторые из которых могут быть весьма опасны и неожиданны.

Так, наличие низкой и высокой поймы, меандр, стариц и сегментов береговых валов указывает на затопление территорий во время половодий и наводнений.

Широкие полосы осушки морей, озер и водохранилищ свидетельствуют об интенсивной продолжающейся абразии.

Наличие «прочесов» по руслам горных рек и конусов выноса, особенно с отсутствующим растительным покровом верный признак выброса селей;

Эрозионные борозды, гравитационные ложбины, сорванный растительный покров – индикаторы камнепадов, схода снежных лавин и внезапных паводков.

Овраги, висячие овраги – бурные внезапные водотоки.

Наличие водосборных воронок и конусов выноса под ними, соединенные ложбинами (лавиными лотками) с отсутствующим растительным покровом (прочесы) – сход лавин;

Характерная «гофрировка» склонов крутых берегов водоемов и бортов речных долин и оврагов признак оползневой деятельности;

Наличие ледников, снежников, фирновых полей, ледяные обрывы, трещины, ледопады, снежные надувы и карнизы, скопления талой воды связаны с деятельностью гляциальных селей, лавин, обрушений льда, оползнями и осыпями;

Наледные поляны – свидетели развития и агрессивной деятельности наледей;

Плоские полигональные поверхности с конусообразными буграми и множеством овальных, округлых или прямоугольных озер, обрывистых ледяных берегов признак морозобойного растрескивания, пучения грунтов, термокарста, термоабразии и термоэрозии.

Мелкотеррасированные склоны, потяжины и дели – крип, солифлюкция и сплывы.

### *Заключение*

Реализация научного направления рассмотренной Концепции создает методологические и методические основы разработки содержания специализированных топографических карт, рассчитанных на применение в условиях сибирской 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 Арктики на основе интеграции классических методов составления, методов обработки материалов дистанционного зондирования Земли из космоса и ГИС-технологий, что существенно повысит оперативность и степень автоматизации составительского и издательского процессов.

В настоящее время начата разработка Программы электронного специализированного картографирования сибирской Арктики от Енисейского залива до устья Лены, включая полуостров Таймыр, Северо-Сибирскую низменность, плато Путорана и север Среднесибирского плоскогорья, а также побережья Карского моря и моря Лаптевых, Новую Землю и другие арктические острова.

Учитывая многосторонний интерес к проблеме изучения и картографирования арктического побережья России данная Программа подготавливается для согласования в Росреестре РФ и ВТУ ГШ МО РФ. Ее авторы также рассчитывают на поддержку Русского географического общества по вопросам организации совместных экспедиций в сибирскую Арктику.

© Л. А. Пластинин, В. П. Ступин, Б. Н. Олзоев, Н. В. Котельникова, 2019