Ландшафтное картирование труднодоступных территорий с использованием геоинформационных технологий (на примере особо охраняемых территорий Хабаровского края)

А. В. Остроухов, Е. М. Климина

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, 680000, Россия
E-mail: Ostran2004@bk.ru*

Проанализирован опыт применения геоинформационных технологий для разработки ландшафтно-инвентаризационных карт труднодоступных территорий отдельных особо охраняемых природных территорий и районов Хабаровского края и Дальнего Востока. Такие карты в комплексе отражают сочетания взаимодействующих компонентов и пространственных элементов природной среды и должны служить пространственной основой систем экологического мониторинга и экономического планирования. Однако их разработка для многих районов Дальнего Востока и Сибири очень трудоёмка и требует больших капиталовложений из-за слабой изученности и труднодоступности территории. Рассмотрена специфика и возможности использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), цифровых моделей рельефа и их производных в сочетании с аэрофотосъёмкой ключевых участков для повышения точности и актуальности картографических материалов. Показано, что применение методов дешифрирования данных аэрофотосъёмки с беспилотных летательных аппаратов (DJI Phantom 4) в сочетании с использованием данных ДЗЗ среднего пространственного разрешения (Sentinel-2), материалов экспедиционных работ и имеющихся литературных сведений позволяет максимально объективно и в достаточно короткие сроки создать ландшафтно-инвентаризационную карту района работ, являющуюся информационно-картографической основой для целей стратегического и оперативного планирования мониторинга и охраны территории.

Ключевые слова: геоинформационное ландшафтное картирование, дистанционное зондирование, цифровая модель рельефа, беспилотные летательные аппараты, особо охраняемые природные территории, Хабаровский край

Одобрена к печати: 21.01.2020

DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-1-139-149

Введение

С позиций комплексного подхода деятельность по изучению территории как для целей стратегического и оперативного планирования её использования, так и для целей её охраны должна строиться на основе системы территориальных единиц, которые служат носителями информации и непосредственными объектами изучения. Методологическую основу при этом обеспечивает ландшафтный подход. Тогда изучение ландшафтной структуры территории является предпосылкой развёртывания системы её эколого-экономического освоения. Однако для многих территорий Российской Федерации, особенно Сибири и Дальнего Востока, ограничительным фактором выступает слабая изученность территории и положение её в труднодоступных и (или) труднопроходимых местностях, что ограничивает возможности наземных исследований без привлечения спецтехники.

Имеющиеся картографические материалы мелко- и среднемасштабного ряда 1:2 500 000—1:1 000 000 при переходе на более детальный масштаб слабо отражают особенности пространственной организации и специфики геосистем. Кроме того, эти материалы представляют ситуацию как минимум 10-летней (а то и 30-летней) давности, что указывает на необходимость их обновления и, в условиях высокой стоимости картографических работ, максимального использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Исходные данные и этапы работ

За последние годы были созданы ландшафтно-инвентаризационные карты разного масштаба ряда особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и районов Хабаровского края и Дальнего Востока: заповедников «Бастак», «Болоньский», «Ботчинский» (м-б 1:100 000), водно-болотных угодий национального парка «Шантарские острова» (м-б 1:25 000), ООПТ Хабаровского края в Атласе особо охраняемых природных территорий Дальневосточного федерального округа (м-б 1:10 000–1:400 000) (Калихман и др., 2018), территорий Северного Сихотэ-Алиня и Среднеамурской низменности (м-б 1:200 000) и др.

Условные обозначения:

Классы рельефа

Внутригорные понижения

20 - смешанного происхождения

Низкогорья (на высотах 500 - 1000 м) денудационные и денудационно-эрозионные

28 - складчатые и складчато-глыбовые

Среднегорья (на высотах 1000 - 2000 м) денудационно-эрозионные, эрозионные и денудационно-эрозионные с наложенными экзарационными процессами

32 - складчатые и складчато-глыбовые

35 - глыбовые и глыбово-складчатые с криогляциальной обработкой

Речные долины горных рек

41 - эрозионно – аккумулятивные (выработанные речные долины)

1-n / 1-n - номер класса рельефа / номер класса растительных сообществ

Степень расчленения рельефа

1	4	6	9	12
3	5	7	11	13

Рис. 1. Морфогенетическая карта рельефа Северного Сихотэ-Алиня. Масштаб 1:500 000 (фрагмент)

Накопленный опыт позволяет выделить несколько этапов создания таких карт средствами геоинформационных систем (ГИС) с активным использованием данных дистанционного зондирования Земли и цифровых моделей рельефа (ЦМР). Этот технологически процесс включает в себя формирование морфогенетической карты рельефа, выявление основных растительных сообществ, разработку типологического ряда ландшафтов и легенды (Климина, Остроухов, 2016).

Морфогенетическое картирование рельефа

Первоочередной является задача разработки классификации форм рельефа территории и их картографического представления (*рис. 1*, см. с. 140). Геоморфологические карты масштабов 1:2 500 000, 1:1 500 000 и 1:1 000 000, существующие в настоящее время для территории Хабаровского края и Еврейской автономной области (Геоморфологическая..., 1985; Чемяков, 1960), имеют уровень детализации, не соответствующий требованиям детального ландшафтно-инвентаризационного картирования. Кроме того, возможности современных ГИС-технологий позволяют наряду с топографическими и геологическими картами активно применять цифровые модели рельефа, полученные с использованием данных миссии SRTM 4.1 (Shuttle Radar Topography Mission, <https://earthexplorer.usgs.gov>) как в исходном виде, отражающем матрицы высот территории, так и в виде их производных. На основе обработки этих данных в модуле Spatial Analyst программы ArcGIS 10.1 были получены следующие слои: уклонов поверхности; классов высот с заложением 100 м; классов высот с интервалами 200, 500, 1000, 2000 м; глубины (интенсивности) вертикального расчленения рельефа в радиусе 2 и 5 км (карты «энергии рельефа» (Остроухов, 2018)).

За основу при выделении форм рельефа взята классификация, использованная в Геоморфологической карте СССР масштаба 1:2 500 000 (Геоморфологическая..., 1985). Дополнительно в качестве исходных данных использовались карты: геологические (м-б 1:200 000), геоморфологические (м-б 1:1 000 000), топографические (м-б 1:50 000, 1:100 000).

Создание карт растительного покрова

На следующем этапе создания ландшафтной карты стоит задача формирования карт растительности на основе эколого-фитоценотической классификации с учётом флористических и эдафических особенностей. Картируемыми единицами в этом случае являются растительные ассоциации, группы ассоциаций и растительные формации.

Для выделения пространственных единиц растительного покрова применялись разноточные данные ДЗЗ со спутников Landsat-8 (пространственное разрешение 30 м/пиксель), Aster (15 м/пиксель), Sentinel-2 (10 м/пиксель) (<https://earthexplorer.usgs.gov>), данные полевых работ, опубликованных материалов, лесоустроительных карт. Из-за сложной пространственной и видовой структуры растительного покрова объекта автоматические методы классификации, реализованные в программных пакетах ArcGIS 10.1, Erdas Imagine, ENVI, не позволяют с необходимой точностью интерпретировать данные ДЗЗ. Причиной тому также является преимущественно горный рельеф территории, определяющий высокие контрасты геоизображений, не связанные с различиями в растительном покрове. Кроме того, относительно высокое пространственное разрешение спутниковых данных (Sentinel-2) приводит к тому, что спектральные характеристики пикселя отражают не осреднённые параметры растительного выдела, а характеристики кроны конкретных растительных объектов (деревья, группы деревьев). В этих условиях наиболее адекватный результат даёт визуальное экспертное дешифрирование данных ДЗЗ за разные сезоны в сочетании с полевыми материалами и данными лесоустройства. Обычно использовались от 3 до 6 сроков съёмки (декабрь – январь, апрель – май, июнь – август, сентябрь, октябрь, ноябрь) в зависимости от специфики фенологических циклов

растительности и географической широты территории. Такую ситуацию особенно важно учитывать для картографирования растительности в зоне кедрово-широколиственных лесов, отличающихся высокой мозаичностью и разнообразием лесообразующих пород (более 10 видов деревьев в одном ярусе). На *рис. 2* представлены разносезонные снимки территории заповедника «Бастак», отражающие несовпадения фенологических циклов и различия спектральных характеристик разных типов растительных сообществ, что позволило разработать классификацию растительного покрова. Обработка материалов проводилась в масштабе 1:25 000 с последующей генерализацией до целевого масштаба.

Рис. 2. Сезонные различия растительного покрова территории заповедника «Бастак» на снимках со спутника Sentinel-2 за разные даты: *а* — 1 июня 2017 г., идентифицируется граница елово-пихтовых и кедрово-широколиственных лесов; *б* — 10 октября 2017 г., разделяются лиственные (светло-жёлтые), дубовые (жёлто-коричневые), белоберёзовые (интенсивно светло-зелёные) и другие леса в различных комбинациях; *в* — 5 марта 2017 г., выделяются долины рек и ложбины стока, хорошо разделяются лесные и нелесные сообщества; *г* — 31 декабря 2017 г., чётко разделяются леса с наличием темных хвойных пород. Источник: портал геологической службы США EarthExplorer

Важным аспектом для понимания специфики пространственной организации геосистем территории (особенно равнинных, со сложной топологической структурой микрорельефа, определяющего перераспределение влаги) является её внутриландшафтная организация на фациальном уровне. Для её изучения на ключевых участках необходимы данные ДЗЗ высокого пространственного разрешения, распространяющиеся на коммерческой основе.

Тем не менее аналогичная информация может быть получена с использованием методов аэрофотосъёмки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Как показывает имеющийся опыт, в результате их применения может быть получена координатно и высотно привязанная информация о земной поверхности с пространственным разрешением 0,01–0,06 м/пиксель (тогда как доступные материалы ДЗЗ имеют разрешение 0,7 м/пиксель).

На территориях ООПТ «Болонский», «Ботчинский», «Шантарские острова» в 2017–2018 гг. была отработана методика комплексного использования данных ДЗЗ высокого про-

странственного разрешения и аэрофотосъёмки с БПЛА для создания крупномасштабных тематических карт.

Аэрофотосъёмка осуществлялась с БПЛА DJI Phantom 4 с высоты 50–150 м штатной съёмочной аппаратурой. Управление полётом проводилось с помощью программ DroneDeploy 2.0.51 и Pix4Dcapture 3.8.1, которые дают возможность аэрофотосъёмки территории заданного участка с фиксированной высоты и с перекрытием. Затем полученные фотоматериалы проходили обработку (пространственную привязку, цветовое выравнивание и ортотекстурирование с последующей сшивкой в ортофотомозаику) в программах Agisoft PhotoScan Professional 1.3.2 и Pix4dmapper 3.2 с дальнейшим экспортом данных в ArcGIS 10.5 (рис. 3). Анализ данных аэрофотосъёмки показал, что их пространственное разрешение (2–7 см/пиксель) и цветовые контрасты изображения достаточны для уверенной интерпретации и классификации ландшафтных выделов методом экспертной визуальной дешифровки на основе комплексных описаний территориально-производственных комплексов с точностью, соответствующей картографическим материалам в масштабе 1:5 000–1:25 000.

Рис. 3. Ортофотомозаика и ЦММ территории болотного массива р. Тундровая (национальный парк Шантарские острова), основанные на материалах аэрофотосъёмки с БПЛА DJI Phantom 4

Наряду с ортофотомозаикой в результате обработки полётных данных может быть построена цифровая модель местности (ЦММ), анализ которой позволяет получить большой объём информации для целей ландшафтного картографирования, в частности: взаимное гипсометрическое положение природных комплексов и гипсометрический профиль территории; характеристики микрорельефа ландшафтных выделов, древесной и кустарниковой растительности в пределах луговых и болотных геосистем (рис. 4, см. с. 144); высоту отдельно стоящих деревьев в пределах луговых и болотных ландшафтов (рис. 5, см. с. 144) и др.

Полученные на ключевых участках данные используются для характеристики внутриландшафтной организации территории и уточнения границ природных комплексов, выделяемых на основе данных ДЗЗ (особенно размытых участков экотонов лес – луг – болото).

Рис. 4. Характеристики грядово-мочажинного органогенного рельефа поверхности комплексных болот аапа-типа в пределах ключевого участка Аргулад (национальный парк Шантарские острова)

Рис. 5. Ортофотомозаика и слой перепада высот рельефа поверхности бугристо-мочажинного болота с редкостойной древесной растительностью (с редкостойным лиственничником)

Рис. 6. Ландшафтная карта территории ключевого участка «Вахтар» заповедника «Болонский», разработанная на основе данных аэрофотосъёмки с БПЛА. Масштаб 1:12 000 (рёлка — линейно-вытянутая положительная форма рельефа с пологими склонами флювиального или эолового происхождения, обычно поросшая лесом)

**Ландшафты территории филиала «Болоньский»
ФГБУ «Заповедное Приамурье»**

I. Плоской с преобладанием слабопроточных и западных с застойным увлажнением поверхностей с древними береговыми валами, релками и межрелочными понижениями на аллювиальных отложениях (Q_{III-IV}), с превышением над поймой до 1,5 м, перепадами высот до 1 м

- 1 - с белоберезово-осиновыми с примесью ольхи и лиственницы лесами в сочетании с ерниковыми зарослями, сырыми лугами и низинными травяными болотами на торфяно- и торфянисто-глебовых, луговых дерново-глебовых, торфяных болотных почвах
- 2 - с лиственничным редколесьем с березой плосколистной, ольхой на невысоких релках в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми лугами и низинными травяными болотами на торфяно- и торфянисто-глебовых, луговых дерново-глебовых, торфяных болотных почвах
- 3 - с ерниковыми зарослями в сочетании с угнетенным белоберезово-лиственнично-ольховым редколесьем на торфяно- и торфянисто-глебовых почвах
- 4 - с кустарниково-вейниково-осоковыми лугами в сочетании с низинными травяными болотами на торфянисто- и торфяно-глебовых, торфяных болотных почвах
- 5 - с сырыми заболоченными лугами и низинными травяными болотами на торфянисто- и торфяно-глебовых, торфяных болотных почвах
- 6 - с закустаренными лугами и низинными травяными болотами на луговых дерново-глебовых и торфяных болотных почвах
- 7 - с низинными травяными, травяно-сфагновыми и кустарниково-травяно-сфагновыми болотами на торфяных болотных почвах

II. Плоской и пологоволнистой аккумулятивной равнины правобережной части реки Симма с береговыми валами, релками и межрелочными понижениями, с превышением над поймой 2-2,5 м, перепадом высот 0,3-0,5 м, на озерно-аллювиальных четвертичных отложениях (Q_{III-IV})

- 8 - с широколиственно-мелколиственными лесами разнотравно-папоротниковыми по высоким релкам (превышения 0,5 – 2,5 м) на буроземах типичных и оглеенных
- 9 - с белоберезово-осиновыми лесами с примесью ольхи, лиственницы (низкие релки), дуба монгольского и макии амурской (береговые валы) в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми лугами, и низинными травяными болотами на торфянисто-глебовых, луговых дерново-глебовых, торфяных болотных почвах
- 10 - с ерниковыми зарослями в сочетании с угнетенным белоберезово-лиственнично-ольховым редколесьем на торфяно- и торфянисто-глебовых почвах
- 11 - с кустарниково-вейниково-осоковыми лугами в сочетании с низинными травяными болотами на торфянисто- и торфяно-глебовых, торфяных болотных почвах
- 12 - с мохово-травяными и травяными болотами на торфяных болотных почвах

III. Плоской и слабоволнистой аккумулятивной равнины левобережной части реки Симма с обширными недренируемыми водораздельными поверхностями, невысокими релками (высотой до 0,5 м), с превышениями над поймой 2,5-3 м, перепадом высот 0,3-0,5 м, на неоген-четвертичных аллювиальных и биогенных отложениях

- 13 - с широколиственно-мелколиственными лесами разнотравно-папоротниковыми по высоким релкам (превышения 0,5 – 2,5 м) на буроземах типичных и оглеенных
- 14 - с белоберезово-осиновыми с примесью ольхи и лиственницы лесами в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми лугами и низинными травяными болотами на торфяно- и торфянисто-глебовых, луговых дерново-глебовых, торфяных болотных почвах
- 15 - с лиственничным редколесьем с березой плосколистной, ольхой на невысоких релках в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми лугами, низинными травяными болотами на торфяно- и торфянисто-глебовых, луговых дерново-глебовых, торфяных болотных почвах
- 16 - с ерниковыми зарослями в сочетании с угнетенным белоберезово-лиственнично-ольховым редколесьем на торфяно- и торфянисто-глебовых почвах
- 17 - с кустарниково-вейниково-осоковыми сообществами в сочетании с низинными травяными и кустарниково-травяно-сфагновыми болотами на торфяно- и торфянисто-глебовых, торфяных болотных почвах
- 18 - с кустарниково-травяно-сфагновыми болотами на торфяных болотных почвах
- 19 - с травяно-сфагновыми мочажинно-грядовыми болотами на торфяных болотных почвах
- 20 - с травяно-сфагновыми грядово-мочажинными болотами на торфяных болотных почвах
- 21 - с грядово-ложбинными болотами на торфяных болотных почвах

IV. Пойменные многорукавной заболоченной поймы с перепадами высот до 0,5 м на верхнечетвертичных аллювиальных отложениях

- 22 - с белоберезово-осиновыми с примесью ольхи и лиственницы лесами в сочетании с ерниковыми зарослями, влажными и сырыми травяными лугами, и низинными болотами на торфянисто-глебовых, луговых дерново-глебовых, торфяных болотных почвах
- 23 - с ивняково-травяными комплексами низкой сырой и заболоченной поймы на пойменных слоистых, торфянисто-глебовых почвах

Рис. 7. Ландшафтная карта территории заповедника «Болоньский» (фрагмент). Масштаб 1:100 000

Создание ландшафтных карт территории

На заключительном этапе на основе анализа полученных данных осуществляется разработка типологического ряда ландшафтов и построение легенды ландшафтной карты. В качестве базовой классификационной основы ландшафтов (таблица) используется ряд имеющихся

мелко- и среднемасштабных ландшафтных, почвенных и других карт (Анучин и др., 1987; Ландшафты..., 1988; 2003; Особо..., 1998; Почвенная..., 1988).

Таксоны иерархии геосистем и критерии их выделения (на основе работы (Исаченко, 1985))

Таксоны иерархии геосистем	Критерии выделения
Класс	Равнинные и горные
Подкласс	Высотные уровни форм рельефа 1-го порядка (равнины низменные и возвышенные, горы низкие, средние)
Вид ландшафта	Класс рельефа
Тип местности	Расчленённость рельефа
Тип урочищ	Характеристика форм рельефа 2-го порядка и литогенной основы
Группы видов урочищ	Сочетание доминирующих и субдоминантных растительных ассоциаций, подтипы почв

Результирующие карты ландшафтов реализованы в виде баз геоданных в программной среде ArcGIS, отражающих основные характеристики и распространение геосистем; для наглядного представления данных созданы серии растровых карт территорий: карты типов рельефа; карты преобладающих типов растительности и собственно ландшафтные карты (рис. 6, см. с. 145, 7, см. с. 146).

Выводы

Таким образом, имеющийся опыт разработки ландшафтно-инвентаризационных карт труднодоступных территорий позволяет утверждать, что активное использование данных ДЗЗ, ЦМР и их производных в сочетании с аэрофотосъёмкой ключевых участков, а также традиционных источников географической информации значительно снижает объём необходимых экспедиционных работ с одновременным повышением точности и актуальности получаемых картографических материалов. Это позволяет разработать на исследуемую территорию серию тематических карт, являющихся информационно-картографической основой для целей стратегического и оперативного планирования её использования.

Литература

1. Анучин М. С., Макунина А. А., Пармузин И. Ю. Ландшафтная карта СССР. 1:2 500 000. М., 1987. 340 с.
2. Геоморфологическая карта СССР / Гл. упр. геодезии и картографии; ред. Б. А. Федорович, И. П. Заруцкая. 1:2 500 000. М., 1985.
3. Исаченко А. Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. 320 с.
4. Калихман Т. П., Бардаш А. В., Богданов В. Н., Огородникова Л. Ю., Климина Е. М., Бочарников В. Н. Особо охраняемые природные территории Дальневосточного федерального округа: атлас / Ин-т географии им. В. Б. Сочавы СО РАН. Иркутск, 2018. 588 с.
5. Климина Е. М., Остроухов А. В. Основные этапы разработки ландшафтно-типологической карты северного Сихотэ-Алиня (Хабаровский край) // Вестн. Дальневосточного отд-ния Российской акад. наук. 2016. № 5. С. 78–85.
6. Ландшафты СССР / Гл. упр. геодезии и картографии; ред. Исаченко А. Г. 1988. 1 л.
7. Ландшафты и природные процессы, осложняющие хозяйственную деятельность: карта. 1: 2 500 000 / ред. Климина Е. М., Мирзеханова З. Г., Булгаков В. А., Шаров Л. А., Харченко А. В. Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2003.
8. Особо охраняемые природные территории Хабаровского края: карта. 1:2 000 000 / Гос. ком. по охране окружающей среды Хабаровского края; ред. Булгаков В. А., Шлотгауэр С. Д. Хабаровск, 1998.
9. Остроухов А. В. Применение данных радарной съёмки Земли SRTM 4.1 и их производных для создания геоморфологической основы ландшафтно-инвентаризационных карт // Изв. высш. учеб.

- заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. М: Изд-во Московского гос. ун-та геодезии и картографии, 2018. Т. 62. № 1. С. 45–51. DOI: 10.30533/0536-101X-2018-62-1-45-51.
10. Почвенная карта СССР. 1:2 500 000 / Гл. упр. геодезии и картографии; ред. В. М. Фридланд. М., 1988.
11. Чемяков Ю. Ф. Геоморфологическая карта Приамурья и смежных территорий. 1:1 50 000. М., 1960.

Landscape mapping of hard-to-reach regions using geoinformation technologies (the case of specially protected nature reserves of Khabarovsk Territory)

A. V. Ostroukhov, E. M. Klimina

Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, Khabarovsk 680000, Russia
E-mail: Ostran2004@bk.ru

The paper analyzes the experience of applying geographic information technologies in the development of landscape-inventory maps of hard-to-reach territories of selected specially protected nature reserves and regions of Khabarovsk Territory and Far East. Such maps reflect the combination of interacting components and spatial elements of the natural environment in its full complexity. They should form the spatial basis for environmental monitoring systems and economic planning. However, mapping of many regions of Far East and Siberia is a very labor-intensive process and requires large investments due to weak study and difficult access to the territory. The circumstances and capacities of using Earth remote sensing data, digital terrain models and their derivatives in combination with aerial photography of key areas to improve the accuracy and relevance of cartographic materials are considered. It is shown that the use of decoding methods of aerial photography data from unmanned aerial vehicles (DJI Phantom 4) in combination with the medium-resolution remote sensing data (Sentinel-2), materials of expeditionary work and available literature data make it possible to effectively create a landscape-inventory map of the work area in relatively short term. The developed map can serve as the information-cartographic basis for the strategic and operational planning of territory monitoring and protection.

Keywords: geoinformation landscape mapping, remote sensing, digital terrain model, unmanned aerial vehicles, specially protected natural territories, Khabarovsk Territory

Accepted: 21.01.2020

DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17-1-139-149

References

1. Anuchin M. S., Makunina A. A., Parmuzin I. Yu., *Landshaftnaya karta SSSR, 1:2 500 000* (Landscapes of the USSR: map, 1:2 500 000), Moscow, 1987.
2. *Geomorfologicheskaya karta SSSR, 1:2 500 000* (Geomorphological map of the USSR, 1:2 500 000), 1985.
3. Isachenko A. G., *Landshafty SSSR, 1:4 000 000* (Landscapes of the USSR, 1:4 000 000), Leningrad: Izd. Leningradskogo univetsiteta, 1985.
4. Kalikhman T. P., Bardash A. V., Bogdanov V. N., Ogorodnikova L. Yu., Klimina E. M., Bocharnikov V. N., *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga, Atlas* (Especially protected natural territories of the Far Eastern Federal District, Atlas), Irkutsk: V. B. Sochava Institute of Geography SO RAN, 2018, 588 p.
5. Klimina E. M., Ostroukhov A. V., *Osnovnye etapy razrabotki landshaftno-tipologicheskoi karty Severnogo Sikhote-Alinya (Khabarovskii krai)* (Basic steps in designing a landscape-typological map Northern Sikhote-Alin (Khabarovsk Territory)), *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk*, 2016, No 5, pp. 78–85.
6. *Landshafty SSSR* (Landscapes of the USSR), *Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii*, Isachenko A. G. (ed.), 1988, 1 p.

7. *Landshafty i prirodnye protsessy, oslozhnyayushchie khozyaistvennuyu deyatel'nost': karta, 1:2 500 000* (Landscapes and natural processes, complicating economic activity: map, 1:2 500 000), 2003.
8. *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Khabarovskogo kraya, 1:2 000 000* (Especially protected natural territories of Khabarovsk Territory, 1:2 000 000), Bulgakov V. A., Shlotgauer S. D. (eds.), 1998.
9. Ostroukhov A. V., *Primenenie dannykh radarnoi s'emki Zemli SRTM 4.1 i ikh proizvodnykh dlya sozdaniya geomorfologicheskoi osnovy landshaftno-inventarizatsionnykh kart* (The application of SRTM 4.1 radar survey data and their derivatives to create a geomorphological basis landscape-inventory maps), *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziya i aerofotos'emka*, 2018, Vol. 62, No. 1, pp. 45–51, DOI: 10.30533/0536-101X-2018-62-1-45-51.
10. *Pochvennaya karta SSSR, 1:2 500 000* (Soil map of the USSR, 1:2 500 000), Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii, V. M. Fridland (ed.), 1988.
11. Chemekov Yu. F., *Geomorfologicheskaya karta Priamur'ya i smezhnykh territorii, 1:1 500 000* (Geomorphological map of the Amur region and adjacent territories, 1:1 500 000), 1960.