

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

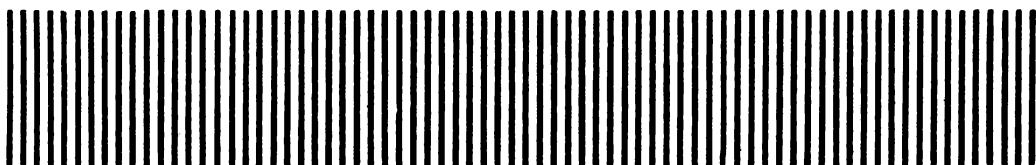
# ЭКОЛОГИЯ

3

*Май—июнь*

1977

Издательство «Наука»



УДК 581.5 : 581.9

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОСТАВЛЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ КАРТ ФИТОЦЕНОХОР БОРЕАЛЬНЫХ ВЫСОКОГОРИЙ

*П. Л. Горчаковский, Н. Н. Никонова, Т. В. Фамелис,  
М. И. Шарафутдинов*

На основе опыта геоботанического картирования одного из горных массивов Северного Урала с применением дистанционного (аэрофотосъемка) и наземного изучения растительности излагается методика составления крупномасштабных карт топологических подразделений растительного покрова (фитоценохор) бореальных высокогорий.

Высокогорья привлекают в последнее время все большее внимание ученых, работающих в разных отраслях знания. Для экологов и ботаников высокогорные районы интересны прежде всего как арена адаптации растений к крайне своеобразным и суровым условиям среды, как место обитания ряда редких видов растений (включая эндемики и реликты), как удобный объект для выяснения связи между распределением растительных сообществ и средой. Кроме того, высокогорья представляют собой резерв растительных ресурсов и потенциальный фонд природных резерватов (заповедники, заказники и т. п.).

Геоботаническая карта — важный этап изучения растительного мира высокогорий. Она может рассматриваться как синтетическое выражение накопленных данных о структуре и закономерностях распределения растительного покрова и в то же время как отправной пункт для новых обобщений и более углубленных исследований.

При геоботаническом картировании высокогорий исследователи сталкиваются с рядом трудностей. Эти трудности вытекают из пестроты растительного покрова и биотопов, что обусловлено расчлененностью рельефа, различиями в крутизне и ориентации склонов, большой амплитудой высот над уровнем моря. Применение обычных методов наземной геоботанической съемки для выявления границ между высотными поясами, конфигурации подразделений растительного покрова в высокогорьях оказывается недостаточно эффективным. Однако попыток геоботанического картирования высокогорий с помощью дистанционных методов, судя по литературным данным, в бореальной зоне СССР еще не предпринималось. Типологические подразделения растительного покрова в качестве основных единиц картирования для высокогорий оказываются непригодными.

В этой статье, на основе опыта крупномасштабного (1 : 25 000) картирования растительности с помощью как дистанционного (аэрофотосъемка), так и наземного изучения высказываются ряд соображений о способах выявления и путях показа на геоботанической карте структуры и закономерностей распределения растительного покрова в бореальных высокогорьях (на примере горы Косьвинский Камень в южной части Северного Урала).

### МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЙОН РАБОТ

Косьвинский Камень (1519 м абс. высоты) — сравнительно небольшая обособленная гора с растительностью высокогорного типа на верхних уровнях (высокогорная область 4,5×5 км) — находится в водораздельной полосе южной части Северного Урала и входит

в состав Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива. Гора в основном сложена оливниновыми пироксенитами, а на восточном ее склоне («плечо» — террасовидный уступ, возвышающийся над верхней границей леса) обнажаются дуниты.

По своему положению в системе ботанико-географической зональности Косьвинский Камень относится к подзоне северной тайги бореально-лесной зоны. На его склонах можно проследить при движении снизу вверх чередование следующих поясов растительности: горнотаежного, подгольцового, горнотундрового и выраженного лишь фрагментарно пояса холодных гольцовых пустынь (Горчаковский, 1975). В горнотаежном поясе преобладают хвойные леса таежного типа, в подгольцовом — мелкокошья в сочетании с мезофильными лугами и иногда небольшими участками горных тундр, в горнотундровом — различные типы горных тундр, а в поясе холодных гольцовых пустынь — скалистые останцы с крайне скудным растительным покровом преимущественно из лишайников и мхов.

Наземное изучение растительности велось на двух трансектах (одна из них проходила с запада на восток, другая — с севера на юг), пересекавших весь горный массив, включая его наиболее возвышающуюся часть. Дистанционная съемка была произведена в масштабе 1 : 25 000.

### **ФИТОЦЕНОХОРЫ ВЫСОКОГОРИЯ КАК ОСНОВНЫЕ КАРТИРУЕМЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ В КРУПНОМ МАСШТАБЕ**

Как указывает В. Б. Сочава (1972, 1976), растительный покров совмещает в себе две тенденции: к гомогенизации и к разнокачественности структуры. Тенденция к гомогенизации находит отражение в иерархическом ряде фитоценомеров, расположенных по признакам постепенно убывающей гомогенности (элементарный гомогенный ареал, ассоциация, группа ассоциаций, класс ассоциаций, формация и т. д.). Тенденция к разнокачественности структуры отражается в иерархическом ряде фитоценохов (сокращенно ценохов) — подразделений территориальной интеграции растительного покрова (элементарный разнокачественный ареал, микроценохора, мезоценохора, топоценохора, макроценохора). В зависимости от структуры растительного покрова и масштаба картирования можно составлять как карты фитоценомеров, так и карты фитоценохов.

В бореальных высокогорьях, особенно в горнотундровом поясе, растительные сообщества фрагментарны, участки ассоциаций обычно выражены на небольшой площади и образуют пеструю мозаику, сочетаясь друг с другом. Такая структура растительного покрова не может быть отображена на крупномасштабной (1 : 25 000) геоботанической карте на основе системы топологических подразделений растительного покрова или фитоценомеров. Для этих целей приходится прибегать к фитоценохам (Сочава, 1972, 1976), т. е. топологическим территориальным подразделениям (единицам) растительного покрова (Виноградов, 1976). Под топологическими подразделениями растительного покрова мы, следуя Б. В. Виноградову (1976), понимаем территориальные объединения растительных сообществ, связанных единым топо-экологическим рядом, которые характеризуются специфическим рисунком распределения и закономерно повторяются в определенном сочетании компонентов. Целесообразность использования топологических подразделений при картировании территорий с пестрым (комплексным) растительным покровом уже отмечалась рядом геоботаников для разных ботанико-географических зон (Дохман, 1936; Карамышева, Рачковская, 1962; Голгофская, 1964; Грибова и Исаченко, 1972). Однако ни один из этих исследователей не работал в бореальных высокогорьях.

Иерархическая система топологических подразделений растительного покрова и их номенклатура еще недостаточно разработаны. Понятия микро-, мезо-, макро- и мегахор первоначально были выдвинуты Нефом (Neef, 1963) применительно к ландшафтным категориям. В. Б. Сочава (1972, 1976) использовал сходную терминологию при разработке системы подразделения территориальной интеграции растительных сообществ

(микроценохоры, мезоценохоры и т. п.). Еще раньше Г. И. Дохман (1940) предлагала выделять такие категории территориальной интеграции растительных сообществ, как микро-, мезо-, макро-, мегакомплексы.

В последнее время Б. В. Виноградов (1976), применяя терминологию Нефа по отношению к топологическим подразделениям растительного покрова, пытается усовершенствовать предложенную этим автором иерархическую систему таксонов, дополнив ее рядом подразделений на самых высших (гигахоры, терахоры) и самых низших (фемтохоры, пикохоры, нанохоры) уровнях иерархии. Он предлагает к фемтохорам и пикохорам относить комбинации участков или фрагментов ассоциаций площадью соответственно порядка 0,01 и 0,1 га, что допускает возможность их картирования в масштабах 1 : 3000 — 1 : 10 000, а к нанохорам — комбинации ассоциаций (или их группы) площадью порядка 1 га, что допускает картирование в масштабе 1 : 30 000.

### **ОСНОВНЫЕ ФИТОЦЕНОХОРЫ ВЫСОКОГОРИЙ СЕВЕРНОГО УРАЛА, ИХ СТРУКТУРА И ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ НА АЭРОФОТОСНИМКАХ**

В процессе исследования были выявлены комбинации участков ассоциаций — элементарные фитоценохоры (ЭФЦХ), установлен состав входящих в них сообществ (компонентов), определено соотношение компонентов. Затем ЭФЦХ объединялись на трех уровнях интеграции:

Первый уровень (ФЦХ') — комбинации растительных сообществ в ранге ассоциаций, результат интеграции ЭФЦХ по принципу сходства и соотношения компонентов;

второй уровень (ФЦХ'') — комбинации растительных сообществ в ранге групп ассоциаций — результат интеграции ФЦХ' по принципу принадлежности гомологичных компонентов к одной группе ассоциаций с учетом соотношения между компонентами;

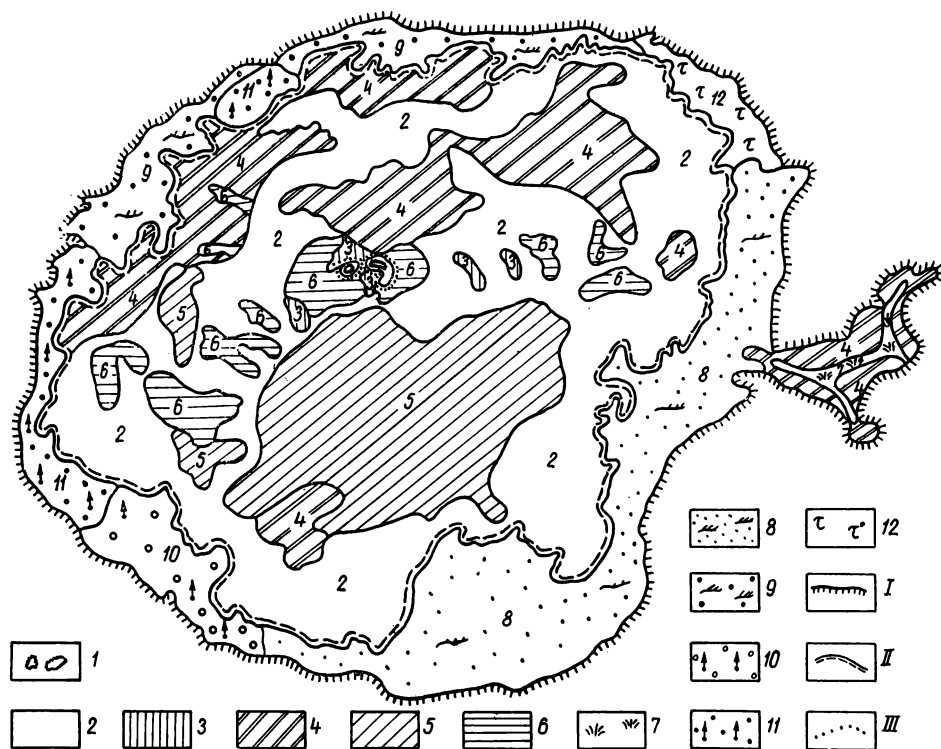
третий уровень (ФЦХ''') — комбинации растительных сообществ в ранге формаций и групп формаций (высотные пояса растительности), результат интеграции ФЦХ'' с учетом закономерностей их высотного распределения.

Описание ЭФЦХ производилось на пробных площадках размером 100 м<sup>2</sup>. На трансектах отмечались границы ФЦХ' и ФЦХ''

Дешифрирование аэрофотоснимков осуществлялось путем сопоставления распределения различных контуров с распределением ФЦХ' и ФЦХ'' на трансектах. Были найдены признаки, позволяющие дешифрировать отдельные фитоценомеры и фитоценохоры. Выяснилось, что на снимках в масштабе 1 : 25 000 достаточно хорошо распознаются не только границы ФЦХ' и ФЦХ'', но и соответственно границы составляющих их компонентов. Однако распознавание таксономического ранга компонентов (фитоценомеров) возможно на аэрофотоснимках только на уровне групп ассоциаций, а не отдельных ассоциаций (например, легко определяется принадлежность тех или иных участков к группе ассоциаций кустарничковых тундр, но невозможно установить принадлежность этих участков к тем или иным ассоциациям по составу доминирующих кустарничков). Поэтому картирование растительности высокогорий на основе аэрофотоснимков с наземной корректировкой было осуществлено на уровне ФЦХ''

Рубежи территориальных подразделений растительного покрова на уровне ФЦХ''' (высотные пояса растительности) хорошо видны на аэрофотоснимках. Граница между горнотаежным и подгольцовым поясами прослеживается по переходу от сплошного темного фона зернистой

структуры (темнохвойная тайга) к чередованию пятен серого тона мелкозернистой структуры (мелколесья) и бесструктурных пятен белесого тона, создаваемых участками мезофильных лугов и фрагментами горных тундр. Переход от подгольцового пояса к горнотундровому совпадает с верхним пределом мелколесий; он хорошо распознается по более светлой тональности горных тундр по сравнению с мелколесьями. Пояс холодных гольцовых пустынь хорошо отчленяется от горнотундрового по



Схематическая карта распределения основных топологических подразделений растительного покрова (фитоценозор) на горе Косьюинский Камень (Северный Урал).

1—12 — комбинации сообществ в ранге групп ассоциаций (наименования под соответствующими номерами см. в таблице). I—III — границы между поясами растительности — комбинациями сообществ в ранге формаций и групп формаций (I — между горнотаежным и подгольцовым, II — между подгольцовым и горнотундровым, III — между горнотундровым и поясом холодных гольцовых пустынь).

характерному рисунку скалистых гребней и крупных останцев, возвышающихся над уровнем горных тундр.

Состав картируемых в крупном масштабе подразделений растительного покрова высокогорий южной части Северного Урала на втором уровне интеграции элементарных фитоценозов (комбинации растительных сообществ в ранге групп ассоциаций) показан в таблице; здесь же приведены дешифровочные признаки отдельных подразделений. Общие закономерности распределения растительности высокогорий Косьюинского Камня на уровне ФЦХ'' и ФЦХ''' иллюстрирует схематическая карта (см. рисунок).

### ВЫВОДЫ

1. В бореальных высокогорьях для выявления структуры и закономерностей распределения растительного покрова наиболее эффективно

№ п. п.	Наименование топологических подразделений растительности	Эдафические условия	Дешифровочные признаки
1	Наиболее обедненные варианты первичных лабильных сообществ из накипных ( <i>Rhizocarpon</i> spp, <i>Lecidea</i> spp, <i>Lecanora</i> spp) и листоватых ( <i>Umbilicaria</i> , <i>Gyrophora</i> ) лишайников и мхов ( <i>Racomitrium lanuginosum</i> и др.), в расщелинах глыб отдельные особи папоротников ( <i>Cystopteris fragilis</i> ), плаунов ( <i>Lycopodium selago</i> ) и высших растений ( <i>Gypsophita uralensis</i> , <i>Saxifraga hieracifolia</i> , <i>Silene acaulis</i> , <i>Luzula nivalis</i> и др.)	Крупные скалистые останцы в наиболее возвышающейся части массива	Скалистые пики и крупные каменные глыбы, отчетливо видны на снимках стереоскопически; необходима наземная корректировка
2	Первичные лабильные растительные сообщества из накипных и листоватых лишайников ( <i>Rhizocarpon geographicum</i> , <i>Umbilicaria pensylvanica</i> , <i>Alectoria ochroleuca</i> , <i>Stereocaulon paschale</i> ) и мхов ( <i>Racomitrium lanuginosum</i> и др.) в комбинации с кустарничково-лишайниковыми и травяно-моховыми тундрами, с куртинами кустарников и древесным стланником	Крупные каменные глыбы и крупный щебень на крутых и умеренно-крутых склонах; сформировавшейся почвы нет, между глыбами небольшое количество мелкозема	Светло-серый тон с темными крапчатым рисунком, образующим фрагментами разных типов тундр
3	Лишайниковые тундры с преобладанием листоватых и кустистых лишайников ( <i>Cladonia alpestris</i> , <i>C. rangiferina</i> , <i>Cetraria scutellata</i> , <i>C. islandica</i> , <i>C. nivalis</i> ) в комбинации с первичными лабильными сообществами	Мелкощепнистый субстрат; горизонтальные площади или слегка покатые склоны на высоких уровнях близ вершины	Серый тон, полосчатый рисунок
4	Кустарничково-лишайниковые и кустарничково-мохово-лишайниковые тундры ( <i>Cladonia alpestris</i> , <i>C. rangiferina</i> , <i>Alectoria ochroleuca</i> , <i>Aulacomnium turgidum</i> , <i>Racomitrium lanuginosum</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dryas octopetala</i> , <i>Arctous alpina</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Empetrum hermarphroditum</i> ) в комбинации с первичными лабильными сообществами	Маломощная горнотундровая почва с тонким слоем мелкозема; нижние уровни северных и западных покатых и пологих склонов	Светло-серый тон; косвенные признаки — крутизна и ориентация склонов
5	Кустарничково-моховые тундры ( <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Polytrichum juniperinum</i> , <i>Salix lanata</i> , <i>S. phyllifolia</i> , <i>Juniperus sibirica</i> ) в комбинации с первичными лабильными сообществами	Горнотундровая почва средней влажности (слой мелкозема до 20 см); пологие и ровные поверхности седловин и нагорных террас южного склона	Темно-серый тон с расплывчато-пятнистым рисунком; косвенные признаки — ориентация склонов, положение в рельефе
6	Травяно-моховые тундры ( <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Rhithidium rugosum</i> , <i>Aulacomnium turgidum</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Carex hyperborea</i> , <i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Pachypleurum alpinum</i> , <i>Saussurea alpina</i> ) в комбинации с околопесчаными лужайками ( <i>Lagotis uralensis</i> , <i>Anemone biarmiensis</i> , <i>Ranunculus borealis</i> , <i>Polygonum bistorta</i> , <i>P. viviparum</i> , <i>Potentilla crantzii</i> , <i>Rhodiola rosea</i> )	Дерново-горнотундровая (со слоем мелкозема до 30 см) почва; ровные горизонтальные поверхности плато, седловин и нагорных террас	Серый плотный тон и струйчатый рисунок изображения; косвенные признаки — ориентация склонов, положение в рельефе

№ п. п.	Наименование топологических подразделений растительности	Эдафические условия	Дешифровочные признаки
7	Слабо остепненные группировки на обнажениях дунита ( <i>Dianthus acicularis</i> , <i>D. repens</i> , <i>Veronica spicata</i> , <i>Gypsophylla uralensis</i> , <i>Festuca supina</i> ), лишайники ( <i>Caloplaca elegans</i> , <i>Cetraria tilliesii</i> , <i>Thuidium abietinum</i> )	Террасовидный уступ («плечо»), обнажение дунита с мелкоземом в расщелинах между глыбами	Белый тон, косвенные признаки — положение в рельефе
8	Криволеся из <i>Betula tortuosa</i> с небольшой примесью <i>Picea obovata</i> , <i>Pinus sibirica</i> и <i>Abies sibirica</i> крупнотравные ( <i>Aneuphema biarmiensis</i> , <i>Libanotis sibirica</i> , <i>Geranium silvaticum</i> , <i>Salmagrostis arundinacea</i> , <i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Thalictrum simplex</i> , <i>Angelica silvestris</i> , <i>Pleurospermum uralense</i> ) в комбинации с высокогорявем ( <i>Aconitum excelsum</i> , <i>Strepis sibirica</i> , <i>Campanula glomerata</i> , <i>Angelica silvestris</i> ) и злаковыми ( <i>Calamagrostis langsdorffii</i> , <i>C. arundinacea</i> , <i>Milium effusum</i> ) лугами	Покатые и слабо покатые восточные и юго-восточные склоны; почва относительно глубокая, хорошо увлажненная, суглинистая	
9	Криволеся из <i>Betula tortuosa</i> с небольшой примесью <i>Picea obovata</i> чернычкие ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ) в комбинации со злаковыми ( <i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> ) лугами	Пологие поверхности и террасовидные уступы западных и северо-западных склонов; почва маломощная, хорошо увлажненная	
10	Березово-еловые мелколесья из <i>Betula tortuosa</i> и <i>Picea obovata</i> с примесью <i>Pinus sibirica</i> и <i>Abies sibirica</i> разнотравно-злаковые (вейниково-разнотравные— <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>C. obtusata</i> , <i>Geranium silvaticum</i> , <i>Aconitum excelsum</i> ) в комбинации с фрагментами горных тундр	Пологие и слабо покатые южные и юго-западные склоны; почва суглинистая, каменная	Границы отдельных контуров различаются на снимках слабо, корректируются наземной съемкой; косвенные признаки — крутизна и ориентация склонов, положение в рельефе
11	Пахтovo-еловые мелколесья из <i>Picea obovata</i> и <i>Abies sibirica</i> с примесью <i>Betula tortuosa</i> разнотравно-злаковые ( <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Aneuphema biarmiensis</i> ) в комбинации с фрагментами горных тундр	Сильно покатые западные и северо-западные склоны; почва сильно увлажненная, суглинистая	
12	Кедровые редкостойные мелколесья из <i>Pinus sibirica</i> с небольшой примесью <i>Picea obovata</i> и <i>Abies sibirica</i> , кустарничково-зеленомошное ( <i>Hylacomium splendens</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. vitis-idaea</i> ) в комбинации с кустарничково-лишайниковыми горными тундрами	Слегка покатые северо-восточные склоны; почва суглинистая довольно глубокая	

комбинированное использование дистанционного (аэрофотосъемка) и наземного изучения.

2. Принимая во внимание фрагментарность растительных сообществ, комплексный характер растительного покрова, геоботаническое картирование бореальных высокогорий целесообразно производить не на основе иерархической системы типологических подразделений — фитоценозов (ассоциации, группы ассоциаций и т. п.), а на основе иерархической системы топологических (территориальных) подразделений растительного покрова — фитоценохор.

3. Элементарные фитоценохоры (ЭФЦХ), выделяемые в процессе исследований, целесообразно объединять на трех уровнях интеграции: ФЦХ' — комбинации растительных сообществ в ранге ассоциаций, ФЦХ'' — комбинации растительных сообществ в ранге групп ассоциаций, ФЦХ''' — комбинации растительных сообществ в ранге формаций и групп формаций. Третий уровень интеграции соответствует высотным поясам растительности.

4. На крупномасштабных аэрофотоснимках достаточно хорошо распознаются границы ФЦХ' и ФЦХ'' и соответственно границы составляющих их фитоценозов, а типологическая принадлежность фитоценозов выявляется лишь в ранге групп ассоциаций. Поэтому крупномасштабная геоботаническая карта высокогорий, составленная на основе аэрофотоснимков (с наземной корректировкой), может отражать структуру и распределение растительности на втором уровне интеграции элементарных фитоценохор (комбинации растительных сообществ в ранге групп ассоциаций).

Институт экологии растений и животных  
УНЦ АН СССР

Поступила в редакцию  
29 января 1977 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Виноградов Б. В. Иерархия топологических единиц растительного покрова. Мат-лы XIII Международного географ. конгресса, Биогеография и география почв, М., 1976.
- Голгофская К. Ю. К вопросу о комплексности растительности гор и классификации комплексов. Бот. журнал, 1964, 49, № 6.
- Горчаковский П. Л. Растительный мир высокогорного Урала, М., «Наука», 1975.
- Грибова С. А., Исаченко Т. И. Картирование растительности в съемочных масштабах. В кн. Полевая геоботаника, т. 4, Л., «Наука», 1972.
- Дохман Г. И. О некоторых классификационных единицах комплексов. Землеведение, 1936, 38, вып. 3.
- Карамышева З. В., Рачковская Е. И. Опыт крупномасштабного геоботанического картирования (на примере растительности юго-западной части Центрально-Казахстанского мелкосопочника). В сб. Принципы и методы геоботанического картографирования, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962.
- Сочава В. Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем. В сб. Геоботаническое картографирование (1972), Л., «Наука», 1972.
- Сочава В. Б. Логические основы и пути повышения информативности карт растительного покрова. В сб. Геоботаническое картографирование (1976), Л., «Наука», 1976.
- Nee f E. Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre, Gotha/Leipzig, 1967.