

С.С. ХОЛОД

ФИТОЦЕНОХОРЫ ПОДЗОНЫ АРКТИЧЕСКИХ ТУНДР: КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2; sergeikhodol@yandex.ru

Фитоценохоры, или гетерогенные территориальные единицы растительного покрова, явились предметом оживленных дискуссий в отечественной геоботанике в 60–80-е годы XX столетия. Тогда же были сделаны первые шаги по пути типизации различных структур растительного покрова. Выявление типов последних тесно связано с крупномасштабным картографированием растительности, в частности, с установлением оптимальной площади и ранга территориальных образований растительности, которые могут стать картируемыми единицами при заданном масштабе карты.

За последние 25 лет представления о фитоценохоре, как целостной территориальной системе растительности, изменились мало. Но в этот период в отечественной геоботанике произошел бурный расцвет синтаксономии – крупного раздела науки о растительности, связанного с выявлением типов растительных сообществ. Именно такие типы являются элементом или кирпичиком фитоценохоры: на их основе строится иерархическая система территориальных единиц¹. Особенное значение для понимания связи синтаксономии с иерархией подобных единиц имеют работы западноевропейских фитоценологов, которые, начиная с 70-х годов XX столетия, обосновывали понятие сигметы и сигма-синтаксона как типологической категории территориальных единиц микро- и мезоуровня (Tüxen, 1973, 1978; Géhu, 1977, 1986). Согласно представлениям этих авторов, каждая сигмета состоит из ряда сообществ (фитоценозов), отношение которых к той или иной синтаксономической категории заранее известно. Процесс выявления сигмет в определенной степени аналогичен синтаксономическому анализу (Géhu, 1986), поскольку в его основу заложен тот же принцип, что и при выделении синтаксонов, а именно – табличная обработка данных. Преимущество табличного метода при выделении типов территориальных единиц состоит в корректировке объема таких единиц в процессе выделения диагностических групп синтаксонов (Наумова и др., 1987).

Типы территориальных единиц во многих случаях являются основой для построения легенд к крупномасштабным картам растительности, а учение о сигметах и сигма-синтаксонах в этом случае находит свое конкретное применение. Такие карты, получившие название интегрированных фитосоциологических, создаются в Западной Европе, начиная с 80-х годов XX столетия (Pedrotti, 1993; Педротти, 1997). Карта, которая получена на основе типологических категорий фитоценохор – сигма-синтаксонов, дает представление об их географическом распространении, отражении ими закономерностей зональности, высотной поясности и т. д. Но в то же время каждый контур на карте – индивидуум сигма-синтаксона – сам по себе является объектом картографического анализа. Такой контур представляет собой картографическую модель территориальной единицы растительности или ее картографический образ (Преображенский, 1966; Годельман, 1981). При этом мы можем выявить у такого контура параметры двух типов: те, которые непосредственно измеряются по карте, а затем преобразуются тем или иным способом, и те, которые скрыты за однородностью контура. Первые относятся к категории картометрических,

¹ Фитоценохора может быть как гетерогенной, так и гомогенной территориальной единицей растительного покрова. Последний – более частный случай, однако при этом необходимо иметь в виду, что гомогенная единица растительности – фитоценоз – лежит в основе двухрядной системы классификации растительности (Сочава, 1968), предусматривающей линии как типологического, так и территориального укрупнения единиц.

которые впоследствии преобразуются в морфометрические (вместе составляют основу графоаналитических методов: Берлянт, 1988); вторые связаны с внутренней структурой фитоценозов, которая фиксируется на стадии полевых исследований или устанавливается в процессе камеральной обработки (как правило, до этапа составления карты).

Морфометрия контуров фитоценозов, отражаемых на крупномасштабных картах растительности, привлекала внимание исследователей, уже начиная с 60-х годов XX столетия. В первую очередь, это связано с применением материалов аэрофотосъемки для составления карт крупных масштабов (Виноградов, 1966). Позже, на основе типа узора или рисунка контура фитоценозов, производилась классификация форм территориальных единиц (Катенин, 1988, 1989). С самого начала использования таких единиц в картографии растительности предлагалось указывать долю площади, занимаемой в них той или иной разновидностью растительности (Исаченко, 1969). Проводилась работа по сопоставлению площади территориальных единиц (фоновых и сопутствующих) со степенью их экологической и типологической контрастности (Королюк, 1999), при этом для оценки последней была предложена мера β -разнообразия. Формализованный подход при картографическом изучении фитоценозов до конца 90-х годов прошлого столетия не находил широкого применения в связи с высокой трудоемкостью процесса подсчета картометрических величин. Необходимо отметить, что уже в это время были предложены количественные методы выявления самих фитоценозов, основанные на построении графов фитоценозотического соседства и сходства (Королюк, 1992; Осипов, 1992). При этом предполагалось, что сначала на основе формализованных методов выявляется некоторая территориальная единица растительности, после чего производится ее обоснование с использованием тех или иных методов, в частности, картометрических. В последние 15 лет возможности анализа картографических образов существенно возросли в связи с созданием компьютерных карт в различных программах. Настоящая работа и представляет собой попытку провести анализ фитоценозов на основе такой карты, используя при этом ряд приемов, разработанных в рамках картографического метода исследования (Берлянт, 1986).

Цель данной работы – проанализировать ряд параметров фитоценозов на основе составленной крупномасштабной карты растительности, установить связь величин этих параметров с экологическими особенностями территориальных образований, а также с типами структур растительного покрова.

Материал и методы

Основой для анализа фитоценозов послужили полевые описания 328 территориальных единиц растительности арктических тундр острова Врангеля, объединенных в 53 типа сигмет и сигма-ассоциации². В полевых условиях предварительно устанавливался тип структуры фитоценозов (Арктические..., 1994), описывались режимы и факторы среды, а принадлежность каждого элемента фитоценоза к тому или иному синтаксону выявлялась уже после этапа синтаксономической обработки материала. В результате, еще до этапа составления карты, каждый тип фитоценоза получал определенное «насыщение» в виде качественных характеристик, которые впоследствии использовались для их соотнесения с разными величинами картографических параметров. Структура обобщенной сложной (3-го порядка) фитоценозы горного склона приведена на рис. 1. На основе массива данных, представленного территориальными единицами (гетерогенными и гомогенными), была составлена карта растительности острова в масштабе 1 : 100 000, которая содержит более 4300 контуров.

² Сигма-ассоциация – основная типологическая единица симфитосоциологии; тип сигмет – безранговая категория, соответствующая фитоценозу в синтаксономических исследованиях.

Использовались аэрофото- снимки м. 1 : 38 000, которые послужили основой для составления прекарты, затем полученное изображение было преобразовано в карту м. 1 : 100 000, в ходе чего выполнялась процедура биогеографической генерализации (Грибова, Исаченко, 1972). Графоаналитические методы применялись только в рамках указанной выборки фитоценозов и соответствующих им контуров на карте. Такая выборка составлена на основе описаний фитоценозов на 16 ключевых участках, каждый из которых характеризует растительность той или иной зональной полосы (подзоны или ее варианта: Холод, 2013³)

или узловой точки ландшафта (зональные и аazonальные местоположения, внутригорные котловины с высоким разнообразием биоты и приморские равнины с относительно низким уровнем разнообразия и т. д.). Предварительно элементы фитоценозов, или элементарные гомогенные ареалы (ЭГА: Сочава, 1972), были соотнесены с синтаксонами флористической классификации (Холод, 2007). При этом принимались во внимание единицы самого низкого иерархического ранга классификационной системы (субассоциации, варианты, фации). Картометрические и морфометрические показатели были рассчитаны для сигмет (сигма-ассоциаций), сигма-союзов и сигма-классов – основных типологических категорий симфитосоциологии⁴. В связи с неразработанностью номенклатуры сигма-синтаксономии в настоящей работе приводятся только отдельные названия сигма-синтаксонов, а в ряде случаев они заменены на наименование синтаксона, являющегося константным в сигмете.

Легенда карты представлена в виде таблицы, в которой после указания номера на карте (столбец 1) приведены четыре значащих столбца: 2 – общая характеристика растительных сообществ и группировок, 3 – синтаксоны, сигма-синтаксоны, сигметы, 4 – характеристика местоположения, 5 – процессы в абиотической среде, наиболее характерные для данного типа фитоценозов. Иерархическая структура легенды включает несколько уровней, на которых отражены типы растительности, зональные категории, биоморфологические группы растений. Кроме того, в легенде выделены эдафические варианты растительности, обусловленные геохимическими особенностями субстрата.

Всего было проанализировано 6 параметров фитоценозов, из которых три относятся к категории графоаналитических: площадь, степень расчленения,

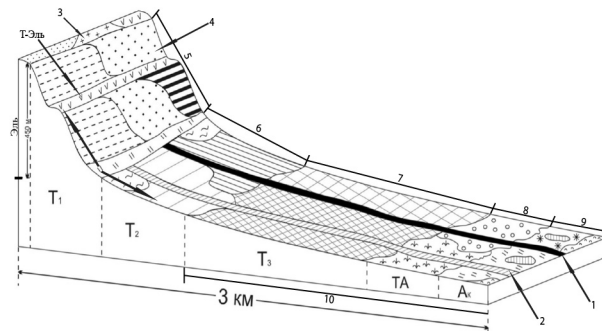


Рис. 1. Обобщенная фитоценохора горного склона.

Синтаксоны (указаны выборочно): 1 – асс. *Caricetum stantis*, 2 – асс. *Meesio triquetris*–*Caricetum stantis* вик. *Warnstorfia sarmentosa*; типы структур, фитоценозы разных уровней сложности: 3 – прекомплекс полигонального типа, 4 – преташет ступенчатого типа, 5 – мозаика ступенчатого типа, 6 – экологический ряд по фактору нивальности (1-го уровня сложности); 7 – комплекс полигонального типа, 8 – прекомплекс куртинно-пятнистого типа, 9 – прекомплекс полигонального типа, 10 – вариация по факторам увлажнения и гранулометрического состава (2-го уровня сложности); позиции в ландшафте (местоположения) в системе стоково-геохимической серии: Эль – элювиальная, Т-Эль – транзитно-элювиальная, Т1 – верхняя транзитная, Т2 – средняя транзитная, Т3 – нижняя транзитная, ТА – транзитно-аккумулятивная, Ак – аккумулятивная.

Жирные стрелки – экологические градиенты (нивальности и увлажнения) в зоне перехода от денудационного склона к аккумулятивному. Указаны относительная высота денудационного склона и общее горизонтальное протяжение фитоценозов.

³ В указанной работе вариант рассматривается как зональная категория более низкого ранга в пределах подзоны, а полоса – как безранговая зональная категория.

⁴ Подробно вопросы выделения сигма-синтаксонов освещены в отдельной работе, которая в настоящее время готовится к публикации.

форма (вытянутость-округлость). В двух – картометрические показатели используются косвенно: это дробность внутренней структуры и однородность дифференциации (Фридланд, 1972), один показатель (коэффициент классификационной дифференциации) необходим для решения вопроса о соотношении объема классификационных категорий и площади картируемых единиц.

Для характеристики площадей фитоценохор в типе использована величина среднего (СП):

$$\text{СП} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i,$$

где S_i – площадь фитоценохоры, k – число фитоценохор в типе.

В качестве показателя степени расчленения (КР) использован коэффициент Нагеля (Фридланд, 1972):

$$\text{КР} = \frac{P}{3.54\sqrt{S}},$$

где P – периметр фитоценохоры, S – ее площадь. Абсолютная величина этого коэффициента возрастает с увеличением степени расчленения.

Дробность, характеризующая пестроту контуров растительного покрова, измеряется через показатель индекса дробности (J_d) (Годельман, 1981):

$$J_d = \frac{k}{\sum_{i=1}^k S_i},$$

где k – число элементов фитоценохоры, S – площадь фитоценохоры, равная сумме площадей ЭГА. Другое выражение для этого индекса: $J_d = 1/S_{\text{ср}}$, где $S_{\text{ср}}$ – средняя площадь ЭГА в фитоценохоре, из чего следует, что величина этого показателя обратно пропорциональна средней площади ЭГА, входящих в фитоценохору. Этот показатель, таким образом, можно рассматривать как степень измельченности контуров, входящих в фитоценохору: чем он больше, тем более мелкие контуры слагают территориальную единицу.

Для количественного выражения формы использован один из большого ряда существующих показателей, получивший наименование индекса вытянутости-округлости Шумма ($J_{\text{во}}$) (Фридланд, 1972):

$$J_{\text{во}} = \frac{1}{L_1} \sqrt{S/\pi},$$

где S – площадь фитоценохоры, L_1 – ее большая ось, π – константа, равная 3,14. Величина индекса изменяется от 0 до 1: низкие его значения соответствуют более вытянутым контурам, высокие – приближающимся к округлым.

Однородность дифференциации вычислялась на основе энтропийной меры (H^*), использованной ранее в почвоведении (Фридланд, 1972) для оценки степени диспропорции площадей элементарных почвенных ареалов, входящих в почвенную комбинацию:

$$H^* = \log_2 S - \frac{1}{S \left(\sum_{i=1}^n S_i \log_2 S_i \right)},$$

где S – площадь фитоценохоры, S_i – площадь каждой из n имеющихся ЭГА. Для сопоставления меры однородности, рассчитанной для разновеликих фито-

ценохор и фитоценохор с разным числом ЭГА, использована приведенная мера однородности (H_0):

$$H_0 = \frac{H^*}{H_{\max}},$$

где H_{\max} – мера однородности, рассчитанная для случая равенства всех площадей ЭГА, входящих в фитоценохору. Величина H_0 изменяется от 0 до 1: при низких ее значениях диспропорция величин площадей ЭГА, входящих в фитоценохору, возрастает и, наоборот, значения, близкие к 1, указывают на примерное равенство этих величин.

Коэффициент классификационной дифференциации (ККД), отражающий степень классификационного различия компонентов растительного покрова, в строгом смысле слова не является картографическим показателем. Его величина необходима для решения важной методической проблемы, связанной с возможностью использования синтаксонов флористической классификации при крупномасштабном картографировании растительности (см. ниже). Этот коэффициент, так же, как и некоторые вышеупомянутые, был предложен в почвоведении для оценки степени внутренней контрастности почвенных комбинаций (Ostrowski, Jankowski, цит. по: Корсунов и др., 2002). Нами этот показатель был использован для расчета степени классификационной дифференциации фитоценохор:

$$\text{ККД} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i / m,$$

где $\sum E_i$ – общее число синтаксонов на каждом синтаксономическом уровне, m – общее число ЭГА, n – число синтаксономических уровней. Этот показатель изменяется от 0 до 1: чем типологически ближе между собой ЭГА, тем он меньше.

Для визуализации всех упомянутых выше показателей использованы кривые распределения величин показателя по диапазонам. На соответствующих графиках по горизонтальной оси представлена условная шкала значений того или иного параметра, а по вертикальной – частота (доля встреч значений показателя, приходящаяся на данный диапазон, в процентах). Для площадей фитоценохор, коэффициента расчленения и индекса формы рассчитывалась средняя величина и ее ошибка по каждой сигма-ассоциации. Эти данные послужили основой для построения кривых распределения по каждому из показателей. Для ряда последних приведены их взаимозависимости, для чего использован аппарат регрессионного анализа (Дрейпер, Смит, 2007). Карта растительности создана в программе ArcGIS 10.1. Статистическая обработка количественных показателей проведена в программе Excel. Приводимые в работе расчеты картометрических и морфометрических показателей относятся к выборке, охватывающей преобладающую часть описанных в полевых условиях фитоценохор. Общий объем выборки выходит за рамки приводимых в статье фрагментов карты и легенды к ней.

Картометрические, морфометрические и другие параметры фитоценохор

Фрагмент карты и соответствующий ему фрагмент легенды приведены на рис. 2 и в табл. 1. Они дают представление о растительном покрове северной равнинной части острова, где на обширных суглинистых водоразделах (зональные местоположения) преобладают злаковые и моховые сообщества и группировки. Можно видеть, что для этого участка характерна высокая повторяемость однотипных контуров, их вытянутость и расчлененность.

Представление о средних величинах площадей и их ошибке дает рис. 3 А, из которого следует, что для многих сигма-синтаксонов средние площади не превышают 2.5 км². Исключение из этого – фитоценохоры сигметы Dryado

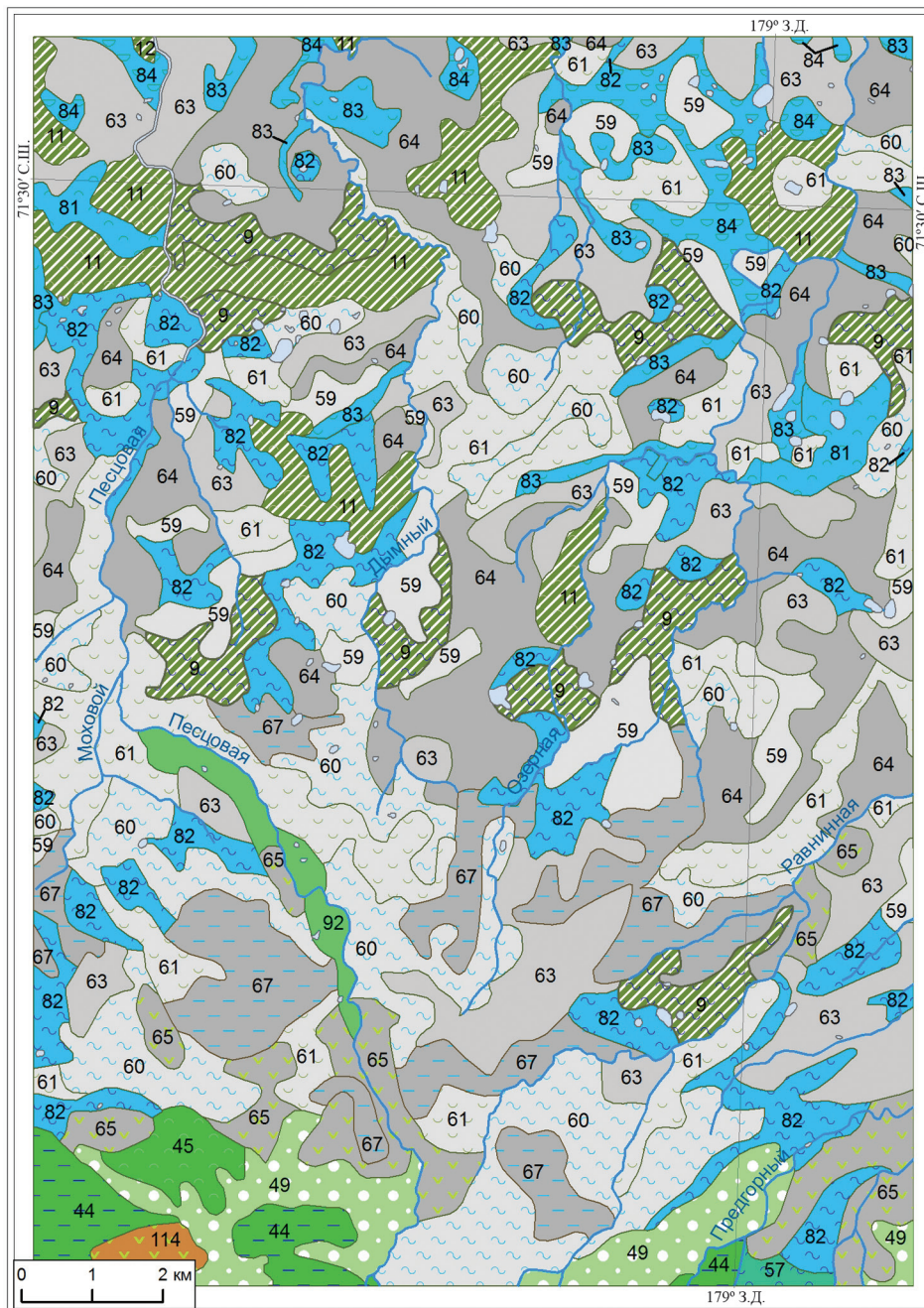


Рис. 2. Фрагмент карты растительности острова Врангеля.

punctatae typicoso–*Carici lugentis*–*Hylocomieto alaskani typicoso*, распространенные на пологих и протяженных аккумулятивных склонах-шлейфах. Средняя их площадь – 5 км². Наименьшие размеры (0.73 км²) – у фитоценозор сигма-ассоциации *Carici podocarpae*–*Salici pulchrae*–*Cariceto lugentis* на коротких и влажных внутригорных шлейфах и примыкающих к ним участках залеживания снега.

Легенда карты растительности заповедника "Остров Врангеля" (фрагмент)

№	Растительные сообщества и группировки	Синтаксоны, сигма-синтаксоны, сигметы	Местоположение	Режимы среды, процессы
1	2	3	4	5
ТУНДРЫ				
АРКТИЧЕСКИЕ				
СЕВЕРНЫЕ ПОЛИГОНАЛЬНЫЕ КУСТАРНИЧКОВО-ТРАВЯНО-МОХОВЫЕ				
Ацидофитные				
9.	Мохово-нардосиево-ивовые (<i>Salix polaris</i> , <i>Petasites frigidus</i> , <i>Sanionia uncinata</i> , <i>Tomentopnum nitens</i>) тундры на основной поверхности равнин, и пушицево-осоково-моховые (<i>Wainstorfia sarmen-tosa</i> , <i>Sphagnum subsecundum</i> , <i>Vlepharostoma trichophyllum</i> <i>Carex aquatilis</i> ssp. <i>stans</i> , <i>Eriophorum polytachion</i> , <i>E. schen-cheri</i>) болота в ложбинах стока, депрес-сиях	Acc Salici polaris-Sanionietum uncinatae + acc. Caricetum stantis	Крайевые, приречные части аккумулятивных равнин (водоразделов); средне- и тяжелосушливые; пугнистые; мелкие термокарстовые просадки	Контрастный характер увлажнения фоновой поверхности с пятнами грунта (относительно дренируемых) и просадок, заполненных водой в течение всего лета; сезонные смещения сульфидного материала в пятнах, но без активных криотурбаций; локальные проявления роющей деятельности леммингов на пятнах
11.	Злаково-ивово-травяно-моховые (<i>Tomentopnum nitens</i> , <i>Sanionia uncinata</i> , <i>Hylacomium splendens</i> var. <i>Obtusifolium</i> , <i>Alopecurus alpinus</i> subsp. <i>borealis</i> , <i>Salix polaris</i> , <i>Carex lugens</i>) тундры на основной поверхности шлейфов, и злаково-разнотравные (<i>Deschampsia borealis</i> , <i>Alopecurus alpinus</i> subsp. <i>borealis</i> , <i>Festuca brachyphylla</i> , <i>Potentilla hyperborea</i>) сообщества на приподнятых полосах	Acc Salici polaris-Sanionietum uncinatae + acc. Artemisio tilesii-Deschampsietum borealis sub-acc. salicetosum reptantis var. inops	Пологие приречные шлейфы, внутригорные слабо наклонные равнины; сушливые; пятна морозного кипения, вытянутые по падению шлейфа в полосы, широкие (0.6-0.8 м) ложбины	Интенсивные криотурбации на пятнах и выпуклых полосах; относительно стабилизировавшиеся участки ложбин с периодическим летним промачиванием
12.	Злаково-ивово-моховые (<i>Tomentopnum nitens</i> , <i>Hylacomium splendens</i> var. <i>Obtusifolium</i> , <i>Salix polaris</i> , <i>Deschampsia borealis</i> , <i>Alopecurus alpinus</i> subsp. <i>borealis</i>) тундры на основной части увалов, и травяно-ивово-моховые (<i>Oncophorus wahlenbergii</i> , <i>Dicranum spadicum</i> , <i>Alopecurus alpinus</i> subsp. <i>borealis</i> , <i>Dupontia fisheri</i> , <i>Petasites glacialis</i> , <i>Salix polaris</i>) сообщества и группировки на полосах	Acc Salici polaris-Sanionietum uncinatae + acc. Oncophoro wahlenbergii-Deschampsietum borealis subacc. racomitetosum lanuginosi	Горизонтальные или слегка покатые (1-2°), протяженные (до 1 км и более) водораздельные увалы, пологие скаты северных экспозиций к озерам и термокарстовым котловинам; шебневато-сушливые (средний -тяжелый сульфид); пятна (от 0.3 до 1.2 м в диам.), собранные в полосы	Интенсивные криотурбации на пятнах и полосах; стабилизировавшиеся участки ложбин; более влажные - верхние части шлейфов, полосы стока в их нижних частях, перемычки между пятнами, относительно сухие - крупные и куполообразно выпяченные пятна

ЮЖНЫЕ ПЯТНИСТЫЕ КУСТАРНИКОВО-ТРАВЯНО-МОХОВЫЕ

Травяно (кочкарно) - моховые

Ацидофитные

<p>44. Ивово-осоково-моховые (<i>Hylocomium splendens</i> var. <i>obusifolium</i>, <i>Carex lugens</i>, <i>Salix repens</i>, <i>Arctagrostis latifolia</i>) тундры на основной части шлейфов, полигонах и грядах, и мохово-травяные (<i>Carex saxatilis</i> ssp. <i>laxa</i>, <i>Heterochloë pauciflora</i>, <i>Arctagrostis latifolia</i>, <i>Limprichtia revolvens</i>, <i>Warnstorffia sarmentosa</i>) болота в депрессиях</p>	<p>Сигмега Meesio-Caricetum stantis-Carici lugentis-Hylocomietum alaskani inops</p>	<p>Пологие нижние части склонов, надпойменные террасы; щебнисто-супесчано-суглинистые или гравийно-галечные с примесью суглинка; обводненные ячеи-депрессии, плоские суглинистые пятна-гряды</p>	<p>Различия в условиях заснеженности и увлажненности ложбинок и заснеженности полигонов: более заснеженные ложбинки, снеоснега с площадок полигонов и последующие слабые криотурбации на их поверхности; уменьшение степени заснеженности и интенсивности летнего промачивания в нижних частях шлейфов</p>
<p>45. Ивово-осоково-злаково-моховые (<i>Schistidium holmianum</i>, <i>Racomitrium canescens</i>, <i>Deschampsia borealis</i>, <i>Alopecurus alpinus</i> ssp. <i>borealis</i>, <i>Salix repens</i>) сообщества и группировки на полигонах и буграх, и мохово-ивово-осоковые (<i>Carex lugens</i>, <i>Salix repens</i>, <i>Tomentarium nitens</i>, <i>Saniotia incinata</i>) тундры в ложбинах и у тыловых швов террас</p>	<p>Сигмега Deschampsio borealis tomentarium-Carici lugentis-Hylocomietum alaskani inops</p>	<p>Аккумулятивные приморские равнины, высокие (6–12 м над ур. м.) морские террасы, внутригорные шлейфы; суглинисто-галечные; пятна 0,2–0,5 м в диам., разделенные узкой ложбиной или трещиной, отдельные неглубокие (0,2 м) депрессии и ложбины стока</p>	<p>Активное перемещение суглинистого материала на основной поверхности полигонов, относительная стабилизация грунтов в трещинах-ложбинках между полигонами и буграми; контрастность в условиях заснеженности, увлажненности и подвижности суглинистых грунтов разных элементов шлейфа, нивальная обстановка у тыловых швов</p>
<p>57. Травяно-моховые (<i>Eriophorum russeolum</i>, <i>Durontia fisheri</i>, <i>Warnstorffia sarmentosa</i>, <i>Pseudobryum cincladoides</i>, <i>Sphagnum squarrosum</i>) болота в депрессиях, и ивово-моховые (<i>Salix pulchra</i>, <i>Alopecurus alpinus</i> ssp. <i>borealis</i>, <i>Hylocomium splendens</i> var. <i>obusifolium</i>, <i>Aulacomnium turgidum</i>) тундры на влажных полосах</p>	<p>Сигмега Caricetum stantis-Salici pulchrae-Caricetum lugentis</p>	<p>Средние и верхние части предгорных шлейфов, термокарстовые депрессии на аккумулятивных равнинах; суглинистые; неясно-полосчатые со слабо выражеными ложбинами; пятна на повышенных участках (до 1,5 м в диам.)</p>	<p>Интенсивное обводнение шлейфов с дифференциацией степени обводнения различных элементов микрорельефа: влажные или периодически обсыхающие – на полосах с пятнами, постоянно мокрые, обводненные – в ложбинах</p>
<p>Разнотравно-ивово-злаковые со мхами</p>			
<p>Ацидофитные</p>			
<p>59. Травяные (<i>Deschampsia borealis</i>, <i>Luzula confusa</i>, <i>Alopecurus alpinus</i> ssp. <i>borealis</i>, <i>Artemisia arctica</i> ssp. <i>ehrendorferi</i>, <i>A. tilesii</i>, <i>Festuca brachyphylla</i>, <i>Potentilla hyperarctica</i>) группировки</p>	<p>Асс Artemisio tilesii-Deschampsietum borealis sub-асс. turpicum</p>	<p>Пологие внутригорные шлейфы, аккумулятивные равнины; тяжелодосуглинистые; многочисленные бугры и полигоны</p>	<p>Сильное взрыхление и смещение масс суглинистых грунтов, интенсивно азрируемые верхние горизонты почв (криотурбации и зоогенные нарушения)</p>

1	2	3	4	5
60.	Травяно-моховые (<i>Warnstorfia exan- pilata</i> , <i>W. sarmatosa</i> , <i>Dipontia fisheri</i> , <i>Eriophorum scheuchzeri</i> , <i>E. polytachion</i>) болота в депрессиях и влажных полосах, и разреженные разнотравные (<i>Artemisia tilesii</i> , <i>A. arctica</i> ssp. <i>ehrendorferi</i> , <i>De- schampsia borealis</i> , <i>Oxuya digyna</i> , <i>Rhodi- ola rosea</i>) группировки на сухих полосах	Сигмета <i>Arctophiletum fulvae</i> — <i>Deschampsietum borealis</i> <i>typicum</i>	Аккумулятивные межторные равнины, нижние части протя- женных шлейфов с термокарсто- выми депрессиями, средне- и тяжелосуглинистые; полигональ- но-ложбинный или полочатый микрорельеф, мелкие криотурби- рованные пятна на сухих полосах	Активная криотурбация суглин- стых грунтов, усиливаемая рою- щей деятельностью леммингов; контрастный характер увлажне- ния разных полос: сухие — основ- ной поверхности, обводненные (с глубиной слоя воды до 30 см) — узких полос в депрессиях
61.	Разреженные травяные (<i>Deschampsia borealis</i> , <i>Artemisia tilesii</i> , <i>Potentilla hyperarctica</i> , <i>Oxuya digyna</i>) группировки на полигонах, и мохово-лишайниково- ивовые (<i>Salix polaris</i> , <i>Flavocetraria cucullata</i> , <i>Cetraria islandica</i> , <i>Cetrariella delisei</i> , <i>Hylacomium splendens</i> var. <i>obtusifolium</i>) тундры в ложбинах между полигонами	Асс. <i>Artemisia tilesii</i> — <i>Deschampsietum borealis</i> субасс. <i>typicum</i> + асс. <i>Salix polaris</i> — <i>Samio- nietum uncinatae</i>	Пологие (2–3°) внутриторные шлейфы; тяжелосуглинистые с мелким щебнем, выжатые на поверхности; начальные стадии формирования регулярных поли- гонов	Интенсивное перемешивание грунтов, относительная стабили- зация процессов криотурбаций в ложбинках и зонах стыка между соседними полигонами; постоян- ные зоны весеннего промачива- ния
63.	Травяные (<i>Artemisia arctica</i> ssp. <i>ehrendorferi</i> , <i>Deschampsia borealis</i> , <i>Festuca brachyphylla</i> , <i>Luzula confusa</i>) сообщества с <i>Salix reptans</i>	Асс. <i>Artemisia tilesii</i> — <i>De- schampsietum borealis</i> суб- асс. <i>salicetosum reptantis</i> вар. <i>inops</i>	Протяженные (более 300 м) при- речные шлейфы; суглинистые; пятна морозного кипения	Интенсивное перемешивание су- глинистых грунтов в централь- ной части пятна или полигона, относительная стабилизация это- го процесса в ложбинках между полигонами при наличии посто- янных зон промачивания весной
64.	Ивово-мохово-злаковые (<i>Deschampsia borealis</i> , <i>Alopecurus alpinus</i> ssp. <i>borealis</i> , <i>Arctagrostis latifolia</i> , <i>Tomen- turnum nitens</i> , <i>Ditrichum flexicaule</i> , <i>Salix reptans</i>) сообщества и разреженные группировки (во внутриторных райо- нах с <i>Salix glauca</i> s. str.)	Асс. <i>Artemisia tilesii</i> — <i>De- schampsietum borealis</i> суб- асс. <i>salicetosum reptantis</i> вар. <i>Tometurnum nitens</i>	Нижние, приморские части пред- горных шлейфо-равнин или вы- сокие морские террасы, плоские водораздельные равнины; сугли- нистые; ярко выраженный рельеф пятен кипения: сильно взбуферен- ные отдельные суглинки 15– 17 см в diam. с большим количе- ством ходов землероев	Различия в условиях заснеженно- сти и увлажненности разных элементов нанорельефа: ма- лоснежные, сухие или пересыха- ющие летом вершины бугров, с небольшим пластом снега, и сла- бо промачиваемые в начале лета трещинки или узкие ложбины между буграми; интенсивная роющая деятельность леммингов
65.	Разреженные травяные со мхами (<i>Artemisia tilesii</i> , <i>A. arctica</i> <i>ehrendorferi</i> , <i>Deschampsia borealis</i> ,	Сигма-асс. <i>Dryadeto punc- tatae</i> <i>tyricoso</i> — <i>Deschamp- sieto borealis</i> <i>tometurnoso</i>	Крайние, приречные или меж- озерные части аккумулятивных равнин, пологие склоны сильно	Интенсивная аэрация суглинков в процессе криотурбаций и дея- тельности землероев; иссушение

<p>67.</p> <p><i>Oxuria digyna</i>, <i>Tomentypnum nitens</i>) группировки на буграх-полигонах, и разноотравно-дриадовые (<i>Dryas</i>, <i>pusillata</i>, <i>Mniarctia macrocarpa</i>, <i>Saxifraga firma</i>, <i>Saxisigaea tilesii</i>) тундры в ложбинах между полигонами</p> <p>Разнотравно-щучковые (<i>Deschampsia borealis</i>, <i>Artemisia tilesii</i>, <i>A. arctica</i> ssp. <i>ehrenborferi</i>, <i>Potentilla hyarctica</i>) группировки на основной поверхности террас, и мохово-допонциево-пушицевые (<i>Eriophorum polytachion</i>, <i>Durontia fisheri</i>, <i>Warnstorffia sarmentosa</i>) болота в депрессиях</p>	<p>Асс. <i>Artemisia tilesii</i>–<i>Deschampsietum borealis</i> субасс. <i>salicetosum reptantis</i> вар. <i>Tomentypnum nitens</i> + асс. <i>Meesio triquetris</i>–<i>Caricetum stantis</i> вик. <i>Warnstorffia sarmentosa</i></p>	<p>разрушенных, низких гряд, покатые низкие водоразделы; суглинистые с щебнем; полигонально-ложбинные или неясно-пятнистые несортированные; мелкие суглинистые полигоны-блоки</p> <p>Аккумулятивные равнины, осложненные термокарстовыми депрессиями, высокие (5–6 м) морские террасы; тяжелые суглиники с примесью мелкой гальки и гравия; пятна 0.3–0.4 м в диам., слегка утопленные в широкие дернистые валики</p>	<p>суглинистых блоков в течение лета, затухающие криотурбационные процессы в верхних частях шлейфов</p> <p>Различия в условиях заснеженности и обводненности разных элементов микро- и мезорельефа: малоснежные и частично обсыхающие в летнее время основные поверхности террас, заснеженные и постоянно обводненные в летнее время – днища термокарстовых котловин</p>
--	--	---	--

ТУНДРОВО-БОЛОТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Травяно-моховая

Ацидофитная

<p>81.</p> <p>Злаково-осоково-пново-моховые (<i>Hylocomium splendens</i> var. <i>obtusifolium</i>, <i>Salix polaris</i>, <i>Carex lugens</i>, <i>Arctagrostis latifolia</i>, <i>Alopecurus alpinus</i> ssp. <i>borealis</i>) тундры на слабо увлажняемых полосах, и травяно-моховые (<i>Phylidium ciliare</i>, <i>Sphagnum squarrosum</i>, <i>S. girgensohnii</i>, <i>Carex aquatilis</i> subsp. <i>stans</i>, <i>Durontia fisheri</i>) болота на интенсивно увлажняемых полосах</p>	<p>Асс. <i>Caricetum stantis</i> + асс. <i>Salicetum polans</i>–<i>Sanicetum uncinatae</i></p>	<p>Приречные шлейфы с уклоном 3–6°, суглинистые; чередование полос или секторов (шириной до 50–70 м); пятна от 0.2 до 0.7 м в диаметре</p>	<p>Контрастные условия увлажнения разных полос и секторов: чередование влажных или мокрых узких полос, и сухих полос и секторов шлейфов</p>
<p>82.</p> <p>Осоково-моховые (<i>Phylidium ciliare</i>, <i>Dicranum laevigens</i>, <i>Aulacomnium turgidum</i>, <i>Carex aquatilis</i> ssp. <i>stans</i>) болота в ложбинах и полосах стока, и допонциево-моховые (<i>Warnstorffia sarmentosa</i>, <i>Limprichtia revolvens</i>, <i>Durontia fisheri</i>) болота на участках с застойным увлажнением</p>	<p>Сигма-асс. <i>Cariceto stantis</i>–<i>Meesio triquetris</i>–<i>Caricetum stantis sarmentoso</i></p>	<p>Пологие (2–3°) скаты южных экспозиций к приозерным понижениям и термокарстовым котловинам на аккумулятивных равнинах, напойменные террасы крупных рек; средне-тяжелосуглинистые; резе – глинисто-суглинистые; ложбины стока шириной 5–10 м; пятна суглинка до 0.5 м в диам., сортированные</p>	<p>Слабоконтрастный характер увлажнения разных элементов микрорельефа: относительно сухие (обсыхающие к середине лета) широкие полосы и секторы шлейфа; обводненные в течение всего лета (пластовый сток) ложбины; умеренное снегонакопление</p>

1	2	3	4	5
83.	Дюпонциево-моховые (<i>Dupontia fisheri</i> , <i>Limprichtia revolvens</i> , <i>Warnstorfia sarmen-tosa</i> , <i>Sphagnum squarrosum</i>) болота в депрессиях, и нарцосмиево-ивово-моховые (<i>Hylacomium splendens</i> var. <i>obtusifolium</i> , <i>Tomentarium nitens</i> , <i>Ptilidium cili-are</i> , <i>Salix polaris</i> , <i>Petasites frigidus</i>) тунд-ры на перемычках между депрессиями	Ситгера <i>Sanionietum un-cinatae</i> – <i>Meesio triquetris</i> – <i>Caricetum stantis sarmen-tosa</i>	Высокие речные террасы или краевые части плоских водораз-делов, перемычки-"материки" между термокарстовыми озер-ами, гравийно-галечные с суглин-ком и супесью; мелкобугоркова-тые	Различия в условиях увлажнения разных частей террас: постоян-ное, в течение лета, подтопление основных уровней с гравием и тяжелым суглинком, периодиче-ское, в основном, весеннее, увлажнение гравийно-галечных участков или плоских бугров
84.	Дюпонциево-моховые (<i>Dupontia fisheri</i> , <i>Limprichtia revolvens</i> , <i>Warnstorfia sarmen-tosa</i> , <i>Sphagnum squarrosum</i>) болота в депрессиях, и щучково-травяно-моховые (<i>Distichoweisia crispula</i> , <i>Kiaeria glacialis</i> , <i>Oncophorus wahlenbergii</i> , <i>Racomitrium lanuginosum</i> , <i>Deschampsia borealis</i> , <i>Alopecurus alpinus</i> ssp. <i>borealis</i> , <i>Luzula pluvialis</i>) сообщества и группировки на основных поверхностях террас	Асс. <i>Meesio triquetris</i> – <i>Caricetum stantis</i> вик. <i>Warnstorfia sarmen-tosa</i> + асс. <i>Oncophorus wahlenber-gii</i> – <i>Deschampsietum borea-lis</i> субасс. <i>racomitritetosum lanuginosi</i>	Низкие морские террасы, озерно-болотные понижения и отлогие (1–2°) берега, средне- и тяжело-суглинистые или глинистые (ча-рзонтном оглеения); нерегуляр-ные пятна суглинка или крупные разрывы в дернине	Периодическое длительное об-воднение и медленная фильтра-ция холодной талой воды в тече-ние лета
92.	Разреженные разнотравные (<i>Artemisia glomerata</i> , <i>A. borealis</i> , <i>Chamaenerion lati-folium</i> , <i>Cerastium beeringianum</i> s. str., <i>Petasites glacialis</i> , <i>Stellaria edwardsii</i>) группировки	Асс. <i>Artemisio borealis</i> – <i>Chamaenerietum latifolii</i>	На геохимически смешанных субстратах Поймы крупных рек; галечно-гравийные или песчано-галечные; косы и гривы	Активный аллювий в условиях регулярной (из года в год) смены положения русла в пойме: раз-рушение галечных грив, кос и намывание новых
114.	Разреженные разнотравные (<i>Mimuartia macrocarpa</i> , <i>Oxytropis wrangelii</i> , <i>Campa-nula uniflora</i> , <i>Artemia arctica</i>) группиров-ки на склонах и на полигонах, и травяно-дрядовые (<i>Dryas punctata</i> , <i>Kobresia tu-rosoides</i> , <i>Astragalus alpinus</i> ssp. <i>arcticus</i> , <i>Valeriana capitata</i>) тундры на террасах и в трещинах между полигонами	Асс. <i>Saxifraga fitzae</i> – <i>Luzuletum confusae</i> субасс. <i>artemisietosum borealis</i> + асс. <i>Parugo nudicaulis</i> – <i>Drya-detum punctatae</i> субасс. <i>turpicum</i>	Вершины и склоны невысоких (150–280м над ур. м.) увалов с несколькими террасами; мелкий сланцевый плитняк, кварцевый щебень с мелкоземом; начальные стадии образования полигонов, разделенных тонкими трещинами	Делювиальное смещение щебен-чатой массы вниз по склону; накопление снега в тыловых швах террас

ПОЙМЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

На геохимически смешанных субстратах

ПЕТРОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

РАЗРЕЖЕННЫЕ ГРУППИРОВКИ (СЕМИАГГРЕГАЦИИ) ЛИШАЙНИКОВ, МХОВ И СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Семиаггрегации сосудистых растений с лишайниками и мхами

Ацидофитные

Обращает на себя внимание высокая величина ошибки средних, что делает различия их величин в диапазоне 1.50–3.00 км² недостоверными. Распределение площадей фитоценохов по диапазонам приведено на рис. 3 Б–Г. На зональных некарбонатных местоположениях (классы сигмет с константным синтаксоном асс. *Carici lugentis–Hylocomietum alaskani*) пик распределения приходится на диапазон 1.51–3.00 км², несколько раз встречены высокие величины площади (7.51–9.00 км²) (рис. 3 Б). Другой характер распределения – у фитоценохов отрицательных элементов рельефа: ложбин и секторов пластового стока (класс сигмет с константным синтаксоном асс. *Caricetum stantis* (рис. 3 В: 1) и мест долгого лежания снега (класс сигмет с константным синтаксоном асс. *Salici polaris–Caricetum podocarpae* (рис. 3 В: 2). Здесь пик распределения величин площадей приходится на первый диапазон (0.10–1.50 км²). Во втором диапазоне (1.51–3.00 км²) частота встреч площадей фитоценохов резко уменьшается, что определяется причинами геоморфологического характера: малыми площадями, занимаемыми снежниками и участками пластового стока. Для фитоценохов этого типа заметны слабо выраженные подъемы кривой в диапазонах 3.01–4.50 и 4.51–6.00 км²: такие фитоценоховы формируются в закрытых внутригорных долинах с крупными снежниками и широкими зонами пластового стока перед ними. Близкий характер распределения площадей фитоценохов – в классах сигмет положительных элементов рельефа, где константные синтаксоны представлены ассоциациями *Castillejo elegantis–Caricetum rupestris*, *Artemisio tilesii–Deschampsietum borealis*, *Saxifrago firmae–Luzuletum confusae* (рис. 3 Г: 1, 2 и 3 соответственно). Здесь так же, как и в предыдущем случае, преобладают фитоценоховы площадью до 1.50 км², но отсутствуют подъемы кривых в диапазонах, соответствующих большим величинам площадей.

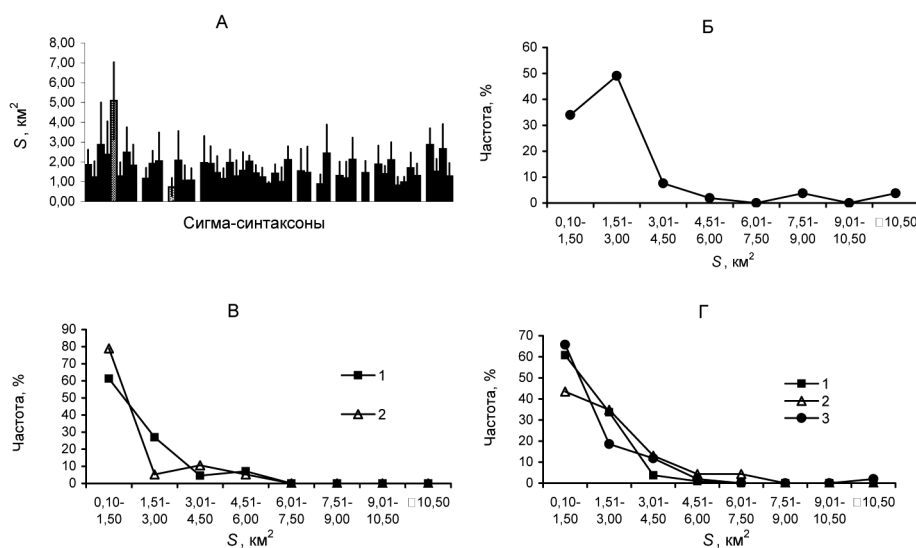


Рис. 3. Площади фитоценохов.

А. Средние величины площадей в разных сигма-ассоциациях. По горизонтальной оси (здесь и на рис. 7) – сигма-ассоциации, сгруппированные в классы. Выделены штриховками: густой – сигмета *Dryado punctatae typicoso – Carici lugentis–Hylocomieto alaskani typicoso*, редкой – сигма-ассоциация *Carici podocarpae – Salici pulchrae–Cariceto lugentis*.

Б–Г. Распределение частот фитоценохов разных сигма-классов по величине площади: Б – некарбонатных зональных местоположений; В – отрицательных элементов рельефа: 1 – ложбин и секторов пластового стока, 2 – мест долгого лежания снега; Г – положительных элементов рельефа (ксеро- и мезоксероморфных местоположений): 1 – склонов южной экспозиции, 2 – участков с активной ройущей деятельностью леммингов, 3 – денудационных склонов.

Фитоценохоры этого типа формируются на склонах южной экспозиции с криоксерофитной растительностью, в краевых частях водоразделов или на байджа-рах, перерываемых леммингами, и, кроме того, на крутых денудационных склонах. Площади этих фитоценохор крайне малы, очень часто ареал такой территориальной единицы рассечен на несколько изолированных участков, каждый – площадью не более 2–4 га.

Коэффициент расчленения характеризуется линейной положительной связью с периметром (рис. 4 А). Для этого показателя, так же, как и для площади фитоценохор, установлены достаточно большие величины ошибки среднего для ряда сигма-классов, в т. ч. зональных местоположений, и, соответственно, недостоверные различия величин этого показателя в диапазоне средних и высоких значений: 1.70–1.86 (рис. 4 Б). Отличаются от них только фитоценохоры нагорных террас и поверхностей гольцового выравнивания с относительно невысокими величинами коэффициента (1.35–1.40). Для коэффициента расчленения отмечено 2 типа распределения: с пиком в диапазоне 1.31–1.60 (классы сигмет с константными синтаксонами асс. *Carici lugentis*–*Hylocomietum alaskani*, асс. *Salici callicarpaeae*–*Dryadetum chamissonis* и асс. *Saxifrago oppositifoliae*–*Oxytropidetum gorodkovii*; рис. 4 В: 1, 2 и 3 соответственно) и с наличием вторичных пиков или подъемов кривых в диапазонах 1.90–2.50 и более 2.50 (классы сигмет с константными синтаксонами асс. *Salici pulchrae*–*Caricetum lugentis*, асс. *Cetrariello delisi*–*Alopecuretum alpini* и асс. *Artemisio tilesii*–*Deschampsietum borealis*; рис. 4 Г: 1, 2 и 3 соответственно). В целом такие различия связаны с разной интенсивностью эрозионных процессов и выраженностью экологических факторов. В первом из этих случаев – фитоценохорах зональных и оро-зональ-

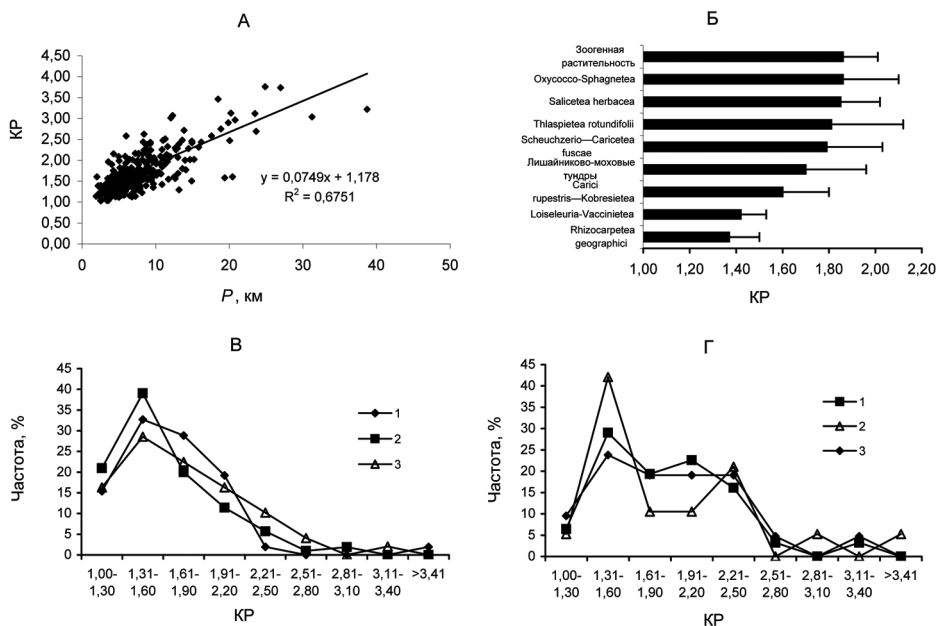


Рис. 4. Коэффициент расчленения фитоценохор.

А. Зависимость коэффициента расчленения от периметра фитоценохоры.

Б. Средние величины коэффициента расчленения разных сигма-классов. По вертикальной оси – классы растительности, синтаксоны которых являются константными в соответствующих сигма-классах.

В, Г. Распределение частот фитоценохор разных сигма-классов по величине коэффициента расчленения: В – зональных и оро-зональных местоположений: 1 – некарбонатных равнинных, 2 – карбонатных равнинных, 3 – поверхностей гольцового выравнивания; Г – азональных местоположений: 1 – мест долгого лежания снега, 2 – ложбин и секторов стока, 3 – участков с активной роющей деятельностью леммингов.

ных (Холод, 2013) местоположений – интенсивность эрозионных процессов низкая, экологические факторы (климато-гидрологические и почвенно-геохимические) характеризуются средними значениями, во втором – фитоценозах азональных местоположений (нивальные, гигроморфные и участки с активной деятельностью почвенных землероев) – интенсивность эрозионных процессов высокая, экологические факторы достигают высоких или экстремальных значений (табл. 2).

Таблица 2

Экологические факторы в фитоценозах с разной величиной коэффициента расчленения

Сигма-синтаксоны		Величина КР	Интенсивность эрозионных процессов	Значения экологических факторов	Преобладающие экологические факторы	Константный синтаксон сигметы (класс)
В	1	1.45–1.95	Низкая	Средние	Отсутствуют	Лишайниково-моховые тундры Carici rupestris– Kobresietea bellardii
	2	1.40–1.80	- " -	- " -	- " -	
	3	1.50–2.00	Средняя	Высокие	Подвижность грунтов	Thlaspietea rotundifoliai
Г	1	1.70–2.20	Высокая	Экстремальные	Нивация	Salicetea herbacea
	2	1.70–2.15	- " -	- " -	Увлажнение	Scheuchzerio– Caricetea fuscae
	3	1.75–2.10	- " -	Высокие	Зоогенные нарушения	Зоогенная растительность

Примечание. Индексы в левой части таблицы соответствуют обозначениям, принятым на рис. 4.

Индекс дробности, как величина, обратная среднему размеру ЭГА в фитоценохе, нелинейно связан с коэффициентом расчленения (рис. 5 А). В диапазоне от 1.00 до 1.50 увеличение значения этого коэффициента для сигма-союза *Oxytropidi wrangelii–Dryadeto integrifoliae* typica сопровождается довольно быстрым уменьшением величины индекса. В этом диапазоне происходит резкий переход от мелких ЭГА к крупным (что соответствует уменьшению величины J_d). При дальнейшем увеличении степени расчленения контура фитоценохоры размеры ЭГА растут медленно. Отмеченная зависимость связана с тем, что относительно большие контуры ЭГА формируются в условиях хорошего дренажа территории. Последний же способствует интенсивному расчленению контура или увеличению степени извилистости его границ. Для распределения величин индекса дробности в разных классах сигмет характерна общая черта – преобладание низких значений (до 4.00: рис. 5 Б–Г). В то же время для разных классов отмечены свои особенности распределения величин индекса по диапазонам, что и позволило объединить их в 3 группы. Для фитоценохор зональных некарбонатных местоположений (классы сигмет с константными синтаксонами acc. *Carici lugentis–Hylocomietum alaskani* и acc. *Artemisio tilesii–Deschampsietum borealis*; рис. 5 Б: 1 и 2 соответственно) характерны наиболее крупные ЭГА, средняя площадь которых превышает 2.00 км² (индекс дробности не выше 2.00). Доля таких ЭГА может достигать в соответствующих классах 70 %. Несколько по-другому распределены величины индекса дробности в классах фитоценохор зональных карбонатных (Холод, 2013) и гигроморфных местоположений (константные синтаксоны сигма-классов – ассоциации *Oxytropidi wrangelii–Dryadeto integrifoliae* и *Carici membranaceae–Dryadeto integrifoliae*; рис. 5 В: 1 и 2 соответственно). Здесь вторичные пики в диапазонах 6.01–8.00 и 8.01–10.00 указывают на наличие, помимо крупных, также и средних по величине контуров ЭГА в соответствующих фитоценозах. За-

метно отличается от вышеупомянутых двух групп распределение индекса в классах фитоценозов горных территорий: здесь пик распределения приходится на диапазон 2.01–4.00 (константные синтаксоны сигма-классов – ассоциации *Melanelio stygiae*–*Umbilicarietum proboscideae* и *Saxifrago firmae*–*Luzuletum confusae*; рис. 5 Г: 1 и 2 соответственно). На плоских вершинах и склонах, где формируются данные фитоценозы, размеры контуров ЭГА не столь большие, как на равнинах. В двух последних группах (В, Г) намечаются слабо выраженные подъемы кривой в крайне правой части, соответствующей значениям J_d более 12.00. Такие кривые отражают особенности фитоценозов ряда азональных местоположений (денудационные склоны, ложбины стока), где всегда есть достаточно мелкие ЭГА, площадь которых не превышает 0.05–0.07 км².

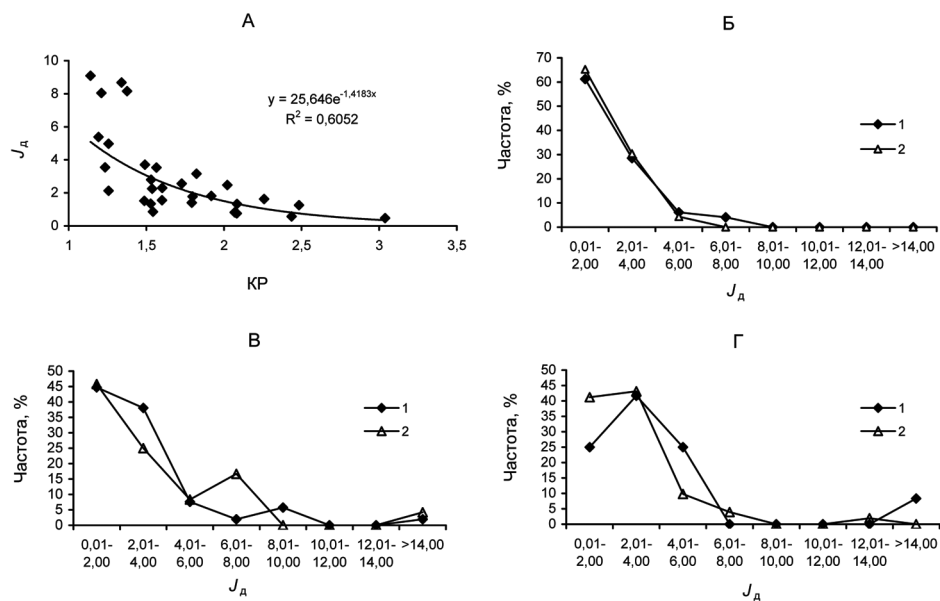


Рис. 5. Индекс дробности фитоценозов.

А. Зависимость индекса дробности от коэффициента расчленения (сигма-союз *Oxytropidi wrangelii*—*Dryadeto integrifoliae typica*).

Б–Г. Распределение частот фитоценозов разных сигма-классов по величине индекса дробности:

Б – зональных некарбонатных местоположений: 1 – лишайниково-моховых тундр, 2 – зоогенной растительности; В – зональных карбонатных и гигроморфных местоположений: 1 – предгорных равнин и пролювиальных вееров, 2 – обводненных депрессий; Г – горных территорий: 1 – поверхностей гольцового выравнивания, 2 – денудационных склонов.

Площади ЭГА, указанные выше, достаточны в ряде случаев для отражения их самостоятельным контуром в масштабе созданной карты растительности. В то же время при весьма мелких контурах становится необходимым использование гетерогенных единиц растительного покрова. В этом случае необходимо предварительно ответить на вопрос: не являются ли относительно «широкие» синтаксоны флористической классификации препятствием для отображения на карте всей гетерогенности растительного покрова, определяемой высокой степенью гетерогенности абиотической среды? Для ответа на этот вопрос необходимо соотнести степень дробности абиотической среды с детальностью классификационной схемы, позволяющей отнести каждый элемент фитоценозы к тому или иному синтаксону. Существенное значение для решения проблемы соотношения объема типологических категорий растительности и возможности их отражения на карте растительности имеет мера типологического различия разных ЭГА, участвующих в одной фитоценозе. Такая мера дает возможность

оценить, насколько «чутко» синтаксоны классификации «реагируют» на различия абиотической среды в пределах фитоценохоры. Мерой типологической близости синтаксонов, входящих в одну фитоценохору, является коэффициент классификационной дифференциации (ККД). Самые низкие величины этого показателя соответствуют ситуации, когда в одной фитоценохоре соседствуют синтаксоны, принадлежащие, например, к разным вариантам одной субассоциации. Наоборот, если ЭГА в фитоценохоре принадлежат синтаксонам разных порядков и классов, то величина ККД приближается к единице. Данный коэффициент показывает линейную отрицательную связь с соотношением числа синтаксонов ранга ниже ассоциации к числу синтаксонов рангом выше ассоциации (рис. 6 А). Малая величина этого соотношения соответствует высокой величине коэффициента, т. е. ситуации, когда разные ЭГА, входящие в фитоценохору, различаются на высоком классификационном уровне. Представление о распределении величин коэффициента классификационной дифференциации в нескольких классах сигмет дает рис. 6 Б–Г. Можно видеть, что в фитоценохорах зональных местоположений (классы сигмет с константными синтаксонами асс. *Carici lugentis–Hylocomietum alaskani* и асс. *Oxytropidi wrangelii–Dryadetum integrifoliae*; рис. 6 Б: 1 и 2 соответственно) пик распределения близок к середине шкалы (диапазон 0.66–0.70), для фитоценохор денудационных осыпных склонов (класс сигмет с константным синтаксоном асс. *Oxytropidi czukoticae–Salicetum phlebophyllae*; рис. 6 В) он заметно сдвинут в ее правую часть (0.81–0.85), а для условий повышенного увлажнения (депрессии, ложбины и секторы пластового стока) характерно несколько пиков в правой части графика с высокими величинами коэффициента (классы сигмет с константными синтаксонами асс. *Sphagno–Eriophoretum vaginati* вик. *Polytrichastrum alpinum* и асс. *Meesio triquetris–Caricetum stantis* вик. *Warnstorfia sarmentosa*; рис. 6 Г: 1 и 2 соответственно). В первом из указанных случаев (рис. 6 Б), как правило, при больших величинах площадей градиент фактора среды, определяющего смену растительности в пределах фитоценохоры, – нерезкий, основные факторы среды выражены неочетливо. Такая ситуация характерна для обширных предгорных равнин, где преобладают осоково-моховые и дриадовые тундры. Для фитоценохор второго и третьего типа (рис. 6 В, Г), при меньших величинах площадей и большей пестроте местоположений с контрастными экологическими условиями, свойственна и относительно высокая степень типологической контрастности. Последняя особенно характерна для фитоценохор влажных местоположений, в которых чередуются ЭГА, относящиеся к разным классам и порядкам, например, *Oxycocco–Sphagnetea* и *Scheuchzerio–Caricetea fuscae*, *Caricetalia fuscae* и *Arctophiletalia fulvae*. Таким образом, анализ распределения коэффициента классификационной дифференциации показал, что для фитоценохор ряда аazonальных местоположений характерны довольно высокие его величины. Это является следствием того, что в пространстве фитоценохор происходит частое чередование контрастных экологических условий, последнее же сопровождается сменой синтаксонов на высоком иерархическом уровне. Гораздо реже встречаются случаи, когда градиенты среды меняются нерезко, и именно в этой ситуации правомерен вопрос: не является ли синтаксон слишком широким и «скрывающим» все разнообразие экологических условий? Как отмечено выше, существенные возможности в данном случае предоставляют синтаксоны низких рангов, которые и позволяют отобразить все разнообразие растительности.

Средние величины индекса вытянутости-округлости представлены на рис. 7 А. Можно видеть, что для основной массы сигма-синтаксонов этот индекс меняется в диапазоне 0.250–0.350. Однако вследствие большой величины ошибки среднего различия этой величины не во всех случаях являются досто-

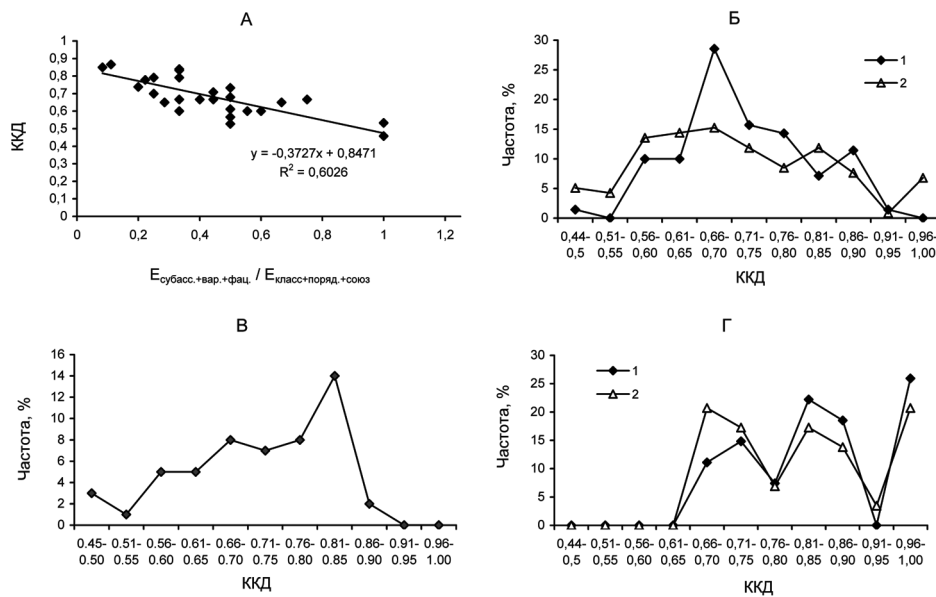


Рис. 6. Коэффициент классификационной дифференциации фитоценозор.

А. Зависимость величины коэффициента от соотношения числа синтаксонов на разных иерархических уровнях.

Б–Г. Распределение частот фитоценозор разных сигма-классов по величине коэффициента классификационной дифференциации:

Б – зональных местоположений: 1 – некарбонатных, 2 – карбонатных; В – денудационных склонов; Г – гноморфных местоположений: 1 – влажных предгорных шлейфов, 2 – ложбин стока.

верными. Индекс вытянутости-округлости для всей выборки меняется в диапазоне от 0,140 до 0,550. Три группы распределения характеризуют несколько различающуюся форму контуров фитоценозор: 1) умеренно вытянутую ($J_{\text{во}} = 0,270-0,350$) классов сигмет на различных структурных грунтах: карбонатных, нивальных и зоогенно нарушенных местоположениях (с константными синтаксонами асс. *Oxytropidi wrangellii-Dryadetum integrifoliae*, асс. *Salici rotundifoliae-Oxytropidetum wrangellii*, асс. *Artemisio tilesii-Deschampsietum borealis*; рис. 7 Б: 1, 2 и 3 соответственно), 2) вытянутую или овалообразную ($J_{\text{во}} = 0,190-0,270$) классов сигмет на участках с активным транзитом воды и твердого материала через весь ареал фитоценозоы: ложбин стока и горных склонов (с константными синтаксонами асс. *Salici pulchrae-Caricetum lugentis* и асс. *Saxifrago firmae-Luzuletum confusae*; рис. 7 В: 1 и 2 соответственно), 3) приближающуюся к округлой ($J_{\text{во}} = 0,360-0,420$) сигмет территорий, где преобладают местные процессы: участков с застойным увлажнением и поверхностей гольцового выравнивания с перераспределением элювия (с константными синтаксонами асс. *Sphagno-Eriophoretum vaginati* вик. *Polytrichastrum alpinum* и асс. *Pseudophebeo pubescentis-Bryocaulum divergentis*; рис. 7 Г: 1 и 2 соответственно). Этот индекс отражает особенности процессов, протекающих в надмерзлотной толще, и может служить мерой типов структур растительного покрова, выделенных нами ранее для территории острова Врангеля (Холод, 1989; Арктические..., 1994). В первом из рассмотренных случаев (рис. 7 Б) преобладают процессы морозной сортировки грунтов, которые определяют возникновение изоморфных структур растительного покрова, в частности – комплексов разного типа, во втором (рис. 7 В) – стоковые, делювиальные и коллювиальные, способствующие формированию вытянутых по падению склона контуров, тип структур которых можно отнести к эко-

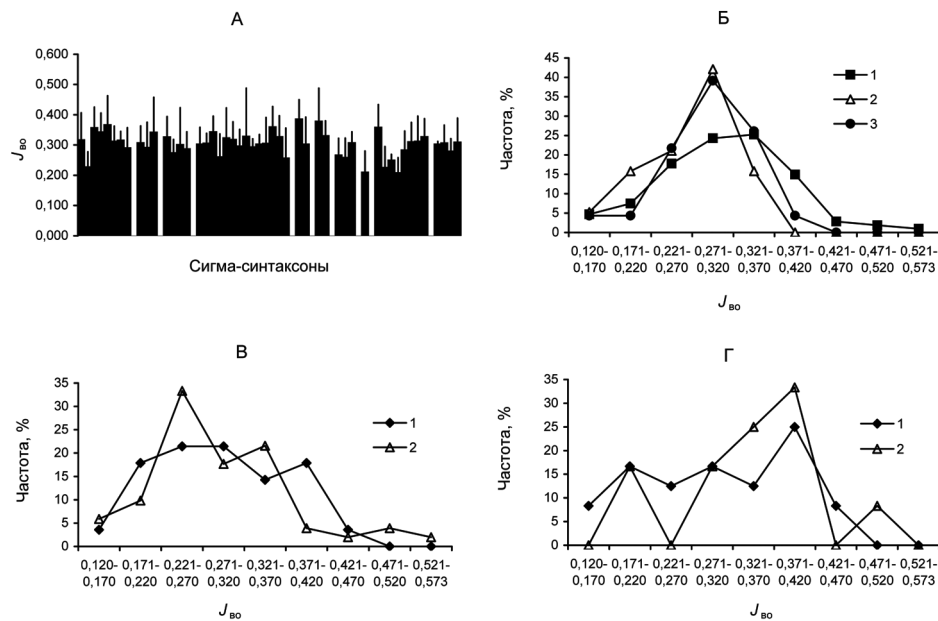


Рис. 7. Индекс вытянутости-округлости фитоценозов.

А. Средние величины индекса вытянутости-округлости в разных сигма-ассоциациях.

Б-Г. Распределение частот фитоценозов разных сигма-классов по величине индекса вытянутости-округлости:

Б – при решающей роли процессов формирования структурных грунтов: 1 – карбонатных водоразделов, 2 – мест долгого лежания снега, 3 – участков с активной роющей деятельностью леммингов; В – с ведущей ролью процессов передвижения воды и твердого материала через ареал фитоценозоны: 1 – ложбин стока, 2 – горных склонов; Г – с делювиальными и элювиальными процессами, локализованными внутри фитоценозов: 1 – участков застойного увлажнения, 2 – поверхностей гольцового выравнивания.

логическим рядам и ташетам⁵. Высокие величины индекса в третьем случае (рис. 7 Г) характеризуют процессы, градиенты которых не «охватывают» всю фитоценозную радиус их действия обычно не превышает нескольких метров. Это – вытаивание линз льда, заложение термокарстовых депрессий, образование и локальное перераспределение элювия. Контуры фитоценозов в этих случаях определяются геоморфологическими образованиями, имеющими в плане форму, близкую к неправильным многоугольникам. Тип структур растительного покрова таких фитоценозов – мозаики разного типа (табл. 3).

Сопоставление приведенной величины однородности дифференциации фитоценозов с долей площади, занимаемой в фитоценозе наиболее крупным элементом, показало, что между ними наблюдается полиномиальная зависимость (рис. 8 А). При доле площади наибольшего элемента, превышающей 60 %, такая зависимость близка к линейной отрицательной. Можно сделать вывод, что показатель однородности дифференциации есть мера выраженности той ЭГА в фитоценозе, которая является фоновой. При этом достаточно хорошо прослеживается зависимость: чем меньше величина H_0 , тем большую площадь занимает фоновый элемент. На рис. 8 Б приведены средние величины площади фонового ЭГА для фитоценозов двух сигма-союзов: зональных местоположений и их карбонатных вариантов. Обращает на себя внимание равенство полученных величин, что указывает на сходство экологических режимов на этих двух типах местоположений. С учетом вышесказанного можно проинтерпретировать

⁵ Приводимые здесь и в других местах работы типы структур растительного покрова острова Врангеля описаны в специальной работе (Арктические..., 1994).

Таблица 3

Типы структур растительного покрова в фитоценозах с разной величиной индекса вытянутости-округлости

Сигма-синтаксоны	Индекс вытянутости-округлости	Константный синтаксон сигметы (класс)	Процессы	Тип структур растительного покрова	
Б	1	0.280–0.340	Carici rupestris–Kobresietea bellardii	Первичное растрескивание грунтов, крип	Прекомплексы куртинно-пятнистого типа
	2	0.250–0.300	Salicetea herbacea	Морозная сортировка, удаление продуктов выветривания	Сложные комплексы, содержащие экологические ряды
	3	0.295–0.305	Зоогенная растительность	Инволюции (криотурбации), зоогенные нарушения	Прекомплексы полигонального типа
В	1	0.210–0.260	Scheuchzerio–Caricetea fuscae	Стоковые, делювиальные	Экологические ряды, ташеты струйчатого типа
	2	0.190–0.250	Thlaspietea rotundifolii	Коллювиальные, коллювиально-делювиальные	Преташеты спорадически-полосчатого типа
Г	1	0.370–0.420	Oxycocco-Sphagnetetea	Заложение мелких термокарстовых депрессий	Мозаики фоноводырчатого типа
	2	0.360–0.415	Rhizocarpetea geographici	Элювиальные	Мозаики пятнистого типа

Примечание. Индексы в левой части таблицы соответствуют обозначениям, принятым на рис. 7.

распределение величин коэффициента H_0 в фитоценозах нескольких сигма-союзов. В двух группах (рис. 8 В, Г) различаются левые части распределений: в сигма-союзах зональных местоположений (рис. 8 В) есть несколько точек, отличающихся от нуля: в диапазонах 0.286–0.400 и 0.401–0.600. Эти диапазоны соответствуют наиболее крупным, фоновым ЭГА в составе фитоценохов зональных местоположений. Во второй группе – гигроморфных местоположений (рис. 8 Г) – таких точек нет, выражен только пик в правой части распределения, что определяется отсутствием фоновых элементов в этих фитоценозах.

Выявление фонового элемента фитоценохов позволяет поставить вопрос о топографическом статусе ЭГА в ее пределах. При этом становится возможным соотнести некоторые качественные характеристики контуров, образуемых ЭГА (т. е. сообществами, относящимися к определенному синтаксону), с тем или иным типом структур. В табл. 4 приведены параметры двух синтаксонов, являющихся фоновыми в фитоценозах зональных местоположе-

ний: асс. *Carici lugentis–Hylocomietum alaskani* вар. *typicum* (некарбонатные) и асс. *Oxytropidi wrangelii–Dryadetum integrifoliae* фац. *typica* (карбонатные). При отмеченном выше сходстве величин площадей, занимаемых этими элементами в фитоценозах, несколько различаются параметры их границ, положение в ландшафте и типах структур растительного покрова.

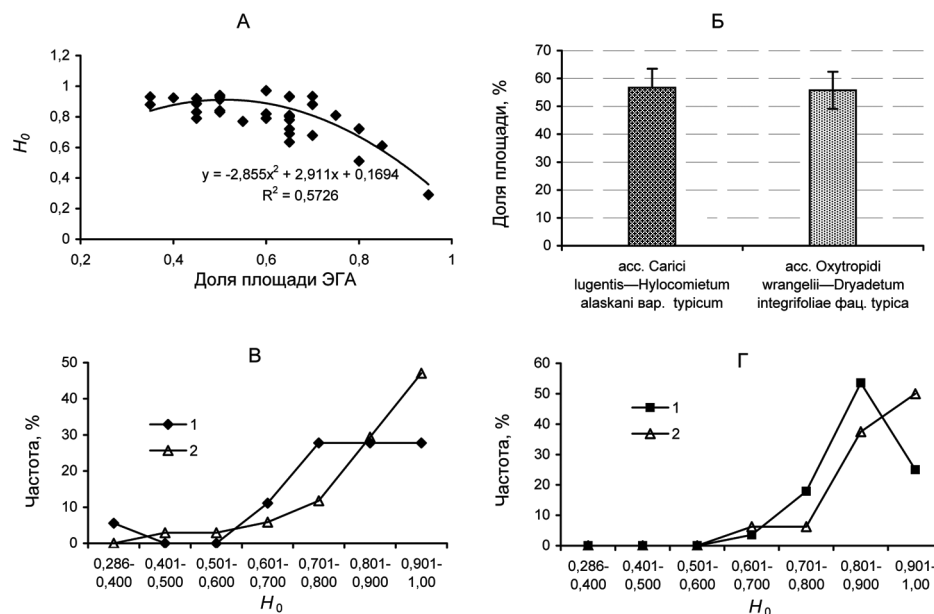


Рис. 8. Однородность дифференциации фитоценозов.

А. Зависимость приведенной меры однородности от доли площади фонового элемента фитоценозы.
 Б. Средние величины площади фонового элемента фитоценозы в двух сигма-союзах зональных местоположений.

В, Г. Распределение частот фитоценозов по величине приведенной меры однородности дифференциации:

В – зональных местоположений, сигма-союзов: 1 – *Carici lugentis–Hylocomietum alaskani typicoso*, 2 – *Oxytropidi wrangelii–Dryadeto integrifoliae typica*; Г – гигроморфных местоположений: 1 – сигма-союза *Salici pulchrae–Cariceto lugentis*, 2 – с константным синтаксоном *Meesio triquetris–Caricetum stantis* вик. *Warnstorfia sarmentosa*.

Таблица 4

Параметры фоновых синтаксонов в фитоценозах зональных местоположений

Синтаксон \ Параметры	Гомогенность–гетерогенность контуров	Топографические границы	Положение в стоково-геохимической серии	Наличие генетических связей с другими ЭГА	Тип структур растительного покрова
Асс. <i>Carici lugentis–Hylocomietum alaskani</i> вар. <i>typicum</i>	Гомогенные	Постепенные; широкие экотоны	Т, Т–Ак	Отсутствуют или слабые односторонние	Ташеты, вариации
Асс. <i>Oxytropidi wrangelii–Dryadetum integrifoliae</i> фац. <i>typica</i>	Гетерогенные: дырчато-пятнистые, полосчатые	Резкие; узкие экотоны или без них	Эль, Т–Эль	Обоюдные или ярко выраженные односторонние	Комплексы, экологические ряды

Примечание. Позиции стоково-геохимической серии ландшафтов: Эль – элювиальные, Т – транзитные, Т–Ак – транзитно-аккумулятивные, Т–Эль – транзитно-элювиальные.

Обсуждение и выводы

Использование формализованных методов при изучении гетерогенных территориальных единиц растительного покрова диктуется рядом обстоятельств, среди которых – экотонный характер границ фитоценозов в пространстве (как внешних, так и внутренних), отсутствие единого представления о рангах этих образований и связующих «механизмах» разных типов структур, а также о размерах площади их выявления. Рассмотренные в данной работе количественные параметры фитоценозов характеризуются, особенно в пределах одной сигметы, значительным варьированием величин. Такое варьирование можно рассматривать не с точки зрения некорректности выборки (например, наличия «выбросов» в каждом типе), а как объективную характеристику типа. В этом отношении представляет интерес концепция инварианта растительности, предложенная В.Б. Сочавой (1972, 1979) для однородных единиц растительности – фитоценозов, и использованная позже в почвоведении (Козловский, Горячкин, 1993) для обоснования квазистационарного состояния структур почвенного покрова. Можно предположить, что и для фитоценозов возможно выделение такого инварианта, а довольно большой разброс параметров относительно среднего при этом рассматривать как признак наличия в типе относительно разнокачественных объектов.

Исходная посылка данной работы – рассмотрение типа фитоценозов как категории, стабильной в отношении набора составляющих его элементов, т. е. синтаксонов. Именно такой набор и есть инвариант типа. В процессе анализа фитоценозов другие параметры гетерогенного растительного покрова – геометрические, экологические, динамические, обменные и, как следствие, структурные – в рассмотрение не принимались. Мы полагаем, что многие представления об экологических, динамических и других особенностях фитоценозов до сих пор основываются на интуитивных оценках, сделанных в основном в полевых условиях. При отсутствии стационарно-режимных наблюдений за динамикой растительности непосредственно в тех или иных территориальных единицах растительного покрова наиболее приемлемым способом оценки процессов и механизмов, позволяющих рассматривать их как единое целое, остается анализ ценотического состава. Последний, в свою очередь, дает возможность провести оценку ряда параметров, используя при этом условные шкалы, например, ординационные. Существенное увеличение информации относительно особенностей фитоценозов может быть получено при рассмотрении вышеприведенных параметров, основанных на использовании графоаналитических методов. Данная работа – одна из первых попыток исследовать сложный, неоднородный растительный покров арктических тундр такими методами.

Довольно высокие величины ошибок среднего для показателей площади, степени расчленения и формы фитоценозов дают возможность предположить, что каждый их тип – сигма-ассоциация – содержит конкретные фитоценозы, различающиеся по ряду параметров. Таковыми могут быть, в частности, преобладающие экологические факторы, их интенсивность. На территории острова Врангеля постоянно встречаются фитоценозы, в пределах которых различия в сообществах могут определяться в одно и то же время как фактором нивальности, так и фактором поверхностного стока. Следует учитывать то обстоятельство, что многие экологические факторы взаимосвязаны, различия между конкретными фитоценозами могут определяться только вкладом того или иного фактора в варьирование растительности, величина которого может значительно меняться от одного участка к другому. В объем одной сигметы могут быть включены фитоценозы, которые относятся и к разным типам структур. Так, в частности, одна фитоценоза может представлять собой одновременно и сложный комплекс, и экологический ряд, состоящий из раз-

нотипных комплексов. Так, на предгорной слабо наклонной равнине (рис. 1) выделены комплексы (7, 9) полигонального типа, в которых один или два элемента (платформа полигонов и ложбина между ними) не меняются на большом расстоянии, поэтому можно сделать вывод о наличии здесь однотипного комплекса, занимающего среднюю и нижнюю части шлейфа. С другой стороны, в ряде случаев прослеживаются некоторые изменения в составе растительности площадки полигона, а значит, тип комплекса в направлении падения склона-шлейфа может видоизменяться: в таком случае на первый план выходит структура, близкая к экологическому ряду (10). Вполне вероятно, что существенные различия величин площадей в пределах типа могут указывать и на различия рангов фитоценозов, хотя это и не всегда подтверждается, а в ряде случаев рассматривается как ошибочное предположение (Годельман, 1981). Проблема определения ранга фитоценоза до сих пор остается открытой: «привязка» его к рангу рельефа (Грибова, Исаченко, 1972) является только первым приближением в решении данного вопроса и требует дальнейшего изучения.

При рассмотрении характера распределения картометрических и морфометрических показателей по диапазонам обращает на себя внимание, что в большинстве случаев оно не подчиняется закону распределения Гаусса. Это указывает на то, что многие параметры фитоценозов взаимосвязаны, причем, часто один из них может являться ведущим. В то же время для некоторых сигма-классов можно отметить распределения с пиком в средней части, это показатели типологической близости ЭГА (рис. 6 Б: 1) и формы (рис. 7 Б: 2, 3). Оба эти случая характеризуют распределение на зональных местоположениях, где, как правило, достаточно трудно выделить ведущие факторы среды (Холод, 2013), а в ряде случаев – и установить типы структур.

Фитоценозы представляют собой сложные системы, и к ним вполне приложим аналитический подход: изучение их отдельных частей с переходом к изучению целого или рассмотрение отдельных параметров всей системы с последующим их сравнительным анализом. В данной работе сделана попытка исследовать фитоценозы вторым способом, причем, решающими здесь явились статистико-картометрические методы. Необходимо отметить, что в данной работе использованы не все параметры фитоценозов, которые могут быть измерены на основе графоаналитических методов. Здесь не нашли отражения показатели сложности, контрастности и неоднородности растительного покрова, для которых необходимо предварительное исследование структуры экологического пространства. Но даже использование всего возможного арсенала данных методов для изучения фитоценозов недостаточно, необходимы стационарно-режимные исследования, которые позволили бы более обоснованно делать заключения о процессах, протекающих в этих территориальных образованиях, направлении векторов связей и т. д. Существенным для понимания природы фитоценозов является их сравнительно-географическая характеристика. Наличие достаточно густой сети территорий с выполненными на них исследованиями неоднородного растительного покрова, проведенными на основе количественных методов, позволит с достаточной точностью перейти к характеристике растительного покрова больших областей, и более корректно решить задачу выявления территориальных единиц более высокого уровня – макрофитоценозов и единиц геоботанического районирования.

Автор признателен Г.А. Тюсову за оформление фрагмента карты.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН по теме № 01201458546 и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития».

ЛИТЕРАТУРА

- Арктические тундры острова Врангеля* (Материалы ботанического полустационара «Бухта Сомнительная» 1984–1988 гг.). СПб., 1994. 280 с. (Тр. БИН им. В.Л. Комарова. Вып. 6.)
- Берлянт А.М.* Образ пространства: карта и информация. М., 1986. 240 с.
- Берлянт А.М.* Картографический метод исследования. М., 1988. 252 с.
- Виноградов Б.В.* Картирование комплексов растительных ассоциаций в полупустыне (м. 1 : 3 000–1 : 100 000) // Геоботаническое картографирование 1966. М.; Л., 1966. С. 35–48.
- Годельман Я.М.* Неоднородность почвенного покрова и использование земель. М., 1981. 200 с.
- Грибова С.А., Исаченко Т.И.* Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. Т. 4. Л., 1972. С. 137–330.
- Дрейпер Н.Р., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ. 3-е изд. М.; СПб.; Киев, 2007. 912 с.
- Исаченко Т.И.* Сложение растительного покрова и картографирование // Геоботаническое картографирование 1969. Л., 1969. С. 20–33.
- Катенин А.Е.* Классификация неоднородных территориальных единиц растительного покрова на примере растительности тундровой зоны // Бот. журн. 1988. Т. 73. № 2. С. 186–197.
- Катенин А.Е.* Разнообразие формы и геометрической структуры (узора) территориальных единиц растительного покрова тундровой зоны // Крупномасштабное картографирование растительности. Л., 1989. С. 16–19.
- Козловский Ф.И., Горячкин С.В.* Современное состояние и пути развития теории структуры почвенного покрова // Почвоведение. 1993. № 7. С. 31–43.
- Королюк А.Ю.* Крупномасштабное картирование растительности Барабинской равнины с использованием АФС и КС // Геоботаническое картографирование 1991. СПб., 1992. С. 69–74.
- Королюк А.Ю.* Классификация территориальных единиц растительности равнинных территорий для целей создания геоинформационной системы «Растительность Сибири» // Геоботаническое картографирование 1997. СПб., 1999. С. 3–13.
- Корсунов В.М., Красеха Е.Н., Ральдин Б.Б.* Методология почвенных эколого-географических исследований и картографии почв. Улан-Удэ, 2002. 230 с.
- Наумова Л.Г., Гоголева П.А., Миркин Б.М.* О симфитосоциологии // Бюл. МОИП. 1987. Т. 92. Вып. 6. С. 60–72.
- Осипов С.В.* Изучение строения растительного покрова на основе сравнения соседних участков // Бот. журн. 1992. Т. 77. № 8. С. 127–135.
- Педротти Ф.* Современное состояние картографии растительности в Италии // Геоботаническое картографирование 1996. СПб., 1997. С. 39–42.
- Преображенский В.С.* Ландшафтные исследования. М., 1966. 127 с.
- Сочава В.Б.* Растительные сообщества и динамика природных систем // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. 1968. Вып. 20. С. 12–22.
- Сочава В.Б.* Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование 1972. Л., 1972. С. 3–18.
- Сочава В.Б.* Растительный покров на тематических картах. Новосибирск, 1979. 190 с.
- Фридланд В.М.* Структура почвенного покрова. М., 1972. 423 с.
- Холод С.С.* Крупномасштабное картографирование как метод детального изучения структуры растительного покрова (на примере арктической тундры о. Врангеля) // Геоботаническое картографирование 1989. Л., 1989. С. 61–71.
- Холод С.С.* Классификация растительности острова Врангеля // Растительность России. 2007. № 11. С. 3–135.
- Холод С.С.* Зональность в растительном покрове острова Врангеля: синтаксономический подход // Растительность России. 2013. № 23. С. 89–121.
- Géhu J.-M.* Le concept de sigmassociation et son application à l'étude du paysage végétal des falaises atlantiques françaises // Vegetatio. 1977. Vol. 34. № 2. P. 117–125.
- Géhu J.-M.* Des complexes de groupements végétaux à la phytosociologie paysagère contemporaine // Informatore Botanico Italiano. Bollettino della società botanica Italiana. 1986. Vol. 18. № 1–3. P. 53–83.
- Pedrotti F.* Vegetation mapping in Italy // Vegetatio. 1993. Vol. 109. № 2. P. 187–190.
- Tüxen R.* Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationsgebieten // Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae. 1973. Vol. 19. № 1–4. P. 379–384.

Tüxen R. Bemerkungen zur historischen, begrifflichen und methodischen Grundlagen der Synsociologie // Assoziationskomplexe (Sigmäten). Ber. Intern. Symposium 1977 in Rinteln. 1978. P. 3–12.

SUMMARY

S.S. KHOLOD

PHYTOCOENOCHORAS IN ARCTIC TUNDRAS: CARTOGRAPHIC RESEARCH METHOD

The cartometric and morphometric parameters of phytocoenochoras (heterogeneous territorial units) recognized for the arctic tundra vegetation of the Wrangel Island are studied. The analyses of phytocoenochoras is based on the vegetation map at 1 : 100 000 scale, that was made using ArcGIS 10.1. The cartographical units are the sigma-associations – typological categories of phytocoenochoras of micro- or meso-level (rank). Each sigma-association consists of 2 or more phytocoenoses whose affiliation to a particular vegetation syntaxon was described according to the Braun-Blanquet method. Following parameters of contours (polygons) of map are analyzed: area, degree of dissection (tortuosity), granularity (complexity), shape (elongation – roundness), degree of typological contrast, uniformity of differentiation. The first three belong to the category of grafo-analytical parameters; some cartometric indicators are used indirectly for the rest. Average values of parameters are calculated for a number of parameters, but the differences between them are not always proved reliable. Low values characterize three types of parameters, there are: area, degree of partition, fragmentation index. A relatively large value of classification index of differentiation means that some vegetation syntaxa belonging to the different classes or orders may coexist in phytocoenochoras. This makes it possible to use the syntaxa of floristic classification for vegetation mapping at a given map scale not fearing that too broad syntaxa will neutralize all the diversity of the abiotic environment.