

Региональная оценка экосистемного разнообразия Северовостоchno-Забайкальского оробิโอма

Regional evaluation of ecosystem diversity of the Northeastern Transbaikalia orobiome

Бочарников М. В.

Bocharnikov M. V.

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия. E-mail: maxim-msu-bg@mail.ru
M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

Реферат. Проведена оценка экосистемного разнообразия Северовостоchno-Забайкальского оробิโอма на основе сопряженного анализа флористического и фитоценотического компонентов его растительного покрова. Впервые на базе биомной концепции использован комплексный подход к оценке эколого-географических закономерностей в дифференциации видового (сосудистые растения) и фитоценотического (растительные сообщества) разнообразия, связанных с комплексным высотным градиентом и региональными различиями, проявляющимися в типологии высотно-поясных спектров со спецификой слагающих их поясов. Использование литературных, фондовых и картографических данных о биотических компонентах разнообразия и факторах их пространственной дифференциации позволило провести сопряженный анализ, раскрывший географические закономерности формирования экосистемного разнообразия на региональном уровне.

Ключевые слова. Биоразнообразие, высотный пояс, оробиом, растительность, флора, экосистема.

Summary. The evaluation of the ecosystem diversity of the Northeastern Transbaikalia orobiome has been completed on the basis of conjunctive analysis of floristic and geobotanical components of its vegetation cover. For the first time, a complex method to evaluate ecological and geographical patterns in the differentiation of species (vascular plants) and phytocoenotic (vegetation communities) diversity has been used on the basis of the biome concept. It has been determined altitudinal gradients and regional specific in typological diversity of altitudinal spectra of vegetation and individual belts. The geographical features of ecosystem diversity development and its factors have been revealed at a regional level using literature, collection and cartographic data.

Key words. Altitudinal belt, biodiversity, ecosystem, flora, orobiome, vegetation.

Введение. Биомный подход к региональному анализу пространственной организации экосистем, основанный на интегральной оценке биоразнообразия, уровень которого определяется спецификой становления и совместного развития компонентов биоты, адаптированных к конкретным эколого-географическим условиям, является перспективным при выявлении факторов формирования биоразнообразия и выявления региональных черт дифференциации его показателей. В отношении изучения растительного покрова как базового компонента наземных экосистем он предполагает проведение ряда исследований, связанных с оценкой флористического и фитоценотического компонентов растительного покрова, раскрытия пространственной организации разнообразия растительного покрова в связи с экологическими факторами, региональным сравнительно-географическим анализом разнообразия.

Региональный уровень исследований выступает в качестве опорного, позволяющего выявить пространственную организацию биоты в соответствии с комплексом воздействующих на нее факторов. Региональные биомы (для равнин) и оробиомы (для горных территорий), нашедшие отражение на карте «Биомы России» (2018), характеризуют разнообразие экосистем, формирующихся под влиянием зональных, секторных и высотно-поясных закономерностей. Климат выступает ключевым фак-

тором формирования экосистемного разнообразия на региональном уровне (Nakamura et al., 2007). Наряду с биоклиматическими показателями, характеризующими важнейшие для функционирования биоты условия, сложившееся биомное разнообразие определяется орографической, ландшафтной спецификой, особенностями исторического развития, что в совокупности характеризует комплекс региональных особенностей, находящих интегральное выражение в биомах.

Учет флористических и фитоценологических признаков растительного покрова в рамках биомной концепции рассматривается в качестве основы оценки экосистемного разнообразия на разных уровнях его пространственной организации. Одним из актуальных направлений развития концепции в плане сравнительно-географического анализа разнообразия представляется сближение характеристик флоры и растительных сообществ. Их развитие имеет определенную генетическую общность с выработкой наиболее оптимальных адаптаций к определенным региональным условиям. Экосистемный подход как базис выявления биомов позволяет рассматривать флору и растительность на разных пространственных уровнях, фокусируясь на региональном уровне оценки, наиболее важном при выявлении ключевых ботанико-географических закономерностей пространственной организации разнообразия.

Исторически процессы флоро- и ценогенеза протекают сопряженно друг с другом, определяя формирование растительного покрова под воздействием комплекса факторов (Камелин, 1973; Юрцев, 1983). Однако различия в объектах исследования приводят к разному пониманию флористической и фитоценотической составляющих, определяя самостоятельность изучения флоры и растительности со спецификой используемых методов изучения. Это особенно четко выявляется на региональном уровне исследований. Флора рассматривается в топографических границах, характеризуясь сложившимся уровнем экологического разнообразия (Юрцев, 1982). Изучение растительности подразумевает фитоценотическую определенность флоры, ее связь с типологическими подразделениями. На низких иерархических уровнях различия нивелируются экотопической однородностью. При рассмотрении высоких уровней, начиная с растительной формации, требуется особая методология исследований, позволяющая рассматривать структуру флористического компонента частью структуры фитоценотического. Ряд подходов к решению проблем сопряженного изучения флоры и растительности в аспекте их исторического развития, помимо выявления черт генетической общности флоро- и ценогенеза, открывает перспективы сравнительно-географической оценки ботанического разнообразия и закономерностей ее пространственной организации, что входит в спектр важнейших задач в рамках биомной концепции.

Опыт исследований ботанического разнообразия горных территорий основан на разных подходах к выбору ключевых объектов биоты, опорного уровня их выделения и методов проведения сравнительно-географического анализа. Традиционно представление о высотно-поясной структуре и выраженных закономерностях организации биоты по градиенту абсолютной высоты, представляющей интегральную характеристику комплекса условий, действующих в горах. В соответствии с высотным градиентом находят сопряженность в пространственной дифференциации различные структурные и функциональные компоненты экосистем и, в целом, ботаническое разнообразие, определяемое на основе различных показателей. Закономерности формирования экосистемного разнообразия непосредственно связаны с определенным пространственным уровнем организации биоты, поскольку детерминирующие ее факторы и степень их воздействия различны в разных масштабах, что выявлено, в частности, для уровней организации флористического разнообразия (Юрцев, 1983), структуры ландшафтного покрова и его межкомпонентных связей (Хорошев, 2010). Региональный уровень характеризует ботаническое разнообразие в пределах типа и группы типов высотной поясности. На первое место среди определяющих факторов выходят параметры климата, с градиентом ключевых параметров которого (тепло- и влагообеспеченность) связано формирование конкретных высотных поясов растительности как единых эколого-динамических систем. В данной работе закономерности пространственной структуры разнообразия выявлялись в соответствии с принципами анализа биоты на основе регионального горного биома. Его растительный покров как базовый компонент экосистем отражает высотно-поясную целостность растительности конкретных высотных спектров в рамках типа поясности, связанную с единством формационного состава растительности и характерных черт флористического и фитоценотического разнообразия высотных поясов (Огуреева, Бочарников, 2017). Высотные пояса и подпояса выступают ключевыми структурными единицами растительного покрова в горах (Зоны..., 1999), что, в соответствии с региональными отличиями в разнообразии, находит отражение в географических вариантах оробиома и рассматривается в качестве базовых единиц, дающих возможность сравнительного анализа разнообразия на региональном уровне. Это позволяет определять роль эко-

топических факторов, которые находят отражение во внутривидовой структуре растительного покрова, формирующейся под воздействием климатических условий. Отдельные высотные пояса и подпояса в рамках географических вариантов и всего оробилома в целом рассмотрены в работе в качестве ключевых единиц сравнительного анализа ботанического разнообразия оробилома.

Материал и методы. Опорной экосистемой регионального уровня послужил Северовосточно-Забайкальский оробилом. В качестве методологической основы исследования использованы представления о высотно-поясной организации биоты в горах и формировании в определенных пределах высотных поясов и подпоясов растительности как отражения структуры ее разнообразия (Bocharnikov et al., 2018). Каждое высотное подразделение в соответствии с его составом и распространением характеризуется определенным уровнем разнообразия. Его показателями выступают флористические и фитоценотические признаки, определяющие состав и структуру высотно-поясных комплексов ценофлор (Бочарников, 2018), типологическое разнообразие растительных сообществ, формирующих высотные пояса, сопряженные последовательности которых образуют структуру спектров.

Комплексная оценка флористического и фитоценотического разнообразия оробилома проведена на основе ряда показателей, характеризующих его единство на региональном уровне и пространственную дифференциацию экосистем, выраженную между географическими вариантами. В число флористических признаков вошли видовое богатство высотно-поясных комплексов ценофлор, доля эндемичных видов и число специфических для вариантов видов. Фитоценотическое разнообразие оценено через структуру полных высотных спектров и типологическое разнообразие горнотаежного пояса с оценкой площадей, занимаемых фоновыми сообществами в пределах пояса, что характеризует пространственную структуру растительного покрова. Опорным уровнем выявления экосистемного разнообразия и его дальнейшего анализа послужили высотные пояса и подпояса в пределах географических вариантов оробилома, для которых определен видовой состав флоры сосудистых растений и выявлено разнообразие сообществ. Картографический анализ позволил выявить количественные показатели фитоценотического разнообразия, которые характеризуются типологическим составом фоновой для высотных спектров растительности. В качестве основы для анализа использована мелкомасштабная карта юга Восточной Сибири (Белов, 1973).

Интегральная оценка экосистемного разнообразия на региональном уровне может быть проведена только при комплексном подходе к выявлению и оценке экосистем более низкого уровня. Для Северовосточно-Забайкальского оробилома она проведена с учетом рассмотренных показателей флористического и фитоценотического компонентов растительного покрова оробилома и его высотно-поясной структуры, принадлежащего к Забайкальской группе типов поясности (Огуреева, 1991). Они включают несколько близких по структуре типов поясности, биоразнообразия которых определяется региональными чертами, выраженными в специфике трех географических вариантов оробилома.

Результаты и обсуждение. Единство формирования и современного состояния природных экосистем Северовосточно-Забайкальского оробилома характеризуется развитием гольцово-подгольцово-горнотундрово-горнотаежного типа поясности растительности, имеющего определенную общность флористического и фитоценотического разнообразия. На всей территории развития оробилома сохраняется высокий уровень сходства видовой состава высотно-поясных комплексов ценофлор (Бочарников, 2018). Около 1/3 видовой богатства характерно для растительного покрова всего оробилома, большая часть которых произрастает в горнотаежном поясе. Региональные различия, выраженные в географических вариантах оробилома, в отношении флоры сосудистых растений определяют максимальное разнообразие и своеобразие экосистем, формирующихся на прилегающих к Байкалу хребтах, что определяет специфические черты флоры Северобайкальского варианта. Разнообразие группы, свойственной только данному варианту, достигает 250 видов. Они различны по своему географическому распространению и ценоценотической роли в сообществах. Виды, для которых занимаемая вариантом территория является восточным рубежом распространения, относительно небольшая, но важная в отношении понимания дифференциации разнообразия растительного покрова. К ним относятся ряд степных (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng, *Allium senescens* L., *Scorzonera austriaca* Willd.) и неморально-лесных (*Impatiens noli-tangere* L., *Paris quadrifolia* L., *Viola collina* Besser) видов, характерных для растительного покрова степей и гемибореальных лесов Евразии и участвующих в растительном покрове низкогорий Верхне-Ангарского, Южно-Муйского хребтов в качестве реликтов. Большая часть эндемичных видов оробилома приходится на Северобайкальский вариант (Бочарников, 2020). Разви-

тие многих из них связано с реликтовыми лесостепными комплексами (*Cotoneaster tjuliniae* Pojark. ex Peschkova, *Oxytropis peschkovae* M. Popov, *Aconogonon bargusinense* (Peschkova) Sojak). Велико разнообразие видов с обширным евроазиатским и евро-сибирским распространением, имеющих спорадический характер встреч в Северо-Восточном Забайкалье и встречающихся в растительном покрове Северобайкальского варианта.

Таблица

Показатели экосистемного разнообразия Северовостоchno-Забайкальского оробиома

Характеристики		Оробиом	Географические варианты оробиома																																																																																												
1		2	3																																																																																												
Флористическое разнообразие																																																																																															
Видовое богатство сосудистых растений		1200	1130	630	720																																																																																										
Количество эндемичных видов		76	74	14	33																																																																																										
Количество видов, специфичных для вариантов			260	20	30																																																																																										
Фитоценотическое разнообразие																																																																																															
Высотно-поясные спектры растительности																																																																																															
	Структура типологического разнообразия горнотаежного пояса (площадь, % от общей площади пояса)		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Лиственничные леса</th> </tr> <tr> <td>кедровостаниковые</td> <td>48</td> <td>42</td> <td>56</td> <td>50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ерниковые и ольховниковые</td> <td>32</td> <td>28</td> <td>20</td> <td>47</td> <td></td> </tr> <tr> <td>золотисторододендроновые</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>7</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>даурскорододендроновые</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>кустарничково-зеленомошные</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>травяные</td> <td>0.2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="6">Сосновые леса</th> </tr> <tr> <td>даурскорододендроновые</td> <td>0.7</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>брусничные</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>травяные</td> <td>0.1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="6">Пихтово-кедровые леса</th> </tr> <tr> <td>кустарничково-зеленомошные</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="6">Елово-кедровые леса</th> </tr> <tr> <td>кустарничково-зеленомошно-лишайниковые</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </thead></table>				Лиственничные леса						кедровостаниковые	48	42	56	50		ерниковые и ольховниковые	32	28	20	47		золотисторододендроновые	10	14	7	0		даурскорододендроновые	2	3	0	1		кустарничково-зеленомошные	2	4	3	0		травяные	0.2	0	0	1		Сосновые леса						даурскорододендроновые	0.7	0	0	1		брусничные	1	1	1	1		травяные	0.1	1	1	0		Пихтово-кедровые леса						кустарничково-зеленомошные	2	3	6	0		Елово-кедровые леса						кустарничково-зеленомошно-лишайниковые	2	4	6	1
Лиственничные леса																																																																																															
кедровостаниковые	48	42	56	50																																																																																											
ерниковые и ольховниковые	32	28	20	47																																																																																											
золотисторододендроновые	10	14	7	0																																																																																											
даурскорододендроновые	2	3	0	1																																																																																											
кустарничково-зеленомошные	2	4	3	0																																																																																											
травяные	0.2	0	0	1																																																																																											
Сосновые леса																																																																																															
даурскорододендроновые	0.7	0	0	1																																																																																											
брусничные	1	1	1	1																																																																																											
травяные	0.1	1	1	0																																																																																											
Пихтово-кедровые леса																																																																																															
кустарничково-зеленомошные	2	3	6	0																																																																																											
Елово-кедровые леса																																																																																															
кустарничково-зеленомошно-лишайниковые	2	4	6	1																																																																																											

Примечания: географические варианты: 1 – Северобайкальский; 2 – Патомский; 3 – Кодаро-Каларский.

Фитоценотическое разнообразие оробиома складывается в условиях спектров поясности, характеризующихся преобладанием горнотаежного пояса с господством лиственных лесов и участи-

ем сосновых лесов, развитием высокогорий гольцового типа с подгольцовым, горнотундровым и гольцовым поясами. Во всех типах поясности растительности оробилома данные пояса находят выражение на высотах от 300 до 3000 м (таблица). Региональные различия в оробиломе связаны с высотным положением поясов и подпоясов (верхние и нижние границы и амплитуда) и ролью в структуре растительного покрова, которая может быть определена через занимаемые площади. Фоновый для высотных спектров оробилома горнотаежный пояс занимает более 50 % территории на высотах 300–1000 м. На крупнейших хребтах Станового нагорья за счет широкого развития высокогорных комплексов доля горной тайги уменьшается (около 1/5 территории Северобайкальского и Кодаро-Каларского вариантов), а на относительно невысоких хребтах Патомского нагорья увеличивается (около 2/3 территории Патомского варианта). Высокогорная растительность наибольшую площадь занимает на крупнейших хребтах (Кодар, Калар), где она развивается до высот 2500–3000 м.

Пространственная организация разнообразия оробилома выражена в типологическом составе фоновых сообществ и занимаемых ими площадях в рамках высотно-поясных подразделений. Горнотаежный пояс, рассматриваемый в качестве основного для высотных спектров оробилома, имеет региональную дифференциацию, выраженную через структуру типологического состава растительности географических вариантов оробилома (см. табл.). В целом в поясе преобладают лиственничные леса, среди которых кедровостланиковые, ерниковые и ольховниковые типы играют доминирующую роль. В Северобайкальском варианте отмечается повышенное участие золотисторододендроновых лиственничных лесов, развитие которых связано с высоким увлажнением хребтов западной части Станового нагорья (Бочарников, 2018). Распространение сосновых лесов ограничено низкогорьями и днищами межгорных котловин. Темнохвойные леса формируют подпояс только в низкогорьях Патомского нагорья, на хребтах Станового нагорья встречаясь небольшими участками по долинам рек и вблизи верхней границы леса.

Интегральный высотный градиент определяет формирование трехчленной высотно-поясной структуры растительного покрова оробилома, имеющую повсеместное развитие в горных системах Станового и Патомского нагорий. Формирование экосистемного разнообразия происходит в рамках гольцового, горнотундрового, подгольцового и бореального комплексов, которые занимают определенное положение на высотном спектре. Байкальский центр флороценогенеза обуславливает повышенный уровень флористического и фитоценотического разнообразия Верхнеангарского, Северо- и Южно-Муйского хребтов, расположенных в западной части Станового нагорья. Локально встречающиеся и небольшие по занимаемой площади сообщества реликтовых комплексов вносят вклад в повышение уровня разнообразия. Условия повышенного увлажнения на данной территории способствуют формированию золотисторододендроновых лиственничных лесов. На контакте со Среднесибирским плоскогорьем в северной части Патомского нагорья формируется подпояс темнохвойных лесов. Основные векторы изменения разнообразия флоры и растительных сообществ связаны с секторными и высотными закономерностями: его уменьшение происходит по направлению с запада на восток и от низкогорий к высокогорьям. Схожие тенденции прослеживаются и в пространственной структуре всего комплекса экосистем.

Заключение. Экосистемное разнообразие гор на региональном уровне выявляется на основе комплексного анализа флористического и фитоценотического компонентов с учетом высотно-поясной структуры растительного покрова. Северовосточно-Забайкальский оробилом характеризуется историческим единством формирования бореальных и высокогорных экосистем гольцового типа, разнообразие которых поддерживается современными климатическими условиями в рамках высотного спектра. Пространственная дифференциация экосистемного разнообразия связана с зональными, секторными и высотными градиентами условий, обуславливающих различия его компонентов. Это наиболее ярко проявляется в видовом богатстве ценофлор, уровне эндемизма флоры, типологическом составе сообществ и особенностях высотно-поясной структуры растительного покрова.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Пространственно-временная организация экосистем в условиях изменений окружающей среды».

ЛИТЕРАТУРА

Белов А. В. Карта растительности юга Восточной Сибири. Принципы и методы картографирования // Геоботаническое картографирование, 1973. – С. 16–30.

Биомы России. М. 1: 7 500 000. Карта в серии карт природы для высшей школы. Издание 2-е переработанное и дополненное / Г. Н. Огуреева, Н. Б. Леонова, Л. Г. Емельянова и др. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018.

Бочарников М. В. Региональные черты в географии флористического разнообразия Станового нагорья // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – Барнаул, 2018. – Т. 17. – С. 21–25.

Бочарников М. В. Эндемизм во флоре Северовосточно-Забайкальского оробиома // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2020. – Т. 19, № 2. – С. 229–233. DOI: 10.14258/pbssm.2021109

Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. М. 1: 8 000 000 / Отв. ред. Г. Н. Огуреева. Карта на 2 листах. – М., 1999.

Камелин Р. В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – Л.: Наука, 1973. – 356 с.

Огуреева Г. Н. Ботанико-географическое районирование СССР. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 78 с.

Огуреева Г. Н., Бочарников М. В. Оробиомы как базовые единицы региональной оценки биоразнообразия горных территорий // Экосистемы: экология и динамика, 2017. – № 1(2). – С. 52–81.

Хорошев А. В. Иерархическая организации межкомпонентных связей в лесных ландшафтах Восточно-Европейской равнины // Известия Русского географического общества, 2010. – Т. 142, № 5. – С. 9–16.

Юрцев Б. А. Флора как природная система // Бюлл. МОИП. Отд. биол., 1982. – Т. 87, вып. 4. – С. 3–22.

Юрцев Б. А. О количественной оценке «веса» видов при флористическом районировании // Бот. журн., 1983. – Т. 68, № 9. – С. 1145–1152.

Bocharnikov M. V., Ogureeva G. N., Luvsandorj J. Regional features of the altitudinal gradients in Northern Transbaikalia vegetation cover // Geography, environment, sustainability, 2018. – Vol. 11(4). – P. 67–84.

Nakamura Y., Krestov P. V., Omelko A. M. Bioclimate and vegetation complexes in Northeast Asia: a first approximation to integrated study // Phytocoenologia, 2007. – Vol. 37(3–4). – P. 443–470.