

DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-69-71

ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ САЯНО-ШУШЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА LANDSCAPE DIVERSITY OF SAYANO-SHUSHENSKIY BIOSPHERE RESERVE

Рыжкова В.А., Данилова И.В., Корец М.А., Назимова Д.И.

Ryzhkova V. A., Danilova I. V., Korets M.A., Nazimova D.I.

e-mail: vera@ksc.krasn.ru

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, Россия

Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

Аннотация. На основе ландшафтной карты, сформированной с использованием алгоритма сопряженного анализа разнородных данных в ГИС, показана возможность оценки ландшафтного разнообразия заповедника на региональном и топологическом уровнях.
Abstract. Based on the landscape map formed using the algorithm of combined analysis of various data in GIS, the possibility of assessing the landscape diversity of the Reserve at the regional and topological levels is shown.

Ключевые слова: ландшафтное разнообразие, географические информационные системы, цифровая модель рельефа (ЦМР), данные дистанционного зондирования (ДДЗ), Саяно-Шушенский биосферный заповедник.

Keywords: landscape diversity, Geographical Information System (GIS), digital elevation model (DEM); remote sensing data, Sayano-Shushenskiy Biosphere Reserve

Ландшафтное разнообразие является одной из важнейших физико-географических характеристик территории. С ним связана устойчивость, биоразнообразие, природоохранный потенциал и ряд других важнейших свойств. Это позволяет рассматривать ландшафтное разнообразие как основной объект природоохранной деятельности. Выявление и анализ ландшафтного разнообразия на различных иерархических уровнях природно-территориальных комплексов в настоящее время представляют собой актуальную задачу, стоящую в центре внимания многих эколого-географических исследований [10]. Концепция ландшафтного разнообразия является относительно новой научной проблемой, которая стала активно разрабатываться после принятия Панъевропейской Стратегии сохранения биологического и ландшафтного разнообразия в 1993 году и вошла в число актуальных направлений фундаментальных и прикладных исследований в области природопользования и охраны окружающей среды [5, 9].

Сложность и многоаспектность понятия ландшафтного разнообразия обусловила наличие различных подходов к его трактовке и исследованию. Наиболее распространенным является широкое понимание этого термина. По мнению В.Т. Гриневецкого ландшафтное разнообразие – реально существующее на земной поверхности множество созданных природой (и в той или иной степени антропогенизированных) ландшафтных комплексов любого размера и иерархического ранга – от ландшафтных фаций и урочищ до ландшафтной сферы Земли [5]. Ю.Г. Пузаченко с соавторами [6] полагают, что понятие «ландшафтное разнообразие» должно учитывать все уровни системной организации ландшафтной сферы, а также иерархическую организацию ландшафтов различных территорий. Концепция ландшафтного разнообразия, разрабатываемая белорусскими учеными, базируется на системном подходе, позволяющем рассматривать любую территорию глобальной, региональной или локальной размерности как хорошо структурированную систему с четко организованным соподчинением природных территориальных комплексов. На локальном уровне строение ландшафта представлено морфологическими (фация-урочище), на региональном – классификационными (вид-род-тип-класс ландшафтов) и таксономическими (район-провинция-зона-страна) единицами, каждая из которых (за исключением фации) состоит из набора ПТК более мелкого ранга. Таким образом, системный подход позволяет рассматривать ландшафтное разнообразие как многообразие комплексов в пределах более крупной системы [5]. К настоящему времени сложились два основных подхода к изучению ландшафтного разнообразия. Один из них основан на качественном и количественном анализе ландшафтной структуры территории с использованием ландшафтных карт и различных математико-статистических коэффициентов. Второй подход основан на использовании материалов дистанционного зондирования, преимущественно космических снимков. Оба подхода являются взаимодополняющими, поскольку интерпретация результатов дешифрирования снимков на основе наземных исследований и существующих тематических карт позволяет объективно выявлять закономерности и особенности ландшафтного разнообразия изучаемой территории [7, 9].

Картографический метод играет ключевое значение в познании ландшафтной организации территории. По мнению Д.В. Черныха [12] инвентаризация ландшафтного разнообразия сводится к выделению на исследуемой территории и на ее картографической модели (ландшафтной карте) некоторого количества контуров, каждый из которых занимает определенное место в ландшафтной иерархии и типологически соотносится с другими контурами того же иерархического уровня. В настоящее время происходит совершенствование методики ландшафтного картографирования в направлении автоматизации процесса выделения ландшафтных единиц путем интеграции с помощью геоинформационных систем (ГИС) цифровых моделей рельефа, данных дистанционного зондирования, результатов полевых исследований.

Для характеристики ландшафтного разнообразия Саяно-Шушенского биосферного заповедника была использована ландшафтная карта, сформированная на основе автоматизированного подхода к си-

стематизации условий местопроизрастания. Основа предлагаемого подход - разработанный алгоритм сопряженного анализа разнородных данных в ГИС, который используется для выделения пространственных границ классов, однородных по комплексу заданных факторов [8, 13], что позволяет обеспечить объективную природную основу для тематического картографирования в виде карты потенциальных условий местопроизрастания.

Теоретические основы этого направления исследований изложены в трудах Г.Н. Высоцкого, Г.Ф. Морозова, Б.П. Колесникова [3], С.А. Ильинской, Г.А. Исаченко [2] и других авторов. Г.А. Исаченко отмечает, что еще в 1904 году Г.Н. Высоцкий самостоятельно пришел к представлению о ландшафте, который он называл русским термином «местность». «В качестве одного из существенных признаков местности Высоцкий указывал на степень внутренней пестроты условий местопроизрастания: местности отличаются друг от друга по характеру сочетаний типов местопроизрастаний. В этих рассуждениях Высоцкого содержится идея морфологии ландшафта (типы местопроизрастаний соответствуют морфологическим частям ландшафта в современном понимании). Высоцкому же принадлежит мысль о создании комплексных карт типов местопроизрастаний, или фито-топологических карт, т. е. ландшафтных карт в современном понимании» [1, стр. 34-35].

Сегодня применение ГИС-технологий позволяет разработать методики выделения территориальных единиц расчленения земной поверхности, и, в частности, лесного покрова, однородных по ряду заданных показателей (климатических, орографических, эдафических, биотических), сводя к минимуму субъективный фактор. ГИС-технологии позволяют проводить сопряженный анализ слоев разных факторов и таким образом более объективно выявлять связи растительности с эколого-географическими факторами. На основе принципов геосистемной теории [11, 4] была разработана классификация геосистем Саяно-Шушенского заповедника, которая легла в основу создания ландшафтной карты данной территории. Классификация включает следующие иерархические уровни: подклассы геомов → группы геомов → геомы → группы фаций. Алгоритм анализа разнородных данных в ГИС был адаптирован под цели и задачи данного исследования и определено соответствие единиц разных классификаций (ландшафтной и классификации условий местопроизрастания): геоморфологические комплексы условий местопроизрастания соответствуют геомам, группы типов условий местопроизрастания - сочетаниям групп фаций, типы условий местопроизрастания - группам фаций. На основе карты потенциальных условий местопроизрастания, выявленных статистических закономерностей распределения единиц лесного покрова (на уровне субформаций и групп типов леса) в разных условиях местопроизрастания, данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и материалов наземных исследований разработана ландшафтная карта заповедника. Легенда карты состоит из четырех уровней: подклассы геомов, группы геомов, геомы, сочетания группы фаций. Несмотря на ограниченность исследуемой территории, здесь можно проанализировать закономерности и особенности пространственной структуры и ландшафтное разнообразие природных геосистем на региональном и топологическом уровнях.

На первом этапе были уточнены границы лесорастительного районирования: в пределах Саяно-Шушенского заповедника, выделено два класса, граница которых проходит по водораздельной линии Саянского хребта, соответствующие рангу лесорастительных округов: Осовой Западно-Саянский округ горно-таежных и подгольцово-таежных кедровых лесов и Хемчикско-Куртушибинский округ горных степей, горно-таежных и лиственничных лесов. Далее на исследуемой территории было определено два крупных подкласса геомов: Арктобореальный Североазиатский и Бореальный Североазиатский (А и Б); группы геомов, соответствующие группам ВПК северного и южного макросклонов Саянского хребта, геомы (А-I, А-II, А-III, Б-I, Б-II, Б-III, Б-IV, Б-V, Б-VI). Также был выделен фрагмент суббореального центральноазиатского подкласса геомов (Б-I) в приенисейской части, характеризующий интразональные участки долин крупных рек. Легенда содержит 2 подкласса геомов, 4 группы геомов, 10 геомов, 38 подразделений сочетаний групп фаций. В легенде дана краткая характеристика рельефа, растительности, типов почв для классов фаций. Каждый геом характеризуется определенными параметрами факторов среды и рельефа (качественно и количественно), что отражается в специфике растительного покрова, сформированного в данных условиях.

Фрагмент легенды ландшафтной карты

ПОДКЛАСС ГЕОМОВ – Б. БОРЕАЛЬНЫЕ ГОРНЫЕ И ГОРНО-ДОЛИННЫЕ ГУМИДНЫЕ (ВЛАЖНЫХ И КОНТРАСТНЫХ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ)

ГРУППА ГЕОМОВ – ГОРНО-ТАЕЖНЫЕ ВЛАЖНЫХ И УМЕРЕННО-ВЛАЖНЫХ КОНТРАСТНЫХ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ (АЛТАЕ-САЯНСКИЕ)

Геом Б-III. (104) Среднегорные (620-1650 м, средн. абс. выс. 1185±200 м) темнохвойно-таежные влажных и теплых условий на палеозойских метаморфических породах (метаморфические сланцы, кристаллические известняки), местами на гранитах

Сочетания групп фаций:

20. Очень крутых каменистых склонов теневых экспозиций лиственнично-кедровые и кедровые кустарничково-зеленомошные, бадановые, кустарничково-моховые, на склонах световых экспозиций кедровые с пихтой и елью, лиственничные и кедрово-лиственничные разнотравно-осоковые, бадановые и кустарничково-зеленомошные на малоомощных эродированных дерновых Al-Fe-гумусовых оподзоленных и подзолистых почвах.

21. Нижних частей крутых каменистых склонов горных террас теневых экспозиций кедровые, елово-пихтово-кедровые, лиственнично-кедровые и производные березняки и осинники бадановые и кустарничково-зеленомошные на дерновых Al-Fe-гумусовых каменистых почвах в сочетании с курумами. на склонах световых экспозиций лиственничники с елью и кедрово-лиственничные разнотравно-осоковые, разнотравно-вейниковые с караганой на дерновых Al-Fe-гумусовых оподзоленных почвах.

22. Склонов средней крутизны преимущественно кедровые с пихтой и елью, кедровые и лиственнично-кедровые кустарнич-

ково-(чернично)-зеленомошные, кустарничково-бадановые, мелко-травно-зеленомошные на горных дерновых Al-Fe-гумусовых оподзоленных и подзолистых почвах.

23. Долинные (преимущественно в верхнем течении реки Голый) кедровые с елью и лиственницей кустарничково-зеленомошные, кедровые и лиственнично-кедровые бадановые, кустарничково-осоково-моховые в сочетании с ерниковыми зарослями на дерновых Al-Fe-гумусовых и торфянисто-перегнойных почвах.

Геом Б-IV. (204) Среднегорные (1040-1750 м, средн. абс. выс. 1400±120 м) светлохвойно-таежные (лиственничные с участием кедра и ели) умеренно-влажных и контрастных условий на терригенно-карбонатно-вулканогенных верхнепротерозойских отложениях

24. Низких водоразделов и приводораздельных частей склонов кедрово-лиственничные и лиственничные бруснично-моховые, бруснично-зеленомошные, разнотравно-вейниковые, лиственнично-кедровые и кедровые кустарничково-зеленомошные, бадановые на дерновых Al-Fe-гумусовых оподзоленных щебнистых почвах и подзолах, кустарничково-осоково-моховые, ерничково-моховые на торфяно-перегнойных почвах.

25. Склонов средней крутизны кедрово-лиственничные бруснично-моховые, бруснично-зеленомошные и лиственничные разнотравно-вейниковые, ирисово-осоковые с караганой на горных дерновых Al-Fe-гумусовых оподзоленных и подзолистых почвах в сочетании с сосново-лиственничными и сосновыми разнотравно-осоковыми с караганой, разнотравно-вейниковыми, участками степей и и остепненными участками на склонах южной экспозиции на горных буроземах, подзолах и Al-Fe-гумусовых оподзоленных почвах.

26. Крутых склонов лиственничные разнотравно-вейниковые, кедрово-лиственничные бруснично-моховые, бруснично-зеленомошные на горных дерновых оподзоленных почвах, в сочетании с лиственничными и сосновыми ирисово-осоковыми, рододендроновыми, бадановыми на курумах и участками луговых степей на южных склонах.

27. Очень крутых нижних частей склонов лиственничные разнотравно-вейниковые, кустарничково-ирисово-осоковые, остепненные на буроземах и подзолах, с участками степей и скальных обнажений, кедрово-лиственничные и лиственнично-кедровые бруснично-зеленомошные, бруснично-моховые, осоково-моховые на дерновых Al-Fe-гумусовых оподзоленных почвах.

28. Широких речных долин и прилегающих пологих склонов кедрово-лиственничные с елью и березой бруснично-моховые, бруснично-зеленомошные, лиственничные кустарничково-вейниковые, разнотравно-осоковые на дерновых оподзоленных и аллювиальных песчаных почвах, в верховьях рек лиственнично-кедровые, кедровые бруснично-зеленомошные, кустарничково-зеленомошные, осоково-моховые на дерновых Al-Fe-гумусовых оподзоленных и торфяно-перегнойных почвах.

Таблица. Пример распределения классов субформаций древесных пород для двух среднегорных геомов в зависимости от макроэкспозиции (в % от площади геоба)

Классы преобладающих субформаций	Геом Б III (северный макросклон)	Геом Б IV (южный макросклон)
1. К	18,6	2,7
2. К + П(Е)	26,6	0,3
3. К + Ли	18,3	11,7
4. Ли + К	7,6	29,4
5. Ли + Е(П,К)	2,9	5,1
6. Ли	4,0	28,4
7. Ли + С(К,Е)	0,6	2,7
8. С + (Ли)	-	2,4
9. Е + П, Ли(К)	0,8	0,5

На основе геостатистического анализа лесоустроительных данных по фактическому преобладанию коренных пород в выделе (а не по главной породе) для территории заповедника выделено 9 классов преобладающих сочетаний древесных пород (субформаций) и рассчитана статистика их распределения для каждого геоба. В табл. 1 представлено распределения классов субформаций древесных пород для двух среднегорных геомов в зависимости от макроэкспозиции. Таким образом, ландшафтная структура заповедника весьма контрастна и разнообразна. Она отражает переход от бореальных горно-таежных ландшафтов к суббореальным степным, господствующим в Тувинской котловине. Общими для всей территории заповедника особенностями горных ландшафтов являются высотная поясность, эрозионный сильно расчлененный крутосклонный рельеф, экспозиционная асимметрия ландшафтов, особенно в приенисейской части, преобладание темнохвойных на севере (Осовой округ) и светлохвойных лесов на юге (южный макросклон Саянского хребта, Хемчикский округ). Климат вместе с литологией и геоморфологией определяет ландшафтное разнообразие, которое проявляется через закономерности пространственного размещения растительности.

Литература

- Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. Москва, 1965. 327 с.
- Исаченко Г.А. Ландшафтно-динамическое картографирование: настоящее и будущее // Известия Русского географического общества. Вып.3. 1994. С. 1-12.
- Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. М.-Л.: Наука, 1956. 262 с.
- Коновалова Т.И., Бессолицына Е.П., Владимиров И.Н. и др. Ландшафтно-интерпретационное картографирование. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 2005. 424 с.
- Марцинкевич Г. И., Счастливая И.И. Оценка ландшафтного разнообразия природных и природно-антропогенных комплексов Беларуси // Природопользование. Вып. 11. Мн.: ОДО «Тонпик», 2005. С. 98-105.
- Пузаченко Ю.Г., Дьяконов Г.Н., Алещенко Г.М. Разнообразие ландшафта и методы его измерения // География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 76-178.
- Пурдик Л. Н., Червяков В.А., Шибких А.А. Факторы и картографический анализ ландшафтного разнообразия территории Алтайского края // География и природные ресурсы. 2008. № 1. С. 156-161.
- Рыжкова В.А., Данилова И.В., Корец М.А. Классификация лесного покрова и геоинформационное моделирование его восстановительной динамики (на примере южной части приенисейской Сибири) // Сибирский экологический журнал. 2016. №6. С. 817-831.
- Соколов А. С. Ландшафтное разнообразие: теоретические основы, подходы и методы изучения // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып. 1. С. 208-213.
- Соколов А. С. Картографический анализ региональных особенностей ландшафтного разнообразия Белоруссии // Природа и экология Псковский регионотический журнал № 4 (28). 2016. С. 59-70
- Сочава В.Б. Введение в учение о гесистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 318 с.
- Черных Д.В. Ландшафтное картографирование в заповедниках // Труды Тигирекского заповедника. Вып. 7. 2015. С.176-180.
- Ryzhkova, V.; Danilova, I. 2012. GIS-based classification and mapping of forest site condition and vegetation. BOSQUE 33 (3): 293-297.