

## ОТЗЫВ

официального оппонента д.б.н. Телятникова Михаила Юрьевича на диссертационную работу Холода Сергея Серафимовича «Структура растительного покрова острова Врангеля», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук

по специальности: 03.02.08 - «Экология (в биологии)»

**Актуальность темы** несомненна. Работа Сергея Серафимовича Холода построена на выявлении особенностей пространственной структуры растительности о. Врангеля исходя из анализа фитоценозов мезоуровня и структур растительного покрова мегауровня. До исследований диссертанта данная проблема была слабо освещена в ботанической литературе по арктическим территориям. Соискатель использует подходы как русской школы геоботанической картографии основателями которой являлись В.Б. Сочава (1972, 1979), С.А. Грибова, Т.И. Исаченко (1972), так и методы, развиваемые зарубежными исследователями такими как J.Braun-Blanquet (1928), S. Rivas-Martinez (1976), J.-M. Gehu (1977). Элементом фитоценоза является фитоценоз (сообщество) и их совокупность - ассоциация. В работе автор по новому рассматривает как составляющие фитоценозов - ассоциации, так и вполне объективно обосновывает фитоценозы разных уровней с использованием подходов современной экологии, привлекая для анализа количественные параметры, полученные как самим автором, так и другими исследователями. Элементарные ячейки фитоценозов - ассоциации выделены в соответствии с эколого-флористическим подходом классификации (или подходом Браун-Бланке). Иерархия фитоценозов строится на основе выделения сига-ассоциаций которые затем объединены в сигма-союзы.

**Цель и задачи исследования** лаконичны, понятны и дают представление о предполагаемом результате исследования. Задачи не выходят за рамки поставленной цели и конкретизируют ее.

**Научная новизна и теоретическое значение.** На основе метода флористической классификации растительности была разработана наиболее полная синтаксономия растительности о. Врангеля. Впервые для Арктики на основе сигма-синтаксономического подхода проведена классификация территориальных единиц и получивших отражение на крупномасштабной карте растительности о. Врангеля. Впервые на основе диагностических групп синтаксонов и сигма-синтаксонов а также и ряда других признаков для острова проведен анализ зонального деления и высотной поясности растительности. Впервые исследовано экологическое пространство фитоценозов. Изучена

связь растительности со структурными грунтами и процессами, происходящими в сезонно-талом слое. Предложена гипотеза формирования растительности в условиях интенсивных мерзлотных процессов. На основе прямых и полупрямых методов ординации была установлена связь растительности с абсолютной высотой, мощностью снежного покрова, водозапасаем, химическим составом и увлажнением почвенных грунтов. Предложен метод, позволяющий рассматривать фитоценоз как единое целое - метод синузид и учитываемых звеньев фитоценоза. С использованием иерархической синтаксономической схемы проведен анализ типологической контрастности фитоценозов. Выполнен картометрический анализ позволивший дополнить данные об экологическом пространстве фитоценозов. Установлены основные типы структур растительного покрова для разграничения которых наряду с другими, использован признак характера границ между ними.

**Основные защищаемые положения** выносимые на защиту (их всего 5) являются новыми и озвучивают основные научные результаты диссертационной работы.

Основные положения диссертации были доложены на ряде российских и зарубежных конференциях и совещаниях. Исследования проводились в соответствии с плановыми заданиями Ботанического института им. Комарова РАН, а также грантов РФФИ и программ фундаментальных исследований президиума РАН. По теме диссертации опубликовано 64 работы, из которых 26 - публикации в изданиях рекомендованных Перечнем ВАК, в том числе 4 - в базах данных Web of Sciences и Scopus.

Основная часть геоботанических описаний растительности выполнена автором работы. Часть описаний, данные по химическому составу почв, и фитомассе по отдельным видам предоставлены сотрудниками как заповедника «Остров Врангеля», так и сотрудниками БИН РАН. Постановка цели и задач, выбор методов обработки полученных материалов, интерпретация полученных данных осуществлены автором.

Диссертация состоит из Введения, 8 глав, Заключения, Выводов, Списка сокращений, списка литературы и 6 приложений. Общий объем диссертации 516 стр., включая 82 рисунка, 54 таблицы и списка литературы насчитывающего 794 наименования, из которых 184 - на иностранных языках.

Тема диссертации соответствует специальности 03.02.08 - «Экология (в биологии)».

Далее рассмотрим краткое обсуждение диссертации.

**В главе 1 «Структура растительного покрова (обзор современного состояния проблемы)»** всесторонне рассмотрена проблема неоднородности растительного покрова, как в целом, так и для Арктики в частности. Показаны особенности становления понятия структура растительного покрова в России и за рубежом. Оговариваются возможности применения карт растительности и прогнозных карт. Экологическое пространство рассматривается как один из важных признаков фитоценоз. Ставится вопрос, где грань, отделяющая 2 уровня неоднородности растительного покрова - внутриценотический и надценотический. Предложенный обзор дает исчерпывающее представление на поставленную проблему и свидетельствует о высокой научной квалификации соискателя.

**В главе 2 «Районы, объекты и методы исследования»** приведена схема 16 районов исследования охвативших всю территорию острова Врангеля. Полевые исследования были проведены в течение 9 летних и 2 зимних полевых сезонов. Всего было выполнено 1100 геоботанических описаний, из которых 690 использованы для проведения классификации растительности, а также описано 476 конкретных фитоценоз. Для создания карты растительности масштаба М 1: 100 000 было проанализировано более 1000 аэрофотоснимков М 1: 38 000. Карта создавалась в программе ArcGIS 10.0.

Диссертантом предложены современные апробированные методы анализа пространственной структуры растительного покрова (фитоценоз мезо уровня и структур растительного покрова мега уровня), в том числе методы, разработанные и самим автором (Холод, 1993, 2007, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016). Остров Врангеля рассматривается как модельный полигон для понимания процессов и причин формирования структур растительного покрова в Арктике. Синтаксоны ниже ассоциации выделяются исходя из сугубо математического сравнения и установления пороговых значений сходства. В работе ряд ординационных построений выполнен на основе комплексных факторов определенных непосредственно автором, либо косвенно - по особенностям растительности. Основой для выявления особенностей связи растительности с экологическими факторами послужили концепции стоково-геохимической серии ландшафтов и катены. Для определения числа экологических факторов в сигма-синтаксонах использовался метод анализа главных компонент (РСА). Надо отметить высокую степень формализации как объектов (фитоценоз), так и факторов их определяющих (в работе применены статистические методы пакета программ Statistica 10). Синтез многолетнего опыта, тщательности и скрупулёзности в отборе проб,

хорошей проработке методических подходов позволило создать картографические модели с высокой степенью достоверности.

#### **Замечания и уточнения.**

Площадь выявления фитоценозов в работе ограничивается 9-16 м<sup>2</sup>, почему не 100 м как это принято для безлесных территорий?

Почему автор не использует понятие диагностические виды, заменяя его понятием дифференцирующие виды?

Какой временной период охватывает аэрофотосъемка? Было ли проведено сравнение фотоизображений сделанных в разное время (с разрывом 5-10 лет), чтобы выявить степень стабильности пространственных структур?

**В главе 3 «Синтаксономическое разнообразие»** рассматривается синтаксономия растительности острова Врангеля проведенная с применением подхода Браун-Бланке. Всего было выделено 29 ассоциаций, из которых 25 новых для науки. Часть ассоциаций была отнесена к 9 классам, 12 порядкам и 13 союзам. Несмотря на то, что часть единицы низкого ранга - ассоциации и ниже не отнесены к какому либо классу, порядку или союзу, тем не менее они выделены с большой тщательностью и охватывают все типологическое разнообразие растительности, поэтому могут быть применены для характеристики фитоценозов микро- и мезоуровня.

Диссертантом отмечаются особенности классификации растительности Арктических территорий, заключающиеся в преобладании в сообществах видов с широкой экологической амплитудой и ярко выраженной внутривидовой гетерогенностью.

**Замечание.** В тексте асс. *Parryo nudicaulis—Salicetum lanatae* Sekretareva 1995 отнесена к союзу *Arcto erythrocarpae—Salicion* Sekretareva 2003 (стр. 124), но в продромусе эта ассоциация не принадлежит к какому либо союзу.

**Глава 4 «Связь растительности с основными факторами среды».** Факторы среды Сергей Серафимович подразделяет на непосредственно измеряемые (тепловой режим, снежный покров, водный режим, ветровой режим, мерзлотные процессы, рельеф и др.) и опосредованные, определяемые полупрямыми методами ординации (шкала почвенного увлажнения).

В главе сделан ряд важных заключений полученных на основе анализа данных по выше названным факторам среды и позволивший соискателю наполнить экологическим содержанием, как отдельные элементы фитоценозов, так и всю фитоценозу в целом. Рассмотрим некоторые из абиотических факторов. Проведенные диссертантом промеры

снежного покрова позволили оценить роль снега в дифференциации растительности и показавшие, что в малоснежных и среднеснежных участках его роль не велика, а возрастает в крайних условиях снегонакопления. Была показана связь растительности с мерзлотными формами рельефа, всего выделено 11 типов. Выявлена корреляция в распределении синтаксонов по степени насыщенности почвенного поглощающего комплекса со степенью заснеженности и дренированности участков. Показано, что большую роль на формирование гетерогенной растительности оказывает деятельность животных-фитофагов (олений, овцебыков, леммингов и птиц). Построенная шкала почвенного увлажнения позволила наметить основные экологические группы по этому фактору.

**В главе 5 «Синузиальный подход к изучению фитоценозов»** проанализированы связи в разных эколого-биоморфологических группах видов во всех типах фитоценозов. Это позволило наметить основные группы видов, которые являются синузиями того или иного порядка. Всего выделено 15 синузий кустарничков, трав, мхов и лишайников. Связи между видами выявлялись при помощи множественного регрессионного анализа.

Для диссертанта синузия это то, что связывает «сшивает» конкретную фитоценозу и делает ее единой. Показано, что чем больше звеньев в фитоценозе, тем слабее связи видов в синузии. Наиболее сильные связи между видами выявляются в малочленных (коротких) фитоценозах. В территориальных единицах состоящих из 5 звеньев эти связи ослабевают и синузии распадаются. Рассмотрена эволюционно-динамическая модель формирования гетерогенного растительного покрова для условий Чукотского Нагорья и о. Врангеля. Гетерогенность растительного покрова в ней рассматривается как следствие ослабления эдификаторной силы одной из синузий и внедрение в область ее распространения другой синузии. В результате образуется гиперсинузия.

Оговариваются данные по взаимозависимости всех синузий в гиперсинузиях полученные при анализе 30 групп фитоценозов (сигма-синтаксонов).

**Вопросы.** А разные фитоценозы «сшиваются» синузиями между собой? Каковы различия между синузиями внутри фитоценозы и синузиями нескольких фитоценозов?

**Глава 6 «Карта растительности - образ структуры растительного покрова».** Одним из главных итогов исследования было создание крупномасштабной карты растительности о. Врангеля. В главе дается характеристика основных типов структур получивших отображение на карте, оговариваются их особенности строения в

зависимости от факторов среды. Важное значение придается особенностям границ между фитоценохорами, так как они также коррелируют с факторами среды.

Проведенный картометрический анализ фитоценохор показал, что форма, характер границы и размер контуров карты напрямую зависят от факторов среды. Например наибольшие площади занимают фитоценохоры на пологих и протяженных аккумулятивных склонах шлейфах ( $5.00 \text{ км}^2$ ), наименьшие - занимают фитоценохоры коротких влажных внутригорных шлейфов и примыкающих к ним участков залеживания снега. Для анализа контуров использованы также такие показатели, как индекс дробности, индекс вытянутости-округлости, коэффициент расчленения.

Анализ корреляционной хионо-геоботанической карты показал, что прямой зависимости между мощностью и плотностью снежного покрова и растительностью не наблюдается. Связь растительности и снежного покрова достоверно установлена только для фитоценохор в местоположениях которых обычны снежники и происходит активное весеннее перераспределение талой воды. В местах отсутствия снега или его незначительной мощности решающее влияние оказывают на растительность геохимический состав грунтов (а не фактор снега).

**Вопросы.** Может ли другой исследователь, имея данные по фитоценохорам, что и у автора, воспроизвести приблизительно такую же карту? Возможно ли, по мнению соискателя, использовать для нанесения контуров машинные способы их выделения, и как сам автор выделял контуры на снимках?

**В главе 7 «Сигма-синтаксоны и анализ фитоценохор»** рассматриваются результаты классификации пространственных структур представленных сигма-ассоциациями. Всего на острове Врангеля описано 13 сигма-ассоциаций и 40 сигма-типов отнесенных к 9 сигма-союзам и 21 группе. Все сигма-синтаксоны выделены впервые. Так как пока нет единого стандарта для описания новых сигма-синтаксонов закрепленных в кодексе, автор предлагает свою оригинальную схему такого описания. Она включает следующие основные характеристики: состав, структура, экология, местоположение.

Анализ фитоценохор входящих в сигма-синтаксоны выявил особенности варьирования составляющих их элементов (синтаксонов), их 2-5, показал высокую контрастность экологических условий между элементами фитоценохоры, определил преобладание относительно больших по площади контуров сигма-ассоциаций (до  $2 \text{ км}^2$ ) и выровненность площадей сообществ входящих в фитоценохоры. Анализ экологического пространства фитоценохор показал, что одним из наиболее важных факторов, определяющих варьирование растительности, является карбонатность грунтов.

Используя такие показатели, как частота встречаемости синтаксона во всей выборке, а также величину постоянства в той или иной сигма-ассоциации обосновывается такое явление, как викаризм сигма-синтаксонов, который проявляется при смене широтно-зонального или высотно-поясного положения.

Полученные диссертантом количественные данные по особенностям распределения и перераспределения снега в зимний период позволили сделать прогноз изменений структуры растительного покрова при усиливающейся малоснежности зим. На микроуровне (прекомплексы, комплексы, преташеты) будет усиливаться экологическая контрастность пространственных структур, на мезоуровне (экологические ряды и вариации) экологическая контрастность будет уменьшаться.

Вполне справедливо диссертант считает, что фитоценохора обладает рядом параметров и правил также присущих для растительного покрова в целом (правило предварения, смены стаций, выравнивая среды и др.) и следовательно представляет собой эволюционно-динамическое образование, где сохраняются виды в условиях медленных вековых изменений физико-географических условий.

**Замечание.** В Арктике предполагается потепление, а из прогноза автора следует, что вследствие снижения глобального снегонакопления будут наблюдаться негативные явления, говорящие о глобальном похолодании, чем потеплении. Может было бы корректнее на фоне снижения снегонакопления, одновременно учитывать и фактор увеличения годовых средних температур.

**Глава 8 «Особенности зональной дифференциации растительности».** Зональное деление растительности диссертант проводит не только исходя из традиционных подходов биогеографии, когда для установления зонально-подзональных границ используется соответствие растительности современному климату. В работе помимо климатического фактора учитываются, такие важные составляющие как особенности рельефа (он частично горный) и состав горных пород. Это позволило объяснить субширотное и меридиональное простираение зонально-подзональных границ, описать высотную поясность. Объектами для сравнения являлись синтаксоны и сигма-ассоциации. В результате проведена зональная дифференциация растительности на основе синтаксономического спектра и сигма-синтаксонов. В качестве сравниваемых величин выступали как традиционные показатели (соотношение широтно-географических групп видов, спектр жизненных форм, синтаксономическое разнообразие, горизонтальная структура и др. ), так и не традиционные (дифференцирующая группа типов структур, коэффициента классификационной дифференциации (ККД), показатель степени

расчлененности контуров, показатель вытянутости-округлости). Все это позволило выделить зонально-подзональные границы с высокой степенью точности и надежности.

### **Вопросы.**

Является ли северная полоса типичных тундр реликтовым явлением (так как она не занимает больших площадей и в виде нескольких отдельных «пятен» «встроена» в подзону арктических тундр).

Насколько велики различия между типичными тундрами Чукотки и острова Врангеля?

Каким параметрам отдается предпочтение при анализе зональных границ?

Выделяются ли фитоценохоры промежуточного характера, когда часть ассоциаций одной фитоценохоры относится к одной подзоне (зоне), а часть той же фитоценохоры к другой подзоне (зоне) и к какой зоне (подзоне) тогда относится данная фитоценохора?

Выводы соответствуют поставленным задачам и не выходят за рамки исследуемой проблемы.

Замечания не касаются базовых положений диссертации, и не влияют на высокую оценку рецензируемой работы.

Автореферат отражает структуру и содержание диссертации.

**Заключение.** Хочется отметить колоссальный объем проведенных исследований, широкий спектр использованных современных методов (часть из которых были разработаны и апробированы самим соискателем). Работа отличается многоплановостью и разносторонностью затронутых проблем, а также оригинальностью полученных результатов. Исследование вносит существенный вклад в теорию познания пространственных структур растительного покрова Арктики и является достижением мирового уровня.

Таким образом, диссертационная работа «Структура растительного покрова острова Врангеля» является законченным научным исследованием и соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» (пп. 9-28), утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013, № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а ее автор - Холод Сергей Серафимович заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности: 03.02.08 - «Экология (в биологии)».



Отзыв подготовлен доктором биологических наук, главным научным сотрудником лаборатории экологии и геоботаники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук Михаилом Юрьевичем Телятниковым (докторская диссертация защищена по специальности 03.00.05 - «Ботаника», 03.00.16 - «Экология»).

Доктор биологических наук  
главный научный сотрудник  
лаборатории экологии и геоботаники  
ЦСБС СО РАН  
[arct-alp@rambler.ru](mailto:arct-alp@rambler.ru)

Телятников  
Михаил Юрьевич

ФГБУН Центральный сибирский  
ботанический сад СО РАН  
630090, г. Новосибирск,  
Ул. Золотодолинская, 101  
Тел. +79529422110  
Web-сайт: <http://www.csbg.nsc.ru/>  
24.04.2017 г.

Подпись Телятникова М.Ю. подтверждаю

