

С.В. СОЛОДЯНКИНА, Ю.В. ВАНТЕЕВА, А.А. ЧЕРКАШИНА, В.В. ЧЕПИНОГА

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, solodyankinasv@mail.ru, ula.vant@mail.ru, anna_cher.87@mail.ru, victor.chepinoga@gmail.com

**КЛАССИФИКАЦИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТОПОГЕОСИСТЕМ
МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЯ ФАКТОРАЛЬНО-ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ ФАЦИЙ**

Для изучения внутренней структуры геосистем ключевого участка (площадью 125,3 км²) в пределах северного макросклона хр. Хамар-Дабан применялся подход построения факторально-динамических рядов фаций, разработанный А. А. Крауклисом. Ввиду комплексности и мозаичности ландшафтной структуры исследуемой территории, типизация проводилась по общности функциональных признаков. По результатам 83 комплексных физико-географических описаний тестовых площадок составлены иерархическая классификация геосистем и карта ключевого участка на уровне групп фаций в м-бе 1:50 000. Для определения границ ландшафтных выделов использовались результаты автоматической классификации пикселей космических снимков Landsat 8 и Aster и обработки цифровой модели рельефа SRTM. На территории ключевого участка выделено 46 типов фаций, сгруппированных в следующие иерархические уровни: группы фаций – классы фаций – геомы. Типы фаций представлены на территории как климаксовыми состояниями, так и сукцессионными стадиями. Все разнообразие геосистем представлено пятью геомами: подгольцовым кустарниковым на скальниках и курумах, который включает один класс фаций с одной группой фаций; субальпийным высокогорно-луговым (один класс, три группы); горно-таежным темнохвойно-редколесным (два класса, две группы); горно-таежным темнохвойным (два класса, четыре группы); предгорным равнинным темнохвойным (два класса, четыре группы). Доминирующими на территории являются группы фаций: елово-пихтовых и пихтово-еловых разнотравных и разнотравно-напоротниковых с черникой лесов на крутых склонах на мозаиках дерново-подбуров иллювиально-железистых и серогумусовых иллювиально-ожелезненных почв; кедрово-еловых с пихтовым стлаником кустарничковых мелкотравно-осоковых сфагновых на пятнистостях подбуров грубогумусированных иллювиально-ожелезненных оподзоленных глееватых и подбуров иллювиально-гумусовых грубогумусированных с комплексами торфяно-глееземов и олиготрофных торфяных почв; пихтовых с елью и кедром разнотравно-бадановых лесов на мозаиках литоземов грубогумусовых, буроземов грубогумусовых с выходами горных пород на крутых склонах. Составленная карта геосистем позволяет учитывать особенности горной территории в процессе планирования и проектирования развивающейся здесь рекреационной деятельности.

Ключевые слова: Хамар-Дабан, структура геосистем, иерархическая классификация, ландшафтно-типологическая карта, космические снимки, цифровая модель рельефа.

S.V. SOLODYANKINA, YU.V. VANTEEVA, A.A. CHERKASHINA, V.V. CHEPINOGA

V.V. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, solodyankinasv@mail.ru, ula.vant@mail.ru, anna_cher.87@mail.ru, victor.chepinoga@gmail.com

**CLASSIFICATION AND MAPPING OF TOPOGEOSYSTEMS
BY METHOD OF FACTORIAL-DYNAMICAL SERIES OF FACIES**

To study the structure of geosystems within the key area (125.3 km²) on the northern slope of Khamar-Daban Range, we used method of factorial-dynamical series of facies as developed by A. A. Krauklis. Because of the composite and mosaic pattern of the study area, the typization was carried out according to the commonality of the functional attributes. Comprehensive physical-geographical descriptions of 83 sample plots were used in compiling the hierarchical classification of geosystems and mapping of geosystems at level of groups of facies at scale of 1:50 000. Results of an automatic pixel-based classification of Landsat-8 and Aster images and a processing of the SRTM digital elevation model were used in delineating boundaries of the landscape units. On the key area we identified 46 types of facies which were grouped into the following hierarchical levels: groups of facies – classes of facies – geoms. The types of facies are represented on the territory by climax states as well as by succession stages. The entire diversity of the geosystems is presented by five geoms: the subgoltzy shrub geom on rocky ground and corroms which includes one class of facies with one group of facies; the sub-alpinotype high-mountain-meadow geom (one class and three groups); the mountain-taiga dark-coniferous/open woodland geom (two classes and two groups); the mountain-taiga dark-co-

niferous geom (two classes and four groups), and the piedmont plain dark-coniferous geom (two classes and four groups). The territory is dominated by the following groups of facies: spruce-fir and fir-spruce forb and forb-fern forests with bilberries on steep slopes on combinations of Entic Podzols and Regosols; Siberian stone pine-spruce (with fir krummholz) subshrub small grass-sedge sphagnum forests on combinations of Folc Entic Podzols, Histic Cryosols and Fibric Histisols, and fir (with spruce and Siberian stone pine) forests with forbs and elephant's-ears saxifrage in herbaceous layer on combinations of Humic Leptosols and Dystric Cambisols with rock outcrops on steep slopes. The created map of geosystems allows to take into account the characteristic properties of the mountainous territory in the process of planning and projecting of recreational activity on the studied area.

Keywords: *Khamar-Daban Range, geosystem structure, hierarchical classification, landscape-typological map, satellite images, digital elevation model.*

ВВЕДЕНИЕ

Геосистемы северного макросклона хр. Хамар-Дабан формировались в условиях умеренной континентальности и значительной увлажненности по сравнению со средними показателями климата Восточной Сибири и потому занимают особое положение в структуре геосистем Байкальского региона. Уникальные природные условия территории способствуют сохранению большого разнообразия реликтовых фрагментов неморальных комплексов, переживших серию плейстоценовых оледенений [1].

Исследования Хамар-Дабана начались позже, чем в других районах Прибайкалья, и зачастую ограничивались рассмотрением отдельных компонентов геосистем (растительности, геологии и т. д.) [2, 3]. Комплексных ландшафтных исследований проводилось мало. В их число входит работа Е. Г. Суворова и Д. Б. Титаева [4], посвященная изучению ландшафтной структуры хребта в пределах Слюдянского района, а также анализ структуры и динамики геосистем Хамар-Дабана, проведенный В. М. Плюсниным и И. Н. Биличенко [5]. Таким образом, комплексные исследования северного склона хр. Хамар-Дабан, направленные на выявление разнообразия и особенностей геосистем, формирующихся в уникальных для региона природных условиях, имеют актуальное значение.

Цель данной работы — выявить ландшафтно-типологическое разнообразие геосистем северного макросклона хр. Хамар-Дабан до уровня групп фаций в пределах ключевого участка исследования и провести картографирование геосистем.

ТЕРРИТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ключевой участок площадью 125,3 км² охватывает центральную часть северного макросклона хр. Хамар-Дабан, предгорную равнину и террасы оз. Байкал в пределах бассейнов рек Большой Мамай и Малый Мамай.

Современный рельеф территории исследования сформировался под влиянием неотектонических процессов, полупокровного плейстоценового оледенения [6], а также активного действия эрозионно-аккумулятивных процессов. Для хребта характерны вертикальная расчлененность рельефа, контрастность форм и большая крутизна склонов (30–45°). Абсолютные высоты по гребневой линии составляют 1900–2323 м [7]. В высокогорной части широко развиты экзарационные формы рельефа (кары, ледниковые цирки, трог и др.), связанные главным образом с последним оледенением [8], активно протекают процессы курумообразования, снеголавинная и селевая активность, осыпи, оползни, солифлюкция.

Средняя и нижняя части хребта представлены мощными осадочно-метаморфическими толщами биотитовых, гранат-биотитовых и силлиманит-гранат-биотитовых плагиогнейсов, с редкими включениями прослоев гнейсов и мраморов (корниловская и шубутуйская свиты, архей-протерозойский возраст) [9]. Предгорная наклонная равнина представлена аллювиальными, аллювиально-пролювиальными, делювиальными и ледниковыми отложениями, разнородными по гранулометрическому составу [8]. Байкальские террасы с поверхности сложены валунно-крупногалечными и песчано-галечными аллювиально-пролювиальными, озерно-аллювиальными, прибрежно-озерными и дельтовыми отложениями (шанхайнская свита, плиоценовый возраст), перекрытыми с поверхности грубообломочным материалом с песчаным заполнителем (верхнеплейстоцен-голоценовый возраст) [10]. В понижениях рельефа вскрываются торфяные залежи мощностью до 1 м и более.

Положение района исследования в пределах орографического барьера для влагонасыщенных воздушных масс определило уникальность климатических условий, локально сформированных в Байкало-Становой горно-таежной климатической области, которая отличается суровостью климата и резкой

континентальностью. Прежде всего это проявляется в высоком и равномерном увлажнении в течение вегетационного периода (1500–1800 мм). Коэффициент атмосферного увлажнения, по Н. Н. Иванову, в мае–июне превышает 1,5, в июле–сентябре составляет 3 и более. Мощность снежного покрова варьирует от 0,6 до 1 м в предгорной части [11], достигая у верхней границы леса 2 м [2, 12]. Несмотря на относительно холодную зиму (средняя температура января в с. Выдрино –19,1 °С), формирование мощного снежного покрова определяет непромерзающий тип температурного режима почв. Охлаждающее влияние Байкала обуславливает становление прохладного вегетационного периода летом. Средняя температура июля 14,1–15,7 °С. Сумма активных температур воздуха >10 °С составляет 1200–1400 °С в прибрежной зоне и на предгорной части; 1000–1200 °С — в среднегорье, 600–1000 °С — в высокогорье. Безморозный период длится 107–133 дня. Континентальность умеренная (52–60 %). Разность отрицательных и положительных температур варьирует от –79 до –350 °С; средняя годовая температура — от –0,3 до –1 °С [11].

Обильные осадки и мощный снежный покров позволили ряду мезофильных растений пережить эпоху плейстоценовых оледенений *in situ*. Высокая концентрация подобных реликтовых видов на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан определяет наличие здесь неморального рефугиума [13]. Ключевой участок расположен в центре данного рефугиума.

В пространственном распределении растительности и почв на северном макросклоне отчетливо проявляется высотная поясность. Верхний ярус гор занимает альпийский пояс, представленный преимущественно горно-луговой растительностью и участками кустарничково-мохово-лишайниковых тундр в сочетании с зарослями кедрового стланика на выходах кристаллических пород. Почвенный покров здесь сложен мозаиками петроземов типичных и гумусовых. В субальпийском поясе распространены в основном злаково-разнотравные, высокотравные и крупнопоротниковые луга на темногумусовых иллювиально-ожелезненных почвах, сменяющиеся на склонах литоземами грубогумусовыми иллювиально-ожелезненными и петроземами. В условиях затрудненного дренажа в пределах водосборных понижений и речных долин сформированы торфяно-глееземы перегнойно-торфяные и торфяные олиготрофные почвы. В лесном поясе доминирует темнохвойная тайга. Вблизи границы леса распространены пихтовые, ниже кедрово-пихтовые и пихтово-кедровые бадановые леса на подбурях иллювиально-железистых и буроземах грубогумусовых или папоротниково-травяные леса на темногумусовых метаморфизованных почвах и буроземах темногумусовых.

В среднегорьях и низкогорьях широко распространена смешанная елово-пихтово-кедровая тайга на подбурях грубогумусированных и дерново-подбурях иллювиально-гумусово-железистых на северных склонах и комбинациях серогумусовых метаморфизованных почв с буроземами на водоразделах, южных и юго-западных склонах. На прибайкальских террасах сохранились участки кедровых чернично-зеленомошных и багульниково-зеленомошных лесов на подбурях иллювиально-гумусово-железистых (часто оподзоленных), подбурях глееватых, иногда в микросочетаниях с подзолами иллювиально-гумусовыми. Здесь также распространены вторичные березовые леса разного возраста. К депрессиям рельефа приурочены сфагновые болота на торфяно-глееземах и олиготрофных торфяных глеевых почвах. По долинам рек узкими полосами встречаются тополевые леса на аллювиальных дерновых типичных и глееватых почвах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом полевых геотопологических исследований стали ряды биогеоценозов. В ходе полевых исследований 2015–2016 гг. выполнено 83 комплексных физико-географических описания. Закладка пробных площадей осуществлялась с целью охвата основных элементов рельефа в пределах каждого из высотных поясов макросклона. На пробных площадях проводилась координатная привязка, описывались характеристики местоположения и определялись особенности рельефа (уклон, экспозиция, характер микрорельефа), растительности (ярусная структура, проективное покрытие видов, высота и пр.), почв (мощность профиля, гранулометрический состав, цвет, структура, плотность и пр.), водного режима и т. п. В лабораторных условиях на основе физико-химического анализа определялась таксономическая принадлежность почв согласно принципам современной классификации и диагностики почв России [14].

Классификация и картографирование природных систем осуществлялись на топологическом уровне на основе положений учения о геосистемах [15]. Для отражения структурных и динамических

особенностей исследуемых геосистем при классификации применялся принцип построения факторно-динамических рядов фаций по А. А. Крауклису [16]. Натурные ряды соотносились с преобладающим влиянием одного из факторов (увлажненность, влияние минерального субстрата, сокращение мощности почвы, дренируемость и т. д.), а также со стадией сукцессии. На этапе последующего анализа в программе STATISTICA проведена ординация описаний по осям трех факторов: мощность гумусового горизонта, топографический индекс влажности и высота местоположения (рис. 1). Выявленные группы анализировались по характеристикам микрорельефа, растительности, свойствам почв и упорядочивались в таксономические подразделения.

Картографирование геосистем в м-бе 1:50 000 проводилось на основе данных, полученных в ходе анализа цифровой модели рельефа (SRTM, 30 м) с применением программы SAGA GIS (рис. 2), и автоматической классификации пикселей космического снимка (Landsat 8, 19/08/2015, каналы 1–7).

По данным описаний, внесенных в базу данных ГИС, выявлялись дешифровочные признаки каждой группы фаций. В качестве вспомогательных данных использовались результаты автоматической классификации пикселей космических снимков (Landsat 8, 19/08/2015, каналы 1–7; Aster 17/09/2008, каналы 1–3N) с обучением. Кроме этого, привлекались дополнительные источники данных: фото-съемка, геологическая карта м-ба 1:200 000, геопорталы открытых пространственных данных и т. д. На основе совокупной информации каждому выделу присваивался один из приведенных в классификации типов групп фаций.

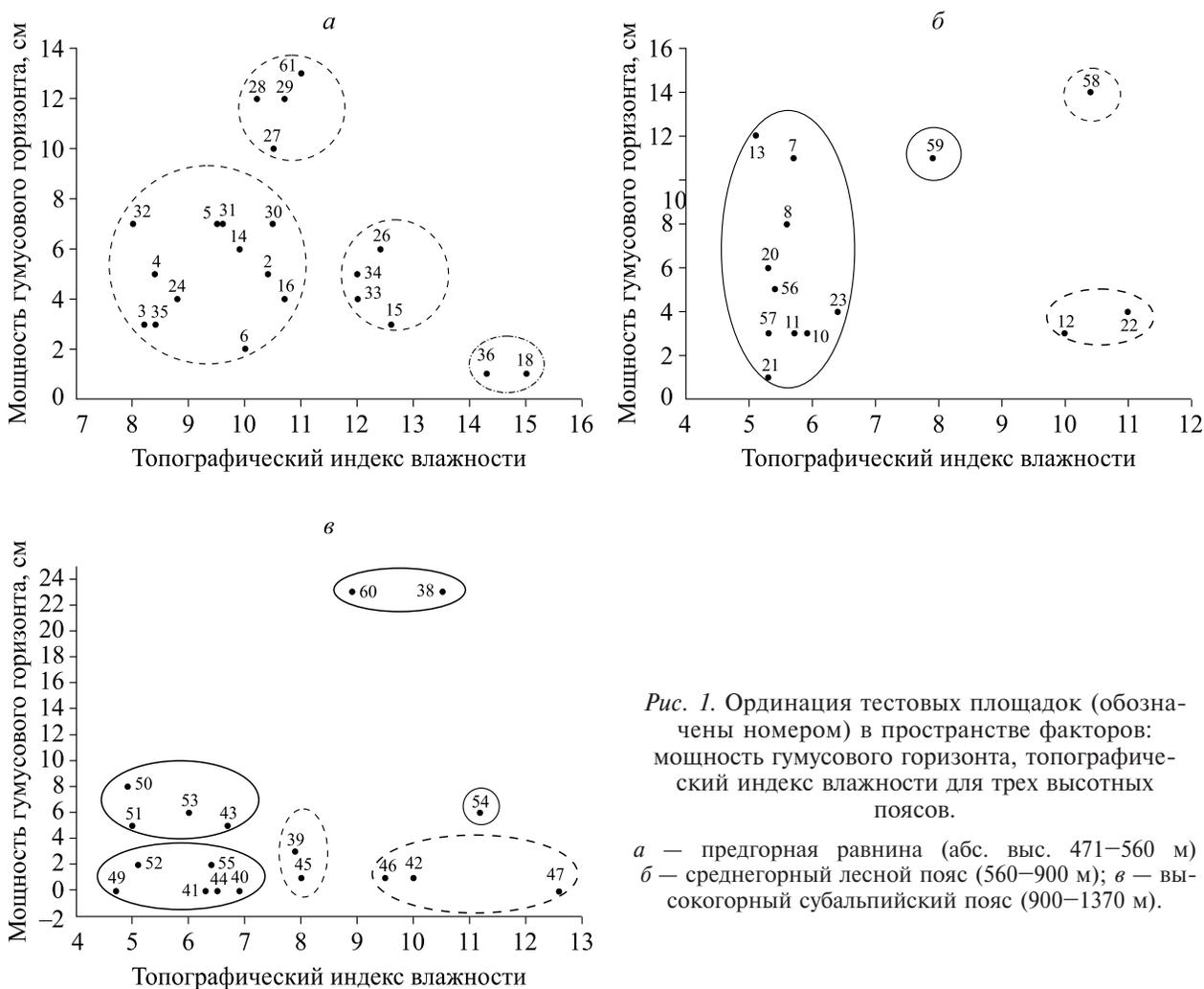


Рис. 1. Ординация тестовых площадок (обозначены номером) в пространстве факторов: мощность гумусового горизонта, топографический индекс влажности для трех высотных поясов.

а — предгорная равнина (абс. выс. 471–560 м)
б — среднегорный лесной пояс (560–900 м); *в* — высокогорный субальпийский пояс (900–1370 м).

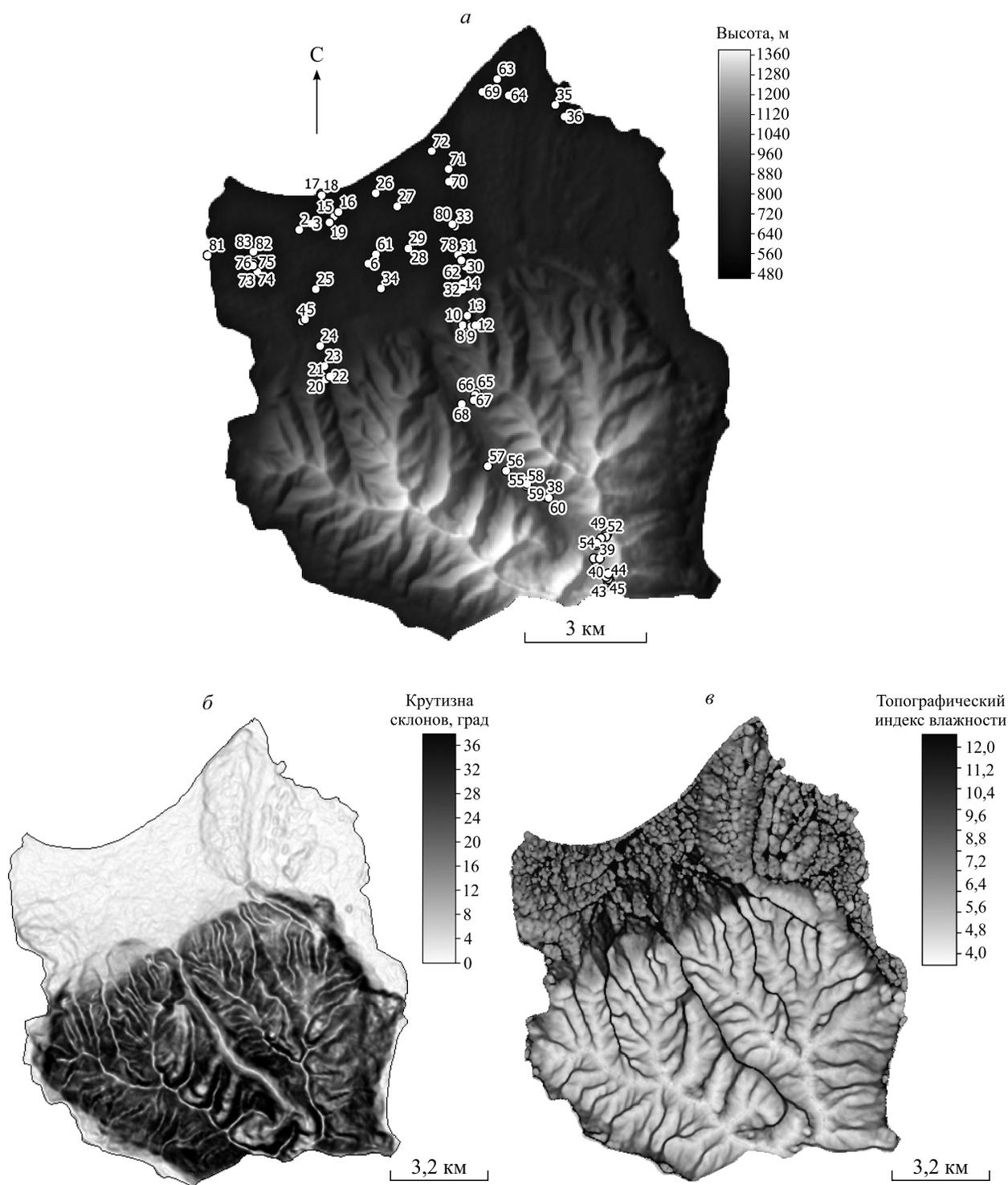


Рис. 2. Исходные данные для картографирования.

a — абсолютная высота и схема размещения тестовых площадок (показаны точкой с указанием номера);
б — крутизна склонов; *в* — топографический индекс влажности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Классификация геосистем ключевого участка проведена на топологическом (локальном) уровне и включает следующие иерархические подразделения: геомы, классы и группы фаций. Приводятся примеры фаций, часть из которых находится в производном состоянии (на стадиях восстановления после нарушений).

Геомы выделены по поясной принадлежности со сходными структурными особенностями почвенного покрова и растительности. Класс фаций определен как совокупность фаций одного факторально-динамического ряда и имеет собственный коренной вариант (коренную группу фаций), наиболее приближенный к зональной норме, и серийные группы фаций, видоизмененные определенным ведущим фактором. В данном случае фации связаны одним эквифинальным состоянием с соответствующей коренной растительной формацией. Группы фаций выделяются по степени серийности (изменчивости, редуцированности) и, следовательно, уменьшению степени соответствия зональной норме. Они разделены по степени видоизменения на следующие категории: коренные (К) — фации, в которых серии смен завершаются установлением относительной устойчивости биогеоценозов; мни-мокоренные (М) — фации, для которых характерно гипертрофированное воздействие одного или нескольких факторов среды, что придает биогеоценозам значительную потенциальную динамичность, но наряду с этим, при определенных условиях, — долговечность; серийные (С) — фации, где в силу условий среды не достигается стабилизация строения и режимов биогеоценозов.

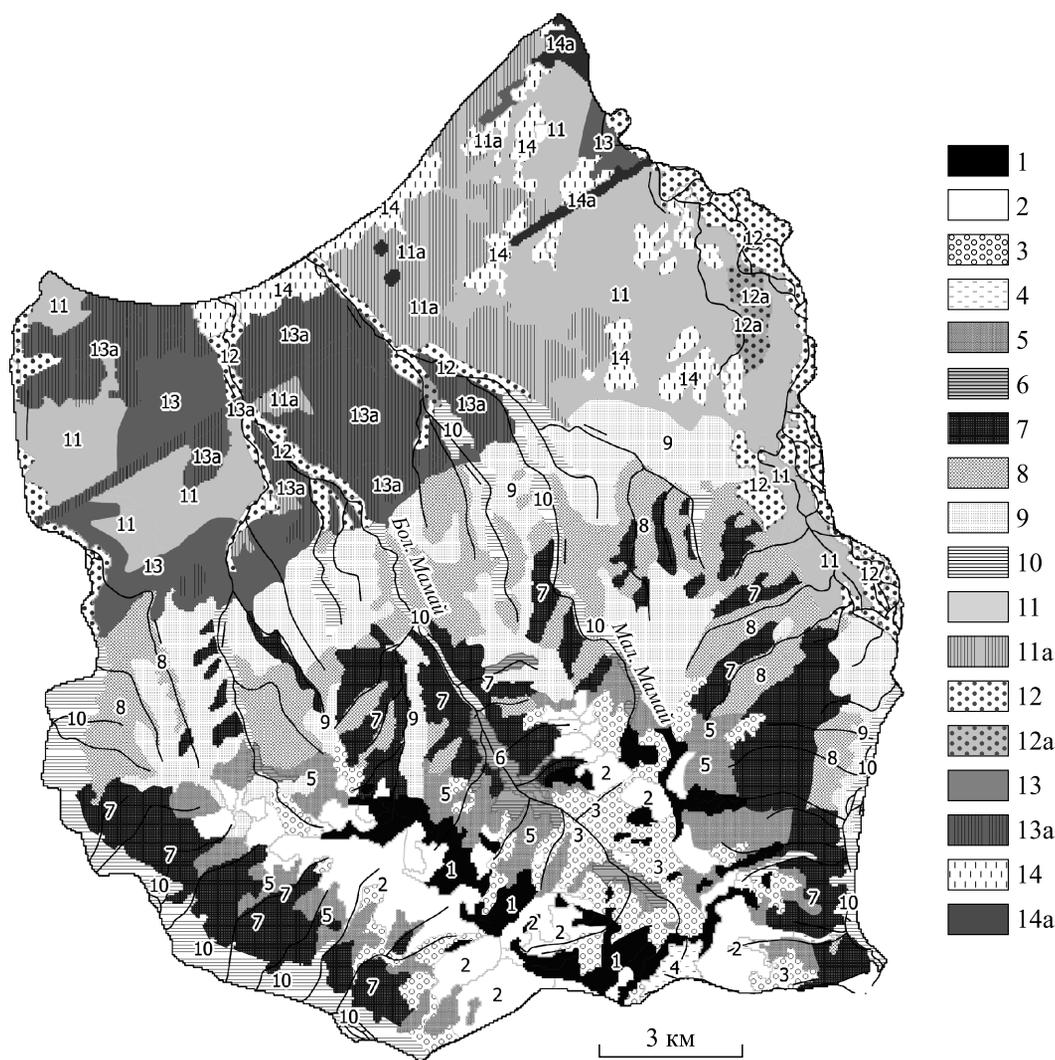


Рис. 3. Геосистемы ключевого участка на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан.

Названия групп фаций (1–14) и их производных состояний (11а–14а) приведены в классификации (см. текст).

Итоговая классификация геосистем ключевого участка включает пять геомов, восемь классов фаций и 14 групп фаций (рис. 3). В классификации цифрами в круглых скобках указаны номера описаний тестовых площадок (см. рис. 1 и 2), которые легли в основу определения фаций. Иерархические уровни выше геома приведены в соответствии с легендой карты ландшафтов юга Восточной Сибири [17].

Классификация геосистем ключевого участка в бассейнах рек Большой и Малый Мамай на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан

А. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ ГОЛЬЦОВЫЕ И ТАЕЖНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

А1. Гольцовые и подгольцовые байкало-джугджурские

ГЕОМ I. Подгольцовый кустарниковый на скальниках и курумах плагинейсов и гнейсов

Класс сублитоморфных фаций

Группа фаций

1. Куртины кедрового стланика с березовыми редколесьями на коллювиальных и элювиальных отложениях на мозаиках петроземов с выходами горных пород на водоразделах и крутых склонах (С).

Примеры фаций

Выходы горных пород с глыбами и щебнем на водораздельных и приводораздельных поверхностях с куртинами кедрового стланика и редкими пихтой, березой, черникой и баданом (49) в сочетании с березовыми с кедровым стлаником горнопапоротниковыми редколесьями на мозаиках петроземов гумусовых с выходами горных пород на крутых склонах северо-восточной экспозиции.

Заросли кедрового стланика на выходах горных пород и россыпях камней в сочетании с куртинами кедрового стланика с кустарничками, фегоптерисом и баданом в наземном покрове на мозаиках петроземов, петроземов гумусовых и выходах горных пород на крутых склонах преимущественно северной и северо-западной экспозиции (40, 44).

ГЕОМ II. Субальпийский высокогорно-луговой на плагинейсах и гнейсах

Класс сублитоморфных фаций

Группа фаций

2. Разнотравно-папоротниковые луга с редкими куртинами кустарников на темногумусовых иллювиально-ожелезненных и темногумусовых метаморфизованных почвах на водоразделах и мозаиках литоземов грубогумусовых иллювиально-ожелезненных и петроземов на крутых склонах (С).

Примеры фаций

Злаково-разнотравно-сиббальдиевый луг на мозаиках перегнойно-темногумусовых иллювиально-ожелезненных почв и литоземов перегнойно-темногумусовых в верхней части крутого склона (43).

Субальпийские луга на конусах выноса крутых склонов юго-западной экспозиции: папоротниково-разнотравно-осоковый на темногумусовых метаморфизованных почвах (50) в сочетании с разнотравно-вейниково-папоротниковым на темногумусовых иллювиально-ожелезненных почвах (53).

Злаково-папоротниковый с черникой луг с куртинами кустарниковой березы с включением душейки кустарниковой на мозаиках литоземов грубогумусовых иллювиально-ожелезненных и петроземов на крутых склонах юго-западной экспозиции (51).

Группа фаций

3. Крупнотравно-папоротниковые луга на темногумусовых почвах в сочетании с кустарниковыми зарослями на темногумусовых метаморфизованных почвах на пологих склонах и речных террасах (М).

Примеры фаций

Субальпийские кочедыжниковые и орляковые луга на темногумусовых почвах на выположенных склонах северной и западной экспозиции.

Субальпийский вейниково-папоротниковый с куртинами душейки кустарниковой луг на темногумусовых метаморфизованных почвах в нижних частях крутых склонов (54).

Субальпийский разнотравно-мятликово-орляковый луг на темногумусовых почвах на речных террасах (38).

Субальпийские луга: высокотравно-вейниково-орляковый с редкими кустами ивы и бузины на темногумусовых почвах (59) в сочетании с осоково-разнотравно-вейниковым с куртинами березы и ивы на темногумусовых метаморфизованных почвах на речных террасах (58).

Чемерично-ветреницевый луг с куртинами берез на темногумусовых почвах в нижней части пологих склонов юго-западной экспозиции (60).

Класс субгидроморфных фаций

Группа фаций

4. Крупнотравные луга на темногумусовых почвах в сочетании с верховыми и переходными осоковыми и осоково-кустарничковыми болотами на водосборных понижениях и в речных долинах на торфяно-глееземах перегнойно-торфяных и торфяных олиготрофных почвах (М).

Примеры фаций

Крупнотравный субальпийский луг на темногумусовых метаморфизованных почвах на склонах (48).

Папоротниково-разнотравный субальпийский луг на темногумусовых почвах (39).

Субальпийские луга: горнопапоротниковый в сочетании с чемериочно-папоротниковым с кедровым стлаником на темногумусовых почвах на элювиальных и коллювиальных отложениях в верховьях долин (45).

Верховые болота осоковые на вогнутых поверхностях и осоково-чернично-шикшевые с голубикой и кедровым стлаником сфагновые на водосборных понижениях приводораздельных поверхностей (47, 46).

А3. Горно-таежные южносибирские

ГЕОМ III. Горно-таежный темнохвойно-редколесный на плагигнейсах и гнейсах

Класс сублитоморфных фаций

Группа фаций

5. Пихтовые редколесья с березой, кустарниковые (кедровый стланик, душекия) на мозаиках серогумусовых метаморфизованных почв с литоземами серогумусовыми и петроземами на крутых склонах (С).

Примеры фаций

Редкостойный пихтовый кустарничково-бадановый с моховым покровом лес на мозаиках петроземов, петроземов гумусовых и выходах горных пород, россыпях камней на склонах средней крутизны северо-восточной экспозиции (41).

Редкостойный березово-пихтовый чернично-разнотравно-злаковый лес на мозаиках буроземов и литоземов серогумусовых (52).

Редкостойный пихтовый с кедром, иногда с елью или березой бадановый лес на мозаиках литоземов грубогумусовых с грубогумусовыми почвами и выходами горных пород на крутых склонах юго-западной экспозиции (55).

Класс субгидроморфных фаций

Группа фаций

6. Заболоченные пихтовые редколесья травянисто-зеленомошные на комплексах буроземов и перегнойно-темногумусовых метаморфизованных глееватых почв на водосборных понижениях и в верховьях речных долин (С).

Пример фации

Редкостойный пихтовый чернично-папоротниковый зеленомошный заболоченный лес на комплексах буроземов и перегнойно-темногумусовых метаморфизованных глееватых почв в долинах (42).

ГЕОМ IV. Горно-таежный темнохвойный на гнейсах и плагигнейсах

Класс сублитоморфных фаций

Группа фаций

7. Пихтовые с елью и кедром разнотравно-бадановые леса на мозаиках литоземов грубогумусовых, буроземов грубогумусовых с выходами горных пород на крутых склонах (С).

Примеры фаций

Елово-пихтовый разнотравно-бадановый лес на мозаиках литоземов грубогумусовых, буроземов грубогумусовых с выходами горных пород на крутом юго-западном склоне (67).

Елово-пихтовый разнотравно-вейниково-черничный с куртинами бадана лес на литоземах грубогумусовых иллювиально-ожежененных на крутых выпуклых склонах северо-восточной экспозиции (21).

Кедрово-пихтовый кустарниковый разнотравно-щитовниково-вейниковый лес на подбурях грубогумусированных иллювиально-гумусовых на склоне юго-западной экспозиции (56).

Пихтовый с единичной елью и кедром баданово-мелкотравный лес на мозаиках серогумусовых метаморфизованных почв и буроземах на крутых северо-восточных склонах (57).

Группа фаций

8. Елово-пихтовые и пихтово-еловые разнотравные и разнотравно-папоротниковые с черникой леса на мозаиках дерново-подбуров иллювиально-железистых и серогумусовых иллювиально-ожежененных почв на крутых склонах (М).

Примеры фаций

Елово-пихтовый разнотравно-вейниково-папоротниковый лес на подбурях грубогумусированных на крутом склоне северо-восточной экспозиции (11) в сочетании с кедрово-елово-пихтовым разнотравно-вейниково-папоротниковым лесом на подбурях оподзоленных на крутых склонах северо-западной экспозиции (10).

Пихтово-еловый вейниково-разнотравный лес на мозаиках дерново-подбуров иллювиально-железистых и серогумусовых иллювиально-ожежененных почв (9) в сочетании с пихтово-еловым чернично-разнотравным лесом на дерново-подбурях иллювиально-железистых (13) на крутых склонах северной экспозиции.

Елово-пихтовый мелкотравно-черничный зеленомошный лес на подбурях грубогумусированных иллювиально-гумусово-железистых на пологих северо-восточных склонах (23).

Группа фаций

9. Пихтовые и пихтово-кедровые мелкотравно-черничные леса на буроземах и подбурях грубогумусированных иллювиально-гумусово-железистых на выположенных поверхностях (К).

Примеры фаций

Пихтово-кедровый с елью мелкотравно-ветреницевый лес на буроземах на водоразделах (65).

Пихтовый с кедром мелкотравно-черничный на мозаиках торфяно-литоземов иллювиально-ожезненных и подбуров иллювиально-железистых (66).

Пихтовый с елью и рябиной чернично-щитовниковый лес (12, 63) в сочетании с пихтовым вейниково-черничным лесом на подбурях иллювиально-железистых грубогумусированных на пологих склонах северной и северо-восточной экспозиций (20).

Пихтовый мелкотравно-злаковый лес на дерново-подбурях иллювиально-железистых на выположенных поверхностях выпуклых склонов (7).

Пихтово-кедровый с елью чернично-мелкотравный лес на серогумусовых метаморфизованных почвах на крутом склоне северо-западной экспозиции (8).

Класс субгидроморфных фаций

Группа фаций

10. Пихтово-еловые леса и редколесья с ивой на серогумусовых метаморфизованных почвах в сочетании с высокотравными лугами на комплексах темногумусовых метаморфизованных и темногумусовых метаморфизованных глееватых почв в речных долинах (С).

Примеры фаций

Разреженный пихтово-еловый с ивой высокотравный лес на комплексах темногумусовых метаморфизованных и глееватых почв в долинах (12, 68).

Елово-пихтовый с березой и с подлеском из рябины и черемухи вейниково-разнотравный иногда с осокой лес на серогумусовых метаморфизованных почвах в долинах (30, 79).

Высокотравный луг с елью на мозаиках темногумусовых метаморфизованных глееватых почв и литоземах темногумусовых глееватых в долинах (22).

ГЕОМ V. Предгорный равнинный темнохвойный на аллювиальных отложениях

Класс субгидроморфных фаций

Группа фаций

11. Кедрово-еловые с пихтовым стлаником кустарничковые мелкотравно-осоковые сфагновые леса на пятнистостях подбуров грубогумусированных иллювиально-ожезненных оподзоленных глееватых и подбуров иллювиально-гумусовых грубогумусированных с комплексами торфяно-глееземов и олиготрофных торфяных почв на предгорной равнине (М).

Примеры фаций

Кедрово-еловый с пихтовым стлаником кустарничковый лес на подбуре грубогумусированном иллювиально-ожезненном оподзоленном глееватом на предгорной равнине (76).

11а. Производные состояния:

Елово-березовый с кедром и черемухой разнотравно-ветреницевый лес на серогумусовых иллювиально-ожезненных почвах (61).

Елово-березовый вейниково-кустарничковый лес на подбуре грубогумусированном иллювиально-железистом (16).

Елово-березовый хвощово-черничный лес на подбурях иллювиально-гумусовых грубогумусированных в пониженных местоположениях (26).

Березовый с кедром и елью иногда с пихтовым стлаником хвощево-осоково-вейниковый лес на серогумусовых глеевых и грубогумусовых глеевых почвах (82, 83).

Елово-березовый кустарничковый лес на подбурях иллювиально-гумусово-железистых глееватых (71) в сочетании с высокотравно-осоковыми лугами на серогумусовых глеевых почвах (70).

Вырубка.

Разреженный пихтовый с елью и кедром осоково-вейниково-орляковый лес на серогумусовых иллювиально-ожезненных почвах на предгорной равнине (5).

Кедрово-еловый с пихтовым стлаником осоковый сфагновый лес на комплексах торфяно-глееземов и олиготрофных торфяных почв (73, 75).

Пихтово-кедровый с пихтовым стлаником мелкотравно-черничный сфагновый лес на микросочетаниях подбуров оподзоленных иллювиально-гумусово-железистых и подзолов иллювиально-гумусовых грубогумусированных (4).

Группа фаций

12. Тополевые леса с елью, березой кустарничковые высокотравные на пятнистостях аллювиальных дерновых и аллювиальных дерновых глееватых, серогумусовых метаморфизованных глееватых почв в долинах (М).

Примеры фаций

Елово-тополевый с кедром кустарничковый разнотравно-ветреницево-вейниковый лес на литоземах грубогумусовых (34, 81).

Тополевый с черемухой разнотравно-страусниковый лес на мозаиках аллювиальных дерновых и серогумусовых метаморфизованных глееватых почв (33).

12а. Производные состояния:

Ивово-березовый высокотравный лес (80).

Вейниково-высокотравный луг с малиной и смородиной (31, 78).

Топольный с березой, ивой и черемухой ветреницево-высокотравно-страусниковый лес на аллювиальной дерновой глееватой почве (15).

Группа фаций

13. Кедровые и пихтово-кедровые с пихтовым стлаником мелкотравно-черничный лес на микровариациях подбуров иллювиально-гумусовых с подбурами иллювиально-гумусовыми оподзоленными и пятнистостях подбуров иллювиально-гумусово-железистых оподзоленных глееватых с подбурами иллювиально-гумусово-железистыми на предгорной равнине (К).

Примеры фаций

Елово-кедрово-пихтовый с пихтовым стлаником мелкотравно-щитовниково-черничный лес на подбурх грубогумусированных (32).

13а. Производные состояния:

Смешанный темнохвойно-березовый вейниково-черничный лес (14).

Пихтово-кедровый черничный лес на подбурх иллювиально-гумусово-железистых оподзоленных на предгорной равнине (24).

Кедровый с пихтовым стлаником мертвопокровный с черникой и майником лес на пятнистостях подбуров иллювиально-гумусово-железистых оподзоленных глееватых с подбурами иллювиально-гумусово-железистыми глееватыми (2).

13а. Производные состояния:

Кедровый с елью и березой и пихтовым стлаником мелкотравно-осоково-черничный с куртинами вейника лес на микровариациях дерново-буро-подзолистых с микропрофилем подзолов и дерново-буро-подзолистых почвах (6).

Березово-кедровый с пихтовым стлаником мертвопокровный (74) на микросочетаниях подбуров глеевых иллювиально-гумусово-железистых с комплексами торфяно-глееземов и торфяных олиготрофных глеевых почв.

Березовый с кедром черничный лес на подбурх иллювиально-гумусово-железистых оподзоленных грубогумусированных глееватых (3).

Смешанный темнохвойно-березовый черничный лес на подбурх иллювиально-гумусовых грубогумусированных (27).

Березовый с пихтой в подросте чернично-вейниково-мелкотравный или орляковый лес на подбурх иллювиально-гумусово-железистых грубогумусированных (28, 29).

Березовый кустарничковый вейниково-мелкотравный лес на серогумусовых иллювиально-ожелезненных почвах (25).

Вырубка.

Кедровый с березой черничный лес на подбурх глеевых оподзоленных (35, 63).

13а. Производные состояния:

Кедрово-березовый хвощево-осоковый лес на серогумусовых глеевых почвах (69).

Класс субстагнозных фаций

Группа фаций

14. Болота осоково-сфагновые и кустарничково-осоково-сфагновые с рединами голубики и кустарничковой березы с участием заболоченных осоковых лугов на комплексах торфяно-глееземов и олиготрофных торфяных глеевых почв на староречьях в террасах рек (М).

Примеры фаций

Заболоченный осоковый луг на комплексах торфяно-глееземов и олиготрофных торфяных глеевых почв на предгорной равнине (36).

Осоково-сфагновое с кустарничком и кустарничковой березой и голубикой болото на комплексах торфяно-глееземов и олиготрофных торфяных глеевых почв (18, 64).

14а. Производные состояния:

Насыпи.

Карьеры.

Застройка.

В результате классификации геосистем на ключевом участке выделено 14 групп фаций, для четырех из них определены стадии восстановительной сукцессии. На рис. 3 производные состояния обозначены номерами групп фаций с литерой «а». Преобладают по площади на ключевом участке группы фаций 7, 8, 11. Производные березовые и смешанные темнохвойно-березовые кустарничково-травянистые леса сосредоточены в предгорьях и занимают 14 % территории исследования. Они сформировались преимущественно под воздействием пожаров, рубок и реконструкций автомобильной и железнодорожной магистралей.

Комплексы неморальных реликтовых видов растений или их отдельные представители отмечены в большинстве групп фаций. Наиболее обильно они представлены в субальпийном высокогорно-луговом геоме в пределах группы фаций 3 (крупнотравно-папоротниковые луга), в горно-таежном темнохвойном геоме — в группе фаций 10 (пихтово-еловые леса и редколесья), наиболее разнообразно — в предгорном равнинном темнохвойном геоме — в группах фаций 11 (кедрово-еловые с пихтовым стлаником леса), 12 (долинные тополево-березовые леса), 13 (кедровые и пихтово-кедровые леса с пихтовым стлаником).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геосистемы исследуемой территории отражают преимущественно таежный тип природной среды. Выделенные геомы в основном относятся к Южно-Сибирской физико-географической области (III–V), но отмечаются и элементы, соответствующие Байкало-Джунгарской (I, II). В пределах ключевого участка четко выражена высотная поясность. На формирование факторальной структуры влияют местные климатические особенности, что проявляется в значительном распространении геосистем субгидроморфного ряда (47 %). В условиях избыточного увлажнения и недостаточного дренажа формируются геосистемы субстагнозного ряда, но они занимают всего 4 % территории. На сублитоморфные фации приходится 48 % площади ключевого участка.

Ввиду комплексности и мозаичности ландшафтной структуры ключевого участка типизация геосистем локального уровня по общности функциональных признаков представляется нам более приемлемой. Составленная классификация и карта геосистем позволяют учитывать особенности горной территории в процессе планирования и проектирования развивающейся здесь рекреационной деятельности.

Результаты исследования можно использовать при обосновании схем ландшафтного и территориального планирования, для мониторинга трансформации и деградации ландшафтов, для оценки ресурсного потенциала территории, функций геосистем, для эколого-географического прогноза и других прикладных задач.

Работа выполнена в рамках программы НИР Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (IX.137.3) при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (17–05–00588, 16–05–00783, 16–05–00902) и Русского географического общества (17–05–41020).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плешанов А.С., Плешанова Г.И., Шаманова С.И. Ландшафтно-климатические закономерности пространственного размещения рефугиев в Байкальском регионе // Сиб. экол. журн. — 2002. — № 5. — С. 603–610.
2. Растительность хребта Хамар-Дабан / Отв. ред. Г.И. Галазий. — Новосибирск: Наука, 1988. — 112 с.
3. Биличенко И.Н. Структура и динамика геосистем хребта Хамар-Дабан: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. — 22 с.
4. Суворов Е.Г., Титаев Д.Б. Структура ландшафтов Южного Прибайкалья // География и природ. ресурсы. — 1999. — № 4. — С. 20–30.
5. Плюснин В.М., Биличенко И.Н. Дистанционные и количественные методы изучения ландшафтной структуры (на примере хребта Хамар-Дабан) // География и природ. ресурсы. — 2001. — № 2. — С. 127–136.
6. Плюснин В.М. Природные и антропогенные изменения горных систем Прибайкалья // Вопр. географии. — 2014. — Сб. 138. — С. 363–383.
7. Воскресенский С.С. Геоморфология Сибири. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. — 352 с.
8. Базаров Д.-Д.Б. Кайнозой Прибайкалья и Западного Забайкалья. — Новосибирск: Наука, 1986. — 179 с.
9. Навиль В.И. Геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Сер. Восточно-Саянская. Л. М-48-III. Объяснительная записка. — М.: Копир.-картогр. предприятие Всесоюзн. геол. фонда, 1973. — 100 с.
10. Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2001. — 252 с.
11. Каргушин В.А. Агроклиматические ресурсы юга Восточной Сибири. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1969. — 100 с.
12. Климат и растительность Южного Прибайкалья: Сб. науч. трудов / Ред. Н.П. Ладейщиков, В.Н. Моложников. — Новосибирск: Наука, 1989. — 151 с.
13. Чепинова В.В., Протопопова М.В., Павличенко В.В. Выявление вероятных плейстоценовых микрорефугиумов на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // Сиб. экол. журн. — 2017. — № 1. — С. 44–50.
14. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 342 с.
15. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 320 с.
16. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. — Новосибирск: Наука, 1979. — 233 с.
17. Михеев В.С., Ряшин В.А. Ландшафты юга Восточной Сибири: Карта м-ба 1:1 500 000. — М.: ГУГК, 1977. — 4 л.

Поступила в редакцию 20 июня 2017 г.