УДК: 528.946:912.43:911.5 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-3-27-375-386**

С.А. Седых[1], И.Н. Биличенко[2]

КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ГЕОСИСТЕМ ПРИМОРСКОГО ХРЕБТА (ПРИОЛЬХОНЬЕ) И ИХ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

АННОТАЦИЯ

По Приморскому хребту проходит западная граница Центральной экологической зоны Байкала. В физико-географическом отношении этот хребет определяет и западную границу Прибайкальской гольцово-горнотаежной и котловинной провинции Байкало-Джугджурской физико-географической области, а также ареала распространения кедрового стланика. На юго-восточном макросклоне Приморского хребта и Приольхонском плато сильно выражены эффекты «дождевой тени» и аридно-котловинного, контрасты высокогорного и подгорного эффектов. В 2015–2016 годах в этой части региона был пик пирогенного воздействия по количеству пожаров и площади их распространения. Только в центральной части хребта отмечено более 20 пожаров. На Приольхонском плато к низовым гарям добавляется усиливающееся с каждым годом антропогенное влияние.

Классификации геосистем Приморского хребта и их картографирование на базе регионально-типологического подхода – основная цель данного исследования. Основными задачами стали: анализ регионального фона, выявление основных факторов дифференциации, классификация фаций и их групп в районе исследования, картографирование геосистем на топологическом уровне (масштабы 1:50000 и 1:100 000). Для выполнения задач проводятся полевые комплексные исследования с 2012 года, сформирована база данных, включающая исходные базовые картографические данные, ДДЗ, данные пунктов описаний и наблюдений. Результатами исследования являются: определение критериев и источника данных для контуров на разных уровнях картографического представления, уточнены размеры площадных выделов. Также составлены: базовая ландшафтно-типологические карты и производные оценочные. геосистем локального уровня, в том числе карту серийности. Представлен вариант оценочного крупномасштабного картографирования на полигоне площадью 50 км^2, где выделено 95 площадных контуров, относящихся к 54 типам фаций, при средней площади 3,7 га. Сформирована развернутая оценочная легенда) с различными характеристиками локальных топогеосистем, включая серийность, геохимический тип и подтип фации, варианты отклонения от фоновой нормы (факторально-динамические ряды). Проанализирована сложность и многообразие локальных ситуаций, установлена принадлежность локальных геосистем с структурам региональной размерности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Прибайкалье, горно-таежные геосистемы, картографирование, ГИС, классификация, фация.

[1] ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН», Улан-Баторская, д. 1, 664033, Иркутск, Россия, *e-mail:* **sedykh@li.ru**

[2] ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН», Улан-Баторская, д. 1, 664033, Иркутск, Россия, *e-mail:* **irinabilnik@mail.ru**

Sergey A. Sedykh[1], Irina N. Bilichenko[2]

CLASSIFICATION OF MOUNTAIN GEOSYSTEMS OF THE PRIMORSKII RANGE (PRIOLKHONIE) AND THEIR MAPPING

ABSTRACT

The western border of the Central Ecological Zone of Baikal runs along the watershed of the Primorskii range in physical and geographical terms, this ridge borders the west of the Baikal mountain-mountain taiga and basin province of the Baikal-Dzhugdzhur physical-geographical region. On the southeastern macroslope of the Primorskii ridge and the Priolkhon plateau, the effects of "rain shadow" and arid-hollow, contrasts of high-mountain and foothill effects are strongly pronounced. Since 2015 to 2016, the influence of the pyrogenic factor has significantly increased. More than 20 fires were recorded in the central part of the ridge alone. On the Priolkhon plateau, this is supplemented by an increasing anthropogenic influence every year.

The classification of the geosystems of the Primorskii range and their mapping based on the regional typological approach is the main goal of this study. The main tasks were: analysis of the regional background, identification of the main factors of differentiation, classification of facies and their groups of the study area, mapping of geosystems at the topological level (scales 1: 50,000 and 1: 100,000). To accomplish the tasks, integrated field research has been carried out since 2012, a database has been formed, including the initial basic cartographic data, remote sensing data, bases of descriptions and observations. The results of the research are: determination of criteria and data source for contours at different levels of cartographic representation, the sizes of areal sections are specified. Also compiled: basic landscape-typological maps and derived estimates. geosystems of the local level. A detailed assessment legend was formed (based on the georelational table of field descriptions and spatial data) with various characteristics of local topogeosystems, including seriality, geochemical type and subtype of facies, deviation from the background norm (factor-dynamic series). A variant of the estimated large-scale mapping is presented on a polygon with an area of 50 km2, where 95 areal contours related to 54 types of facies are identified, with an average area of 3.7 hectares.The complexity and diversity of local situations is analyzed, the affiliation of local geosystems with structures of regional dimension is established.

KEYWORDS: Gisbaikalia, mountain taiga geosystems, mapping, GIS, classification, facies.

ВЕДЕНИЕ

Создание ландшафтных карт на территорию Прибайкалья ориентировано как на фундаментальную, так и природоохранную или рекреационную прикладные задачи, так как основная часть территории, прилегающей к озеру Байкал имеет природоохранный статус. В основном это горные хребты, расположенные вокруг озера, а также межгорные котловины. Горные геосистемы Прибайкалья функционируют в условиях высокой тектонической активности, значительном высотном и экспозиционном разнообразии климатических ситуаций, вертикальной и горизонтальной расчлененности рельефа при господстве крутых склонов с высокой интенсивностью современных экзогенных процессов. Среди последних преобладают мерзлотные, криогенно-склоновые (курумы и россыпи, солифлюкция) и гравитационно-склоновые (лавинные конусы, сели, обвальные и осыпные) [Атлас…, 2004].

Ландшафтная структура Прибайкалья является сложной и контрастной. Согласно физико-географическому районированию [Ланшафты…, 1977] данный регион расположен

[1] V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya st., 1, Russia, *e-mail:* **sedykh@li.ru**

[2] V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya st., 1, Russia, *e-mail:* **irinabilnik@mail.ru**

в пределах Байкало-Джугджурской горнотаежной области. В основном на этой территории господствуют светлохвойные горно-таежные геосистемы, к которым добавляются гольцовые, подгольцовые, горно-лесостепные (подтаежные) и горностепные ландшафты.

Изучение геосистем ненарушенных участков, оценка их характеристик, построение прогнозов и выбор природоохранных решений требуют совершенствования методов исследования, особенно пространственного анализа и картографического представления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ландшафтные карты отражают современное состояние ландшафтов, но при их картографировании постоянно возникают вопросы, связанные с классификацией геосистем и критериями их типизации [*Загорская,* 2007].

Работа была выполнены согласно геосистемному подходу сибирской географической школы [*Сочава,* 1978]. Картографирование геосистем направлено на создание типологических карт структуры, динамики и функционирования геосистем. Также данный подход предназначен для обработки и упорядочивания большого объема пространственной информации. Он широко используется при региональных географических исследованиях, ландшафтном и других видах тематического картографирования [*Михеев,* 2001].

В исследовании учитываются региональные и локальные черты геосистем горных территорий. При этом использовался регионально-типологический подход [*Михеев,* 1987], когда локальные геосистемы детализируются на региональном фоне.

Ключевой участок расположен на Приморском хребте, в его центральной части (от от перевала Зундук на севере до Ангинско-Таловской депрессии на юге), охватывает вершины водораздела и юго-восточный макросклон, обращенный к Байкалу. Восточная часть включает Приольхонское плато до Хужир-Нугайского залива Байкала и приустьевого конуса выноса реки Сарма. По-другому эту территорию еще называют – Приольхонье. Условия формирования ландшафтов здесь значительно отличаются от окружающей территории Прибайкалья. Это один из самых сухих, с наименьшим количеством осадков, коротким вегетационном периоде, малоснежной зимой, с среднеянварскими температурами воздуха ниже – 17 °С, июля – выше 14 °С [Атлас, 2004]. Годовое количество осадков изменяется от 200-250 мм в прибрежной полосе и возрастает до 300–400 в высокогорной части.

Одна из неотектонических особенностей, которая осложняет структуру ландшафтов – наличие протяженного уступа по юго-восточному макросклону Приморского хребта (обусловленного Обручевский сбросом по западному борту Байкальской котловины) с перепадом высот до 1000 м. Сложен уступ щебнистыми делювиальными отложениями, склоны покрыты мелкодерновинно-злаковой и низкотравной остепненной растительностью [*Загорская,* 2007]. Ниже уступа к Байкалу простирается наклонное полого-волнистое Приольхонское плато, сложенное гнейсами, амфиболитами, кварцитами чернорудской свиты архея, покровом из средне- и верхнечетвертичных элювиальных песков, делювиальных суглинков. Основными экзогенными процессами на хребте являются физическое выветривание, нивация, криогенные процессы в гольцовом поясе гор, десерпция и линейная эрозия на горно-таежных склонах. Флювиальные процессы распространены по днищам котловин, а плоскостной смыв и эоловые процессы на Приольхонском плато [*Выркин,* 1991].

Геосистемы хребта в пределах Прибайкальской гольцово-горнотаёжной и котловинной провинции Байкало-Джугджурской горной области развиваются преимущественно в ограниченных и редуцированных условиях развития. Здесь преобладают светлохвойные горно-таежных геосистемы, занимающие почти 50% площади хребта.

Также для хребта характерно наличие сухих подтаежных сосновых *(Pinus sylvestris)* лесов, горных кедровых *(Pinus sibirica*), горных степей с редколесьями и рединами лиственницы (*Larix sibirica*). По своему основному ареалу распространения последние относятся к семиаридным горам Южной Сибири и засушливым плато Центральной Азии. Горно-тундровые ландшафты распространены не так широко из-за небольших высот и представлены каменистыми и мохово-лишайниковыми, реже представлены субальтино-типные луговины. Хорошо выражен подгольцовый кустарниковый пояс с кедрово-стланиковыми *(Pinus pumila)* и ерниковыми (*Betula nana)*) комплексами. Также он образует кустарниковый ярус в подгольцовых кедровых и лиственничных редколесьях. В горах к западу от Приморского хребта кедровый стланик практически не встречается.

Сочетание уникальных природных компонентов и факторов, позволяющим функционировать столь разным ландшафтам в горном окружении Байкала и делает столь ценным Приморский хребет.

Хребет имеет северо-восточное простирание, юго-восточный макросклон находится в зоне "дождевой тени". К тому же здесь имеют место аридно-котловинный, высокогорный и подгорный эффекты. Таким образом, актуальность картографического отображения объектов и явлений на хребте связана с выраженной местной спецификой. Антропогенное воздействие ограничено с 1990-х Приольхонским плато, где проводят прокладку и реконструкцию дорог, ЛЭП для региональных нужд, жилое строительство по берегам Байкала. Разработки минеральных ресурсов в горно-таежном поясе хребта прекратились до границы Центральной экологической зоны, но на западном маскрослоне хребта ведется разведка россыпного золота. Было свернуто вскрытие залежей микрокварцитов и фосфатного сырья на Курминском участке в конце 1980-х годов. Добыча золота в долинах рек, впадающих в озеро Байкал закончилась в 1950-х. Пожары в 2015–16 годах отмечены во всех высотных поясах хребта. Рекреация в основном развиты на прибрежных ландшафтах, которые испытывают в связи с этим значительную антропогенную нагрузку.

При тематическом картографировании геосистем хребта выделяются фации и их группы в крупном масштабе, которые далее обобщаются на более мелких масштабных уровнях до классов.

В основе базы дистанционных данных – коллекция снимков Landsat 4 MMS, 5 TM, 7 ETM, 8 OLI за 1985–2020 гг. (рис. 1). Она включает сопоставимые сцены на июль месяц с очередностью годов, комбинациями синтеза каналов снимка и границ сцен. Набор ДДЗ дополняют летние снимки многозональной съемки спутников серии Канопус-Б1-Б6, Ресурс П (со сканерным прибором Сангур-У с максимальным разрешением 2–0,7 м). 12-канальные снимки Европейского аэрокосмического агентства систем Sentinel (с разрешением 10, 20, 60 м), также регулярно обновляются на Байкальскую природную территорию в последние годы. Для детализации картографируемых ситуаций на уровне фаций и их групп использованы космоснимки сверхвысокого разрешения (КСР) с открытых ресурсов СКАНЭКС – Яндекс, Google: сцены на основе снимков QuckBird-2, GeoEye, Ikonos, RapidEye за 2012-2020 гг.

Для цифровой модели рельефа по абсолютным высотам (от 456 м до 1778 м – г. Трехголовый), моделей крутизны и поляризации склонов используются данные спутника ALOS (прибор DAICHI) и SRTM v.4.1. Данные с разрешением 30 м хорошо зарекомендовали в ГИС-картографировании гор внутриконтинентальной части субконтинента Северной Азии, так как дают малое количество пробелов и ошибок в одноградусных секторах съемки при обработке в программной среде. Для построения растровых изображений и векторных карт используется ГИС-среда MapInfo Professional 15 и модуль Vertical Mapper, обладающие расширенными возможностями пространственного анализа (2-х и трехмерного). Дополнительные средства включают синтаксис картознаков и

операций с семантикой в георeляционных таблицах и легендах карт, работы с удаленными WMS-серверами и др.

Исходные пространственные данные			
Источники информации	Локальный уровень 1:500 – 1:50 000	Мезоуровень 1:50 000 – 1:200 000	Уровень субрегиональный 1:200 000 и мельче
Базовые картографические и тематические	топографические слои на площадки, (проекция Гаусса-Крюгера,, ПЗ-90)	топографические и тематические карты (проекция Гаусса-Крюгера в системах эллипсоида Красовского и ПЗ-90)	общегеографические карты, карты районирования и зонирования
Дистанционные данные	сверхвысокого разрешения (QuckBird-2, GeoEye, Ikonos, RapidEye 2012-2020 гг, аэросъемка 2010 г), Ресурс П, сканерный прибор Сангур-У аппарата Ресурс (2 - 0,7 м) 2018 г; Sentinel 2(10, 20, 60 м	Высокого разрешения космоснимки 1989-2020 гг Landsat 5 TM, 7 ETM, 8 OLI (комбинации 4-5-1, 4-3-2. 7-3-1), архивы Landsat MMS с 1985 г, цифровые модели на основе радарных данных SRTM 4.1 и ALOS (прибор DAICHI с разрешением 30 м), снимки Sentinel 2 (с разрешением 10, 20 и 60 м)	Температурные ДДЗ низкого и среднего разрешения для мониторинга пожаров и производные слои
Полевые и геодезические	GPS--ГЛОНАСС, полевые описания (50-100 и более на полигон), фото и видео материал с GPS позицией		

Производные картографические данные			
Тематические данные	Ландшафтные карты на полигоны, полигоны-трансекты, площадки и точечные объекты, база данных пунктов наблюдений	Ландшафтные карты, NDVI и др. индексные растры, , лесоустройство	Карты районирования, мелкомасштабные региональные карты

Производные непозиционные данные	
Отчетные материалы (статистические данные, литературные описания, фотографический материал	метаданные (TXT, DCMI и др)

Рис. 1. Блоки базы данных на основе картографических, дистанционных и полевых источников

Fig. 1. Database blocks based on cartographic, remote and field sources

Первоначальное определение очагов возгорания (в 2015–2017 гг.) в теплое время проводилось в поле и по данным Министерства природных ресурсов и СКАНЭКС (очаги возгорания на портале https://fires.ru/[1]).

Данные на каждый год уточнялись по космоснимкам, дополнялись векторными полигонами гарей на Байкальский регион в среднем масштабе, на Приморский хребет в крупном. Выделение контуров ненарушенных земель (с древесной растительностью, без нее – высокогорий, горных и луговых степей плато и котловин) и нарушенных (лесные пожары, пастбища) проводилось при помощи автоматической (ISODATA) и классификации с обучением. Использовались комбинации каналов для Landsat 5, 8 и в программе MultiSpec 3.2, с размером дифференцируемых кластеров 30 м на пиксель. По КСР проводилось уточнение и дальнейшее экспертное деление кластеров 30 м на пиксель. до 15-5 метров на пиксель, внесение дополнительных контуров в итоговом масштабе 1: 50 000. Результаты классификаций сравнивались с геоизображениями базы данных университета Мэриленда Landsat Forest-Cover Change (LFCC 2000-2019, версия 1.7) с разрешением 30 м [*Sexton et al.,* 2015], и High-Resolution Global Maps of 21st Century Forest Cover Change [*Hansen et al.,* 2013], глобальной карты типов растительного покрова ESA Glob Cover 2009[2]). Это позволяет уменьшить субъективные ошибки выделения изменений в лесном покрове (время возникновения и площадь контура) путем сопоставлении векторного слоя с растровыми изображениями LFCC для контуров до 50 м и ячеек растра с разрешения 30 метров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для отображения структуры и динамики геосистем гор Сибири предложена усовершенствованная методика создания тематического качественного слоя в ГИС-среде, а именно площадных контуров для отображения в крупном масштабе. В таблице 1 приведены критерии выделения контуров локальных геосистем Приморского хребта (групп фаций, фаций) в крупном масштабе. Геомеры уровня ранга класса фаций и геомов отражаются в легенде карты в виде некартируемых классификационных заголовков. Их пространственное отображение соответствует уровню проработки в среднем и мелком масштабах (площади приведены на основе оценки региональных атласов и публикаций [*Сочава,* 1973])**.** Указаны площадь отдельного выдела при картографировании, источник данных для выделения полигона. Приведена последовательность на примере от уровня геома гольцового горно-тундрового водораздельных высокогорий до локального уровня.

Табл. 1. Критерии и позиционные источники выделения площадных контуров горных геосистем разного ранга

Table 1. Criteria and positional sources for identifying areal contours of mountain geosystems of different ranks

Уровень геосистем (геомер)	**Ранг геомера**	**Площадь выдела**	**Источник данных для контуров**
Гольцовый горно-тундровый водоразделов (1100-2000 м)	Геом Крупнее	10 и более км^2	Региональный анализ мелкомасштабных геосистем. карт и ДДЗ
Водораздельный горно-тундровые	Класс фаций	2-10 км ^{2}	Выделение водоразделов по алгоритму с проверкой (по

[1] https://fires.ru/ Электронный ресурс «СКАНЭКС – мониторинг пожаров» (дата обращения 09.09. 2020).

[2] ESA Glob Cover Version 2.3 2009 300m resolution Land Cover Map. Электронный ресурс: http://due. esrin. esa.int/page_globcover.php (дата обращения 24.11.2019).

			векторным топокартам матрице высот) на основе ЦМР, дифференциация по ДДЗ
Уплощенных вершин кустарничково-моховово-лишайниковые с мелко-глыбовыми россыпями с группировками ерника	Группа фаций	Более 10 га, до 100-200 га	выделение контуров по классификациям и синтезу каналов Landsat 8 Landsat 8 (OLI, комбинации каналов, 30 м), Sentinel 2
Кустарничково-моховово-лишайниковая на петроземах и с мелко-глыбовыми россыпями	Фация	1-10 га	ЦМР, КСВ*, выделение контуров
Субгоризонтальное плакорное местоположение моховово-лишайниковое	Элемен-тарный гомогенный выдел	Менее 1 га /	КСВ, экспертное выделение по ареалам местоположений и полевым пунктам описаний

*КСВ – космоснимки сверхвысокого разрешения

Картографирование структуры и динамики геосистем в масштабе 1:50 000 включает: сбор данных, анализ динамики с 1980-х годов, создание базовой ландшафтно-типологической карты, производных оценочных и прогнозных карт. Подход к крупномасштабному картографированию включил актуальные позиционные данные и критерии выделения, различные характеристики локальных топогеосистем, включая серийность, геохимический подтип фации [*Загорская,* 2007] и отклонение от региональной нормы (серийность и факторальные ряды). Ландшафтные карты были составлены на различные участки Приморского хребта [*Plyusnin at all,* 2018].

На рисунке 2. представлена оценочная карта «Серийность геосистем» с легендой (рис. 3), как комбинированный вариант картографического представления. На основе ландшафтно-типологической карты проведена оценка свойств фаций и их групп. Оценка сделана по базе полевых описаний в MS Excel с пространственной привязкой, по 50 точкам комплексных описаний с 30 почвенными разрезами на участок.

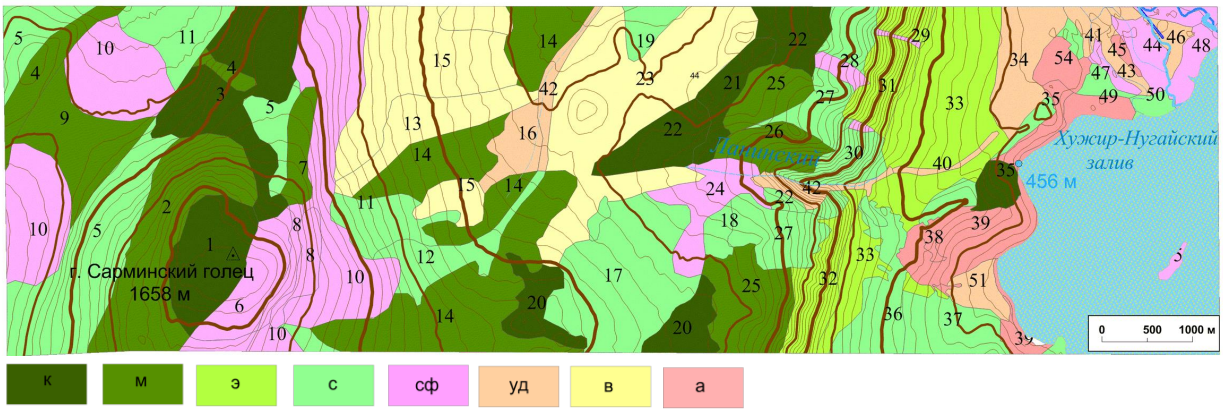

Рис. 3 Оценочная карта «Серийность геосистем» с указанием номеров локальных фаций.
Серийность групп фаций: *к – коренные, м – мнимокоренные, с – серийные, э – экстраобластные серийные и серийно-факторальные, сф – серийные факторальные, уд – устойчиво-длительно-производные, в – восстановительные серии (пирогенные), а – антропогенные нарушенные. **Номер фаций: 1-54 (см в легенде рис. 3)**

Fig. 3. Evaluation map "Seriality of geosystems" of a representative transect in the central part of the Primorskii Randge"

Группа фаций	Тип фаций	Подтип фаций	Фация
Гольцовый горно-тундровый геом (1500-1658 м). Водораздельный класс фаций			
Вершинная уплощенных гор элювиальная горно-тундровая лишайниковая (Кр, Лт*)	Автономно-элювиальный	Ортоэлювиальный	1. Вершинная горно-тундровые щебнистые лишайниковые на коренных породах (к**) 2. Привершинная лишайниковая с редкими группами стланика и единичными молодняками кедра (м)
Пологохолмистых вершин горно-тундровая лишайниковая с на мелкоглыбовых россыпях и редким кедровым стлаником (Кр, Лт)	Автономно-элювиальный	Ортоэлювиальный	3.Пологово-холмистых вершин горно-тундровая лишайниковая с на мелкоглыбовых россыпях и редким кедровым стлаником (к) 4.Привершинная пологих склонов горно-тундровая лишайниковая (м)
Подгольцовый кустарниковый геом (1200-1500 м). Водораздельный и склоновый классы фаций			
Покатых склонов горно-тундровая и кедрово-слаиниковая (Кр)	Трансэлювиальный	Покатых склонов	5 Кедрово-стлаиниковая с пятнами горных тундр на курумах (с)
Нивального уступа и склонов лишайниковые, чернично-шикшиевые с группировками кедрового стланика и можжевельником (Кр)	Трансэлювиальный	Уступы и крутые и склоны	6. Кедрово-стлаиниковая чернично-шикшиевые с можжевельником, угнетенным подростом кедра на щебнистых грубоскелетных почвах (сф)
Средней крутизны и покатых юго-восточных склонов кустарничково-лишайниковая (Лт)	Трансэлювиальный	Средней крутизны и покатые склоны	7. Кедрово-стлаиниковая с карликовой березой, можжевельником, рябиной чернично-голубичная на грубоскелетных горных подзолах и коллювии (м)
Покатых склонов субальпийская луговая (Гд)	Трансаккумулятивный	Покатые склоны	8. Луговая травяная пустотная с нивальными нишами и мочажинами (сф)
Покатых склонов подгольцовая кедрово-стлаиниковая и ерниково-березовая (Мз)	Трансэлювиальный	Покатые склоны	9.Кедрово-стлаиниковая голубично-брусничная с угнетенным подростом кедра на грубоскелетных горных подзолах и коридорами выветривания (м) 10.Кедрово-стлаиниковая с ерниковой - березкой мохово-лишайниковые на россыпях коллювия (сф)
Горнотаежный лиственничный геом редуцированного развития, склоны гор ниже 1500 м. Склоновый класс фаций			
Пологих склонов редколесная кедровая кустарниково-мелкотравная-лишайниковая (Лт)	Трансэлювиальный	Пологих склоны	11. Кедровая редколесная кустарниково- лишайниковая с кедром в подросте с группировками кедрового стланика на грубоскелетных горных почвах (с)
Горнотаежный темнохвойный геом условий редуцированного развития, межгорных понижений класс фаций 1400-1300 м			
Межгорных понижений кедрово-еловая мелкотравно-осочково-сфагновая (Гд)	Супераквальный	Полугидроморфный	12. Кедрово-еловая мелкотравно-осочково-сфагновая на торфянисто-перегнойных почвах (сф)
Лиственничный геом ограниченного развития. Водораздельный и склоновый лиственнично-кедровые классы фаций (1200-600 м).			
Пологих южных и восточных склонов лиственничная с кедром багульниковые (Мз)	Трансэлювиальный	Пологие склоны	13. Лиственнично-березовые с кедром багульниковые с подлеском из ольхи и рябины, с жимолостью на бурых лесных грубогумусных почвах (в)
<….>			<….>
Лугово-степные прибрежных наклонных равнин	Антропогенно преобразованный	Субгоризонтальные	54. Селитебные территории с рудеральной растительностью

* Эколого-динамические характеристики (отклонения от региональной нормы). Фоновые основные: Мз – мезоморф-ные, Лт – литоморфные, Кр – криоморфные, Гд – гидроморфные.

** Серийность групп фаций, см. подпись к рис. 2.

Рис. 3. Легенда карты (фрагмент) «Серийность геосистем»

Fig. 3. Map legend (fragment) to the map "Seriality of geosystems"

Цветом и тоном качественных площадных картознаков показана серийность геосистем (ранга фаций). Изменчивость ландшафтов объясняется одним из основных положений учения о геосистемах [*Сочава,* 1978], когда геосистемы представлены коренными структурами и переменными состояниями. Последние рассматриваются как различные модификации коренной структуры серийные геосистемы, восстановительные стадии. Наиболее наглядная модель анализа изменчивости факторально-динамические ряды фаций, показывающие характер и степень трансформации коренной плакорной геосистемы [*Крауклис,* 1969].

Коренной определялась фация, которая может рассматриваться как «фоновая норма» [*Крауклис,* 1979]. В модели факторально-динамических рядов инварианты располагаются на факторной оси соответствующего ряда (литоморфного, гидроморфного и др.), занимая позицию в зависимости от степени видоизменяющего влияния (позиция коренной, мнимокоренной и серийной фации) [*Черкашин и др.,* 2005].

Факторальный ряд в легенде указан применительно к группе фаций, как возможный вариант отклонения, в том числе и при наличии в группе коренной фации, то есть условной «плакороподобной поверхности» как точки отсчета. Видоизменяющее влияние в таком случае затрагивает фации мнимокоренную или серийную. В таблице 1 гольцовые горно-тундровые фации водоразделов отнесены к коренным на основе карт «Ландшафты юга Восточной Сибири» [1977] и «Геосистемы» [Атлас…, 2004].

Номерами указан тип фаций соответствующий типологической классификации.

Дополнительно, фации по принципу гомогенности объединялись в подтипы и типы по критерию ландшафтно-геохимических условий формирования геосистем [*Семенов,* 1991]. Морфологический подход устанавливает сходство геосистемы по физиономическим признакам, а основным критерием выступает однородность признаков [*Загорская,* 2007]. Универсальным критерием в морфологии ландшафта считается местоположение как элемент орографического профиля, которое в ряду сопряженных местоположений определяет многие различия между фациями [*Полынов,* 1956; *Глазковская,* 1964; *Исаченко,* 1991], в том числе высотный уровень, ярусность рельефа, склоновую микрозональность.

Для определения типов местоположений использована карта крутизны склонов на основе ЦМР. Создана шкала ранжирования склонов: обрывистые (более 45°), крутые (30-45°), средней крутизны (20–30°), покатые (10–20°), пологие склоны (3–10°), уплощенные поверхности (0–3°). На практике установлено, что границы показателей крутизны склонов часто совпадают с границами групп фаций. Выделены типы местоположений: автономные (элювиальные) плоские, автономные (элювиальные) пологие, автономные (элювиальные) средней крутизны, неоэлювиальные (элювиально-трансэлювиальные) пологие, трансэлювиальные плоские, трансэлювиальные пологие, трансэлювиальные средней крутизны, трансэлювиальные крутые, трансэлювиальные очень крутые, обрывистые уступы, трансэлювиально-аккумулятивные плоские, трансэлювиально-аккумулятивные супераквальные плоские, супераквальные пологие. Преобладающая экспозиция склонов – юго-восточная (для более чем половины местоположений).

Следующий этап исследования с прогнозным картографированием позволит определить варианты изменения ландшафтно-экологической ситуации на среднесрочный и долгосрочный периоды. Тематические позиционные данные о локальных геосистемах в виде векторных слоев и таблиц с семантическими значениями необходимы для проведения создания прогнозных карт с вариантами восстановления геосистем и природоохранного зонирования с сопоставлением ситуации на разные периоды, начиная с 1980-х годов. Методика и полученный опыт могут быть использован для других участков гор субконтинента Северной Азии.

ВЫВОДЫ

Геосистемный анализ с ГИС-картографированием геосистем центральной части Приморского хребта проведен в крупном масштабе на полигоне-трансекте площадью 50 км^2. Перепад высот от триангуляционного пункта гольца Сарминский до уреза Байкала составляет 1202 метров, расстояние по прямой составляет тринадцать километров. Выделено 95 площадных контуров, относящихся к 54 фациям, при площади в интервале 1–10 га, средней – 3,7 га. Уточнены критерии выделения и размеры площадных контуров геосистем локального уровня, актуальные источники данных для построения тематических слоев. Реализовано картографирование по положению в рельефе типов местоположений и по однородности компонентов, в первую очередь – геоморфологических характеристик, растительности, почв, с учетом ландшафтно-геохимических условий. Представлены сложность и многообразие топологических ландшафтных ситуаций, что отражено в поле и легенде карты таблице, с атрибутивными данными, зависящих как от локальных вариантов изменчивости, так и от региональной специфики.

Современная ландшафтно-экологическая ситуация весьма динамична по причине пирогенного влияния. Горно-таежные и подтаежные геосистемы были частично затронуты низовыми пожарами в 2000-х годах. В таежных поясах хребта преобладают коренные и мнимокоренные склоновые лиственничные фации, ближе к подножию – склоновые подтаёжные сосновые. Обе группы хорошо восстанавливаются после пожаров. Геосистемы подгольцового и горно-таежного поясов байкало-джугджурской типа имеют высокую экологическую ценность (средоформирующую и средозащитную) для бассейна Байкала и его водоразделов. Натурные исследования и картографированит показали, что площади высокогорных кедровников с лиственницей сокращаются по причинам усыхания и повреждения вредителями на полигоне (от десятков га до нескольких га), в других частях хребта – по причине частых пожаров. Подгольцовые кедрово-стланиковые фации сохраняют свою площадь при отсутствии пожаров. В противном случае – на других участках они практически не восстанавливаются. Антропогенное воздействие (застройка, пастбища, дорожные работы) распространяетсяпо площади и интенсивности по склонам Приольхонского оплато с горные луговыми степями и редколесьями, затрагивает прибрежно-береговые геосистемы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации АААА–А19–119080700040–8, АААА-А21-121012190063-2) и при финансовой поддержке РФФИ и ГФЕН Китая в рамках научного проекта № 20-55-53030 ГФЕН_а.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out at the expense of the state assignment (state registration number АААА – А19–119080700040–8, АААА-А21-121012190063-2) and with the financial support of the RFBR and GFEN of China within the framework of the scientific project No. 20-55-53030 GFEN_a.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Иркутской области: Экологические условия развития. Ред. В.В. Воробьёв, А.Н. Антипов, В.Ф. Ха баров. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН; М.: Роскартография, 2004. 90 с.
2. *Выркин В.Б.* Геоморфологические аспекты эрозии сельскохозяйственных земель котловин Прибайкалья. География и природные ресурсы. 1991. №1. С. 38–44.

3. *Глазковская М.А.* Геохимические основы типологии и методкики исследований природных ландшафтов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. 288 с.
4. *Загорская В.М.* Ландшафтная структура Центрального Приольхонья. География и природные ресурсы. 2004. №4. С. 58–68.
5. *Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 366 с.
6. *Крауклис* А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 232 с.
7. *Крауклис А.А*. Факторально-динамические ряды таежных геосистем и принципы их построения. Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. 1969. Вып. 22. С. 15–25.
8. Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта. Масштаб 1:1 500 000. В.С. Михеев, В.А. Ряшин. М.: ГУГК, 1977. 4 л.
9. *Михеев В.С*. Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. Новосибирск: Наука, 1987. 207 с.
10. *Михеев В.С.* Ландшафтный синтез географических знаний. Новосибирск: Наука, 2001. 216 с.
11. *Полынов Б.Б*. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 751 с.
12. *Семенов Ю.М*. Ландшафтно-геохимический синтез и организация геосистем. Новосибирск: Наука, 1991.
13. *Сочава В.Б*. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 317 с.
14. *Черкашин А.К., Коновалова Т.И., Бессолицына Е.П. и др.* Ландшафтно-интерпретационное картографирование. Новосибирск: Наука, 2005. 424 с.
15. *Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R. et al*. High-Resolution global maps of 21stCentury forest cover change. Science, 2013. V. 342. P. 850–853.
16. *Plyusnin V.M., Bilichenko I. N. and Sedykh S. A.* Spatio-temporal Organization of Mountain Taiga Geosystems of the Baikal Natural Territory Geography and Natural Resources, 2018, V. 39. No 2. P. 130–139
17. *Sexton J.O., Noojipady P., Song X.-P., Anand A., McMahon S., Huang C., Feng M., Channan S., Townshend J.R.* A model for the propagation of uncertainty from continuous estimates of tree cover to categorical forest cover and change. Remote Sensing of Environment, 2015. V. 156. P. 418–425.

REFERENCES

1. Atlas of the Irkutsk region: Environmental conditions for development. Ed. V.V. Vorobiev, A.N. Antipov, V.F. Khabarov. Irkutsk: Publishing house of the Institute of Geography SB RAS; Moscow: Roskartografiya, 2004. 90 p. (in Russian).
2. *Vyrkin V.B.* Geomorphological aspects of erosion of agricultural lands in the depressions of the Baikal region. Geography and natural resources, 1991. No 1. P. 38–44 (in Russian).
3. Glazkovskaya M.A. Geochemical foundations of typology and methodology for the study of natural landscapes. Moscow: Izd-vo Moscow University, 1964. 288 p.
4. *Zagorskaya V.M.* Landscape structure of the Central Olkhon region. Geography and natural resources, 2004. No 4. P. 58–68 (in Russian).
5. Isachenko A.G. Landscape studies and physical-geographical zoning. Moscow: Higher School, 1991. 366 p. (in Russian).
6. *Krauklis A.A.* Problems of Experimental Landscape Science. Novosibirsk: Science, 1979. 232 p. (in Russian).
7. *Krauklis A.A.* Factor-dynamic series of taiga geosystems and principles of their

construction. Dokl. Institute of Geography of Siberia and the Far East. 1969. Issue. 22. P. 15–25 (in Russian).
8. Landscapes of the south of Eastern Siberia. Map. Scale 1: 1 500 000. Mikheev V.S., Ryashin V.A. Moscow: GUGK, 1977 (in Russian).
9. *Mikheev V.S.* Landscape-geographical support of complex problems of Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1987. 207 p. (in Russian).
10. *Mikheev V.S.* Landscape synthesis of geographical knowledge. Novosibirsk: Nauka, 2001. 216 p. (in Russian).
11. *Polynov B.B.* Selected Works. Moscow: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1956. 751 p. (in Russian).
12. *Semenov Yu.M.* Landscape-geochemical synthesis and organization of geosystems. Novosibirsk: Science, 1991. (in Russian).
13. *Sochava V.B.* Introduction to the theory of geosystems. Novosibirsk: Nauka, 1978. 317 p. (in Russian).
14. *Cherkashin AK, Konovalova TI, Bessolitsyna EP et al.* Landscape interpretation mapping. Novosibirsk: Nauka, 2005. 424 p.
15. *Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R. et al*. High-Resolution global maps of 21stCentury forest cover change. Science, 2013. V. 342. P. 850–853 (in Russian).
16. *Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R. et al*. High-Resolution global maps of 21st Century forest cover change. Science, 2013. V. 342. P. 850–853.
17. *Plyusnin V. M., Bilichenko I. N. and Sedykh S. A.* Spatio-temporal Organization of Mountain Taiga Geosystems of the Baikal Natural Territory Geography and Natural Resources, 2018, Vol. 39, No. 2, P. 130–139.
18. *Sexton J.O., Noojipady P., Song X.-P., Anand A., McMahon S., Huang C., Feng M., Channan S., Townshend J.R.* A model for the propagation of uncertainty from continuous estimates of tree cover to categorical forest cover and change. Remote Sensing of Environment, 2015. V. 156. P. 418–425.