

**О Т З Ы В** официального оппонента  
на диссертацию **Холода Сергея Серафимовича**  
**"СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ОСТРОВА ВРАНГЕЛЯ",**  
представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по  
специальности **03.02.08 «Экология (в биологии)»**

В настоящее время важнейшим направлением экологической науки является изучение пространственно-временной организации растительного покрова. Пространственный анализ, направленный на выявление структуры и межкомпонентных связей биосистем сложных территориальных образований, опирается на синтез ботанико-географических методов и теоретико-методические основы классификации отечественных и зарубежных авторов (Е.И. Рачковская, Н.П. Гуричева, В.Д. Александрова, Л.И. Мельцер, Е.П. Прокопьев, R. Tixen, С. Beguin, S. Rivas-Martinez и др.), на методы ландшафтной индикации (С.В. Викторов, Б.В. Виноградов, А.С. Викторов) и дешифрирования аэрокосмической информации (Ю.А. Ливеровский, В.Л. Андроников, М.С. Симакова, В.А. Николаев, Ю.С. Толчельников и др.). Наиболее эффективный инструмент описания неоднородности структур растительного покрова и его компонентов - тематическое картографирование, обеспечивающее средствами пространственного анализа проведение границ между фитокомплексами в разных масштабах.

Работа С.С. Холода посвящена решению фундаментальной проблемы экологии растительных систем - выявлению закономерностей состава, строения и экологических особенностей растительного покрова тундровой зоны Берингийской Арктики. Методологической основой работы является сочетание эколого-географического и фитоценотического подходов, позволяющих провести анализ пространственной дифференциации растительного покрова тундр на разных иерархических уровнях его организации. Ключевым понятием и основной «операционной единицей» в работе выступает фитоценохора или территориальная единица растительного покрова (ТЕРП), с помощью которой апробируются сочетания современных экологических и синтаксономических подходов с традиционными ботанико-географическими воззрениями на структуру и функции территориальных единиц растительности.

**Актуальность избранной темы.** Вопросы, поставленные Сергеем Серафимовичем Холодом в своей диссертации и посвященные проблеме установления механизмов сопряжения и функционирования сложных территориальных образований, каковыми являются фитоценохоры, определяют актуальность его работы. Другим важным аспектом является возможность использования ТЕРП в качестве элемента растительного покрова, наиболее чутко реагирующего на происходящие климатические изменения и стремительную деградацию мерзлоты в условиях меняющегося климата Арктики. Актуальность развиваемой автором темы определяется также необходимостью пересмотра представлений о растительном покрове, традиционно составляющих предмет геоботаники и ботанической географии, в связи с активным развитием в последнее время синтаксономии в нашей стране.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

В диссертации сформулирован ряд положений, нашедших убедительное подтверждение на большом фактологическом материале (выполнено 1100 геоботанических описаний на пробных площадях и описано 476 конкретных фитоценохор), с помощью применения современных средств статистического аппарата, методов классификации и ординации, натурных экспериментов по оценке прямых факторов среды (мощности снежного покрова, водозапаса, химического состава почвенных горизонтов, увлажнения грунтов), а также картографических методов с использованием дистанционной информации. В частности, было доказано, что:

1. Фитоценохора представляет собой гетерогенное многокомпонентное образование, в котором связь между факторами среды и растительностью носит, преимущественно, стохастический, и только в некоторых случаях - детерминистский характер.

2. В основе структур растительного покрова (от топографического до планетарного уровня) находится тип сообществ - синтаксон; на уровне мегаструктур наряду с синтаксоном - сигма-синтаксон.

3. Каждая фитоценохора имеет свое экологическое пространство, в котором на острове Врангеля решающее значение имеют гидроклиматические параметры и химизм субстрата.

4. Целостность фитоценохор микро- и мезоуровня наряду с единым экологическим пространством определяется наличием одной или нескольких синузий во всех элементах фитоценохор.

5. Возможны разные подходы к зональному делению территории: при использовании одной группы признаков решающее значение имеет иерархия зональных границ, другой группы - объединение зональных вариантов «вопреки» зональной границе высокого ранга в две полосы - северную и южную.

Полученные в итоге выводы и рекомендации в диссертации С.С. Холода полностью обоснованы и доказательны.

#### **Значимость для науки и практики полученных автором результатов.**

Наибольшей методологической значимостью работы С.С. Холода является разработка теории структур в фитоценологии во всей ее сложности и многоплановости. В методическом плане это сопряжено с трансформацией существующих подходов для целей изучения закономерностей организации растительного покрова разных уровней, а в ряде случаев - с выработкой собственного, оригинального комплекса методов.

В работе на основе эколого-флористической классификации выявлен синтаксономический состав растительности, что является основой изучения геоботанических и ботанико-географических закономерностей для крупной островной территории, расположенной в Берингийской Арктике. Важное значение имеет подтверждение гипотезы об особенностях формирования растительности тундровой зоны в условиях интенсивных мерзлотных процессов.

Полученные результаты могут быть использованы при оценке биологического разнообразия и составлении карт растительности других особо охраняемых природных территорий Арктики, при заложении сети площадок для целей долговременного мониторинга растительного покрова. Кроме того, результаты могут быть положены в основу курсов лекций в ВУЗах по

специальностям «Тундроведение» и «Геоботаническое картографирование».

**Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Следует отметить новаторство выполненной С.С.Холодом диссертации в 3 аспектах: в проведении исследований в труднодоступном и слабо изученном регионе Арктики, в применении новых методов и в получении новых результатов.

По содержанию работы исследовано экологическое пространство фитоценохор, что является новым для условий Арктики. Впервые на детальном уровне изучена связь растительности со структурными грунтами (структурно-морфологическими типами) и процессами, происходящими в сезонно-талом слое (СТС). Предложена гипотеза формирования растительности в условиях интенсивных мерзлотных процессов. На основе прямого градиентного анализа и полупрямых методов ординации установлена связь растительности с абсолютной высотой над уровнем моря, мощностью снежного покрова, водозапасом, химическим составом почвенных горизонтов, увлажнением грунтов. Впервые для условий Арктики на основе сигма-синтаксономического подхода - с использованием критерия диагностической группы синтаксонов - проведена классификация территориальных единиц растительного покрова, а на ее основе создана карта растительности. Предложен алгоритм описания сигма-синтаксонов. Проведен анализ типологической контрастности фитоценохор с использованием иерархической синтаксономической схемы. На основе карты растительности выполнен картометрический анализ, позволивший дополнить данные об экологическом пространстве фитоценохор. На основе диагностических групп синтаксонов и ряда других признаков (таксономическое разнообразие, широтно-географические группы растений, горизонтальная структура, проективное покрытие, надземная фитомасса сосудистых растений) впервые для острова Врангеля проведен анализ зонального деления и высотной поясности растительности, выявлены типы структур растительного покрова, дифференцирующие зональные категории.

### **Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Разработанная автором методика выявления основных типов структур растительного покрова, для разграничения которых, наряду с признаком сопряженности-несопряженности элементов, использован признак характера границ между ними, может быть рекомендована не только в условиях тундровой, но и для лесотундровой зоны. Предложенный метод синузий и учитываемых звеньев фитоценохоры позволяет рассматривать фитоценохору как единое целое.

Составленная карта растительного покрова острова Врангеля, а также на ее основе - корреляционная хионо-геоботаническая карта имеет важное практическое значение и может быть рекомендована в качестве основы исследований в иных предметных сферах.

Диссертационную работу С.С. Холода отличает ряд особенностей. Прежде всего - исчерпывающее знание классической научной литературы по исследованному вопросу и активное ее использование при выработке собственных подходов и методов оценки состояния растительного покрова. Список литературы насчитывает 794 наименования, из которых 184 - на иностранных языках.

Следующей особенностью можно считать особое внимание автора к методологии, к применению и разработке новых методов исследования. Им был применен целый комплекс оригинальных решений, одним из главных которых относится разработка критериев выявления фитоценохор в природе, а также системы номенклатурных типов и номенклатуры сигма-синтаксонов. Предложена концепция фитоценохоры, в основу которой положен ряд биогеографических правил (предварения, смены стаций, выравнивания среды и другие). Разработаны самостоятельные экологические шкалы, которые адекватно отразили отношение видов к фактору почвенного увлажнения в подзоне арктических тундр. Более того, отдельно созданы шкалы для двух зональных полос о-ва Врангеля: южной (включающей южный вариант подзоны арктических тундр и северный вариант типичных) и северной (состоящей из северного варианта подзоны арктических тундр и южного варианта зоны полярных пустынь). Создан алгоритм исследования

ТЕРП, в котором большое значение имеют формализованные методы. Именно такой подход, при котором все параметры объекта должны быть либо измерены, либо оценены на основе тех или иных шкал, позволяет подойти к пониманию не только морфологической, но и функциональной структуры территориальных систем растительного покрова

Третьей особенностью работы следует считать ее комплексность за счет использования большого объема собственного полевого материала, описаний на пробных площадях и экологические исследований, экспериментальных данных по оценке условий среды, полученных в течение 11 лет, спутниковых изображений. Одним из важнейших выходов этой комплексности является установление основных факторов среды, определяющих дифференциацию растительности в фитоценохоре, и вклад каждого из них в эту дифференциацию. При этом установлено, что связь растительности тундр (в том числе горных) и полярных пустынь со снежным покровом является определяющим фактором дифференциации растительности.

Наконец, четвертой особенностью текста диссертации С.С. Холода является прекрасный стиль ее изложения. Текст практически лишен грамматических и орфографических ошибок. При изложении проблемы любой сложности автор досконально дает пояснение ее содержательной части - от общепринятой трактовки понятий и терминов до обоснования своей оригинальной позиции их понимания и формулировки.

**По тексту диссертации можно сделать некоторые замечания.**

1. Ключевым понятием в работе является «структура растительного покрова», понимаемая разными авторами по-разному. В переводе с латинского структура («*structure*») означает строение, расположение, порядок.

В отечественной фитоценологии «структура» обычно рассматривает закономерность пространственного размещения элементов. Состав и структура растительного покрова совместно характеризуют его **организацию** (Работнов, 1978). В.В. Мазинг (1973) дал три возможные трактовки понятия «структура»:

- структура = состав, как набор элементов и количественное соотношение между ними;
- структура = строение, как пространственное расположение элементов;  
структура = совокупность связей между компонентами системы, функциональная структура.

С.С. Холод объединил все три трактовки и определил структуру растительного покрова как закономерность пространственного размещения элементов такого покрова, их состав и особенности взаимосвязи. Возможно, было бы корректно в качестве предмета исследования (при соответствующем введении этого понятия в название работы) использовать термин «организация» растительного покрова и оперировать терминами «состав» и «структура» как соподчиненными категориями. Тогда логика выделения основных типов структур (с. 97) и их пространственного отображения была бы более оправдана.

2. При обсуждении вопросов картографирования, в том числе с использованием современных средств ДДЗ, автор оперирует не вполне современными на сегодняшний день представлениями и литературными источниками. В частности, то, на что опирались исследователи полвека назад - геолого-геоморфологические и климато-гидрологические блоки экосистемы при интерпретации размеров контуров и выраженности границ (Григорьев, 1966) интересно с точки зрения становления методики дешифрирования снимков, но также является актуальным при использовании материалов ДЗ в настоящее время при применении соответствующих методов.

3. Есть вопрос к методике создания карты растительности и ее интерпретации. При разработке карты использованы аэрофотоснимки (АФС) м-ба 1 : 38 000 (более 1000 черно-белых снимков), которые послужили основой для составления прекарты. Автор использовал известные методики 20-летней давности. Не понятно, почему для дешифрирования полигонов не использовались мультиспектральные снимки высокого и среднего разрешения (снимки серии спутников Landsat), спектры которых отражают совокупность характеристик растительного покрова и условий местообитаний, в том числе особенности

экологических режимов. Путем автоматической классификации с обучением по снимкам Landsat можно выделять участки территориальных единиц растительного покрова, образованные разными типами сообществ и определять степень их участия наземном покрове. Путем математических операций с данными каналов ближней инфракрасной части спектра (например, индекса NDVI и аналогичных) разделять разные ТЕРП на основе косвенного признака биомассы надземных вегетативных органов; выделять участки снежного покрова; дешифрировать типы и гранулометрический состав почв и многое другое.

Использование разновременных мультиспектральных снимков было бы также полезным при составлении корреляционной хионо-геоботанической карты. Использованный в работе автора метод «отбивки» границы на основе признаков фотоизображения имеет ограничения в силу его большой трудоемкости. В настоящее время есть программные приложения, позволяющие делать это в автоматическом режиме.

3. Для классификация сообществ (фитоценозов) и разреженных группировок использовано 690 геоботанических описаний (с. 72 раздел 2.3.1. Методы классификации растительности). Однако в другом месте указано, что в процессе полевых работ было выполнено 1100 геоботанических описаний на пробных площадях (с. 70 раздел 2.2. Объекты исследования). Почему не все описания участвовали в классификации сообществ?

4. При выделении и анализе факторов среды, определяющих дифференциацию растительного покрова, автор сам указывает на комплексный характер их влияния, используя понятие «комплексного градиента» (по Ипатов, Кирикова, 1997). Видимо, при иерархической классификации факторов, имеет смысл учитывать ведущую роль полифакторного воздействия свойств рельефа, близости к океану и т.д., соподчиняя его обусловленности водный, тепловой и прочие режимы.

5. Не вполне логично выглядит *подраздел 4.1.5. Надземная фитомасса* при анализе связи растительности с непосредственно измеряемыми факторами



среды (*раздел 4.1*) с раскрытием особенностей формирующаяся наземной фитомассы в сообществах разных синтаксонов. Являясь одним из показателей разнообразия, показатель фитомассы отражает суммарный эффект воздействия на растительность ряда факторов. С нашей точки зрения, эти данные хорошо сочетаются с анализом видового богатства, горизонтальной и вертикальной структуры сообществ (*раздел 3.3*) в главе 3. Синтаксономическое разнообразие растительности.

6. Перечень сформулированных выводов не полностью соответствуют логике обозначенных в диссертации задач.

Сделанные замечания не меняют в целом прекрасного впечатления от работы. Диссертация С.С. Холода представляет собой законченное научное исследование, а полученные данные вносят существенный вклад как в фундаментальный, так и в прикладной аспекты экологической науки, ответственных за направление обеспечения стратегии устойчивого развития. Работа является детальным и значимым исследованием, решает целый ряд актуальных задач по оценке типологического разнообразия тундровых сообществ, по развитию природоохранной практики, которые помогут обеспечить неистощительное природопользование, а также будут способствовать поддержанию высокого биоразнообразия полярных экосистем, и сохранения их устойчивости в условиях меняющегося климата.

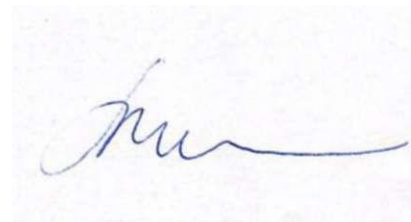
Все основные выводы диссертации обоснованы и оригинальны, а результаты опубликованы в научной печати и доложены на всесоюзных и международных конференциях. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Таким образом, в диссертации Сергея Серафимовича Холода на соискание ученой степени доктора наук решена научная проблема, имеющая имеет высокую теоретическую и практическую значимость по направлению исследований в области экологии, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения искомой

ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 «Экология (в биологии)».

Ведущий научный сотрудник  
Лаборатории структурно-функциональной  
организации и устойчивости лесных экосистем  
Федерального Государственного  
Бюджетного учреждения  
Центра по проблемам экологии  
и продуктивности лесов РАН,  
д.б.н. Татьяна Владимировна Черненкова

117997, Москва ул Профсоюзная 84/32 стр 14  
тел.. (499) 743-00-16, эл. почта. [chernenkova50@rmail.ru](mailto:chernenkova50@rmail.ru)



10.04.2017

