

**СЕМИНАР ПО БИОРАЙОНИРОВАНИЮ
ЮЖНОГО ОКЕАНА**
(Брюссель, Бельгия, 13–17 августа 2007 г.)

Краткий обзор

Отчет семинара

КРАТКИЙ ОБЗОР

(Данный обзор не является документом, принятым участниками семинара.
Он был подготовлен созывающими, П. Пенхейл и С. Грант.)

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	603
ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СЕМИНАРЕ.....	603
СУЩЕСТВУЮЩИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОДХОДЫ К БИОРАЙОНИРОВАНИЮ.....	604
ДАННЫЕ.....	604
Педагогические данные.....	604
Бентические данные.....	605
МЕТОДЫ.....	606
Педагогические методы.....	606
Бентические методы.....	608
РЕЗУЛЬТАТЫ.....	609
Педагогические результаты.....	609
Бентические результаты.....	610
Экологические процессы.....	611
БУДУЩАЯ РАБОТА.....	612
Геоморфология.....	612
Наличие данных для мелкомасштабного биорайонирования.....	613
Составление информационных бюллетеней.....	613
Дальнейшая работа по созданию системы МОР.....	614

КРАТКИЙ ОБЗОР*

СЕМИНАР ПО БИОРАЙОНИРОВАНИЮ ЮЖНОГО ОКЕАНА

(Брюссель, Бельгия, 13–17 августа 2007 г.)

ВВЕДЕНИЕ

Семинар АНТКОМа по биорайонированию Южного океана проводился в Брюсселе (Бельгия) с 13 по 17 августа 2007 г. Его созывающими были П. Пенхейл (США) и С. Грант (СК).

2. Повестка дня была подготовлена исходя из принятой Научным комитетом сферы компетенции семинара (SC-CAMLR-XXIV, п. 3.66) (Дополнение А). Работа самого семинара велась в двух подгруппах, рассматривавших соответственно бентические и пелагические системы.

3. В отчете семинара обсуждаются данные, методы и результаты, причем в каждом разделе отдельно приводятся дискуссии по бентическим и пелагическим вопросам. Он был принят полностью и представляет собой рекомендацию для Научного комитета. В данном документе обобщаются основные результаты и рекомендации семинара.

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СЕМИНАРЕ

4. В пп. 7–14 отчета семинара дается сводка исходной информации о нем. Следует обратить особое внимание на решение Научного комитета в 2006 г. (SC-CAMLR-XXV, п. 3.33) о следующих компонентах работы, которую следует провести в рамках создания системы МОР в зоне действия Конвенции:

- (i) техническая разработка методов биорайонирования Южного океана;
- (ii) рассмотрение методов отбора и определения МОР.

5. Основной целью семинара была выработка рекомендаций по биорайонированию Южного океана, по мере возможности включая рекомендации по мелкомасштабному подразделению биогеографических провинций (SC-CAMLR-XXV, п. 3.34; Отчет семинара, пп. 10 и 11). Он главным образом концентрировался на компоненте (i) в пункте 4 выше.

6. Была также подчеркнута важность продолжающегося сотрудничества между КООС и АНТКОМом (Отчет семинара, пп. 12 и 13) в контексте разработки «систематической экологической и географической структуры», природоохранного мониторинга и определения чувствительных или уязвимых районов.

7. При планировании своей работы семинар использовал отчет Семинара специалистов по биорайонированию Южного океана, который проводился WWF-Австралия и ACE CRC в Хобарте (Австралия) в сентябре 2006 г. («Семинар 2006 г. в

* Данный обзор не является документом, принятым участниками семинара. Он был подготовлен созывающими, П. Пенхейл и С. Грант.

Хобарте») (Grant et al., 2006). Семинар 2006 г. в Хобарте был направлен на разработку «концептуальной системы» для широкомасштабного биорайонирования Южного океана, где в качестве основных входных параметров использовались данные дистанционного зондирования по физической окружающей среде.

8. Семинар отметил, что основной конечной целью анализа биорайонирования будет помощь в достижении сохранения морского биологического разнообразия, что может включать разработку репрезентативных МОР.

9. Биорайонирование может также предоставить информацию для других видов конечного использования, включая, среди прочего, экологическое моделирование, экосистемный мониторинг, систему оценки риска и определение целей дальнейших исследований. Результаты биорайонирования формируют один из компонентов систематического экологического планирования, которое включает рассмотрение особенностей и процессов биоразнообразия и определение природоохранных целей в рамках рационального использования (Отчет семинара, п. 17).

10. Было решено, что бентические и пелагические системы должны рассматриваться отдельно, поскольку текущих знаний о бентическо-пелагической взаимосвязи недостаточно для того, чтобы на данной стадии можно было провести комбинированное бентическо-пелагическое биорайонирование (Отчет семинара, п. 18).

11. Семинар решил, что в идеале определение подходящих масштабов должно исходить из данных, но зачастую это должно дополняться рекомендациями специалистов (Отчет семинара, п. 19). Важно, чтобы реальная гетерогенность экосистемных процессов и особенностей биоразнообразия все же находила отражение в соответствующих масштабах.

12. Была также отмечена важность временных масштабов. Семинар решил, что временные масштабы в пелагической и в бентической среде различны, причем изменчивость во времени следует отражать в пространственном регионе соответствующего размера.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОДХОДЫ К БИОРАЙОНИРОВАНИЮ

13. В нескольких докладах описывались существующие системы классификации и подходы к биорайонированию (Отчет семинара, пп. 21–38). Семинар решил утвердить результаты Семинара 2006 г. в Хобарте и принять его первичную классификацию (Отчет семинара, п. 26).

ДАННЫЕ

Пелагические данные

14. В ряде докладов содержалась информация о типах данных, которые могут использоваться при анализе пелагического биорайонирования (Отчет семинара, пп. 39–61).

15. Семинар рассмотрел имеющиеся данные по батиметрии, физической океанографии и биологии для пелагического биорайонирования. Он отметил, что наборы данных, использовавшиеся на семинаре 2006 г. в Хобарте, служат полезной отправной точкой для любого дальнейшего анализа пелагической области (Отчет семинара п. 39).

16. Основные дискуссии (Отчет семинара, пп. 39–64) касались использования имеющихся данных для пелагического биорайонирования, включая получение производных наборов данных, отражения ключевых показателей структуры и функции экосистемы или специфических процессов, связанных с представляющими интерес биотами, а также пользы от генерирования уровней процесса (Отчет семинара, пп. 157–164) для сравнения с результатами биорайонирования.

17. Было отмечено, что для большинства наборов физических данных желательно провести дополнительную работу по рассмотрению среднего состояния, а также сезонной и межгодовой изменчивости (Отчет семинара, п. 44).

18. Было проведено рассмотрение наборов биологических данных, свидетельствующих о пространственных характеристиках различных районов (Отчет семинара, пп. 50–64), и решено, что некоторые из этих наборов данных наиболее целесообразно использовать в региональном масштабе.

19. Семинар подтвердил свое понимание того, что продуктивность и факторы, влияющие на уровни продукции, должны учитываться при рассмотрении результатов биорайонирования на основе имеющихся данных и что это лучше делать посредством экспертной оценки (Отчет семинара, п. 59).

20. Семинар отметил потенциальную важность данных съемки CPR для биорайонирования Южного океана, поскольку методы стандартизованы по обширному географическому району (Отчет семинара, п. 62). Другие моменты, касающиеся биологических данных, изложены в п. 63 Отчета семинара.

21. Сеть SKAP-MarBIN позволяет пользователям искать, просматривать и извлекать информацию по таксономии и распространению многих видов Южного океана. Семинар приветствовал продолжающееся развитие SCAR-MarBIN и отметил ее большую существующую и потенциальную ценность для биорайонирования (Отчет семинара, п. 38).

Бентические данные

22. В WS-BSO-07/10 описывается проведенный недавно анализ биогеографических закономерностей мегафауны бентических беспозвоночных в шельфовых районах южного сектора Атлантического океана. Семинар отметил, что эта работа подчеркивает важность физических особенностей, таких как температура придонного слоя и характеристики водных масс, в плане влияния на структуру бентических сообществ. Было рекомендовано продолжать подобную работу и отмечено, что, вероятно, можно использовать характеристики водных масс, чтобы понять бентическую биогеографию в других регионах, по которым имеется мало данных (Отчет семинара, пп. 65–68).

23. Семинар обсудил, какие наборы данных будут наиболее полезны для бентического биорайонирования, устойчивость и качество этих наборов данных и использование других наборов данных, которые могут быть потенциально полезны.

Семинар решил, что важными являются данные по батиметрии, донной температуре и течениям, геоморфологии, осадкам и концентрации морского льда (Отчет семинара, пп. 69–71).

24. Говоря об имеющихся наборах биологических данных для бентического биорайонирования, семинар отметил, что в большинстве случаев биологические данные преимущественно ограничиваются районами шельфа. Хотя эти данные в основном неоднородные, они намного лучше известны, чем данные по районам склона и глубоководным районам океана (Отчет семинара, пп. 72–73).

25. С учетом этих ограничений семинар решил, что биологические данные, рассматриваемые в плане включения в анализ, могут включать данные по моллюскам, данные СКАР-MarBIN, мелкомасштабные данные по численности и составу беспозвоночных вдоль Антарктического п-ова, и данные о наличии/отсутствии демерсальных рыб (Отчет семинара, п. 74).

26. Кроме того, было решено, что набор более мелкомасштабных геоморфологических данных по границе восточной Антарктики и примыкающему бассейну океана от 55° ю.ш. до побережья и от 38° в.д. до 164° в.д. (Geoscience Australia) будут включены, как только представится возможность (Отчет семинара, п. 78). Ожидается, что скоро появится геоморфологическая карта всей Антарктики.

27. Несколько наборов биологических данных, использовавшихся для проверки классификации бентического биорайонирования, описываются в п. 79 отчета семинара. Большинство использовавшихся для проверки биологических данных были получены в СКАР-MarBIN.

МЕТОДЫ

Пелагические методы

28. Семинар 2006 г. в Хобарте принял смешанный неиерархический и иерархический метод пелагической классификации. Методы, наборы данных и статистические программы представлены и объяснены в работе Грант и др. (Grant et al., 2006).

29. Семинар отметил, что большое количество биологических данных по Южному океану имеется в настоящее время или может появиться в ближайшем будущем. Потенциально, эти данные могут быть очень полезны для биорайонирования, хотя каждый набор данных следует тщательно рассмотреть.

30. Семинар рекомендовал иерархический, двухступенчатый подход к биорайонированию пелагической области (Отчет семинара, п. 89):

- (i) широкомасштабное циркумполярное биорайонирование, которое позволяет разграничить примерно 20 регионов;
- (ii) мелкомасштабное биорайонирование каждого широкомасштабного региона в отдельности.

31. Другие проведенные на семинаре дискуссии относительно данных и методов анализа, применяемых при биорайонировании пелагической области, освещаются в пунктах 90–93 Отчета семинара. Были сделаны следующие основные выводы:

- (i) для проведения широкомасштабного биорайонирования требуются уровни данных с циркумпольярным, пространственно обширным охватом;
- (ii) биологические данные, очевидно, являются особенно ценными в мелких масштабах (Отчет семинара, п. 91);
- (iii) пространственная и временная гетерогенность встречается в широком диапазоне масштабов и мелкомасштабные биорегионы должны рассматриваться в масштабах, подходящих для управления (Отчет семинара, п. 92);
- (iv) для определения значимых биорегионов в Южном океане можно использовать статические карты, отражающие стойкие различия между экологическими характеристиками и процессами в разных районах (Отчет семинара, п. 93).

32. Семинар одобрил общую методику, использовавшуюся для проведения широкомасштабного биорайонирования Южного океана на Семинаре 2006 г. в Хобарте. Он также решил, что в широком масштабе исходное биорайонирование, проведенное на семинаре 2006 г. в Хобарте, является хорошим рабочим результатом, который можно использовать для информирования территориального управления в зоне действия Конвенции (Отчет семинара, пп. 94 и 95).

33. Семинар решил, что широкомасштабное биорайонирование, проведенное на семинаре 2006 г. в Хобарте, можно потенциально улучшить путем рассмотрения, в частности, следующих моментов:

- (i) дополнительных уровней данных, представляющих сезонные изменения в условиях окружающей среды;
- (ii) дополнительных уровней данных, представляющих межгодовые изменения в условиях окружающей среды;
- (iii) новых параметров окружающей среды (напр., глубины перемешанного слоя (MLD), первичной продукции; см. Отчет семинара п. 49);
- (iv) использования биологических данных для преобразования и комбинирования уровней данных об окружающей среде;
- (v) рассмотрения пространственной изменчивости качества уровней данных.

34. Было рассмотрено пять методов улучшения биорайонирования Южного океана при помощи биологических данных (Отчет семинара пп. 97–121). К ним относится метод BRT для моделирования одномерного отклика с использованием нескольких предикторов.

35. Семинар применял биологические данные и метод BRT для изучения того, можно ли улучшить результат биорайонирования, проведенного Семинаром 2006 г. в Хобарте, путем использования биологических данных с большим пространственным охватом (Отчет семинара, пп. 102–104). Было отмечено, что использование уровней,

представляющих пространственное распределение некоторых видов зоопланктона в Южном океане, может помочь определению широкомасштабных биорегионов (Отчет семинара, п. 103).

36. Семинар был обеспокоен тем, что экстраполяция вне диапазона данных была потенциально ненадежной и в географическом, и экологическом пространстве (Отчет семинара, п. 106). Экстраполяция в биологическом пространстве основывается на допущении о том, что представленная в тренировочных данных взаимосвязь между биологией и окружающей средой постоянна по всему географическому пространству. Это допущение изучалось по отношению к группировкам, полученным по результатам CPR для зоопланктона, и данные экстраполировались на весь Южный океан по методу BRT (Отчет семинара, пп. 106–108 и рис. 1 и 2).

37. Пространственно непрерывные моделируемые распределения четырех таксонов (крыля, сальп, крылоногих и веслоногих) были добавлены к широкомасштабному биорайонированию, проведенному Семинаром 2006 г. в Хобарте. Эти методы и результаты описываются в пп. 109–111 и 132–144 Отчета семинара.

38. Семинар отметил, что Моделирование среды обитания видов также может представлять собой ценный инструмент для отражения гетерогенности, в частности, в более мелких масштабах (Отчет семинара, пп. 114–121).

39. Семинар отметил, что при мелкомасштабном биорайонировании кластеров, полученных в результате широкомасштабного биорайонирования, должна использоваться соответствующая информация об окружающей среде, биологии и процессе. Было идентифицировано большое количество разнообразных данных для возможного использования в мелкомасштабном биорайонировании (более подробно о подходящих данных см. Отчет семинара, пп. 39–64 и 157–164). Поскольку используемые в мелкомасштабном биорайонировании данные не обязательно должны быть циркумполярными или постоянно измеряться между широкомасштабными биологическими районами, для мелкомасштабного биорайонирования может использоваться гораздо больше информации, чем для широкомасштабного (циркумполярного) биорайонирования.

Бентические методы

40. Подход к бентическому биорайонированию включает трехступенчатый процесс, позволивший впервые определить физические районы (Отчет семинара, п. 77) с применением процесса, использовавшегося Семинаром 2006 г. в Хобарте (Отчет семинара, п. 14). Затем были наложены биологические данные и проведена оценка классификации (Отчет семинара, п. 79).

41. Дальнейшая работа по этой классификации проводилась после семинара под руководством созывающих семинара с использованием описанных выше методов (SC-CAMLR-XXVI/BG/23).

42. Дополнительная оценка для западной части Антарктического п-ова проводилась путем наложения биологических данных по этому региону на карту геоморфологических провинций. Был проведен ряд исследований с целью изучения видовой насыщенности и количества станций сбора проб на каждом геоморфологическом полигоне. Результаты описываются в Отчете семинара, пп. 147 и 148.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Педагогические результаты

43. Результаты исходного крупномасштабного районирования, проведенного Семинаром 2006 г. в Хобарте, полностью приводятся в работе Grant et al. (2006). Полученная в результате карта показана на рис. 3. Отчет семинара и содержит 14 районов, сводная информация о которых приводится в табл. 1 этого отчета. Это широкомасштабное биорайонирование проводит разграничение между побережьем Антарктики (включая бухты и заливы), зоной морского льда и районами открытого океана на севере. В анализе выделены различные характеристики окружающей среды крупных районов, включая континентальный шельф и склон, особенности фронтов (САФ, ПФ, SACCF), глубоководные районы океана, банки и бассейны, островные группы и системы циркуляции.

44. Семинар 2006 г. в Хобарте включил лед и определенную по данным дистанционного зондирования поверхностную концентрацию chl-*a* во «вторичную» классификацию, представленную 40 группами (Grant et al., 2006, рис. 21, 23 и 25). Он не смог прийти к согласию в вопросе о правдоподобии пространственных характеристик, приведенных в этом вторичном районировании.

45. Семинар одобрил «первичное» широкомасштабное районирование, проведенное Семинаром 2006 г. в Хобарте. В нем используется кластеризация на основе четырех переменных окружающей среды (\log_{10} глубины, ТПМ, концентрация силикатов и нитратов) с установленным разрешением 14 групп (Отчет семинара, рис. 3). По мнению семинара, эта классификация является первой полезной стадией биорайонирования и потенциально ценным инструментом в широком циркумполярном масштабе.

46. Семинар повторно продемонстрировал «вторичную» классификацию, проведенную Семинаром 2006 г. в Хобарте, с показом 20 групп (Отчет семинара, рис. 4), соответствующих классификации с выбранным разрешением изображения, полученной с использованием уровней биологических данных (Отчет семинара, п. 143 и рис. 5 и 6).

47. Семинар решил, что метод BRT для генерирования биологических уровней данных является ценным достижением и что биологические уровни можно использовать в целях улучшения проведенного Семинаром 2006 г. в Хобарте биорайонирования Южного океана в циркумполярном масштабе. Семинар призвал продолжать работу и на уровне видов, чтобы представить ее в Научный комитет в виде рабочих документов. Семинар также отметил, что существует много подходов к использованию биологических данных при широкомасштабном биорайонировании Южного океана, которые требуют дальнейшего изучения.

48. Семинар решил, что статистический метод BRT, который он использовал для получения непрерывных данных о распределении и численности биологических видов, следует рассмотреть с точки зрения их более широкого применения в будущем (Отчет семинара, п. 139).

49. Семинар поддержал возможность применения метода BRT для получения уровней биологических данных для широкомасштабного и мелкомасштабного биорайонирования. Некоторые участники семинара с особым энтузиазмом отметили уровень данных о численности криля, полученный по данным Аткинсона (Atkinson et al., 2004). Однако семинар рекомендовал описать этот метод и представить его на техническое рассмотрение WG-SAM (Отчет семинара, пп. 140 и 141).

50. Семинар отметил, что можно попросить WG-EMM и WG-FSA рассмотреть пригодность наборов данных для включения в качестве переменных отклика (биологические данные) и наборов данных для включения в качестве уровней окружающей среды, которые связаны с процессами, служащими источником данных в наборах биологических данных.

51. На основе пробного пелагического биорайонирования с использованием дополнительных биологических уровней в циркумполярном масштабе было получено два результата (Отчет семинара, рис. 5 и 6).

52. Семинар решил, что метод биорайонирования с использованием физических и биологических уровней является многообещающим и что результаты этого метода будут полезны в будущем при условии рассмотрения вопросов в пп. 49 и 50.

Бентические результаты

53. Первичные карты физического районирования бентической окружающей среды Южного океана были получены на основе того же подхода, который использовался Семинаром 2006 г. в Хобарте для первичного районирования пелагической окружающей среды (Отчет семинара, п. 145).

54. Семинар с удовлетворением отметил, что методы, описанные в пп. 125–128 его отчета, согласуются с Семинаром 2006 г. в Хобарте и что их можно использовать в качестве основы для первоначальной физической классификации бентоса.

55. Результаты дальнейшей работы по этой бентической классификации представлены в документе SC-CAMLR-XXVI/BG/23.

56. На геоморфологической карте границы восточной Антарктики (Отчет семинара, рис. 10) показаны некоторые ключевые элементы, связанные с бентическим биорайонированием, включая банки шельфа, впадины, районы крутых склонов, каньоны, осадочные наслоения, подводные горы, зоны разлома и абиссальные равнины.

57. Выявленные геоморфологические провинции использовались для сбора и классификации точечных биологических данных. Затем эти данные анализировались при помощи методов, описанных в Отчете семинара, пп. 129–131 и рис. 11, 12 и 13.

58. Эти рисунки свидетельствуют о наличии изменчивости в известной численности видов между сходными геоморфологическими провинциями. Поэтому на распределение видов влияют не только геоморфологические факторы, но и такие дополнительные факторы как выборочное усилие сбора данных или ледовое покрытие. Наблюдавшиеся различия в картине распределения видов и выборочного усилия свидетельствуют о том, что потенциальные «горячие точки» биологического разнообразия не обязательно связаны с выборочным усилием. Эти методы можно применять далее для проверки физической классификации бентоса.

Экологические процессы

59. Семинар отметил, что при составлении схемы изучения пространственной структуры и функционировании экосистемы необходимо рассмотреть информацию об особенностях биологического разнообразия, а также о пространственно определенных экологических процессах (Balmford et al., 1998; Cowling et al., 2003). Это может оказаться полезным при создании пространственной схемы принятия решений, которая использовалась при разработке природоохранного плана для о-вов Принс-Эдуард (WS-BSO-07/P1). Семинар одобрил метод разработки карт, представляющих экологические процессы и другие особенности, которые трудно включить в анализ пространственной структуры.

60. Структуры биологического разнообразия представляют собой пространственное изображение распределения видов или среды обитания в определенном масштабе, а экологические процессы – это действия или события, формирующие структуры биологического разнообразия и экологические взаимодействия в различных масштабах (напр., районы апвеллинга, нерестовые районы или районы кормодобывания). Экологические процессы могут быть или гибкими во времени и пространстве (напр., океанические фронты), или фиксированными (напр., связанными с геоморфологической особенностью).

61. Проведенный семинаром анализ биорайонирования был успешным в плане отражения физических и биологических структур Южного океана, однако семинар отметил, что к этому необходимо добавить составление карты пространственно определенных процессов.

62. Семинар указал, что составить пространственную карту экологических процессов можно двумя способами:

- (i) гибкие процессы можно наносить на карту, используя данные пространственной вероятности (напр., ядра);
- (ii) фиксированные процессы можно наносить на карту, используя постоянные характеристики, определяющие этот процесс (напр., геоморфологические особенности).

63. Семинар рассмотрел имеющиеся данные по экологическим процессам, а также другую информацию, которую можно легко получить. Он указал, что некоторые из этих наборов данных можно включить в анализ биорайонирования, а другие лучше всего представить как отдельные пространственные наложения. Результаты этой дискуссии приводятся в табл. 2 Отчета семинара.

64. Было отмечено, что в то время как информация об экологических процессах должна использоваться в рассматривавшемся на Семинаре циркумполярном масштабе, эти данные будут иметь более важное значение на более мелкомасштабном региональном уровне. Причина этого заключается в том, что: (i) многие наборы данных о процессах имеют региональный масштаб (напр., данные слежения за высшими хищниками); (ii) экспертные знания о пространственно определенных экосистемных процессах можно легче включить в региональном масштабе. Из этого следует, что наилучшими районами для проведения дальнейшего мелкомасштабного биорайонирования будут, скорее всего, те географические районы, по которым имеется больше всего информации и экспертных знаний.

65. Некоторые из пространственно определенных экосистемных процессов, которые считаются важными, показаны на рис. 14–17 Отчета семинара.

БУДУЩАЯ РАБОТА

66. Семинар решил, что:

- (i) предварительное пелагическое районирование, описанное в пп. 132 и 133 Отчета семинара, можно считать пригодным для применения АНТКОМом и КООС;
- (ii) первоначальное районирование бентической окружающей среды следует рассмотреть и оптимизировать для использования АНТКОМом и КООС. Общие результаты и данные Семинара свидетельствуют о том, что в более мелких масштабах гетерогенность биологического разнообразия и структуры и функционирования экосистемы будет более высокой;
- (iii) в будущем можно будет внести уточнения в это биорайонирование, т.к. методы улучшатся и данные будут получены и проанализированы. На основе использования имеющихся данных в ряде районов можно провести дополнительную работу по биорайонированию в более мелком масштабе;
- (iv) в будущую работу следует по возможности включить определение границ мелкомасштабных провинций;
- (v) участники семинара должны представить в Научный комитет документы о методах мелкомасштабного биорайонирования, включая статистические методы и потенциальные источники данных;
- (vi) следует попросить WG-SAM рассмотреть статистические методы, представленные в пп. 140 и 141 Отчета семинара;
- (vii) можно дополнительно рассмотреть вопрос о включении информации о процессах и видах, в частности, в контексте систематического природоохранного планирования и при разработке пространственной системы принятия решений (Отчет семинара, п. 157). Это может быть особенно полезно в более мелких масштабах.

Геоморфология

67. Семинар отметил, что проводившаяся до сих пор работа показывает, что картирование геоморфологии морского дна дает дополнительную информацию, которая включает физические данные в процесс биорайонирования. Было бы полезно расширить эту работу, чтобы охватить всю зону действия Конвенции АНТКОМ. Для проведения бентического биорайонирования также было бы полезно иметь обновленные карты донных отложений.

Наличие данных для мелкомасштабного биорайонирования

68. Семинар отметил, что существуют биологические данные по некоторым более мелким участкам этого района, которые можно использовать в целях дальнейшего определения границ при крупномасштабном биорайонировании. К ним относятся наборы многолетних данных по южной части моря Скотия, морю Росса, восточной части Антарктического моря и другим районам.

69. Конкретные потенциально пригодные источники данных описываются в пп. 171–176 Отчета семинара. К ним относятся полученные по научно-исследовательским съемкам данные о рыбе, бентические данные научных донных траловых съемок и из музейных коллекций, данные о биомассе и распределении криля и мелкомасштабные данные по физической океанографии, полученные в результате национальных научно-исследовательских работ.

70. Было отмечено, что в связи с ростом поступления информации в сеть SCAR-MarBIN и дополнительными данными, которые предполагается получить в результате совместной научно-исследовательской работы CAML-МПП, эта сеть будет иметь очень важное значение для доступа к данным в будущем. В настоящее время многие из этих данных очень рассредоточены и хранятся у отдельных ученых или в институтах, что сильно затрудняет доступ к ним.

71. Семинар отметил, что работа АНТКОМа по определению SSMU может оказаться полезной при проведении мелкомасштабного биорайонирования, поскольку в этой работе исследуются взаимосвязи между рыбой, крилем, видами хищников и добычи. Семинар указал, что, возможно, удастся включить данные о других компонентах экосистемы и использовать методы, аналогичные тем, которые применяются для определения SSMU.

72. Семинар рассмотрел пробелы в существующих наборах данных и наметил последующую работу, которая, вероятно, сможет улучшить охват данными и их качество (Отчет семинара, пп. 178 и 179).

Составление информационных бюллетеней

73. Семинар решил, что создание атласа информационных бюллетеней по биорайонированию будет ценным ресурсом для АНТКОМа и КООС. Это обеспечит стандартизованный подход к представлению и архивированию результатов работы по биорайонированию Южного океана точно так же, как в АНТКОМе для каждого промысла составляются отчеты о промысле. С самого начала отчеты о промысле считались эффективным способом представления подробной информации, которая используется АНТКОМом на совещаниях и в межсессионный период, а также помогает широкой общественности понять, как осуществляется работа АНТКОМа.

74. Атлас по биорайонированию может составляться на основе метода, описанного в WS-BSO-07/9, где представлена иерархия листов с характеристиками региона и где более подробные характеристики, биорегионы и провинции показаны для участков Южного океана в более мелком масштабе на дополнительных листах. Информационные бюллетени могут включать карты соответствующих биорегионов и провинций, а также карты с указанием расположения важных процессов, колоний или

скоплений биоты и другие обобщенные данные, которые считаются важными для управления биорегионами.

75. Этот формат также позволяет без труда рассматривать, уточнять и обновлять информацию по биорайонированию и классификацию для конкретных областей без необходимости пересматривать классификацию для всего Южного океана.

76. Семинар решил, что такой атлас можно создать на основе результатов первичного биорайонирования, одобренного на этом семинаре, предварительных выводов о том, каким образом в этих регионах может существовать гетерогенность более мелкого масштаба, и дополнительной информации по уровням экологических процессов и другим уровням данных, рассматриваемым в этом отчете.

Дальнейшая работа по созданию системы МОР

77. Семинар отметил, что биорайонирование может служить составляющей частью предстоящей работы по созданию системы МОР в зоне действия Конвенции (SC-CAMLR-XXV, п. 3.33). Необходима дальнейшая работа по рассмотрению методов отбора и разграничения МОР и семинар указал, что эта работа может включать дальнейшую разработку информации об экологических процессах, в т.ч. пространственную информацию о человеческой деятельности. Межсессионная работа, концентрирующаяся на систематическом природоохранном планировании, возможно, для более мелких районов, может сыграть важную роль в достижении этой цели.

ОТЧЕТ СЕМИНАРА

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	619
Открытие совещания	619
Принятие повестки дня и организация совещания.....	619
ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СЕМИНАРЕ.....	620
СУЩЕСТВУЮЩИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОДХОДЫ К БИОРАЙОНИРОВАНИЮ	622
ДАННЫЕ	628
Педагогические данные.....	628
Бентические данные	635
Исходная информация	635
Описание различных источников данных, пригодных для бентического биорайонирования	636
Данные, использовавшиеся в классификации бентического биорайонирования	638
Физические данные	638
Биологические данные	639
МЕТОДЫ.....	639
Педагогические методы.....	639
Сводка методов, разработанных на семинаре 2006 г. в Хобарте	639
Методы педагогического биорайонирования, рассматривавшиеся на семинаре 2007 г. в Брюсселе	641
Метод широкомасштабного биорайонирования	641
Экстраполяция биологических данных с использованием данных об окружающей среде.....	642
Построение обобщенной модели неоднородности	645
Сравнительная пригодность окружающей среды.....	645
Моделирование среды обитания видов.....	646
Метод мелкомасштабного педагогического биорайонирования	647
Бентические методы	648
Классификация физической бентической среды.....	648
Анализ на основе биологических данных.....	649
РЕЗУЛЬТАТЫ	649
Педагогические результаты	649
Сводка результатов Семинара 2006 г. в Хобарте	649
Первичное биорайонирование.....	649
Вторичное районирование	650
Результаты Семинара 2007 г. в Брюсселе: педагогические – широкомасштабные	650
Бентические результаты	651
Физическая классификация бентических биорегионов	651

Оценка на основе биологических данных	652
Геоморфология	652
Экологические процессы	654
ПРЕДСТОЯЩАЯ РАБОТА	655
Геоморфология	655
Наличие данных для мелкомасштабного биорайонирования	655
Составление информационных бюллетеней	657
Дальнейшая работа по созданию системы МОР	658
РЕКОМЕНДАЦИИ НАУЧНОМУ КОМИТЕТУ	658
ПРИНЯТИЕ ОТЧЕТА И ЗАКРЫТИЕ СОВЕЩАНИЯ	658
ЛИТЕРАТУРА	658
ТАБЛИЦЫ	663
РИСУНКИ	665
ДОПОЛНЕНИЕ А: Повестка дня	679
ДОПОЛНЕНИЕ В: Список участников	681
ДОПОЛНЕНИЕ С: Список документов	687
ДОПОЛНЕНИЕ D: Описания наборов данных, использовавшихся при классификации бентического биорайонирования	689

ОТЧЕТ СЕМИНАРА ПО БИОРАЙОНИРОВАНИЮ ЮЖНОГО ОКЕАНА

(Брюссель, Бельгия, 13–17 августа 2007 г.)

ВВЕДЕНИЕ

Открытие совещания

Семинар АНТКОМа по биорайонированию Южного океана проводился в Брюсселе (Бельгия) с 13 по 17 августа 2007 г. Его созывающими были П. Пенхейл (США) и С. Грант (СК).

2. Созывающие приветствовали всех участников и особенно приглашенных специалистов:

- Б. Даниса, СКАР-MarBIN, Королевский институт естественных наук Бельгии;
- Г. Хози, СКАР, Австралийский государственный антарктический отдел;
- М. Кару, Институт океанографии Скриппса (США);
- М. Виерроса, Университет ООН, Институт передовых исследований (Япония).

3. Особая благодарность была выражена Бельгии, в частности А. де Лихтервелде и его группе из Федеральной государственной службы здравоохранения, обеспечения снабжения продовольствием и окружающей среды за их теплое гостеприимство, финансовую поддержку и организацию семинара.

Принятие повестки дня и организация совещания

4. Повестка дня была подготовлена исходя из принятой Научным комитетом сферы компетенции семинара (SC-CAMLR-XXIV, п. 3.66):

1. Содействовать сотрудничеству между Научным комитетом АНТКОМа и КООС в этой работе.
2. Обеспечить участие в этой работе соответствующих экспертов.
3. Координировать и обеспечивать:
 - (i) сведение существующих данных по прибрежным провинциям, в т.ч. по бентическим и пелагическим характеристикам и процессам;
 - (ii) сведение существующих данных по океаническим провинциям, в т.ч. по бентическим и пелагическим характеристикам и процессам;
 - (iii) определение видов анализа, необходимого для содействия биорайонированию, включая использование эмпирических, модельных и экспертных данных;
 - (iv) разработку широкомасштабного биорайонирования на основе существующих наборов данных и других наборов данных, которые могут иметься до семинара;

- (v) выделение мелкомасштабных провинций в пределах регионов, когда это возможно;
 - (vi) создание процедуры для определения нуждающихся в защите районов в целях содействия природоохранным целям АНТКОМа.
4. Организовать семинар для проведения биорайонирования зоны действия Конвенции АНТКОМ и объединения рекомендаций по системе охраняемых районов (SC-CAMLR-XXIV, Приложение 7, п. 144).

Принятая повестка дня приведена в Дополнении А.

5. Участники семинара перечислены в Дополнении В. Представленные на семинар документы перечислены в Дополнении С.

6. Отчет семинара был подготовлен его участниками. Отчет включает разделы по данным, методам и результатам, причем в каждом разделе отдельно приводятся дискуссии по бентическим и пелагическим вопросам.

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СЕМИНАРЕ

7. Участники напомнили, что основой текущей работы по биорайонированию служит Семинар АНТКОМа 2005 г. по МОР (Семинар 2005 г. по МОР). В 2005 г. Научный комитет одобрил рекомендацию семинара о том, что результаты природоохранной деятельности, соответствующие достижению целей Статьи II АНТКОМ, включают сохранение и биологического разнообразия, и экосистемных процессов (SC-CAMLR-XXIV, п. 3.54(iii)). Научный комитет также утвердил рекомендации Семинара 2005 г. по МОР о том, что, возможно, наряду с другими вопросами потребуется уделить внимание охране (SC-CAMLR-XXIV, п. 3.54(iv)):

- (i) репрезентативных районов – система репрезентативных районов направлена на создание всеобъемлющей, адекватной и репрезентативной системы МОР с целью обеспечения долгосрочной экологической жизнеспособности морских систем, сохранения экологических процессов и систем, а также охраны биологического разнообразия антарктических морей на всех уровнях;
- (ii) научно-исследовательских районов для того, чтобы помочь отличить последствия промысла и другой деятельности от природных экосистемных изменений, а также предоставить возможности для изучения морской экосистемы Антарктики, не подвергшейся вмешательству;
- (iii) районов, потенциально чувствительных к влиянию человеческой деятельности, с целью смягчения этого влияния и/или обеспечения устойчивости рационального использования морских живых ресурсов.

8. Научный комитет также отметил мнение Семинара 2005 г. по МОР о потенциальной важности того, чтобы в системе охраняемых районов предусматривалась охрана пространственно предсказуемых особенностей (таких как апвеллинги и фронты), необходимых для функционирования локальных экосистем (SC-CAMLR-XXIV, п. 3.55 и Приложение 7, п. 131).

9. Научный комитет также решил, что ключевыми задачами, необходимыми, в частности, при рассмотрении системы охраняемых районов для содействия достижению более широких природоохранных целей АНТКОМа, являются (SC-CAMLR-XXIV, п. 3.64):

- (i) широкомасштабное биологическое районирование Южного океана;
- (ii) мелкомасштабное подразделение биогеографических провинций, которое может включать иерархии пространственных характеристик и особенностей в пределах регионов, где особое внимание уделяется районам, определенным при биорайонировании;
- (iii) определение районов, которые могут использоваться для достижения природоохранных целей;
- (iv) определение районов, требующих временной защиты.

10. В 2006 г. было выделено два отдельных компонента работы, которую следует провести в рамках создания системы МОР в зоне действия Конвенции (SC-CAMLR-XXV, п. 3.33):

- (i) техническая разработка методов биорайонирования Южного океана;
- (ii) рассмотрение методов отбора и определения МОР.

11. Научный комитет решил, что Семинар 2007 г. по биорайонированию будет концентрироваться на технической разработке методов биорайонирования Южного океана. Целью Семинара 2007 г. по биорайонированию должна быть выработка рекомендаций по биорайонированию Южного океана, включая, по возможности, рекомендации по мелкомасштабному подразделению биогеографических провинций (SC-CAMLR-XXV, п. 3.34). Впоследствии Научный комитет признал, что Семинар 2007 г. по биорайонированию будет в основном концентрироваться на компоненте (i) в п. 10, выше. Он отметил, что работа по компоненту (ii) должна вестись параллельно, с представлением соответствующих документов в Научный комитет или его рабочие группы. Научный комитет ожидает, что дальнейшая работа по разработке методов отбора и классификации МОР будет осуществляться Научным комитетом.

12. На КООС-Х (Нью-Дели, Индия, 2007 г.) АНТКОМ представил информационный бюллетень, сообщающий о достигнутом прогрессе в подготовке Семинара АНТКОМа по биорайонированию. АНТКОМ призвал КООС участвовать в этом семинаре и отметил актуальность этой работы для данного комитета, особенно в плане разработки «систематической экологической географической структуры», мониторинга окружающей среды и определения чувствительных или уязвимых районов. Была также подчеркнута важность этой работы для продолжающегося сотрудничества между АНТКОМом и КООС.

13. КООС призвал своих членов сотрудничать с коллегами из АНТКОМа в этой инициативе и выразил надежду на получение результатов семинара (СЕР, 2007, п. 194).

14. При планировании своей работы по достижению вышеупомянутой цели семинар использовал отчет Семинара специалистов по биорайонированию Южного океана, который проводился WWF-Австралия и ACE CRC в Хобарте (Австралия) в сентябре 2006 г. (Семинар 2006 г. в Хобарте) (Grant et al., 2006). Этот семинар был направлен на разработку «концептуальной системы» широкомасштабного биорайонирования Южного океана, где в качестве основных входных параметров использовались данные дистанционного зондирования физической окружающей среды.

15. С. Грант представила документ WS-BSO-07/11 по ключевым вопросам и идеям анализа биорайонирования. В документе подчеркивается необходимость создания концептуальной схемы, в рамках которой может проводиться анализ, с четкими принципами и задачами, концентрирующимися на соответствующих подходящих пространственных масштабах.

16. Семинар отметил, что основной конечной целью анализа биорайонирования будет помощь в достижении сохранения морского биологического разнообразия, что может включать разработку репрезентативных МОР.

17. Биорайонирование может также предоставить информацию для других видов конечного использования, включая, среди прочего, экологическое моделирование, экосистемный мониторинг, систему оценки риска и определение целей дальнейших исследований. Результаты биорайонирования формируют один из компонентов систематического экологического планирования, которое включает рассмотрение особенностей и процессов биоразнообразия и определение природоохранных целей в рамках рационального использования.

18. Было решено, что бентические и пелагические системы должны рассматриваться отдельно. А. Кларк (СК) отметил, что хотя и существуют некоторые связи между бентическими и пелагическими системами, текущих знаний о бентическо-пелагической взаимосвязи недостаточно для того, чтобы на данной стадии можно было провести комбинированное бентическо-пелагическое биорайонирование.

19. Можно рассмотреть ряд масштабов биорайонирования в соответствии с имеющимися входными данными и требованиями конечного использования. Семинар решил, что в идеале определение подходящих масштабов должно исходить из данных, но зачастую это должно дополняться рекомендациями специалистов. Важно, чтобы реальная гетерогенность экосистемных процессов и особенностей биоразнообразия все же находила отражение в соответствующих масштабах.

20. Важно также рассматривать временные масштабы. Семинар решил, что временные масштабы в пелагической и в бентической среде различны. Необходимо обеспечить, чтобы эта изменчивость была отражена в пространственном регионе соответствующего размера.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОДХОДЫ К БИОРАЙОНИРОВАНИЮ

21. А. Констебль (Австралия) сообщил о результатах Семинара 2006 г. в Хобарте, которые были представлены Научному комитету и Комиссии и рассмотрены ими (SC-CAMLR-XXV, пп. 3.44–3.52; CCAMLR-XXV, пп. 6.1–6.6).

22. Говоря о Семинаре 2006 г. в Хобарте А. Констебль отметил, что:

- (i) широкими целями семинара были –
 - (a) рассмотрение важных взаимосвязей между таксонами, экологическими процессами и физическими характеристиками;

- (b) определение подходящих данных для использования в классификации (физические данные, преобразование данных, виды-индикаторы);
 - (c) группировка точек по синоптическим данным, которые относительно гомогенны и отличаются от соседних групп, с учетом неопределенностей;
- (ii) биорайонирование по идеальным и полным данным может определить –
- (a) взаимосвязи внутри и между ассоциациями видов;
 - (b) реализованные ниши (физической и биологической окружающей среды) видов;
 - (c) биогеографические различия в видах и ассоциациях, включая характер и неопределенность границ перехода в результате пространственной кластеризации;
- (iii) при сохранении морского биоразнообразия должен учитываться ряд организмов и процессов в регионе, включая глобальное распространение (по отношению к циркумантарктическому) и локальную численность (по отношению к мелкомасштабным районам, таким как подводные возвышенности) видов. В этом случае может быть определена относительная важность района для вида согласно следующей схеме для таксонов –
- (a) широко распространен в глобальном масштабе (обнаружен в большинстве мест), высокая численность в локальном масштабе (если обнаружен, то зачастую в большом количестве): конкретный район будет не так важен для сохранения популяции или вида;
 - (b) широко распространен в глобальном масштабе (обнаружен в большинстве мест), редкий в локальном масштабе (если обнаружен, то зачастую в небольшом количестве): конкретный район будет считаться для этих таксонов более важным, чем для таксонов, указанных выше, но менее важным, чем для последующих таксонов;
 - (c) редкий в глобальном масштабе (обнаружен в одном или всего нескольких местах), высокая численность в локальном масштабе (если обнаружен, то зачастую в большом количестве): эндемичные таксоны, где конкретный район будет важен для сохранения популяции или вида, но виды могут быть довольно устойчивыми по сравнению со следующей группой;
 - (d) редкий в глобальном масштабе (обнаружен в одном или всего нескольких местах), редкий в локальном масштабе (если обнаружен, то зачастую в небольшом количестве): конкретный район будет решающим для сохранения популяции или вида.

23. А. Констебль указал, что на Семинаре 2006 г. в Хобарте участники пришли к выводу и отметили в отчете, что биорайонирование возможно и с небольшим количеством данных. Он отметил, что при биорайонировании в целях сохранения морского биоразнообразия в случае небольшого количества данных следует:

- (i) стараться не придавать излишнего значения видам, широко распространенным в глобальном масштабе с высокой численностью в локальном масштабе, в качестве определяющих факторов анализа;
- (ii) избегать гомогенизирующего эффекта временной изменчивости, например в случаях, когда комбинированные наборы данных свидетельствуют о более широком пространственном распространении организмов, тогда как эти организмы на самом деле связаны с конкретными экологическими особенностями, которые меняются во времени (напр., связь организмов с океанскими фронтами);
- (iii) обеспечить, чтобы в пространственных данных не было систематических ошибок в плане классификации биорайонирования;
- (iv) согласовывать масштабы данных с интересующими масштабами – данные по Южному океану часто представлены в большом масштабе (мало мелкомасштабных повторов) и в связи с этим их трудно использовать для мелкомасштабных подразделений;
- (v) относить рассматриваемые во взаимосвязи параметры к одному и тому же местоположению и времени; в противном случае при корреляции должны учитываться ошибки экстраполяции/интерполяции;
- (vi) использовать процесс, учитывающий статистические ошибки первого и второго рода, т.е. не делать вывод об отсутствии гетерогенности, когда гетерогенность существует, что в данном контексте означает использование имеющихся данных для определения того, возможна ли гетерогенность в более мелких масштабах, и насколько важна эта гетерогенность с точки зрения учета при биорайонировании.

24. Заканчивая свой доклад, А. Констебль отметил, что на Семинаре 2006 г. в Хобарте:

- (i) был принят статистически строгий подход, использовавшийся для физической классификации;
- (ii) эксперты подтвердили, что результаты выглядят правдоподобно;
- (iii) в результатах заметны естественные широтные и меридиональные различия, включая пространственное подразделение банок и континентального шельфа.

25. Участники отметили, что в ходе Семинара 2006 г. в Хобарте:

- (i) Обсуждавшиеся вопросы включали выбор данных и выделение соответствующих параметров, наилучшим образом отражающих экологические свойства. Конечный метод связан с использованием кластерного анализа для классификации отдельных участков по группам так, чтобы они были сходны в пределах группы, но достаточно различались между группами.
- (ii) Первичные наборы данных, оставленные в согласованной первичной классификации и использовавшиеся в анализе, включали: глубину, ТПМ, концентрации силикатов и нитратов. Они отражали различные экологичес-

кие характеристики крупных районов, включая континентальный шельф и склон, фронты (САФ, Полярный фронт (ПФ) и SACCF), глубоководные районы океана, банки и котловины, островные группы и системы циркуляции.

- (iii) Во вторичный анализ были включены концентрация льда и среднегодовые значения хлорофилла *a* (chl-*a*). Добавление этих наборов данных показало более мелкомасштабную пространственную гетерогенность в районах, особенно в районе континентального шельфа и склона, и в зоне сезонного льда.
- (iv) Заключительные этапы анализа включали обсуждение того, насколько хорошо полученные районы соответствуют нашим современным представлениям о Южном океане. Специалисты представили информацию об ожидаемых закономерностях и особенностях исходя из существующих наблюдений и знаний, что в целом соответствовало результатам анализа.

26. Семинар решил одобрить результаты Семинара 2006 г. в Хобарте и принять эту первичную классификацию.

27. А. Кларк доложил об использовании биологических данных в анализе биорайонирования. Он отметил, что один из 14 районов, определенных на Семинаре 2006 г. в Хобарте, – это район антарктического шельфа, и охарактеризовал степень возможного подразделения этого района на основе биологических данных с использованием данных по распространению и численности моллюсков (брюхоногих и двустворчатых) из базы данных по моллюскам Южного океана (SOMBASE).

28. Карта распределения образцов показывает, что хотя сбор моллюсков проводился в большинстве районов Южного океана, трем районам было уделено особое внимание. Эти районы – запад Антарктического п-ова и море Скотия, восточная часть моря Уэдделла и море Росса. Районы, в которых было собрано очень мало образцов, – это континентальный склон и глубоководные районы (хотя решением этого вопроса сейчас занимается Программа по бентическому биоразнообразию глубоководных районов Антарктики (ANDEEP)), моря Амундсена и Беллинсгаузена и отдельные части восточной Антарктики. Анализ по методу разрежения говорит о том, что значительное число видов еще предстоит открыть; практика последних лет показывает, что это будут скорее всего мелкие виды, или виды, определенные молекулярными методами.

29. Анализ данных SOMBASE свидетельствует о том, что большинство антарктических моллюсков являются необычными или редкими (или по крайней мере редко попадающими в выборки) и относительно немногие распространены циркумполярно. В результате, лишь в относительно немногих районах Южного океана зарегистрировано высокое видовое богатство. Можно попытаться учесть воздействие этой пространственной изменчивости в усилиях по сбору данных, используя остаточные отклонения от прямой регрессии, подобранной для зависимости между видовым богатством и интенсивностью сбора проб. Однако карта таких откорректированных данных по-прежнему показывает наибольшее разнообразие в наиболее изученных районах, свидетельствуя о неполном успехе корректировки на ошибку выборки.

30. Кластерный анализ данных наличия/отсутствия может использоваться для подразделения района антарктического шельфа на ряд биогеографических провинций. Они в целом совпадают с провинциями, выделенными ранее, и свидетельствуют о важных различиях в составе ассоциаций и разнообразии моллюсков вокруг

Антарктики, что может использоваться при добавлении биологического уровня в проведенное ранее предварительное физическое районирование.

31. М. Виеррос представил доклад о подходах к биогеографической классификации океанов мира. Важные для биорайонирования события в международной политике включают цели, установленные Всемирным саммитом по устойчивому развитию и Конвенцией по биологическому разнообразию. В докладе были отмечены международные экспертные группы и организации, занимающиеся биорайонированием, и глобальные наборы данных, полученные в результате этой работы, которые могут представлять интерес для аналогичных работ в Южном океане.

32. Было рассмотрено несколько систем глобальной биогеографической классификации; особое внимание было уделено двум недавним разработкам в поддержку международного сохранения морского биоразнообразия и управления им. Они включали Морские экорегионы мира (MEOW) и биогеографические критерии для глубоководных районов и районов открытого океана, разрабатываемые в результате недавно проведенного в Мексике международного семинара.

33. Далее в докладе был представлен обзор некоторых общих проблем, встречающихся при биогеографической классификации морских систем, в т.ч. необходимость наличия четких задач биорайонирования, которые предоставят информацию при выборе данных, масштаба данных и взвешивании данных. Кроме того, в докладе обсуждались типы обычно используемых данных (биологических, экологических и смешанных), применяемые методы (качественные, количественные), вопросы масштабов и системы классификации (иерархические, неиерархические). В заключение, в докладе подчеркивалась необходимость периодического пересмотра границ биорегионов из-за проведения новых работ по сбору данных, улучшения технологии и последствий изменения климата.

34. Б. Шарп (Новая Зеландия) представил WS-BSO-07/6, в котором:

- (i) построены диаграммы и дано объяснение концептуальных предпосылок, лежащих в основе процесса биорайонирования. Важно различать экологическое пространство (экологические и океанографические условия в различных местах), биологическое пространство (биологические организмы и процессы в различных местах) и географическое пространство (местоположение). Биорайонирование стремится построить карту биологического пространства в географическом пространстве и затем упростить ее так, чтобы это поддавалось интерпретации. Необходимость определения взаимосвязи между экологическим пространством и биологическим пространством связана с обрывочностью биологических данных, поэтому нужна их замена при интерполяции и экстраполяции;
- (ii) рассматривается ряд классификаций морской окружающей среды, которые были подготовлены Новой Зеландией с использованием различных методов, и подчеркиваются методические и практические выводы, особо важные для проводимого в АНТКОМе процесса биорайонирования.

35. Новая Зеландия использовала для биорайонирования несколько методов (WS-BSO-07/6). Были представлены особо сильные и слабые стороны следующих трех классификаций, которые использовались в Новой Зеландии:

- (i) экологическая классификация, оптимизированная так, чтобы представлять широкий ряд бентических и пелагических таксонов;
- (ii) экологическая классификация, оптимизированная так, чтобы представлять, в частности, сообщества демерсальных рыб;
- (iii) биологическая классификация, в которой используется пакет новых иерархических моделей множественной регрессии, называемых растущими деревьями регрессии (BRT: см. п. 99), в целях генерирования комплексных пространственных уровней распределения отдельных видов демерсальных рыб, а затем создается пространственная классификация, непосредственно использующая эти биологические уровни.

36. Б. Шарп отметил, что для АНТКОМа могут быть полезны следующие выводы, вытекающие из опыта Новой Зеландии (WS-BSO-07/6):

- (i) использовать биологические данные в биорайонировании;
- (ii) моделировать виды по отдельности;
- (iii) создавать классификации исходя из численности, а не наличия/отсутствия;
- (iv) использовать наиболее мощные имеющиеся статистические методы, такие как BRT и обобщенное моделирование неоднородности (GDM);
- (v) использовать иерархический кластерный алгоритм;
- (vi) концентрировать внимание на экосистеме или биоценозе, представляющих особый интерес;
- (vii) включать информацию, отражающую неопределенность.

37. Он также отметил, что для отражения динамических аспектов функционально важных экосистемных процессов зачастую требуются отдельные параллельные процессы.

38. Б. Данис представил информацию о продолжающемся развитии сети SCAR-MarBIN. Основанная на интернет-технологии сеть SCAR-MarBIN позволяет пользователям искать, просматривать и извлекать информацию по таксономии и распространению многих видов Южного океана, а также дает доступ к метаданным для интерпретации и поиска данных. Семинар приветствовал продолжающееся развитие SCAR-MarBIN и отметил ее большую существующую и потенциальную ценность для биорайонирования.

ДАННЫЕ

Педагогические данные

39. Семинар рассмотрел имеющиеся данные по батиметрии, физической океанографии и биологии для педагогического биорайонирования. Он отметил, что наборы данных, использовавшиеся на Семинаре 2006 г. в Хобарте, служат полезной отправной точкой для любого дальнейшего анализа педагогической области. В следующих пунктах излагаются основные моменты, связанные с использованием имеющихся данных в педагогическом биорайонировании.

40. Данные ГЕБКО дают общую основу для уровней батиметрических данных.

41. Данные по физической океанографии Южного океана поступают из нескольких источников, включая спутниковые наблюдения, трансокеанские разрезы (WOCE), другие данные STD и наблюдения в море, а также модельную интерполяцию и результаты:

- (i) ТПМ и высота поверхности моря обычно могут быть получены по спутниковым данным.
- (ii) Данные о питательных веществах получают по собранным в океане дискретным пробам и графически изображают как функцию времени. Имеется ряд общедоступных источников, включая набор данных WOCE, атлас Южного океана (Orsi and Whitworth, 2005, составленный в Техасском университете А&М, США), и ретроспективные данные из Национального центра океанологических данных США. Для некоторых регионов, таких как Антарктический п-ов, море Уэдделла и море Росса, имеются данные с высоким разрешением в пространстве и времени, которые можно получить, например в Институте Альфреда Вегенера в Бремерхафене (Германия) и в Центре физической океанографии прибрежных вод Университета Олд Доминион (США). Также имеются результаты моделирования, которые можно сопоставить с наблюдаемым распределением в пространстве (напр., результаты OCCAM/FRAM).
- (iii) Глубина перемешанного слоя (MLD), полученная исходя из данных о температуре и солёности и предпочитаемого определения перемешанного слоя. Две версии наборов данных для MLD, основанные на этом подходе, – это Атлас мирового океана (Levitus et al., 1994; Levitus and Boyer, 1994) и Атлас Южного океана (Orsi and Whitworth, 2004). Было отмечено, что использовавшиеся в Атласе Южного океана данные прошли тщательную проверку и контроль качества. Расчетные наборы данных, которые дают MLD, – это модельные расчеты OCCAM/FRAM для Южного океана (имеются в Саутгемптоне на www.noc.soton.ac.uk/JRD/OCCAM/) и региональные модели, такие как модели циркуляции моря Росса и запада Антарктического п-ова (Hoffman, частная переписка) и региональная модель моря Уэдделла (Институт Альфреда Вегенера). Смешанные модельные данные включают результаты повторного анализа простой ассимиляции океанических данных (Carton et al., 2000a, 2000b; www.atmos.umd.edu/~ocean/). Это дает температуру и солёность, по которым можно рассчитать MLD.

42. Дополнительная информация об океанах включена в некоторые графики, такие как широко используемые графики среднего положения фронтов (Orsi et al., 1995). Семинар отметил, что вместо того, чтобы использовать их отдельно при пространственной реализации, будет полезно представить их как уровень процессов (пп. 157–164) для сравнения с результатами биорайонирования.

43. Информацию о концентрации морского льда и ледовом покрове можно получить по наборам спутниковых данных. Концентрация льда и соответствующие параметры (напр., распространение и площадь ледового покрова) получены по данным Специального датчика для получения изображений в микроволновом диапазоне (SSM/I) в рамках Программы метеорологических и оборонных спутников (DMSP) и нанесены на карту с сеткой координат в полярной стереографической проекции с разрешением 25×25 км. Концентрации льда обычно получают по пассивным микроволновым спутниковым данным с использованием усовершенствованного бутстрап-алгоритма, применяемого для данных усовершенствованного микроволнового сканирующего радиометра Системы наблюдений Земли (AMSR-E) и адаптированного для данных SSM/I (напр., Comiso et al., 2003; Comiso, 2004). Семинар отметил, что при биорайонировании можно использовать эти или производные наборы данных, такие как среднее по времени, скорость отступления или какие-либо преобразованные наборы данных. Однако было также отмечено, что тип используемых наборов данных должен определяться тем, должны ли они отражать ключевые показатели структуры и функции экосистемы, или специфические процессы, связанные с представляющими интерес биотами. Надо следить за тем, чтобы некоторые параметры не были чрезмерно представлены в анализе.

44. Семинар отметил, что в ходе этой работы в будущем желательно провести рассмотрение среднего состояния, а также сезонной и межгодовой изменчивости для большинства наборов физических данных.

45. М. Кару представил документ WS-BSO-07/5 о пространственной структуре временных взаимосвязей в Южном океане. Он отметил, что продукция фитопланктона во время австралийского лета в Южном океане, как известно, лимитируется количеством железа и света. Зафиксированное спутниками распределение *chl-a* свидетельствует об очень сложной и меняющейся во времени структуре, которую трудно объяснить. Анализ ковариации между несколькими зафиксированными спутниками и смоделированными переменными показывает, что эта ковариация во времени между MLD, ТПМ и *chl-a* может использоваться для картирования районов, в которых продукция фитопланктона контролируется различными факторами. Статистически значимые пространственные структуры в ковариации между MLD, ТПМ и *chl-a* показывают, что физические факторы, контролирующие продукцию фитопланктона в Южном океане, меняются предсказуемо. Были определены районы, где фитопланктон лимитируется количеством света летом в связи с недостаточной стратификацией, а также другие районы, где фитопланктон явно лимитируется питательными веществами (возможно, железом). Граница между лимитирующим воздействием света и питательных веществ может быть резкой и иногда, но не всегда, связана с основными гидрографическими фронтами (напр., САФ). Коэффициент корреляции между MLD и *chl-a* имеет характерную поясную структуру.

46. М. Кару также продемонстрировал, что сходная, но противоположно поясная структура заметна в структуре корреляции между ТПМ и *chl-a*. Данная корреляция является более надежным индикатором, так как оба этих показателя реально измеряются (MLD основан на модели). В субтропиках корреляция между MLD и *chl-a* явно положительная и это означает, что более высокий *chl-a* связан с глубокой MLD, а

более низкий chl-*a* связан с мелкой MLD. Это свидетельствует о режиме, при котором рост фитопланктона лимитируется питательными веществами, а лимитирующие питательные вещества поступают за счет вертикального перемешивания. Большая стратификация (с мелкой MLD) означает меньший приток питательных веществ снизу и, в связи с этим, более низкий chl-*a*. К югу от примерно 40° ю.ш. в Атлантическом и Индийском океанах и примерно 50° ю.ш. в Тихом океане лежит пояс отрицательной корреляции между MLD и chl-*a* (положительная корреляция между TSM и chl-*a*), где повышенный chl-*a* связан с более стратифицированными условиями. При таком режиме фитопланктон обычно лимитируется не питательными веществами, а светом, в связи с глубоким перемешиванием и недостаточной вертикальной стратификацией. Южная граница этого пояса зачастую совпадает со средним положением САФ. Далее к югу эта поясная структура распадается и в картине корреляции видна не только зональная, но и меридиональная изменчивость. Другие основные фронты (ПФ, SACCF и южная граница АЦТ (SBDY)) демонстрируют некоторую связь с картиной корреляции, но это сходство скорее локальное. Например, вокруг Южной Георгии ПФ и SACCF ограничивают район, где проявляется лимитирующее воздействие света (недостаточная стратификация). Вдоль Антарктического п-ова состояние ограниченности питательными веществами (между ПФ и SACCF) резко меняется на состояние ограниченности светом около берега (к югу от SACCF и SBDY).

47. М. Кару отметил, что средний chl-*a* у поверхности для периода октябрь–март 1996–1997 гг. был получен по новому алгоритму (SPGANT), основанному на данных по Южному океану (Mitchell, 1999), с использованием данных комбинированного сканнера цветности и температуры океана (OCTS) (1996–1997 гг.) и SeaWiFS (1997–2007 гг.). Некоторые районы высокого chl-*a* связаны с основными гидрографическими фронтами. Например, районы высокого chl-*a* в море Скотия и у Южной Георгии находятся в центре SACCF (между ПФ на севере и SBDY на юге) и поддерживаются турбулентным перемешиванием в SACCF (Kahru et al., 2007). К средним концентрациям в самой южной части Южного океана надо относиться с осторожностью, т.к. они основаны лишь на небольшом числе измерений. Максимальное число значимых ежемесячных измерений с применением OCTS (октябрь 1996 – март 1997 гг.) и SeaWiFS (ноябрь 1997 – март 2007 гг.) в настоящее время составляет 65. Сильная облачность значительно снижает число имеющихся спутниковых данных. В море Уэдделла и в некоторых других районах ледовый покров на протяжении большинства лет снижает число пригодных месяцев только до 1 или 2 (темно фиолетовый цвет на рис. 2 WS-BSO-07/5) в течение 11 лет измерений.

48. Семинар отметил, что:

- (i) возможность прогнозирования средних распределений зафиксированного спутниками chl-*a* важна и полезна, т.к. это также соответствует структуре распределения зоопланктона;
- (ii) полученный по спутниковым данным chl-*a* в море Уэдделла может иметь смещение в связи с меньшим числом наблюдений и более коротким сезоном по сравнению с другими районами за период осреднения по времени. Это может привести к смещению при биорайонировании, если не рассмотреть возможность недостаточного сбора данных;
- (iii) использование эмпирической ортогональной функции/анализа главных компонент (EOF/PC) может быть затруднено, т.к. распределения chl-*a* являются очень сложными и даже использование анализа EOF/PC не дает достаточного представления, поскольку EOF трудно объяснить и их много.

Например, при анализе распределения chl-*a* в районе пролива Фрама/моря Скотия первые три EOF описывают только 26.5% общей изменчивости;

- (iv) на распределение chl-*a* могут влиять системы вихрей (Kahru et al., 2007). Их легко определить по данным спутниковой альтиметрии. Наиболее интенсивные вихри находятся в районе ПФ, но они относительно слабо влияют на распределение chl-*a*, т.к. концентрации питательных веществ мало меняются поперек ПФ. Относительно слабые вихри в SACCF оказывают сильное влияние на распределение chl-*a*, как говорилось в процитированном документе.

49. Первичная продукция сильно коррелирует с распределением поверхностного chl-*a*, измеренного со спутников, хотя было отмечено, что необходимо проявлять осторожность при определении периода времени, для которого можно получить средний показатель chl-*a*, с тем чтобы не привести к непреднамеренному смещению данных из-за неполного или недостаточного сбора данных в некоторых районах, т.е. осреднение за месяц с меньшей вероятностью приведет к смещению, чем осреднение за шестимесячный период. Другими факторами, которые могут быть важными определителями первичной продукции, могут быть изолированность района, облачность, ТПМ и MLD. Фотосинтетически активная радиация (ФАР) может быть также важна. Было отмечено, что могут использоваться различные производные наборы пространственных данных, такие как суммарная продукция за сезон, средняя сезонная продукция, продолжительность периода производства большей части продукции, межгодовая изменчивость в продукции и разница между самым низким и самым высоким значениями за период наблюдений.

50. Были рассмотрены наборы биологических данных, отражающие пространственные характеристики различных районов. Они включали данные по сетным пробам криля, акустическим съемкам криля, пробам CPR, районам кормодобыывания пингвинов, данные по отслеживанию добывающих пищу морских птиц и съемкам тюленей пакового льда восточной Антарктики. Было решено, что некоторые из этих наборов данных, возможно, лучше всего использовать в региональном масштабе.

51. Был рассмотрен составленный Аткинсоном и др. (Atkinson et al., 2004) набор данных по сальпам и крилю за несколько десятилетий. Этот набор данных был составлен по данным сетных проб из различных источников в циркумполярном масштабе. Была выражена озабоченность относительно стандартизации данных в различных методах. Некоторые из этих данных были собраны с использованием различных методов и в различное время года, а также с разным пространственным охватом и в разных местах в течение периода сбора данных. Ф. Зигель (Германия) дал рекомендации по улучшению стандартизации данных.

52. Данные акустических съемок криля имеются по подрайонам 48.1, 48.2, 48.3 и 48.4 и участкам 58.4.1 и 58.4.2. Эти данные были собраны для оценки биомассы криля, но могут использоваться для содействия мелкомасштабному районированию.

53. Ф. Тратан (СК) описал процесс, ранее использовавшийся WG-EMM в целях определения SSMU для промысла криля в юго-западной Атлантике. Он указал, что многие из вопросов, рассматривавшихся WG-EMM в 2002 г. имеют непосредственное отношение к биорайонированию Южного океана.

54. Ф. Тратан подчеркнул, что определение SSMU и биорайонирование Южного океана – это сложные процессы, связанные с подразделением географической,

экологической и биологической структур экосистемы. Экологическая структура охватывает широкий диапазон пространственных и временных масштабов, причем многие виды и сообщества также характеризуются высокой изменчивостью в пространстве и/или времени.

55. Такое подразделение экосистемы требует анализа, основанного на данных, однако не для всех видов такого анализа можно получить одинаково полные и устойчивые данные. Кроме того, некоторые экологические процессы трудно разграничить в пространстве и времени. В связи с этим при выработке решения об определении подходящих границ очень важно мнение специалистов.

56. К. Шуст (Россия) описал роль гидрографических особенностей в Южном океане и воздействие топографии дна, влияющей на циркумполярное распределение морских организмов к югу от ПФ. Эти факторы привели к созданию локализованных высоко продуктивных районов в зонах циркуляции поблизости от районов континентального шельфа, окружающих субантарктические острова, и над подводными банками.

57. К. Шуст отметил, что среди субантарктических островов самая высокая продуктивность наблюдается в Подрайоне 48.3 вокруг Южной Георгии. В прошлом этот район поддерживал интенсивный коммерческий промысел. В настоящее время в нем ведется устойчивый промысел патагонского клыкача, щуковидной белокровки и антарктического криля. К. Шуст предположил, что аналогичная ситуация существует в море Росса, где продуктивность высока и где ведется промысел антарктического клыкача. Он отметил, что в отличие от этого в водах, окружающих архипелаг Кергелен, продуктивность ниже, что связано главным образом с отсутствием гидрологических условий, которые способствовали бы образованию больших концентраций криля. В результате биомасса локальных популяций патагонского клыкача и щуковидной белокровки ниже, чем в районе Южной Георгии. Кроме того, К. Шуст указал, что длина клыкача была также меньше, возможно, из-за отсутствия криля, который может быть важен для клыкача на ранних стадиях развития.

58. По мнению К. Шуста, эти примеры показывают, что Южный океан является пространственно гетерогенным и биорайонирование должно учитывать уровень продуктивности, особенно в локальных районах, а также соответствующие виды-индикаторы. Кроме того, районирующее должно учитывать условия окружающей среды, связанные с поддержанием продуктивности.

59. Семинар подтвердил свое понимание того, что продуктивность и факторы, влияющие на уровни продукции, должны учитываться при рассмотрении результатов биорайонирования на основе имеющихся данных и что это лучше делать посредством экспертной оценки.

60. У. Смит (США) представил краткий доклад об океанографии континентального шельфа моря Росса, в т.ч. о физической, химической и биологической океанографии. Более 100 лет ведутся исследования этого района из-за его близости к основной базе снабжения и научных исследований на континенте, станции МакМердо. Благодаря таким интенсивным исследованиям имеется большой набор данных, который позволяет использовать этот район для проверки ряда идей относительно мелкомасштабного биорайонирования. У. Смит отметил следующее:

- (i) Кромка континентального шельфа служит разделителем распределений и процессов. Течение движется вдоль кромки шельфа и при затоке на шельф служит источником тепла и микронутриентов.

- (ii) Концентрация и распространение льда контролируются процессом полыньи, что приводит к образованию свободного ото льда района около шельфового ледника моря Росса, который расширяется к северу в некоторые сезоны. Наблюдается значительная межгодовая изменчивость ледового покрова и недавние посадки айсбергов на мель подчеркнули эту изменчивость (Arrigo et al., 2002; Dinniman et al., 2007).
- (iii) Для этого района была сгенерирована химическая и биологическая климатология (многолетние средние) (Smith et al., 2003). Очевидно сезонное несовпадение нитратов и кремниевой кислоты, а также доминирование весной гаптофита *Phaeocystis antarctica*. Климатология пигментов подтверждает эти пространственные закономерности. Однако происходят значительные межгодовые изменения в распределении пигментов и химических веществ (Peloquin and Smith, 2007), подобно изменениям в случае льда.
- (iv) Трофическая сеть шельфового ледника моря Росса относительно хорошо известна и в ней основную роль играют лед и сезонная продуктивность (Smith et al., 2007). Однако в наших знаниях есть заметные пробелы, особенно в отношении средних трофических уровней (*Euphausia crystallorophias*, *Pleuragramma antarcticum*) и крупных, подвижных, мигрирующих видов (киты, кальмары). Эта трофическая сеть резко контрастирует с основанной на криле «типичной» антарктической трофической сетью, существующей во всех остальных местах.
- (v) Вдали от берега распределение бентической фауны в основном контролируется донными местами обитания, а не особенностями продуктивности на поверхности (Barry et al., 2003).
- (vi) После 1979 г. произошло значительное увеличение ледового покрова в море Росса, что почти компенсировало сокращение, наблюдавшееся в секторе Амундсена-Беллингаузена (Kwok and Comiso, 2002). На основе био-оптической модели был выявлен значительный рост продуктивности всего Южного океана, но это увеличение нельзя объяснить изменениями в каком-либо конкретном регионе (Smith and Comiso, представлено).
- (vii) Был подготовлен и представлен список источников данных по морю Росса, которые могут использоваться в дополнение к наборам крупномасштабных данных.

61. Г. Хози представил результаты и наборы данных, полученные в результате сбора съемочных данных CPR в Южном океане (SO-CPR) начиная с 1991 г. Подробная информация об этих съемках четко представлена в WS-BSO-07/P4, 07/P5 и 07/P6. Целью этой работы было составление карты биоразнообразия зоопланктона и различий в картине биоразнообразия, а также мониторинг состояния региона путем использования чувствительности планктона к экологическим изменениям в качестве индикаторов раннего предупреждения. Съемка с участием Австралии, Германии, Новой Зеландии, СК и Японии представляет собой программу СКАР, которая поддерживается Группой действий по исследованиям CPR. В частности, Г. Хози отметил, что:

- (i) мониторинг пространственной, сезонной, годовой и долгосрочной изменчивости в картине распределения планктона проводился в основном

в восточной Антарктике между 60° и 160° в.д. и южнее 48° ю.ш. с отдельными разрезами в других частях Южного океана;

- (ii) CPR буксируется позади судна на глубине около 10 м и берет пробы в кильватерной струе судна, в которой перемешаны верхние 20 м. Каждая буксировка дает примерно 450 мор. миль (833 км) непрерывных данных по планктону. Набор данных SO-CPR включает данные по численности (подсчет) зоопланктона по отрезкам 5 мор. миль. Виды зоопланктона определяются до видов или до таксона самого низкого возможного уровня. Включены стадии развития эвфаузиид;
- (iii) в опубликованных документах описываются мелкомасштабные распределения видов и скоплений по отношению к ответвлениям и подответвлениям фронтов, включая сезонную изменчивость (Takahashi et al., 2002; Umeda et al., 2002; Hunt and Hosie, 2006a, 2006b; WS-BSO-07/P4, 07/P5, 07/P6);
- (iv) CPR используется для проведения быстрых и многократных съемок планктона в масштабах океанских бассейнов, включая помощь в определении биорегионов и значительных изменений в составе планктона в Северном море и на севере Атлантического океана;
- (v) подготавливается атлас зоопланктона Южного океана, причем имеются свидетельства мелкомасштабной и более долгосрочной временной изменчивости в пространственном составе планктона в восточной Антарктике;
- (vi) характеристики этого метода:
 - CPR буксируется горизонтально, поэтому необходимо учитывать последствия суточной миграции – более высокая численность зоопланктона обычно встречается у поверхности ночью;
 - небольшое раскрытие 12.5 x 12.5 мм больше подходит для сбора проб мезозоопланктона, хотя попадает и взрослый антарктический криль;
 - пробы мягкого студенистого зоопланктона собираются плохо, хотя ловится большое число аппендикулярий;
 - некоторые виды трудно определить, часто из-за повреждений в результате поимки в шелковую сеть, или они не описаны надлежащим образом – часть зоопланктона группируется по семействам или отрядам;
 - наилучший пространственный охват – между 60° и 160° в.д., хотя другие буксировки были выполнены к востоку от моря Росса и далее на запад, между проливом Дрейка и югом Африки;
 - большинство данных было собрано в период сентябрь–апрель и большинство – после 1997 г., хотя некоторые данные доходят до 1991 г. и некоторые буксировки проводились зимой.

62. Семинар отметил, что в связи со стандартизацией методов в широких географических пределах эти данные могут быть полезны для биорайонирования.

63. В отношении других наборов биологических данных семинар отметил, что:
- (i) в некоторых районах могут использоваться данные по съемкам рыбы, хотя данные пелагических съемок очень ограничены в географическом плане. Обычно коммерческие виды могут быть нанесены на карту по топографическим особенностям. Другие виды могут быть распределены более локально и больше зависеть от местообитания;
 - (ii) имеется много данных по распределению и численности антарктических тюленей пакового льда в восточной Антарктике, которые получены по строгой методике (Southwell et al., 2007);
 - (iii) в отчетности китобойного промысла и рыбопромысловых данных смешиваются биологические и коммерческие факторы, которые влияют на то, где ведется промысел. Хотя данные по некоторым видам были стандартизованы, это не было сделано для многих видов, особенно прилова. В связи с этим было решено, что эти данные не могут использоваться на семинаре;
 - (iv) ожидаемые распределения морских млекопитающих (Университет Британской Колумбии) были получены на основе экспертных знаний в сочетании с физическими параметрами, чтобы получить глобальное распределение. Пока эти распределения не были подтверждены;
 - (v) данные по наблюдениям морских птиц в море могут потенциально не согласовываться в плане применения методов различными наблюдателями, что затрудняет их использование в целях биорайонирования.
64. Семинар отметил желательность того, чтобы набор пространственных данных включал данные, полученные по стандартной методике. Это особенно важно для анализа в пределах регионов, но может быть менее необходимо между регионами, если внутрорегиональная классификация является наиболее важной. Однако если требуется межрегиональное сравнение классификации в одинаковых масштабах, то тогда данные должны собираться в различных регионах согласованным образом.

Бентические данные

Исходная информация

65. К. Джонс (США) представил документ WS-BSO-07/10. В этом исследовании был проведен количественный анализ сообществ бентической беспозвоночной мегафауны пяти шельфовых местообитаний в Атлантическом секторе Южного океана, полученной из уловов научных траловых съемок, для определения и описания таких сообществ с целью сравнения в мелком пространственном масштабе. Район, по которому имелись самые комплексные данные (северная часть Антарктического п-ова и Южные Шетландские о-ва), характеризовался двухслойной структурой судя по стандартизованным данным о плотности биомассы беспозвоночных и составе входящих в эту биомассу типов. В плане биомассы район шельфа, примыкающий к северной части Антарктического п-ова, состоит из регионов с экстремально высокими уровнями биомассы беспозвоночных (особенно сообщества с преобладанием шестилучевых губок) по сравнению с относительно редконаселенным шельфом Южных Шетландских

о-вов. Ситуация меняется на противоположную в самых восточных частях шельфа каждого региона. В плане состава, линия разграничения проходит там, где сообщества с преобладанием губок, наиболее часто встречающиеся в обеих шельфовых системах, довольно резко сокращаются к западу на шельфе севернее Южных Шетландских о-вов у западной части о-ва Кинг-Джордж. При сопоставлении со средними температурами придонного слоя этого региона было показано, что воздействие водных масс АЦТ и моря Уэдделла отражает картину зонального распределения шельфовой фауны.

66. Сообщества бентических беспозвоночных на северных шельфах Южных Шетландских о-вов и на севере Антарктического п-ова, как представляется, могут быть разделены на две зоогеографические зоны исходя из физических свойств водных масс АЦТ и моря Уэдделла, которые встречаются и смешиваются в этом регионе. На эту географическую структуру накладываются режимы возмущений в результате всплывания айсбергами или коммерческих донных тралений, которые действуют в более мелких пространственных масштабах.

67. Структура биомассы бентических беспозвоночных описана и для Южных Оркнейских о-вов, а общие характеристики состава на уровне типа – для Южной Георгии, Южных Сандвичевых о-вов и о-ва Буве. В этих последних регионах в основном преобладают иглокожие, в отличие от района северной части Антарктического п-ова, где преобладают шестилучевые губки.

68. Семинар приветствовал эту работу и решил, что такого рода бентические данные с высоким разрешением позволяют получить представление о биогеографической структуре бентоса. Семинар отметил, что эта работа подчеркивает важность физических особенностей, таких как температура придонного слоя и характеристики водных масс, в плане влияния на структуру бентических сообществ. Х. Гриффит (СК) отметил, что проведенный недавно сбор проб в районе скал Шаг продемонстрировал более высокий уровень бентического разнообразия, чем тот, что описан в WS-BSO-07/10, и что этот район очень неоднороден. М. Пинкертон (Новая Зеландия) указал, что можно использовать статистические методы, которые позволяют выразить взаимосвязь между положением элементов водных масс и структурой бентических сообществ в количественном виде. Семинар рекомендовал продолжать подобную работу и отметил, что, вероятно, можно использовать характеристики водных масс, чтобы понять бентическую биогеографию в других регионах, по которым имеется мало данных.

Описание различных источников данных, пригодных для бентического биорайонирования

69. Семинар рассмотрел ключевые сферы, которые приведут к наиболее адекватному бентическому биорайонированию, в т.ч. то, какие наборы данных будут наиболее полезны, устойчивость и качество этих наборов данных, а также использование других наборов данных, которые могут быть потенциально полезны.

70. Семинар решил, что оптимальное бентическое биорайонирование должно включать наборы физических и биологических данных.

71. Семинар решил, что можно рассмотреть следующие наборы физических данных с точки зрения включения их в анализ:

- (i) Батиметрические данные – включая информацию о расположении подводных возвышенностей, желобов и каньонов. Семинар подчеркнул

важность определения подводных возвышенностей Южного океана, о которых есть информация, т.к. известно, что эти районы имеют или могут иметь уникальную бентическую фауну.

- (ii) Данные о температуре придонного слоя – семинар отметил возможное влияние температуры придонного слоя на бентические биогеографические структуры.
- (iii) Данные по геоморфологии, интерпретированные по данным о батиметрии и сейсмическом отражении из библиотечной системы сейсмических данных SKAP (см. WS-BSO-07/8).
- (iv) Данные об осадочных отложениях – семинар отметил, что имеющаяся карта осадочных отложений относится к 1991 г. и поэтому к ней следует относиться с осторожностью. Степень, в которой пробы осадков представляют морское дно, меняется в зависимости от горизонтальной изменчивости придонной среды. Имеющаяся карта достоверно представляет распределение осадков в глубоководных районах океана, которые однородны. Однако континентальный шельф и склон менее достоверно представлены широко разбросанными в настоящее время точками сбора данных из-за сложного строения морского дна в этих районах.
- (v) Концентрация морского льда – может дать информацию о доступности пищи для бентоса.
- (vi) Придонные течения Южного океана – семинар решил, что эта информация может быть полезна для районирования. Однако в отсутствие такой информации воздействие этих течений можно наблюдать опосредованно по геоморфологическим данным.

72. Относительно наборов биологических данных, которые можно использовать для бентического биорайонирования, семинар отметил, что в большинстве случаев биологические данные относятся преимущественно к районам шельфа. Хотя эти данные в значительной степени неоднородны, они намного лучше известны, чем данные по глубоководным районам океана и районам склона.

73. Семинар отметил, что имеется чрезвычайно мало информации по бентической фауне района между Антарктическим п-овом и морем Росса поблизости от морей Беллингаузена и Амундсена, а также района восточной части Антарктического п-ова/западной части моря Уэдделла.

74. С учетом этих ограничений семинар решил, что можно рассмотреть следующие наборы биологических данных в плане включения в анализ:

- (i) данные по моллюскам (SOMBASE);
- (ii) имеющиеся данные сети SKAP-MarBIN;
- (iii) мелкомасштабные данные по численности и составу беспозвоночных вдоль Антарктического п-ова (WS-BSO-07/10);
- (iv) данные о демерсальных рыбах. В отношении демерсальных рыб семинар решил, что будет полезно рассмотреть источники данных SKAP-MarBIN, FishBase, а также данные научных съемок и мелкомасштабные данные о

коммерческих уловах, имеющиеся в настоящее время в базе данных АНТКОМа. Эти последние данные могут дать дополнительную информацию о распределении видов, а также о пространственной картине разнообразия и видового богатства рыб, что, по мнению семинара, может потенциально помочь работе по бентическому биорайонированию. Эти данные не будут рассматриваться в плане численности или коэффициентов вылова, а только как наличие/отсутствие.

75. Семинар решил, что важно не ограничивать биорегионы какой-либо одной группой таксонов, поскольку, как известно в настоящее время, ни одна группа таксонов не дает хорошего представления о каких-либо других группах.

76. Семинар рассмотрел значение масштабов для изменчивости, т.к. широкомасштабные системы неизбежно включают какую-то неучтенную мелкомасштабную изменчивость. В этом контексте семинар решил, что следует рассмотреть вопрос о согласованности крупно- и более мелкомасштабных систем. Семинар решил, что будет также очень полезно подготовить карты, описывающие районы бентической неопределенности.

Данные, использовавшиеся в классификации
бентического биорайонирования

Физические данные

77. Классификация бентического биорайонирования была проведена по физическим данным, которые были сочтены устойчивыми и имеющими сильную взаимосвязь с распределением видов. Все наборы данных, использовавшиеся для широкомасштабной классификации, охватывали весь Южный океан. Для первоначальной общей классификации использовались следующие наборы данных:

- батиметрия (батиметрия с координатной сеткой (1 мин.), ГЕБКО);
- склон (угол наклона, полученный от ГЕБКО);
- температура придонного слоя;
- типы донных морских осадков.

Краткое описание каждого набора данных имеется в Дополнении D.

78. Кроме того, было решено, что набор более мелкомасштабных геоморфологических данных по границе восточной Антарктики и примыкающему бассейну океана от 55° ю.ш. до побережья и от 38° в.д. до 164° в.д. (Geoscience Australia) будет включен, как только представится возможность. Этот набор данные включает ГИС геоморфологических особенностей, нанесенных на карту в масштабе 1:1 000 000. В некоторых районах шельфа изучены взаимосвязи между геоморфологией, придонными процессами, типом морского дна и биологическими сообществами. Геоморфологическое картирование обобщает знания о физических процессах и их взаимодействии с морским дном. В частности, оно определяет районы, подверженные эрозии из-за айсбергов и/или течений, и идентифицирует особенности, такие как подводные возвышенности и каньоны, которые могут иметь необычные субстраты, важные для биологических сообществ. Пути включения этих данных в статистический анализ пока не разработаны, поэтому геоморфологическая карта используется как уровень для сравнения с другими результатами анализа. Ожидается, что скоро появится геоморфологическая карта всей Антарктики.

Биологические данные

79. Несколько наборов биологических данных использовалось для проверки классификации бентического биорайонирования. К ним относятся 8 таксономических групп, 33 000 записей, 7600 станций и 3000 таксонов (видов). Эти данные были отобраны по причине их надежности, количественного характера и хорошего пространственного охвата. Все вместе эти данные обеспечивают циркумполярный охват, хотя этого нельзя сказать о каждом отдельном наборе данных. В анализ были включены следующие наборы данных:

- антарктические морские ежи;
- SOMBASE;
- биогеография морских звезд Южного океана;
- Ant'phipoda (база данных ракообразных);
- FishBase (бентическая рыба);
- шестилучевые кораллы;
- офиуры ZIN;
- база данных АНТКОМа по научным съемкам и коммерческому промыслу рыбы (демерсальная рыба – только наличие/отсутствие).

80. Большинство использовавшихся для проверки биологических данных были получены в SKAR-MarBIN (www.scarmarbin.be). SKAR-MarBIN содержит в общей сложности 47 наборов данных о распространении и 490 000 записей. Здесь создана и поддерживается распространяемая система интероперабельных баз данных, составляющая узловой элемент Антарктической региональной океанской биогеографической информационной системы (OBIS) под эгидой SKAR. SKAR-MarBIN предоставляет бесплатный и открытый доступ к необработанным данным по морскому биологическому разнообразию Антарктики. Большая часть использовавшихся в рамках этого мероприятия наборов данных была загружена непосредственно с веб-портала SKAR-MarBIN. Краткое описание (метаданные) наборов данных приводится в Дополнении D. Полный реестр метаданных имеется или на веб-портале SKAR-MarBIN, или на веб-сайте Генерального каталога глобальных изменений (GCMD).

МЕТОДЫ

Пелагические методы

Сводка методов, разработанных на семинаре 2006 г. в Хобарте

81. Семинар 2006 г. в Хобарте принял смешанный неиерархический и иерархический метод пелагической классификации. Методы, наборы данных и статистические программы представлены и объяснены в работе Грант и др. (Grant et al., 2006). Классификация проводилась на сетке координат с клетками размером 1/8 градуса, охватывающей морской район от 80° до 40° ю.ш. Весь набор из 720 835 клеток подвергли неиерархическому кластерному анализу, чтобы получить 200 кластеров. Затем для этих 200 кластеров была проведена иерархическая классификация, чтобы получить дендрограмму и окончательный кластерный анализ на 14 и 40 уровнях.

82. Из анализа были исключены участки с отсутствующими данными. В основном это были участки глубиной менее 200 м, к которым не применимы выбранные данные о питательных веществах. Эти исключенные участки на карте показаны белым цветом. В ходе предстоящей работы необходимо будет заполнить эти пропущенные клетки.

83. На Семинаре 2006 г. в Хобарте широкомасштабное (первичное) районирование с 14 кластерами или регионами проводилось по четырем уровням экологических данных:

- (i) батиметрия (преобразованный \log_{10});
- (ii) ТПМ;
- (iii) концентрация нитратов (NO_x);
- (iv) концентрация силикатов (Si).

Описание всех этих наборов данных приводится в Дополнении IV работы Гранта и др. (Grant et al., 2006).

84. Считалось, что океанские водные массы в сочетании с топографией океанского дна могут определять основные характеристики Южного океана и прибрежных систем Антарктики. ТПМ была включена как показатель, представляющий различные водные массы Южного океана. Топография (обозначенная батиметрическими данными) была включена из-за экологической дифференциации между районами шельфа, склона и абиссальных впадин, а также из-за воздействия, которое батиметрия оказывает на апвеллинг, вихревые движения и как потенциальный источник железа. Батиметрия была преобразована (\log_{10}), чтобы придать больше веса районам глубиной менее 2500 м. Концентрации силикатов и нитратов были включены с целью предоставления информации о характеристиках питательных веществ. В некоторых районах Южного океана концентрация силикатов связана с производством фитопланктона. Силикатный слой разделяет водные массы на большей глубине и вдоль различных фронтов, что может отражать различия в сообществах планктона. На глубине 200 м использовались нитратная и силикатная климатологии, т.к. это, возможно, служит показателем широкомасштабного долгосрочного (годового) наличия питательных веществ. Поверхностные питательные вещества в районах, где продуктивность ограничивается этими веществами, по-видимому, истощаются в отдельные сезоны. Однако в результате использования слоя глубиной 200 м отсутствовали данные по районам шельфа с глубиной менее 200 м.

85. На Семинаре 2006 г. в Хобарте рассматривались два компонента мелкомасштабного (вторичного) районирования. Описание этих дополнительных наборов данных приводится в Дополнении IV работы Гранта и др. (Grant et al., 2006) и обобщается ниже.

86. Известно, что морской лед влияет на биологическое распределение в Южном океане, затрагивая, среди прочего, первичную продукцию, морских млекопитающих и птиц. Влияние морского льда на окружающую среду исследовалось с использованием уровня данных, включающих среднее количество дней за длительный период (более 10 лет), в течение которых концентрация морского льда, покрывающего район, составляла по меньшей мере 15%.

87. Концентрация наблюдавшегося со спутников поверхностного chl-*a* изучалась на основе уровня данных, включающих логарифмически преобразованные плотности chl-*a*, полученные спутниковыми сенсорами цвета океана. Распределение chl-*a* было усечено до 10 мг/м^3 (где все значения больше 10 были приравнены к 10). Приповерхностная концентрация chl-*a*, полученная спутниковыми сенсорами, тесно связана с коэффициентами первичной продукции в толще воды и считается подходящим показателем для изучения пространственной гетерогенности первичной продукции в крупных масштабах.

Методы пелагического биорайонирования,
рассматривавшиеся на семинаре 2007 г. в Брюсселе

88. Семинар отметил, что большое количество биологических данных по Южному океану имеется в настоящее время или может появиться в ближайшем будущем. Потенциально, эти данные могут быть очень полезны для биорайонирования, хотя каждый набор данных следует тщательно рассмотреть.

89. Семинар рекомендовал иерархический, двухступенчатый подход к биорайонированию пелагической области:

- (i) широкомасштабное циркумполярное биорайонирование, которое позволяет разграничить примерно 20 регионов;
- (ii) мелкомасштабное биорайонирование каждого широкомасштабного региона в отдельности.

90. Для проведения широкомасштабного биорайонирования требуются уровни данных с циркумполярным, пространственно обширным охватом. Количество применимых циркумполярных данных ограничено. Семинар рассмотрел, каким образом можно использовать в этом процессе уровни экологических, океанографических, дистанционных и биологических данных (пп. 39–64), и отметил, что при мелкомасштабном биорайонировании не следует применять неиерархические методы классификации с использованием этих широкомасштабных уровней данных.

91. Семинар решил, что каждый из крупномасштабных районов можно разделить на мелкомасштабные биорайоны с использованием всех подходящих данных об особенностях и процессах в этом широкомасштабном районе. Большее количество более разнообразных данных будет пригодно для применения при мелкомасштабном биорайонировании, чем при широкомасштабном биорайонировании. Биологические данные, вероятно, будут особенно ценными в мелких масштабах.

92. Семинар отметил, что пространственная и временная гетерогенность встречается в широком диапазоне масштабов, и далее указал, что мелкомасштабные биорегионы должны рассматриваться в масштабах, подходящих для управления.

93. Семинар решил, что, несмотря на неизбежные ограничения при использовании статических карт для пространственного и временного отображения динамичных экосистем, в Южном океане можно определить значимые биорегионы, отражающие стойкие различия между экологическими характеристиками и процессами в разных районах.

Метод широкомасштабного биорайонирования

94. Семинар одобрил общую методику, использовавшуюся для проведения широкомасштабного биорайонирования Южного океана на Семинаре 2006 г. в Хобарте.

95. Семинар решил, что в широком масштабе исходное биорайонирование, проведенное на семинаре 2006 г. в Хобарте, является хорошим рабочим результатом, который можно использовать для формирования территориального управления в зоне действия Конвенции и который наметил 14 биологических районов или кластеров.

96. Семинар решил, что широкомасштабное биорайонирование, проведенное на семинаре 2006 г. в Хобарте, можно потенциально улучшить путем рассмотрения, в частности, следующих моментов:

- (i) дополнительных уровней данных, представляющих сезонные изменения в условиях окружающей среды;
- (ii) дополнительных уровней данных, представляющих межгодовые изменения в условиях окружающей среды;
- (iii) новых параметров окружающей среды (напр., MLD, первичной продукции; см. п. 49);
- (iv) использования биологических данных для преобразования и комбинирования уровней данных об окружающей среде;
- (v) рассмотрения пространственной изменчивости качества уровней данных.

97. Было рассмотрено пять методов улучшения биорайонирования Южного океана на основе биологических данных:

- (i) выделять кластеры, используя уровни экологических данных, и ретроспективно использовать точечные биологические данные для проверки того, насколько хорошо эти кластеры отражают различные биологические характеристики;
- (ii) экстраполировать точечные биологические данные на циркумполярную область, используя подобранную зависимость от экологических характеристик, и использовать эти смоделированные биологические уровни при кластеризации с целью проведения биорайонирования. В этом процессе можно использовать метод BRT;
- (iii) использовать GDM для определения того, как различия в биологии между участками зависят от переменных окружающей среды. Затем использовать циркумполярные экологические данные, чтобы нанести на карту биологические различия в географическом пространстве и определить биорегионы;
- (iv) использовать мнение специалистов для определения зависимости выбранных видов от переменных окружающей среды (напр., для морских млекопитающих использовать метод относительной пригодности окружающей среды (Kaschner, 2004));
- (v) использовать моделирование среды обитания видов для рассмотрения полученных экологических ниш.

Экстраполяция биологических данных с использованием данных об окружающей среде

98. М. Пинкертон указал, что наборы биологических данных в целом не являются циркумполярными. Однако пространственно обширные циркумполярные уровни биологических данных можно получить путем экстраполяции точечных биологических

данных на всю эту область с использованием взаимосвязи с данными об окружающей среде в качестве альтернативы пространственно непрерывного биологического охвата. Одним из статистических методов, которые могут использоваться с этой целью, является анализ BRT.

99. BRT – сравнительно новый статистический метод моделирования одномерного отклика с использованием нескольких предикторов (Friedman, 2001; Hastie et al., 2001; Leathwick et al., 2006; Ridgeway, 2006; De'ath, 2007). BRT был разработан на основе метода машинного обучения, при котором зависимость переменной отклика от каждого предиктора и взаимодействия между предикторами моделируются иерархически. BRT – совокупный метод, т.е. прогнозы делаются не на основе одной модели, а используется совокупность нескольких (часто тысяч) моделей. На Семинаре метод BRT применялся с использованием программного пакета R (R Development Core Team, 2007) на основе библиотеки обобщенной расширенной модели (GBM) (Ridgeway, 2006) и сценариев, разработанных в работе Leathwick et al. (2006). Для оптимизации соотношения между систематической ошибкой и дисперсией и сведения к минимуму риска избыточного или недостаточного подбора использовалась десятикратная перекрестная проверка моделей (Hastie et al., 2001; Leathwick et al., 2006). Особыми преимуществами метода BRT по сравнению с другими методами регрессии является то, что он:

- (i) включает непрерывные и факторные предикторы;
- (ii) автоматически подбирает взаимодействия;
- (iii) нечувствителен к монотонным преобразованиям предикторов;
- (iv) допускает отсутствие значений в предикторах;
- (v) игнорирует лишние предикторы.

100. Семинар отметил, что необходимо определить способы оценки надежности экстраполяции, и что это следует учитывать при применении любого набора биологических данных в этом процессе.

101. М. Пинкертон отметил, что на первом этапе мнение специалистов считается важным при оценке качества самих точечных биологических данных, а также того, могут ли биологические данные быть репрезентативными или чувствительными к биологическому экологическому пространству. Во-вторых, эксперты обсудили, является ли экстраполированное распределение правдоподобным: соответствует ли экстраполированное распределение тому, что известно о биологической встречаемости, включая и те данные о биологическом распределении, которые не содержатся в экспериментальном наборе. Эти основанные на экспертном знании методы оценки являются необходимыми, но их недостаточно для того, чтобы Семинар был уверен в надежности экстраполированных биологических данных. Для изучения надежности экстраполяции требуются более формальные методы. Если метод прогнозирует значения вне диапазона (экологического) экспериментального набора, результаты являются менее надежными, чем когда экологическое пространство для прогнозов хорошо представлено в экспериментальных данных. Семинар не располагал такими формальными методами оценки надежности экстраполированных биологических данных.

102. Семинар отметил, что у него имелись биологические данные и метод BRT, и что применение этого метода во время Семинара позволило рассмотреть вопрос о том, можно ли улучшить результат биорайонирования, проведенного Семинаром 2006 г. в Хобарте, путем использования биологических данных с большим пространственным охватом.

103. Семинар указал, что имевшиеся у него биологические данные, которые были самыми подходящими для изучения возможной пригодности биологических уровней при биорайонировании, были данными о распределении криля и сальп, полученными по траловым выборкам (Atkinson et al., 2004), и распределении зоопланктона – по съемкам SO-CPR (G. Hosié, AAD). Семинар отметил, что использование уровней, представляющих пространственное распределение этих видов зоопланктона в Южном океане, может помочь определению широкомасштабных биорегионов.

104. Десять циркумполярных переменных окружающей среды использовались при пространственной экстраполяции методом BRT. Девять из них были получены от Семинара 2006 г. в Хобарте (батиметрия, par, logChl, ssh, sst, poh, si, po4, лед); использовался также дополнительный уровень данных об инсоляции при ясном небе (п. 49).

105. Большая часть представленных на Семинар (WS-BSO-07/7) данных SO-CPR была из восточной Антарктики, хотя имелось несколько разрезов из района дуги Скотия, района между Новой Зеландией и морем Росса и из южной части Индийского океана. Эти данные включали подсчеты численности 220 таксономических групп зоопланктона, из которых 11 групп зоопланктона были представлены Семинару на рассмотрение. Данные по этим группам имеются почти по 20 000 точек в Южном океане. В целях биорайонирования Семинар решил, что результаты BRT для двух групп зоопланктона были наиболее вероятными: для крылоногих и веслоногих.

106. Семинар был обеспокоен тем, что экстраполяция вне диапазона данных была потенциально ненадежной и в географическом, и экологическом пространстве. Заметьте, что это отличается от экстраполяции в экологическом пространстве, обсуждавшейся в п. 34 выше. Экстраполяция в биологическом пространстве основывается на допущении о том, что представленная в экспериментальных данных взаимосвязь между биологией и окружающей средой постоянна по всему географическому пространству. Такое допущение подкрепляет использование уровней экологических данных в биорайонировании. Во время Семинара рассматривалось это допущение для групп зоопланктона CPR (рис. 1). Хотя больше всего данных CPR было из восточной Антарктики, не отмечалось большой разницы в прогнозирующей способности модели между этим районом и дугой Скотия, между Новой Зеландией и морем Росса и южной частью Индийского океана.

107. На Семинаре имелось подмножество полученных по траловым выборкам циркумполярных данных о криле (*E. superba*) и сальпах (главным образом *Salpa thompsoni*) (Atkinson et al., 2004). После рассмотрения характеристик данных были исключены данные, полученные до 1980 г. К численности криля была применена поправка для сетных выборок, предложенная Аткинсоном (Atkinson et al., 2004). Эти данные экстраполировались на весь Южный океан по методу BRT (рис. 2).

108. Присутствовавшие на Семинаре специалисты по крилю сообщили, что картина численности криля, прогнозируемая этой предварительной экстраполяцией, в целом соответствует тому, что они знают о распределении криля в Южном океане. Было отмечено, что эта экстраполяция говорит о сравнительно высокой численности криля в районе мыса Адаре в море Росса, в котором, как считается, временами отмечается высокая численность *E. superba* (напр., WG-EMM-07/7), но по которому в модели не имелось данных траловой выборки для формирования прогноза.

109. Пространственно непрерывные смоделированные распределения четырех таксонов (криля, сальп, крылоногих и веслоногих) были добавлены к широкомасштабному биорайонированию, проведенному Семинаром 2006 г. в Хобарте.

Эти уровни были добавлены к существующим четырем экологическим переменным (батиметрия, ТПМ, нитраты, силикаты) в разных комбинациях:

- (i) 4 исходных физических переменных + криль;
- (ii) 4 исходных физических переменных + криль + сальпы;
- (iii) 4 исходных физических переменных + криль + сальпы + веслоногие;
- (iv) 4 исходных физических переменных + криль + сальпы + крылоногие;
- (v) 4 исходных физических переменных + криль + сальпы + веслоногие + крылоногие.

110. Процесс, путем которого различные комбинации входных переменных использовались для проведения альтернативного биорайонирования, включая метод, совершенно аналогичный тому, который применялся на Семинаре 2006 г. в Хобарте.

111. Для каждой комбинации переменных использовался алгоритм кластеризации с Семинара 2006 г. в Хобарте, в результате чего было создано 200 пространственных кластеров. Затем эти кластеры были иерархически перегруппированы с целью создания иерархически вложенной дендрограммы, видимой на любом заданном пользователем уровне разрешения от 1 до 200 групп. Семинар решил представить классификацию на уровне 20-й группы (результаты описываются в пп. 132–144).

Построение обобщенной модели неоднородности

112. Обобщенная модель неоднородности представляет собой статистический метод, определяющий то, каким образом информация об окружающей среде объясняет различия между биологическими сообществами в зависимости от местонахождения. Возможно, это – наилучший вариант экологической классификации, когда биологические данные имеются только о наличии, а не наличии/отсутствии (см. Ferriter et al., 2007). Однако этот метод имеет следующие недостатки:

- (i) он предназначен для оценки биологических сообществ с точки зрения наличия видов, а не численности (что может быть экологически более подходящей мерой);
- (ii) он моделирует не распределение и численность отдельных видов, а общую взаимосвязь между составом сообщества и окружающей средой;
- (iii) в настоящее время он не является широко распространенным в области статистики, хотя это может произойти в ближайшие несколько месяцев.

Сравнительная пригодность окружающей среды

113. В результате работы, проведенной недавно в университете Британской Колумбии (Kaschner, 2004), был разработан псевдообъективный подход для картирования глобальных географических ареалов обитания морских млекопитающих на основе модели сравнительной пригодности окружающей среды (RES) для видов морских млекопитающих.

Моделирование среды обитания видов

114. П. Кубби (Франция) рассказал о принципах моделирования среды обитания видов, что позволяет решить проблему отсутствия информации об изучаемых районах. Станции сбора данных разбросаны в пространстве и времени и это означает, что картирование исходной численности может оказаться недостаточным для понимания распределения видов, особенно в области биогеографии и сохранения. Из-за временной и пространственной изменчивости каждая съемка представляет собой моментальный снимок взаимосвязи между видами и факторами окружающей среды, но при этом привязана и к сложным взаимодействиям с другими видами. Объединяя данные разных съемок, следует соблюдать осторожность при рассмотрении информации, полученной при помощи различных стратегий сбора данных, пространственных или временных масштабов, снастей или усилий по выборке.

115. По определению Хатчинсона (Hutchinson, 1957), среда обитания вида – это проявление реализованной экологической ниши этого вида. На нее влияют не только взаимосвязи с физической окружающей средой, но и взаимодействия между видами (соперничество, хищничество и т.д.). Среда обитания вида – это комбинация экологических факторов, которая объясняет распределение того или иного вида. Наличие ряда особей в отдельном районе объясняется подходящими для выживания условиями. По этой причине среды обитания можно разделить на три составляющих:

- (i) потенциальная среда обитания, где можно обнаружить экологические условия для наличия вида;
- (ii) реализованная среда обитания, которую можно наблюдать. Согласно теориям метапопуляции некоторые участки среды обитания могут быть заселены видами постоянно или нет в результате фрагментации, связанности и т.д. Популяции могут заселять участки потенциальной или оптимальной среды обитания, перемещаясь с одного на другой либо путем миграции, либо в результате адвекционных процессов, порой без успеха пополнения;
- (iii) благоприятная среда обитания, где вид находит наилучшие условия для роста и пополнения.

116. Среда обитания вида можно нанести на карту с помощью ГИС на основе съемочных данных, что будет являться способом оценки реализованной ниши этого вида. Для моделирования среды обитания имеются различные методы, в том числе индекс пригодности среды обитания и квантильные регрессии. Кроме того, используются такие статистические методы, как GA-модели (Hastie and Tibshirani, 1990) или GL-модели (McCullagh and Nelder, 1989). Они более подходят для моделирования реализованной среды обитания и численности, чем оптимальной среды обитания.

117. Моделирование среды обитания связано со сложной реакцией вида на множество взаимодействующих факторов. При представлении этих реакций возникает опасность того, что будут генерированы слишком простые модели, которые не смогут справиться со сложностью взаимосвязей вида и среды обитания. Картирование среды обитания можно использовать для моделирования экологических сценариев в незнакомых районах (Koubbi et al., 2003) или для изучения пространственно-временных изменений (Loots et al., 2007). К проблемам относится наличие некоторых различий в среде обитания на каждой стадии развития – нерестовые участки, районы развития личинок, участки откорма и трофические участки, – которые свидетельствуют о том,

что взаимосвязь вида с окружающей средой меняется в ходе жизненного цикла (Koubbi et al., 2006). В некоторых случаях и у некоторых видов эти районы могут быть географически разделены.

118. Однако, если ограниченность наборов данных принимается во внимание, то эти методы вполне надежны и последовательны. Их главным преимуществом является то, что они работают на основе данных, а не моделей, и результаты моделирования можно улучшить при помощи новых наборов данных, особенно, когда применяются GA-модели.

119. П. Кубби отметил, что эти модели должны применяться только к тем типам окружающей среды, которые использовались для их создания. Экстраполяция на другие типы окружающей среды является экологически необоснованной, за исключением случаев, когда ее правильность подтверждена экспертным знанием, основанным на экологических и экофизиологических исследованиях, которые не принимались в расчет при создании моделей.

120. Моделирование среды обитания также можно использовать для испытания экологических сценариев в среде обитания видов и в качестве инструмента для моделирования распределения видов в неизвестных районах, где известны факторы окружающей среды. Разрешение карт среды обитания будет зависеть от разрешения факторов окружающей среды, т.к. из-за разбросанности и ошибок выборки пространственная изменчивость лучше моделируется для абиотических факторов, чем для численности видов.

121. Семинар отметил, что моделирование среды обитания видов может представлять собой ценный инструмент для отражения гетерогенности, в частности, в более мелких масштабах.

Метод мелкомасштабного пелагического биорайонирования

122. При мелкомасштабном биорайонировании каждого из кластеров, полученных в результате широкомасштабного биорайонирования, следует использовать соответствующую информацию об окружающей среде, биологии и процессе. Семинар указал на наличие большого количества разнообразных данных для возможного использования в мелкомасштабном биорайонировании. Более подробно о пригодных для использования данных см. «Пелагические данные» (пп. 39–64) и «Экологические процессы» (пп. 157–164). Поскольку используемые в мелкомасштабном биорайонировании данные не обязательно должны быть циркумполярными или согласованно измеряться в крупномасштабных районах, при мелкомасштабном биорайонировании можно использовать гораздо больше информации, чем при крупномасштабном (циркумполярном) биорайонировании.

123. Мелкомасштабное биорайонирование пелагической окружающей среды на Семинаре не проводилось из-за нехватки времени.

Бентические методы

124. Подход к бентическому биорайонированию представлял собой трехступенчатый процесс, в котором сначала были определены физические регионы (п. 77) с использованием процесса, применявшегося Семинаром 2006 г. в Хобарте (п. 14). Затем были наложены биологические данные и проведена оценка классификации (п. 79).

Классификация физической бентической среды

125. Б. Реймонд (Австралия) провел анализ бентических данных, чтобы подготовить физические карты районирования бентической окружающей среды. Используемые им методы были идентичными тем, которые применялись на Семинаре 2006 г. в Хобарте.

126. Бентические данные были нанесены на карту с координатной сеткой 0.5° , т.к. для того, чтобы сделать разрешение более мелким, не хватило времени.

127. Использовались следующие данные:

- Батиметрия: стандартные данные ($\log_{10}(x + 1)$ преобразование).
- Температура придонного слоя: данные были представлены на глобальной сетке с делением 0.125° и линейно интерполированы с этой сетки на использовавшуюся здесь сетку с делением 0.5° .
- Склон был представлен в виде растровых данных в полярной ортографической проекции, которая была преобразована так, чтобы получить координаты широты и долготы каждого пикселя в растре. Данные были слишком большими для прямой экстраполяции в связи с техническими трудностями, поэтому была проведена случайная подвыборка одного из четырех пикселей, а затем использовалась линейная интерполяция для преобразования этих данных в сетку 0.5° . Заметьте, что в этих данных были пропущенные значения, которые были заполнены в результате интерполяции.
- В имевшееся время было трудно использовать данные об осадочных отложениях. Большая часть элементов этого уровня данных относится к районам океанских бассейнов. Было решено, что сравнение результатов районирования районов океанских бассейнов с картой осадков покажет ожидаемую гетерогенность бентической окружающей среды в районах океанских бассейнов.

128. Заключительный кластерный анализ проводился в соответствии с методами Семинара 2006 г. в Хобарте. Три уровня были сведены в единую матрицу. Неиерархическая кластеризация (процедура CLARA в R) использовалась для того, чтобы сократить полный набор клеток координатной сетки до 200, а затем была использована иерархическая кластеризация (метод невзвешенного попарного арифметического среднего – UPGMA) для получения 40 и 20 групп. При кластеризации использовалась мера расстояния Гауэра (равная манхэттенскому расстоянию с одинаковым весом трех входных переменных). (Результаты описываются в пп. 145 и 146.)

Анализ на основе биологических данных

129. Биологические данные были представлены для широкомасштабного обзора в виде меридионального слоя с сеткой координат 2° на 2° . Были найдены аналогичные горячие точки для мест сбора проб и для таксонов. Они в основном находились на мелководье и в группе районов, включающих Антарктический п-ов, дугу Скотия, субантарктические острова, восточную часть моря Уэдделла и море Росса. Следует указать, что несистематичность сбора проб привела к пробелам в данных.

130. Затем был проведен ряд анализов и среди них один сравнительно редкий анализ, который включал подсчет числа клеток координатной сетки, где были обнаружены виды. Большинство видов было обнаружено менее чем в 10 клетках; это означает, что большинство видов являются редкими и находятся в небольшом количестве районов. Лишь несколько видов были широко распространены. Большинство видов находилось только в одной клетке, указывая на то, что большинство видов в этом масштабе будут эндемичными. Использование различий между ассоциациями в качестве индикатора биологических процессов будет невозможно, поскольку это заставило бы нас ожидать крупных различий между небольшими географическими районами. Однако можно концентрироваться на крупномасштабных характеристиках относительного видового богатства и относительного эндемизма.

131. Был проведен дополнительный анализ по западной части Антарктического п-ова путем наложения биологических данных для этого региона на карту геоморфологических провинций. Данные были извлечены на основе того, где они находились в пространстве при геоморфологической классификации. Был извлечен список видов по классам. Был проведен ряд анализов для выявления видового богатства и количества станций на полигон. (Результаты описываются в пп. 147 и 148.)

РЕЗУЛЬТАТЫ

Пелагические результаты

Сводка результатов Семинара 2006 г. в Хобарте

Первичное биорайонирование

132. Результаты первичного крупномасштабного районирования, проведенного Семинаром 2006 г. в Хобарте, полностью приводятся в работе Grant et al. (2006). Полученная в результате карта показана на рис. 3; она содержит 14 районов, сводная информация о которых приводится в табл. 1. Это широкомасштабное биорайонирование проводит разграничение между побережьем Антарктики (включая бухты и заливы), зоной морского льда и районами открытого океана на севере. В анализе выделены различные характеристики окружающей среды крупных районов, включая континентальный шельф и склон, фронты (САФ, ПФ, SACCF), глубоководные районы океана, банки и бассейны, островные группы и системы циркуляции.

133. На Семинаре 2006 г. в Хобарте был проведен ограниченный анализ с целью изучения неопределенности, связанной с первичной кластеризацией (см. Grant et al., 2006). Неопределенность вычислялась прежде всего путем расчета разности между экологическими характеристиками клетки координатной сетки и средними экологическими характеристиками кластера, к которому она относится. Затем была

рассчитана вторая разность, на этот раз между экологическими характеристиками клетки координатной сетки и средними экологическими характеристиками другого наиболее похожего кластера. После этого первую разность разделили на вторую. Таким образом, высокие значения неопределенности показывают, что клетка координатной сетки находится на экологической границе между двумя различными кластерами и поэтому ее принадлежность к тому или другому кластеру менее определена, чем у клетки, очень типичной для кластера, к которому она относится. Этот анализ неопределенности рассматривает только конкретный подкласс возможных источников неопределенности при районировании (т.е. распределение клеток координатной сетки между отдельными кластерами).

Вторичное районирование

134. Семинар отметил, что Семинар 2006 г. в Хобарте включил лед и определенную по данным дистанционного зондирования поверхностную концентрацию chl-*a* во «вторичную» классификацию, представленную по 40 группам. Результаты приводятся и обсуждаются в работе Grant et al. (2006, рис. 21, 23 и 25). Вторичное районирование на уровне 40 групп выявило пространственные характеристики, о правдоподобии которых участвующие в Семинаре 2006 г. в Хобарте специалисты не смогли достичь консенсуса.

Результаты Семинара 2007 г. в Брюсселе: пелагические – широкомасштабные

135. Семинар одобрил «первичное» широкомасштабное районирование, проведенное Семинаром 2006 г. в Хобарте. В нем используется кластеризация на основе четырех переменных окружающей среды (\log_{10} глубины, ТПМ, концентрация силикатов, концентрация нитратов) с установленным разрешением 14 групп (см. рис. 3). По мнению семинара, эта классификация является первой полезной стадией биорайонирования и потенциально ценным инструментом в широком циркумполярном масштабе.

136. Семинар повторно продемонстрировал «вторичную» классификацию, проведенную Семинаром 2006 г. в Хобарте, с показом 20 групп (рис. 4), что соответствует выбранному разрешению классификации, полученной ниже (п. 143 и рис. 5 и 6) с использованием уровней биологических данных.

137. Семинар решил, что метод BRT для генерирования биологических уровней данных является ценной разработкой и что биологические уровни можно использовать в целях улучшения биорайонирования Южного океана в циркумполярном масштабе, проведенного Семинаром 2006 г. в Хобарте. Семинар призвал продолжать работу и на уровне видов, чтобы представить ее в Научный комитет в виде рабочего документа.

138. Семинар также отметил, что существует много подходов к использованию биологических данных при широкомасштабном биорайонировании Южного океана, которые требуют дальнейшего изучения.

139. Семинар решил, что статистический метод, известный как BRT и использовавшийся на семинаре для получения непрерывных данных о распределении и численности биологических видов, следует рассмотреть с точки зрения его более широкого применения в будущем.

140. Семинар поддержал возможность применения метода BRT для получения уровней биологических данных для широкомасштабного и мелкомасштабного биорайонирования. Некоторые участники семинара с особым энтузиазмом отметили уровень данных о численности криля, полученный по данным Аткинсона (Atkinson et al., 2004). Однако многие участники не совсем поняли статистические детали этого метода или им показалось, что остаются некоторые неопределенности в плане сферы его будущего применения. Семинар рекомендовал описать этот метод и представить его на техническое рассмотрение WG-SAM.

141. А. Констебль сказал, что будет полезно, если WG-SAM сможет рассмотреть, в какой степени распределение биоты возможно экстраполировать за пределами экологического и географического пространства данных, в какой степени ошибка выборки может учитываться в методе BRT и каким образом неопределенность прогнозов по методу BRT может быть включена в окончательную классификацию. При этом будет полезно, если WG-FSA и WG-EMM смогут рассмотреть вопрос о том, в какой степени экстраполяция может завуалировать изменения в распределении таксонов со сходными характеристиками, в частности тех таксонов, которые не обнаружены в районе сбора данных.

142. Семинар отметил, что можно попросить WG-EMM и WG-FSA рассмотреть пригодность наборов данных для включения в качестве зависимых переменных (биологические данные) и наборов данных для включения в качестве уровней окружающей среды, которые связаны с процессами, служащими источником данных в наборах биологических данных.

143. Семинар рассмотрел результаты пробного биорайонирования с использованием дополнительных биологических уровней в циркумполярном масштабе:

- (i) 4 уровня экологических данных + криль + сальпы (рис. 5);
- (ii) 4 уровня экологических данных + криль + сальпы + веслоногие + крылоногие (рис. 6).

144. Семинар решил, что метод биорайонирования с использованием физических и биологических уровней является многообещающим и что результаты этого метода будут полезны в будущем при условии рассмотрения вопросов в пп. 141 и 142.

Бентические результаты

Физическая классификация бентических биорегионов

145. Первичные карты физического районирования бентической окружающей среды Южного океана были получены на основе того же подхода, который использовался Семинаром 2006 г. в Хобарте для первичного районирования пелагической окружающей среды. Эти карты явились результатом кластерного анализа, проведенного с использованием трех уровней данных (батиметрии, склона и придонной температуры на уровне 20 и 40 биорегиональных классов. Из-за нехватки времени данные об осадках не рассматривались.

146. Семинар с удовлетворением отметил, что методы, описанные в разделе «Бентические методы» (пп. 125–128), согласуются с Семинаром 2006 г. в Хобарте и что их можно использовать в качестве основы для первоначальной физической

классификации бентоса. В частности, включение данных об осадках, вероятно, улучшит биорайонирование, т.к. существует взаимосвязь между типом осадочных отложений и биотой. На рис. 7 показана исходная карта с использованием 20 физических классов. Семинар отметил, что степень гетерогенности, которая появится, когда будут включены данные об осадках, вероятно, будет самой высокой на континентальном склоне и в прибрежных зонах. Он также отметил, что увеличение количества классов свыше 20 приведет к большему разнообразию физической среды обитания, особенно в прибрежном регионе.

Оценка на основе биологических данных

147. На карте на рис. 8 представлены необработанные биологические данные, используемые для оценки физической классификации бентоса. Как об этом подробно говорится в разделе «Бентические методы» (пп. 129–131), эти данные включают восемь таксономических групп, приблизительно 33 000 записей, 7600 станций и 3000 таксонов (видов).

148. На рис. 9 показано относительное видовое богатство по клеткам координатной сетки размером 2° на 2°. На карте показано, что самая высокая концентрация известных видов находится в пределах изобаты 1000 м.

Геоморфология

149. На геоморфологической карте границы восточной Антарктики (рис. 10) показаны некоторые ключевые элементы, связанные с бентическим биорайонированием. Большую часть шельфа составляют такие элементы рельефа, как банки шельфа глубиной менее 550 м. Эти банки являются основным компонентом среды, испытывающим эрозионное воздействие айсбергов и местами подвергающимся действию сильных течений. Субстратом, по-видимому, являются твердые осадочные отложения, хотя могут присутствовать и подвижные пески. Банки скорее всего заселены сообществами организмов, фильтрующих воду при питании.

150. Впадины на шельфе по большей части защищены от эрозионного воздействия айсбергов и обычно действуют как седиментационные ловушки для осадков, перемещающихся с банок, и для фитодетритов из толщи воды. Предполагается, что большинство впадин не подвергается сильным течениям, однако в некоторых бывают довольно сильные потоки в тех местах, где формируются донные воды. Впадины – это геоморфологические элементы, наиболее благоприятные для накопления биогенного ила и поэтому поддерживающие сообщества, питающиеся донными отложениями, и многочисленную бентическую фауну. В некоторых глубоких впадинах могут иметься бескислородные донные отложения.

151. Континентальный склон делится на крутой верхний склон и нижний склон. Крутой верхний слой на кромке шельфа испытывает эрозионное воздействие ледяного кия и сильных потоков Прибрежного Антарктического течения. Крутой уклон делает отложение осадков почти невозможным, поощряя сообщества, предпочитающие твердый грунт. Там где формируются придонные воды, на склон воздействуют каскадные струи плотной холодной воды. Нижний склон имеет меньший уклон, но тем не менее может испытывать воздействие сильных потоков донных вод и

эпизодическую активность турбидных течений. Для нижнего склона характерны хорошо сформированные каньоны и местами холмы из осадочных отложений. Каньоны, как правило, имеют эродирующие стены и, следовательно, твердое дно. Неактивные каньоны и холмы из осадочных отложений имеют мягкие осадочные пласты. Разрезающие кромку шельфа каньоны являются очень важными факторами для морских сообществ вокруг других континентов. Подобные каньоны редко встречаются вокруг Антарктиды из-за ледникового воздействия на прибрежную полосу. Одним из немногих таких каньонов является каньон Оутс, координаты которого $158^{\circ}56'36''$ в.д. $68^{\circ}44'6''$ ю.ш. Неизвестно, имеет ли он такое же важное значение для рыбы и бентоса, как аналогичные низкоширотные каньоны.

152. Настоящие морские возвышенности находятся в восточной части изучаемого района, ассоциирующегося с неровной сравнительно молодой океанической корой и зонами разломов между морем Росса и Тасманией, а также с впадиной Хьорт и хребтом Маккуори. Другая группа морских возвышенностей находится в районе $100^{\circ}56'$ в.д. $58^{\circ}54'38''$ ю.ш. Также были обнаружены хребты и морские возвышенности, поднимающиеся примерно на 500 м над окружающим дном океана. Обычно это хребты, которые ассоциируются с зонами разломов, но встречаются и ближе к континенту. Все морские возвышенности будут иметь твердые субстраты, однако хребты морских возвышенностей, поднимающиеся над океанским дном на сотни, а не на тысячи метров, возможно, воздействуют на прилегающий их океан иначе, чем более высокие настоящие подводные горы, что влияет на характеристики их среды обитания.

153. Абиссальная равнина представляет собой обширный район осадочных отложений, простирающийся к северу от окраины шельфа. Она, скорее всего, покрыта глиной и илом и постепенно переходит в более молодую океаническую кору, которая нанесена на карту в виде неровного океанического дна. На неровном океаническом дне, по всей видимости, имеются участки твердого скального грунта, но могут содержаться и углубления с мягкими отложениями. Самая большая глубина морского дна в этом районе – впадина Хьорт глубиной более 6000 м. Такая большая глубина, вероятно, влияет на имеющиеся там среды обитания.

154. Выявленные геоморфологические провинции использовались для сбора и классификации точечных биологических данных. Затем эти данные анализировались при помощи методов, описанных в разделе «Бентические методы» (анализ на основе биологических данных) (пп. 129–131). На рис. 11 показаны геоморфологические провинции северной части Антарктического п-ова. На рис. 12 показано количество видов по провинциям. На рис. 13 показано выборочное усилие по провинциям (число станций).

155. Эти рисунки свидетельствуют о наличии изменчивости в известной численности видов между сходными геоморфологическими провинциями, т.е. на распределение видов влияют не только геоморфологические факторы, но и такие дополнительные факторы как выборочное усилие или ледовое покрытие. Различия в картине распределения видов и выборочного усилия свидетельствуют о том, что потенциальные «горячие точки» биологического разнообразия не обязательно связаны с выборочным усилием.

156. Эти методы можно применять далее для проверки физической классификации бентоса.

Экологические процессы

157. Семинар отметил, что при составлении схемы изучения пространственной структуры и функционирования экосистем необходимо рассмотреть информацию об особенностях биологического разнообразия, а также о пространственно определенных экологических процессах (Balmford et al., 1998; Cowling et al., 2003). Это может оказаться полезным при создании пространственной схемы принятия решений, которая использовалась при разработке природоохранного плана для о-вов Принс-Эдуард (WS-BSO-07/P1). Семинар одобрил метод разработки карт, представляющих экологические процессы и другие особенности, которые трудно включить в анализ пространственной структуры.

158. Структуры биологического разнообразия представляют собой пространственное изображение распределения видов или среды обитания в определенном масштабе (напр., распределение сред обитания или видов), а экологические процессы – это действия или события, формирующие структуры биологического разнообразия и экологические взаимодействия в различных масштабах (напр., районы апвеллинга, нерестовые районы или районы кормодобывания).

159. Экологические процессы могут быть или гибкими во времени и пространстве (напр., океанические фронты), или фиксированными (напр., связанными с геоморфологической особенностью).

160. Анализ биорайонирования был успешным в плане отражения физических и биологических структур Южного океана, однако семинар отметил, что к этому необходимо добавить составление карты пространственно определенных процессов.

161. Семинар указал, что составить пространственную карту экологических процессов можно двумя способами:

- (i) гибкие процессы можно наносить на карту, используя данные пространственной вероятности (напр., ядра);
- (ii) фиксированные процессы можно наносить на карту, используя постоянные характеристики, определяющие этот процесс (напр., геоморфологические особенности).

162. Семинар рассмотрел имеющиеся данные по экологическим процессам, а также другую информацию, которую можно легко получить. Он указал, что некоторые из этих наборов данных можно включить в анализ биорайонирования, а другие лучше всего представить как отдельные пространственные наложения. Результаты этой дискуссии приводятся в табл. 2.

163. Семинар отметил, что в то время как информация об экологических процессах должна использоваться в рассматривавшемся на Семинаре циркумполярном масштабе, эти данные будут иметь более важное значение на более мелкомасштабном региональном уровне. Причина этого заключается в том, что: (i) многие наборы данных о процессах имеют региональный масштаб (напр., данные слежения за высшими хищниками); (ii) экспертные знания о пространственно определенных экосистемных процессах можно легче включить в региональный масштаб. Из этого следует, что наилучшими районами для проведения дальнейшего мелкомасштабного биорайонирования будут, скорее всего, те географические районы, по которым имеется больше всего информации и экспертных знаний.

164. Некоторые из пространственно определенных экосистемных процессов, которые считаются важными, показаны на рис. 14–17.

ПРЕДСТОЯЩАЯ РАБОТА

165. Семинар решил, что предварительное пелагическое районирование, описанное в разделе «Результаты» (пп. 132 и 133), можно считать пригодным для применения АНТКОМом и КООС. Было решено, что первоначальное районирование бентической окружающей среды следует рассмотреть и оптимизировать для использования АНТКОМом и КООС. Семинар отметил, что общие результаты и данные, обсуждавшиеся на Семинаре, свидетельствуют о том, что в более мелких масштабах гетерогенность биологического разнообразия и структуры и функционирования экосистемы будет более высокой.

166. Семинар решил, что в будущем можно будет внести уточнения в это биорайонирование, т.к. методы улучшатся и данные будут получены и проанализированы. На основе использования имеющихся данных в ряде районов можно провести дополнительную работу по биорайонированию в более мелком масштабе.

167. Семинар решил, что в будущую работу следует по возможности включить определение границ мелкомасштабных провинций. Было рекомендовано, чтобы участники семинара представили в Научный комитет документы о методах мелкомасштабного биорайонирования, включая статистические методы и потенциальные источники данных. Также было рекомендовано просить WG-SAM рассмотреть статистические методы, представленные в пп. 140 и 141.

168. Можно дополнительно рассмотреть вопрос о включении информации о процессах и видах, в частности, в контексте систематического природоохранного планирования и при разработке пространственной системы принятия решений (п. 157). Это может быть особенно полезно в более мелких масштабах.

Геоморфология

169. Семинар отметил, что проводившаяся до сих пор работа показывает, что картирование геоморфологии морского дна дает дополнительную информацию, которая включает физические данные в процесс биорайонирования. Было бы полезно расширить эту работу, чтобы охватить всю зону действия Конвенции АНТКОМ. Для проведения бентического биорайонирования также было бы полезно иметь обновленные карты донных отложений.

Наличие данных для мелкомасштабного биорайонирования

170. Семинар отметил, что существуют биологические данные по некоторым более мелким участкам этого района, которые можно использовать в целях дальнейшего определения границ при крупномасштабном биорайонировании. К ним относятся наборы многолетних данных по южной части моря Скотия, морю Росса, восточной части Антарктического моря и другим районам.

171. Семинар высказал предположение, что от нескольких национальных программ можно получить значительный объем данных о рыбе, полученных в результате научно-исследовательских донных траловых съемок. Кроме того, другие данные о рыбе можно получить из научных наборов, которые в настоящее время недоступны участникам Семинара. Данные о редких видах могут быть получены из музейных коллекций и каталогов.

172. Хотя в результате нескольких национальных исследований в ходе научных донных траловых съемок были собраны данные о бентосе, многих из них нет в наличии в электронном формате. Музейные коллекции также могут служить ценным источником при определении районов, где были обнаружены редкие или нечасто встречающиеся в уловах виды бентоса.

173. Было отмечено, что в связи с ростом поступления информации в сеть SCAR-MarBIN и с дополнительными данными, которые предполагается получить в результате совместной научно-исследовательской работы SAML-МПП, эта сеть будет иметь очень важное значение для доступа к данным в будущем. В настоящее время многие из этих данных очень рассредоточены и хранятся у отдельных ученых или в институтах, что сильно затрудняет доступ к ним.

174. Семинар отметил, что при проведении этой работы могут оказаться полезными данные о биомассе и распределении криля, собранные с помощью сетей и акустических методов. Некоторые из этих данных, такие как данные АНТКОМ-2000, BROKE East и BROKE West, уже имеются в АНТКОМе. Основная цель этих съемок заключалась в сборе данных о численности криля для определения ограничения на вылов. Данные о криле, зоопланктоне и связанных с ними простейших, а также океанографические данные могут использоваться для последующего биорайонирования. Другими данными обладают национальные программы.

175. Семинар отметил, что работа АНТКОМа по определению SSMU может оказаться полезной при проведении мелкомасштабного биорайонирования, поскольку в этой работе исследуются взаимосвязи между рыбой, крилем, видами хищников и добычи. Семинар указал, что, возможно, удастся включить данные о других компонентах экосистемы и использовать методы, аналогичные тем, которые применяются для определения SSMU.

176. Семинар решил, что большое количество данных о температуре дна, солености, chl-a, зоопланктоне и фитопланктоне было получено в ходе многочисленных научно-исследовательских работ, проводившихся национальными программами в нескольких мелкомасштабных районах. Возможно, существуют и мелкомасштабные батиметрические данные, что было бы очень полезно в плане совершенствования работы по мелкомасштабному биорайонированию.

177. Семинар рассмотрел пробелы в существующих наборах данных. В результате съемки SO-CPR были получены данные о сравнительно высокой плотности зоопланктона в районе между 60° и 160° в.д. с разрешением выборки 5 мор. миль. Этот набор данных может дать существенную информацию о распределении зоопланктона для проведения более точного анализа биорайонирования. До настоящего времени вне этого района проводилось меньше исследований с использованием CPR, однако ожидается их рост во время МПП и впоследствии, по мере совершенствования съемок.

178. Существует также большая разница между ограничениями в использовании CPR на юге и у берега, в основном над континентальным шельфом, из-за невозможности использовать CPR в паковых льдах. Буксировки CPR проводятся над шельфом только в периоды, когда нет льда, т.е. в январе и феврале. Этот пробел в данных лучше всего восполняется съемками с применением традиционных планктонных сетей, хотя разрешение между участками выборок обычно гораздо ниже, чем у CPR, особенно в восточном секторе Антарктики между морями Уэдделла и Росса. Ряд съемок проводился в этом районе ранее, во время и после съемки BIOMASS. Использовались различные сети. Съемки также были нерегулярными и случайными. Сбор проб стал осуществляться более последовательно после проведения BIOMASS, когда RMT1+8 стал обычной системой сетей.

179. Выборки из скоплений демерсальной и пелагической рыбы, а также сбор образцов бентоса были менее экстенсивными в восточном районе Антарктики. Сбор проб в основном тоже носил случайный характер. Более направленные выборки проводились в заливе Прюдз в 1990-е гг. и делалась попытка классифицировать бентические сообщества в районе ледника Мерц во время проведения геонаучной съемки в 2001 г. с использованием выборочных проб и многолучевого картирования. В 2007/08 г. в этом районе будет проводиться более полная мелкомасштабная съемка рыбы и бентоса в составе проводимой тремя судами съемки планктона, рыбы, бентоса и океанографии для SAML. В районе Антарктики, а именно в море Росса, у Антарктического п-ова, дуги Скотия и в море Лазарева, будут проводиться другие съемки SAML, которые обеспечат дополнительные данные для мелкомасштабного биорайонирования. SAML также собирает ретроспективные данные о бентосе, которые будут способствовать проведению биорайонирования. Главным порталом доступа к этим данным будет SKAP-MarBIN.

Составление информационных бюллетеней

180. Семинар решил, что создание атласа информационных бюллетеней по биорайонированию будет ценным ресурсом для АНТКОМа и КООС. Это обеспечит стандартизованный подход к представлению и архивированию результатов работы по биорайонированию Южного океана точно так же, как в АНТКОМе для каждого промысла составляются отчеты о промысле. С самого начала отчеты о промысле считались эффективным способом представления подробной информации, которая используется АНТКОМом на совещаниях и в межсессионный период, а также помогает широкой общественности понять, как осуществляется работа АНТКОМа.

181. Атлас по биорайонированию может составляться на основе метода, описанного в WS-BSO-07/9, где представлена иерархия листов с характеристиками региона и где более подробные характеристики, биорегионы и провинции показаны для участков Южного океана в более мелком масштабе на дополнительных листах. Информационные бюллетени могут включать карты соответствующих биорегионов и провинций, а также карты с указанием расположения важных процессов, колоний или скоплений биоты и другие обобщенные данные, которые считаются важными для управления биорегионами.

182. Этот формат также позволяет без труда рассматривать, уточнять и обновлять информацию по биорайонированию и классификацию для конкретных областей без необходимости пересматривать классификацию для всего Южного океана.

183. Семинар решил, что такой атлас можно создать на основе результатов первичного биорайонирования, одобренного на этом семинаре, предварительных выводов о том, каким образом в этих регионах может существовать гетерогенность более мелкого масштаба, и дополнительной информации по уровням экологических процессов и другим уровням данных, рассматриваемым в этом отчете.

Дальнейшая работа по созданию системы МОР

184. Семинар отметил, что биорайонирование может служить составляющей частью предстоящей работы по созданию системы МОР в зоне действия Конвенции (SC-CAMLR-XXV, п. 3.33). Необходима дальнейшая работа по рассмотрению методов отбора и разграничения МОР и семинар указал, что эта работа может включать дальнейшую разработку информации об экологических процессах, в т.ч. пространственную информацию о человеческой деятельности. Межсессионная работа, концентрирующаяся на систематическом природоохранном планировании, возможно, для более мелких районов, может сыграть важную роль в достижении этой цели.

РЕКОМЕНДАЦИИ НАУЧНОМУ КОМИТЕТУ

185. Сводный отчет будет представлен в Научный комитет созывающими.

ПРИНЯТИЕ ОТЧЕТА И ЗАКРЫТИЕ СОВЕЩАНИЯ

186. Отчет Семинара по биорайонированию Южного океана был принят.

187. Закрывая совещание, С. Грант поблагодарила участников за вклад в успешное проведение Семинара и выразила благодарность г-ну де Лихтервельде за проведение совещания и обеспечение исключительной поддержки. Она особо поблагодарила докладчиков и тех, кто предоставил свои данные для анализа во время Семинара.

188. Участники вместе с Дж. Слокам (Австралия) поблагодарили С. Грант и П. Пенхейл за организацию совещания и руководство им, а Секретариат АНТКОМа – за великолепную поддержку.

189. Участники также выразили особую благодарность Б. Раймонду, который внес неоценимый вклад в работу Семинара: находясь в Хобарте, он всю неделю проводил анализ на расстоянии, невзирая на восьмичасовую разницу во времени.

190. Семинар по биорайонированию Южного океана был закрыт.

ЛИТЕРАТУРА

Arrigo, K.R., G.L. van Dijken, D.G. Ainley, M.A. Fahnestock and T. Markus. 2002. The impact of the B-15 iceberg on productivity and penguin breeding success in the Ross Sea, Antarctica. *Geophys. Res. Lett.*, 29: 10.1029/2001glo14160.

- Atkinson, A., V. Siegel, E. Pakhomov and P. Rothery. 2004. Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean. *Nature*, 432: 100–103.
- Balmford, A., G. Mace and J.R. Ginsberg. 1998. The challenges to conservation in a changing world: putting processes on the map. In: Mace, G., A. Balmford and J.R. Ginsberg (Eds). *Conservation in a Changing World*. Cambridge University Press, Cambridge: 1–28.
- Barry, J.P., J. Grebmeier, J. Smith and R.B. Dunbar. 2003. Bathymetric versus oceanographic control of benthic megafaunal patterns in the Ross Sea, Antarctica. *Ant. Res. Ser.*, 78: 327–354.
- BirdLife International. 2004. *Threatened Birds of the World 2004*. CD-ROM. BirdLife International: Cambridge, UK.
- Carton, J.A., G. Chepurin, X. Cao and B.S. Giese. 2000a. A simple ocean data assimilation analysis of the global upper ocean 1950–95, Part I: methodology. *J. Phys. Oceanogr.*, 30 (2): 294–309.
- Carton, J.A., G. Chepurin and X. Cao. 2000b. A Simple Ocean Data Assimilation analysis of the global upper ocean 1950–1995, Part 2: results. *J. Phys. Oceanogr.*, 30: 311–326.
- CEP. 2007. Report of the Committee for Environmental Protection (CEP X). http://cep.ats.aq/cep/MediaItems/atcm30_att084_rev1_e.pdf.
- Comiso, J.C. 2004. Sea ice algorithm for AMSR-E. *Rivista Italiana di Telerilevamento*, 30/31: 119–130.
- Comiso, J.C., D.J. Cavalieri and T. Markus. 2003. Sea ice concentration, ice temperature, and snow depth using AMSR-E data. *IEEE TGRS*, 41 (2): 243–252.
- Cowling, R.M., R.L. Pressey, M. Rouget and A.T. Lombard. 2003. A conservation plan for a global biodiversity hotspot—the Cape Floristic Region, South Africa. *Biol. Cons.*, 112: 191–216.
- De'ath, G. 2007. Boosted trees for ecological modeling and prediction. *Ecology*, 88 (1): 243–251.
- Dinniman, M.S., J.M. Klinck and W.O. Smith Jr. 2007. Influence of sea ice cover and icebergs on circulation and water mass formation in a numerical circulation model of the Ross Sea, Antarctica. *J. Geophys. Res.*, 112 10.1029/2006JC004036.
- Ferrier, S., G. Manion, J. Elith and K. Richardson. 2007. Using generalised dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. *Diversity and Distributions*, 13: 252–264.
- Friedman, J.H. 2001. Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Annals of Statistics*, 29: 1189–1232.
- Grant, S., A. Constable, B. Raymond and S. Doust. 2006. Bioregionalisation of the Southern Ocean: Report of Experts Workshop (Hobart, September 2006). WWF-Australia and ACE CRC, Sydney: 44 pp. (www.wwf.org.au/publications/bioregionalization-southern-ocean/).

- Hastie, T. and R. Tibshirani. 1990. *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall, London.
- Hastie, T., R. Tibshirani and J. Friedman. 2001. *The Elements of Statistical Learning: Data mining, Inference and Prediction*. Springer, New York.
- Hofmann, E.E. and Y.S. Husrevoglu. 2003. A circumpolar modeling study of habitat control of Antarctic krill (*Euphausia superba*) reproductive success. *Deep-Sea Res.*, II, 50: 3121–3142, doi:10.1016/j.dsr2.2003.07.012.
- Hunt, B.P.V. and G.W. Hosie. 2006a. Seasonal zooplankton community succession in the Southern Ocean south of Australia, Part I: the Seasonal Ice Zone. *Deep-Sea Res.*, I, 53: 1182–1202.
- Hunt, B.P.V. and G.W. Hosie. 2006b. Seasonal zooplankton community succession in the Southern Ocean south of Australia, Part II: the sub-Antarctic to Polar Frontal Zones. *Deep-Sea Res.*, I, 53: 1203–1223.
- Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.*, 22: 415–427.
- Kahru, M., B.G. Mitchell, S.T. Gille, C.D. Hewes and O. Holm-Hansen. 2007. Eddies enhance biological production in the Weddell-Scotia Confluence of the Southern Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, 34 (14): L14603, doi:10.1029/2007GL030430.
- Kaschner, K. 2004. Modelling and mapping resource overlap between marine mammals and fisheries on a global scale. PhD thesis. The University of British Columbia.
- Kitchingman, A. and S. Lai. 2004. Inferences on potential seamount locations from mid-resolution bathymetric data. In: Morato, T. and D. Pauly (Eds). *Seamounts: Biodiversity and Fisheries: 7–12*.
- Koubbi, P., G. Duhamel, X. Harlay, P. Eastwood, I. Durand and Y.-H. Park. 2003. Distribution of larval *Krefflichthys anderssoni* (Myctophidae, Pisces) at the Kerguelen archipelago (Southern Indian Ocean) modelled using GIS and habitat suitability. In: Huiskes, A.H.L., W.W.C. Gieskes, J. Rozema, R.M.K. Schorno, S.M. van der Vies and W.J. Wolf (Eds). *Antarctic Biology in a Global Context*. Backhyus Publisher, Leiden, NL: 215–223.
- Koubbi, P., C. Loots, G. Cotonnec, X. Harlay, A. Grioche, S. Vaz, C. Martin, M. Walkey and A. Carpentier. 2006. Spatial patterns and GIS habitat modelling of *Solea solea*, *Pleuronectes flesus* and *Limanda limanda* fish larvae in the eastern English Channel during the spring. In: Olivar, M.P. and J.J. Govoni (Eds). Recent advances in the study of fish eggs and larvae. *Sci. Mar.*, 70S2: 147–157.
- Kwok, R. and J.C. Comiso. 2002. Spatial patterns of variability in Antarctic surface temperature: Connections to the Southern Hemisphere Annular Mode and the Southern Oscillation. *Geophys. Res. Lett.*, 29: 10.1029/2002GL015415.
- Leathwick, J.R., J. Elith, M.P. Francis, T. Hastie and P. Taylor. 2006. Variation in demersal fish species richness in the oceans surrounding New Zealand: an analysis using boosted regression trees. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 321: 267–281.

- Levitus, S. and T.P. Boyer. 1994. *World Ocean Atlas 1994*, Vol. 4: Temperature. NOAA Atlas NESDIS 4. US Department of Commerce, Washington DC.
- Levitus, S., R. Burgett and T.P. Boyer. 1994. *World Ocean Atlas 1994*, Vol. 3: Salinity. NOAA Atlas NESDIS 3. US Department of Commerce, Washington DC.
- Loots, C., P. Koubbi and G. Duhamel. 2007. Habitat modelling of *Electrona antarctica* (Myctophidae, Pisces) in Kerguelen by generalized additive models and geographic information systems. *Polar Biol.*, 30 (8): 951–959, DOI 10.1007/s00300-007-0253-7.
- Lynnes, A.S., K. Reid, J.P. Croxall and P.N. Trathan. 2002. Conflict or coexistence? Foraging distribution and competition for prey between Adélie and chinstrap penguins. *Mar. Biol.*, 141: 1165–1174.
- McCullagh, P. and J.A. Nelder. 1989. *Generalised Linear Models, Monographs on Statistics and Applied Probability*, 37, 2nd Edn. Chapman and Hall, London.
- Mitchell, B.G., M. Kahru, R.A. Reynolds, J.D. Wieland and D. Stramski. 1999. Satellite estimation of seasonal variations in organic carbon to chlorophyll-*a* ratios in the Southern Ocean and interpretation of carbon flux dynamics. EOS, Transactions, American Geophysical Union, 80 (49): 27.
- Moore, J.K., M.R. Abbott and J.G. Richman. 1997. Variability in the location of the Antarctic Polar Front (90°–20°W) from satellite sea surface temperature data. *J. Geophys. Res.*, 102: 27825–27833.
- Orsi, A.H. and T. Whitworth III. 2004. *Hydrographic Atlas of the World Ocean Circulation Experiment (WOCE)*, Vol. 1: Southern Ocean. Sparrow, M., P. Chapman and J. Gould (Eds). International WOCE Project Office, Southampton, UK.
- Orsi, A.H., T. Whitworth and W.D. Nowlin. 1995. On the meridional extent and fronts of the Antarctic circumpolar current. *Deep-Sea Res.*, I, 42 (5): 641–673.
- Peloquin, J.A. and W.O. Smith Jr. 2007. Phytoplankton blooms in the Ross Sea, Antarctica: interannual variability in magnitude, temporal patterns, and composition. *J. Geophys. Res.*, 112: 10.1029/2006JC003816.
- R Development Core Team. 2007. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ridgeway, G. 2006. *Generalised Boosted Models: a Guide to the GBM Package*. GBM Library for R.
- Smith, W.O. Jr. and J.C. Comiso. (Submitted). The influence of sea ice on primary production in the Southern Ocean: a satellite perspective. *J. Geophys. Res.*
- Smith, W.O. Jr., M.S. Dinniman, J.M. Klinck and E. Hofmann. 2003. Biogeochemical climatologies in the Ross Sea, Antarctica: seasonal patterns of nutrients and biomass. *Deep-Sea Res.*, II, 50: 3083–3101.
- Smith, W.O. Jr., D.G. Ainley and R. Cattaneo-Vietti. 2007. Trophic interactions within the Ross Sea continental shelf ecosystem. *Phil. Trans. Roy. Soc., B*, 362: 95–111.

- Southwell, C., C.G.M. Paxton, D. Borchers, P. Boveng and W. de la Mare. 2007. Taking account of dependent species in management of the Southern Ocean krill fishery: estimating crabeater seal abundance off East Antarctica. *J. Appl. Ecol.*: 10.1111/j.1365-2664.2007.01399.x.
- Takahashi, K., S. Kawaguchi, M. Kobayashi, G.W. Hosie, M. Fukuchi and T. Toda. 2002. Zooplankton distribution patterns in relation to the Antarctic Polar Front Zones recorded by Continuous Plankton Recorder (CPR) during 1999/2000 *Kaiyo Maru* cruise. *Polar Bioscience*, 15: 97–107.
- Umeda, H., G.W. Hosie, T. Odate, C. Hamada and M. Fukuchi. 2002. Surface zooplankton communities in the Indian Ocean Sector of the Antarctic Ocean in early summer 1999/2000 observed with a Continuous Plankton Recorder. *Ant. Rec.*, 46 (2): 287–299.

Табл. 1: Физические характеристики (среднее и стандартное отклонение значений данных) районов, представленных на рис. 3 (14 кластерных групп на основе исходных наборов данных).

Название района	Кол-во клеток координатной сетки	Среднее глубины (м)	SD глубины	Среднее ТПМ (°C)	SD SST	Среднее Si (μмоль/кг)	SD Si	Среднее NO _x (μмоль/кг)	SD NO _x
Южный умеренный	110 567	-4 119.952	821.342	8.681	1.854	7.998	2.402	20.919	1.616
Субантарктический фронт	40 180	-3 917.738	921.884	5.840	0.791	15.231	2.582	25.158	1.052
Полярный фронт	83 006	-4 134.095	732.582	3.539	0.999	28.382	6.492	29.236	1.815
Южный фронт АЦТ	108 053	-4 109.261	818.366	0.945	0.872	56.089	9.814	32.370	1.503
Антарктика – открытый океан	136 360	-3 612.533	897.680	-0.682	0.535	79.593	5.804	33.169	1.374
Антарктика – шельфы	30 767	-520.048	213.352	-1.149	0.380	82.044	9.211	32.356	1.821
Антарктика – склон шельфа, банка БАНЗАРЕ	6 508	-1 455.466	389.636	-1.227	0.434	79.961	2.946	33.599	1.343
Плато Кэмпбелл, Патагонский шельф, поднятие Африкана	7 451	-1 034.451	427.437	8.453	1.129	7.876	2.582	20.898	1.735
Внутренний патагонский шельф, о-ва Кэмпбел и Крозе	913	-343.482	109.436	7.742	0.827	8.084	2.233	20.857	1.427
О-ва Кергелен, Херд и Макдональд	2 294	-1 270.202	734.782	3.360	0.818	25.846	4.024	29.279	1.318
Субтропический фронт	94 234	-4 461.472	788.887	11.804	1.511	4.607	1.235	15.257	2.062
Северный умеренный	9 946	-4 163.621	951.003	15.496	0.774	4.336	0.727	10.154	1.667
Круговорот Уэдделла и банки моря Росса	52 905	-4 466.641	762.290	-0.680	0.333	98.163	5.615	31.965	0.553
Поднятие Чатем	3 025	-1 568.439	858.953	14.361	0.802	4.112	0.610	12.061	1.453

Табл. 2: Список пространственно определенных экологических процессов, по которым имеются данные и которые можно включить в пространственную систему принятия решений.

Тип процесса	Воздействие процессов	Наборы данных, рассмотренных для этого семинара	Имеющиеся наборы данных для будущего анализа
Физический			
<i>Гибкие процессы</i>			
Расположение океанских фронтов	Улучшение местной продуктивности и др. последствия	Orsi et al. (1995)	Moore et al. (1997) Вероятность расположения АПФ
Изменчивость водоворотов и течений	Улучшение местной продуктивности и др. последствия	Аномалия средней высоты поверхности моря (рис. 1)	
Эрозионное воздействие айсбергов	Повреждение бентоса		Разработать стохастическую модель
<i>Постоянные процессы</i>			
Воздействие субантарктических островов	Удержание питательных веществ, апвеллинг и вертикальное перемешивание	SeaWiFS	
Воздействие континентального шельфа	Удержание питательных веществ, апвеллинг и вертикальное перемешивание, таяние льда	SeaWiFS, распространение льда	
Каньоны и др. батиметрические неровности на кромке шельфа	Подъем глубинных вод на континентальный шельф	Разработано в Geoscience Australia (рис. 15)	Dinniman et al. (2003). Другие региональные и крупномасштабные физические модели
Подводные возвышенности	Столбы Тэйлора	Kitchingman and Lai (2004)	
Полыньи	Апвеллинг и перемешивание	Arrigo and van Dijken (2003)	
Биологические			
<i>Гибкие процессы</i>			
Районы размножения/кормодобывания трубконосых птиц	Районы высокой зависимости и продуктивности	BirdLife (2004) карты ядер вероятности (рис. 16)	
Данные о морских слонах	Районы высокой зависимости и продуктивности		Международное сотрудничество по морским слонам
Районы пополнения криля	Районы высокой зависимости для ключевых видов		Вероятностные данные Hoffman and Husrevoglu (2003)
Районы кормодобывания китовых	Районы высокой зависимости и продуктивности		Данные наблюдений МКК
<i>Постоянные процессы</i>			
Резервные запасы корма для пингвинов	Районы высокой зависимости	Адели, папуасские, золотоволосые, антарктические (рис. 17)	

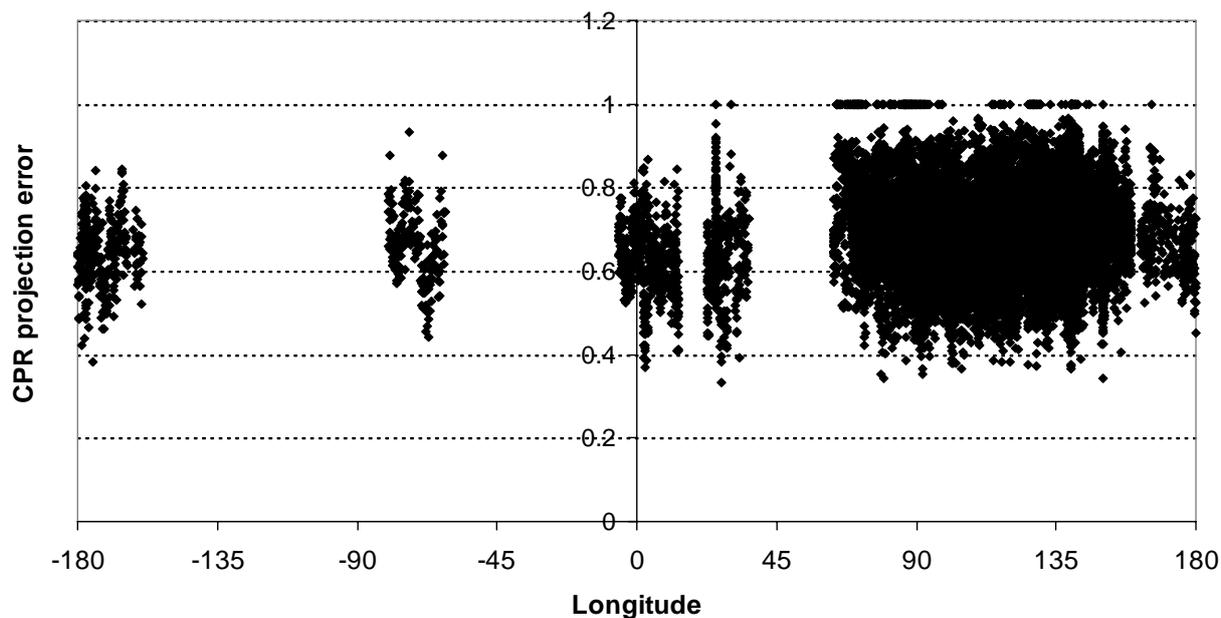


Рис. 1: Ошибка в прогнозируемом CPR распределении зоопланктона, рассчитанном на основе BRT с долготой. Большая часть экспериментальных данных относится к восточной Антарктике (долгота 60–158° в.д.), однако также имеются данные CPR в районе дуги Скотия, между Новой Зеландией и морем Росса и в южной части Индийского океана. Сравнение показывает отсутствие существенной разницы в прогнозирующей способности модели по регионам.

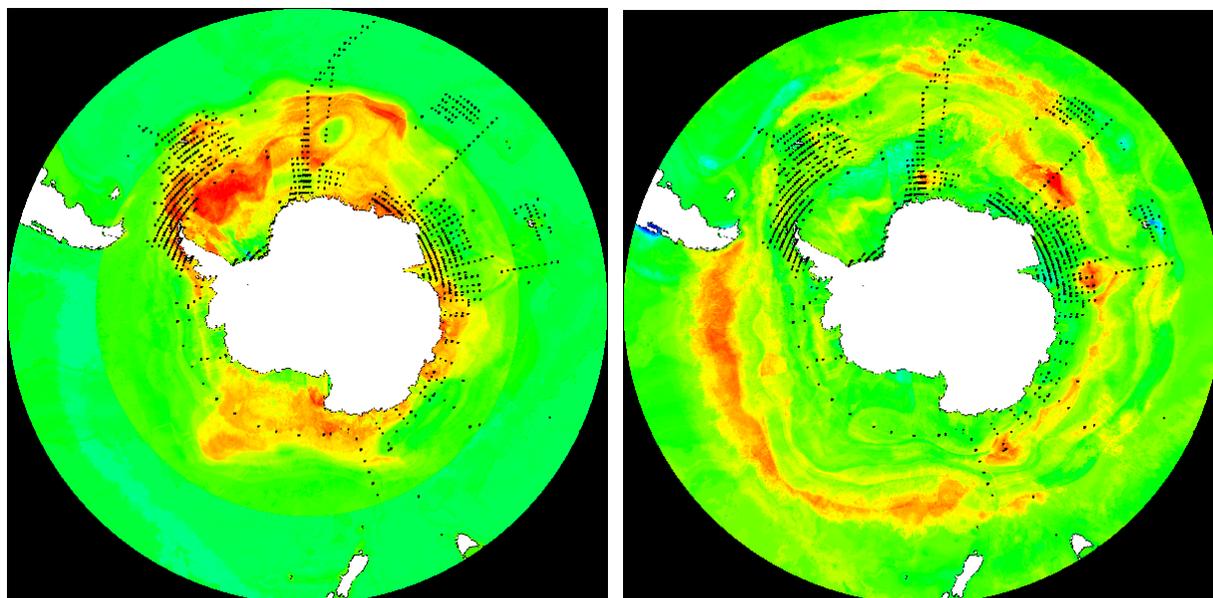


Рис. 2*: Численность криля (слева) и сальп (справа), прогнозируемая с применением регрессии BRT на основе данных траловых выборок. Красным показана высокая численность, синим – низкая. Черные значки показывают места проведения траловых выборок.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/pu/r/pubs/sr/07/toc.htm.

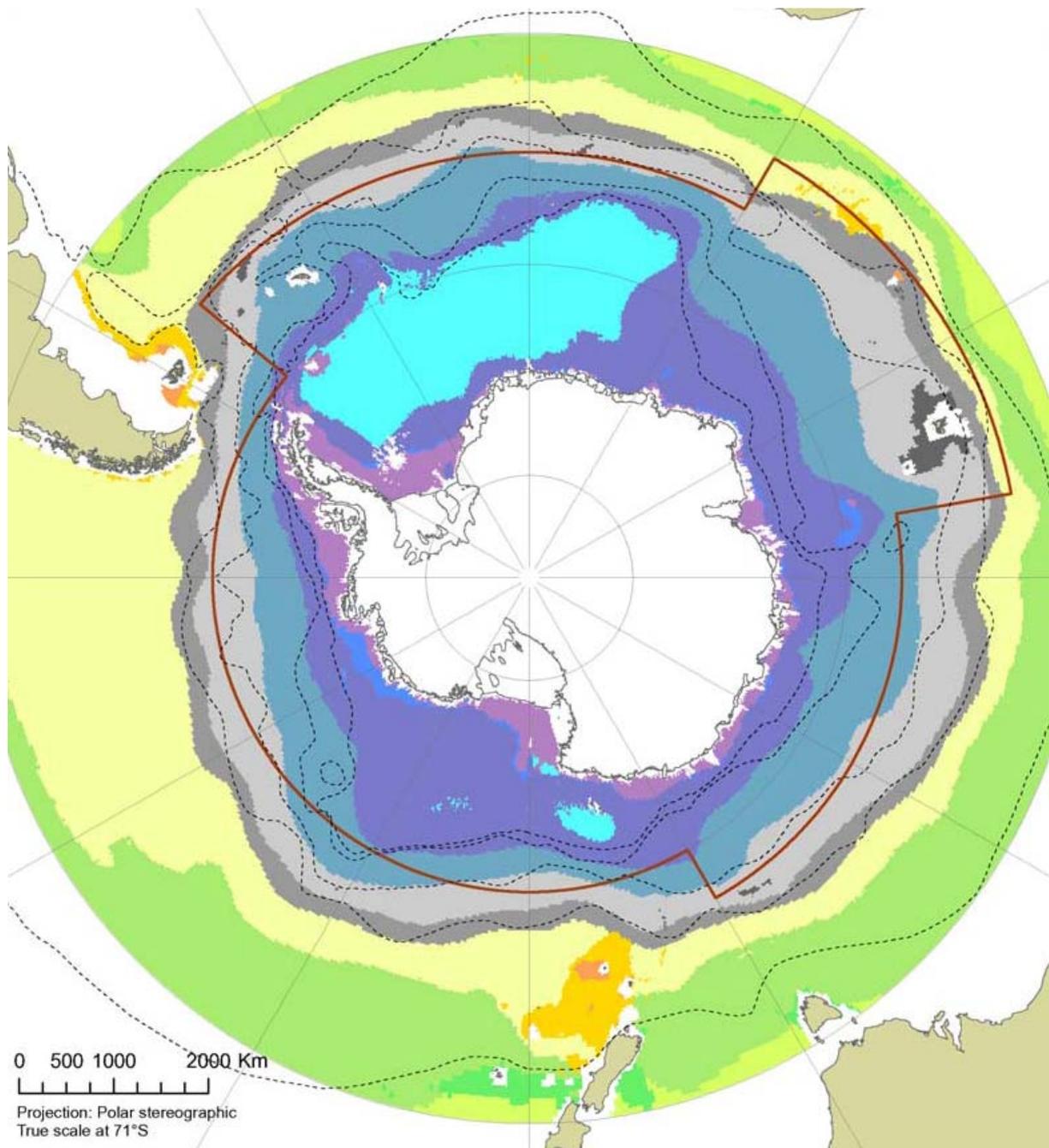


Рис. 3*: Первичное биорайонирование, проведенное Семинаром 2006 г. в Хобарте. При районировании используются четыре уровня физической окружающей среды (глубина, ТПМ, концентрация силикатов, концентрация нитратов).

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/ru/pubs/sr/07/toc.htm.

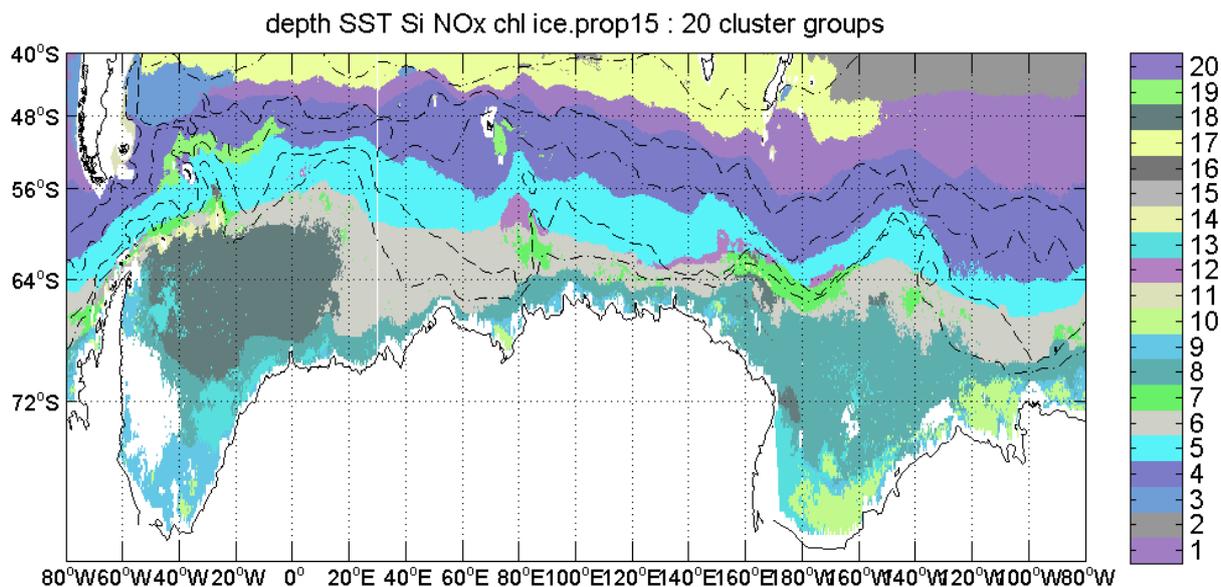


Рис. 4*: Вторичное районирование, проведенное Семинаром 2006 г. в Хобарте, с добавлением к принятому первичному районированию уровней, представляющих chl-a и лед. На этом Семинаре было решено, что эти две переменных связаны с мелкомасштабной гетерогенностью, не учтенной первичной классификацией, и провел вторичную классификацию на уровне 40 групп; однако на семинаре не был достигнут консенсус относительно того, являются ли полученные результаты правдоподобными. Тогда вторичное районирование было вновь агрегировано до 20 групп для сравнения с приведенными ниже результатами смешанного эколого-биологического районирования.

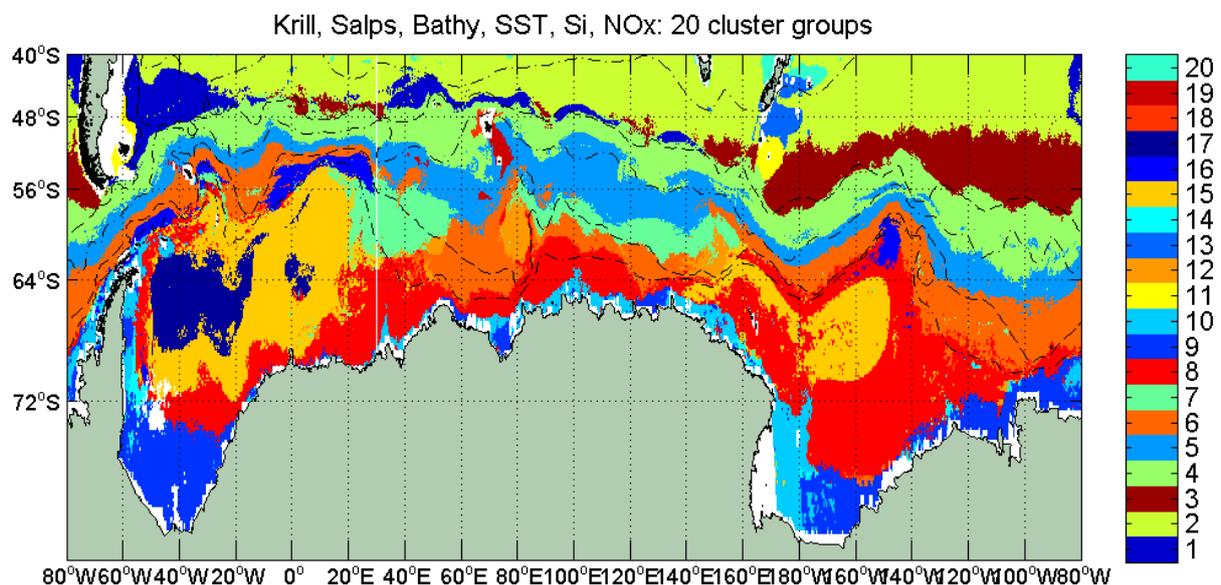


Рис. 5*: Биорайонирование с использованием четырех первичных уровней физической окружающей среды (глубина, ТПМ, концентрация нитратов, концентрация силикатов) плюс смоделированное циркумполярное распределение криля и сальп, показанное на уровне 20 групп.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/pu/r/pubs/sr/07/toc.htm.

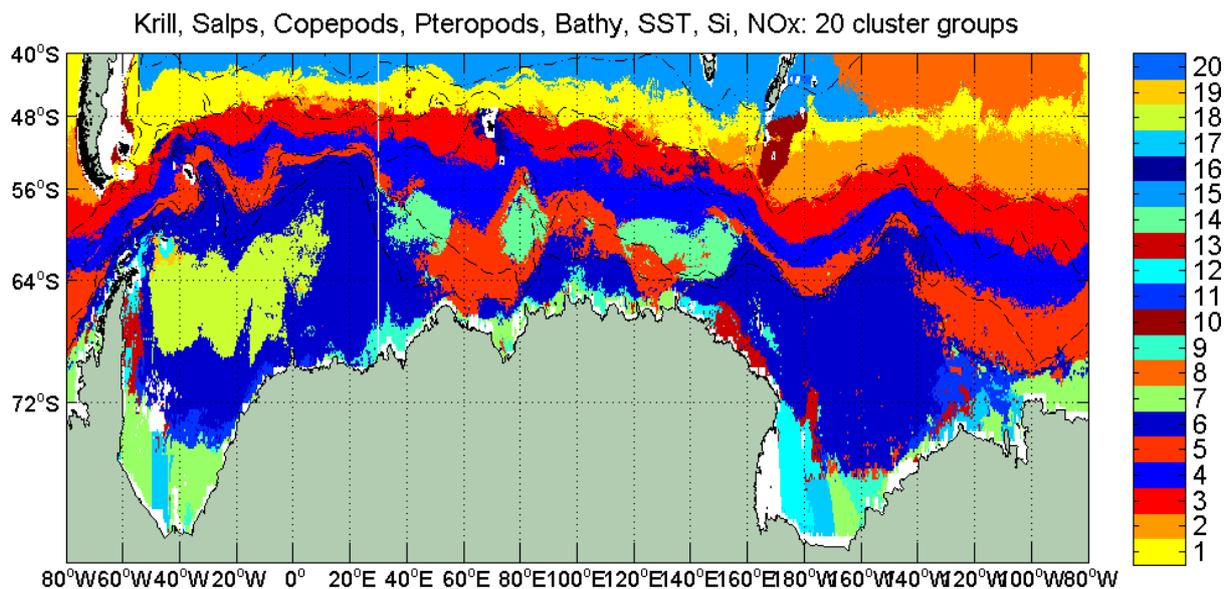


Рис. 6*: Биорайонирование с использованием четырех первичных уровней физической окружающей среды (глубина, ТПМ, концентрация нитратов, концентрация силикатов) плюс смоделированное циркумполярное распределение криля, сальп, веслоногих и крылоногих, показанное на уровне 20 групп.

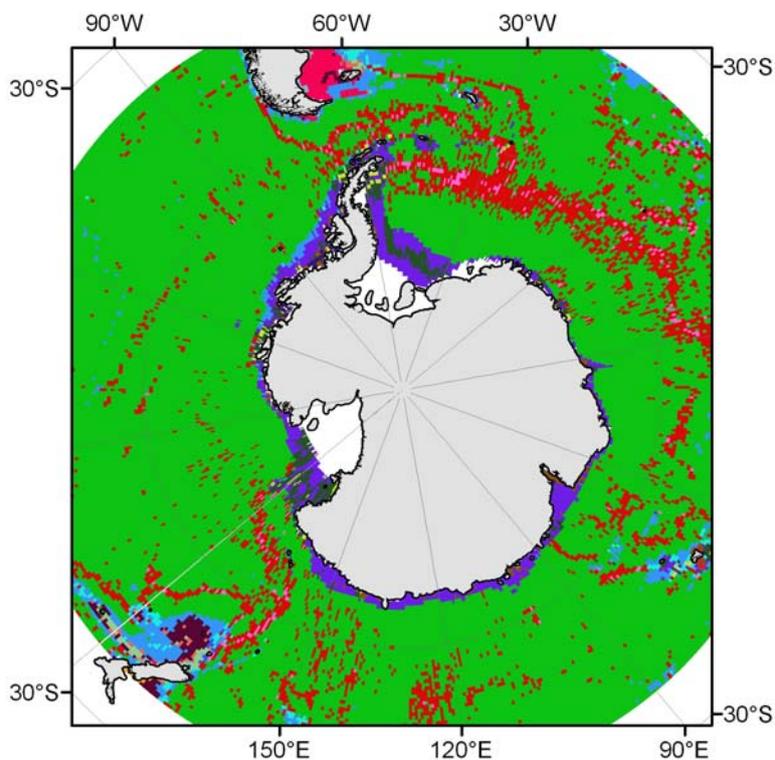


Рис. 7*: Исходная физическая классификация бентоса на основе трех уровней данных: батиметрия, склон и температура придонного слоя на уровне 20 биорегиональных классов.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/ru/pubs/sr/07/toc.htm.

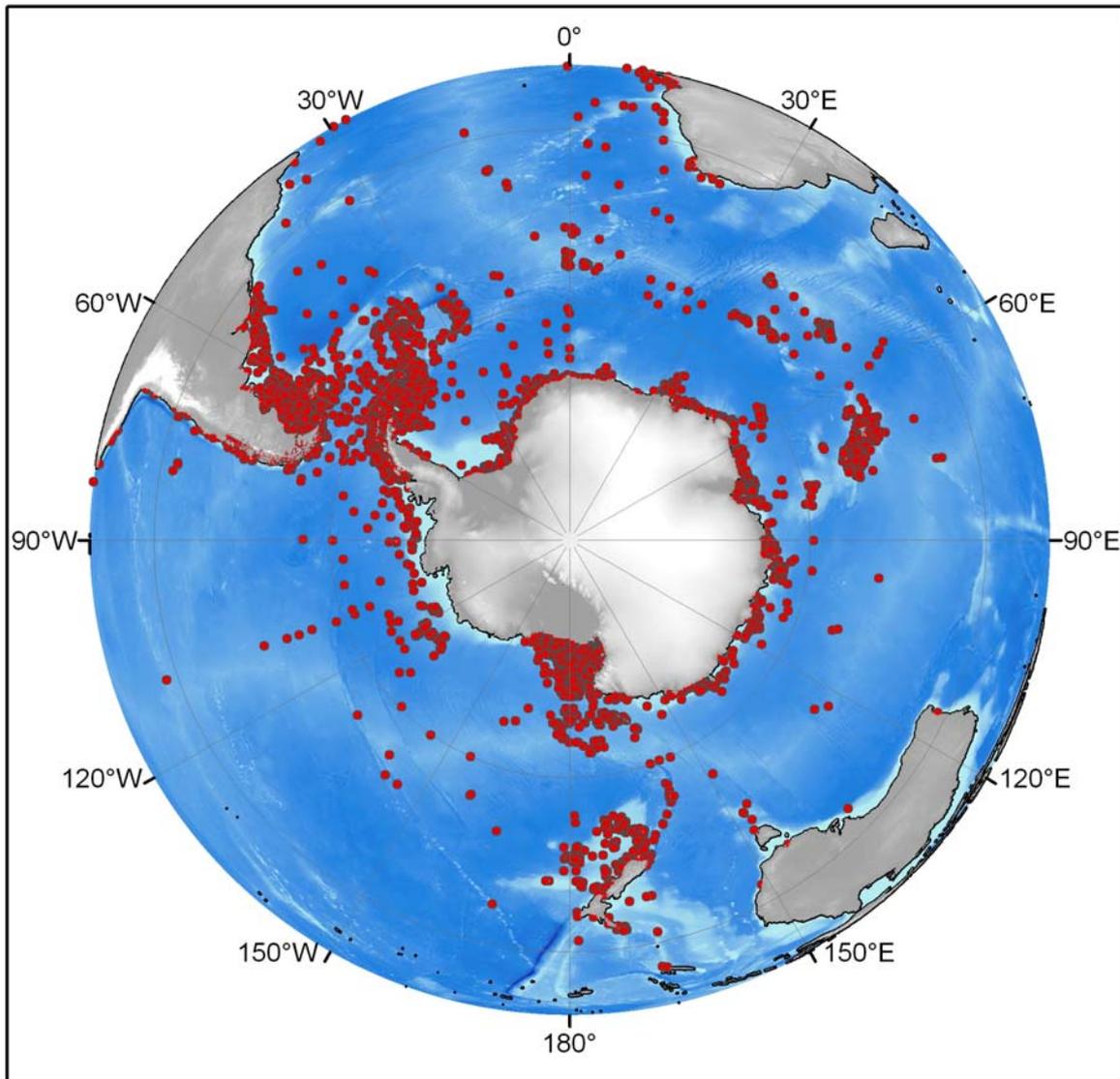


Рис. 8*: Карта Южного океана, показывающая распределение образцов бентоса для некоторых таксонов.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/ru/pubs/sr/07/toc.htm.

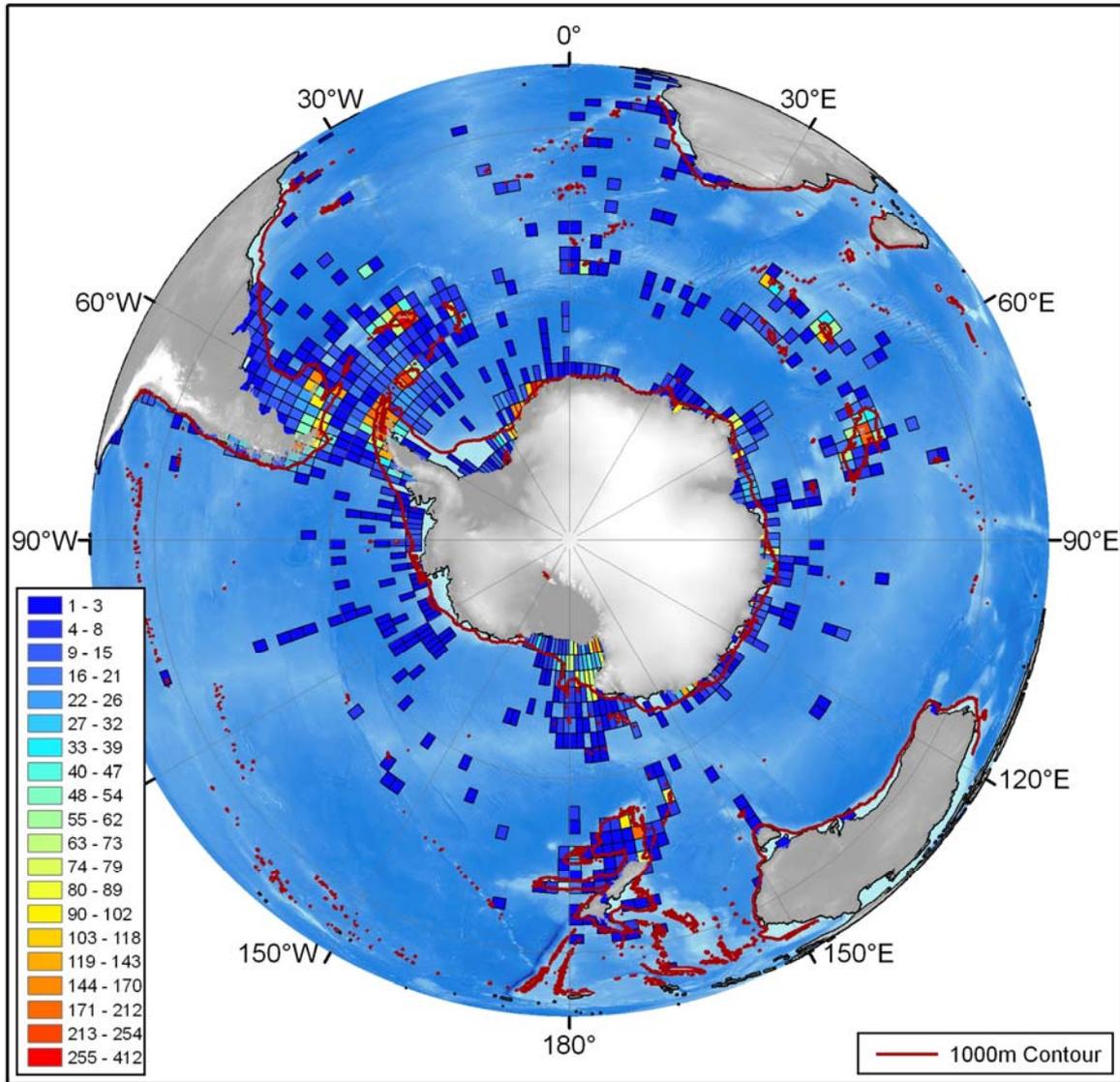


Рис. 9*: Сетка координат 2° x 2°, показывающая общее количество видов в каждой клетке.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.camlr.org/ru/pubs/sr/07/toc.htm.

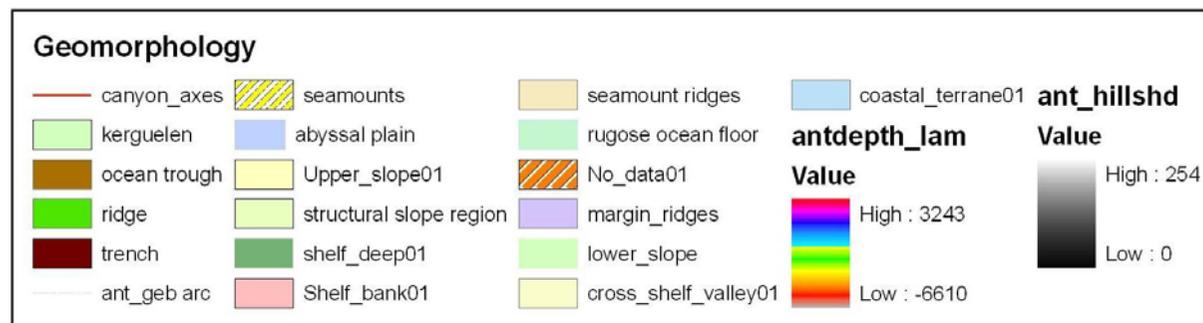
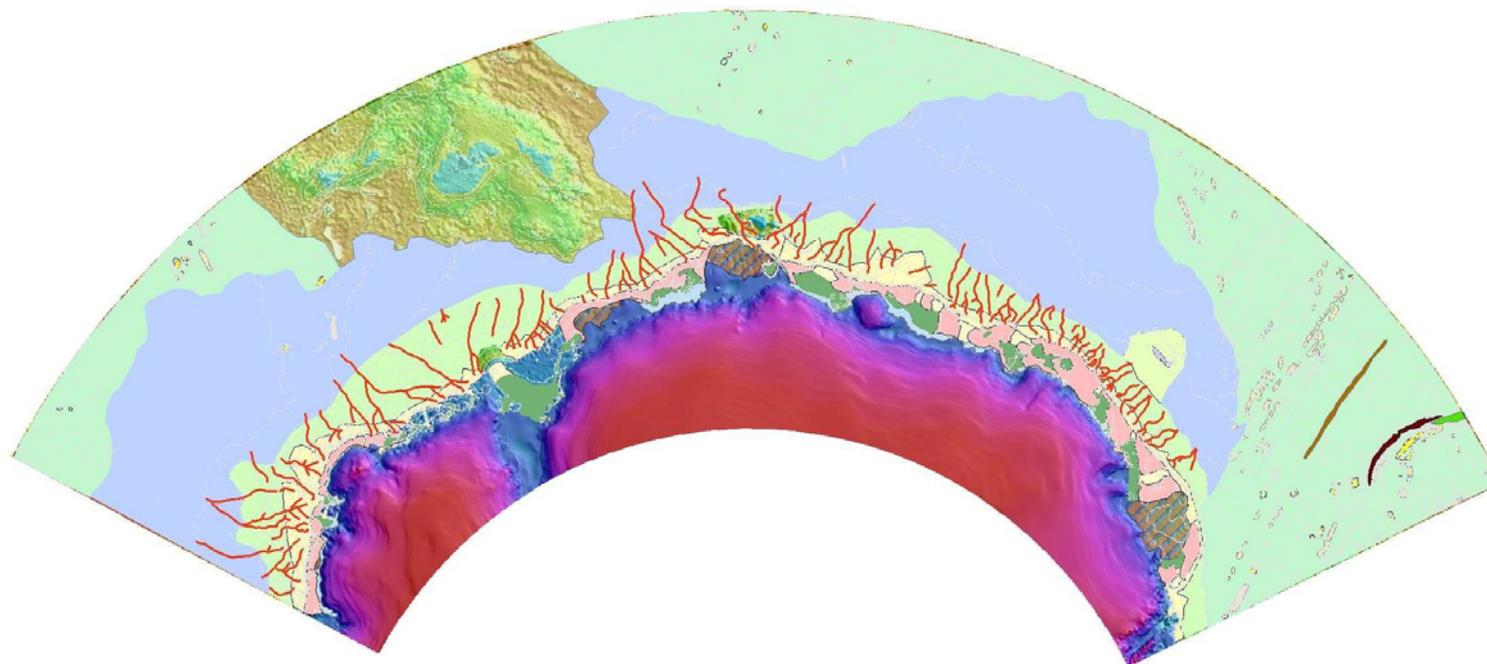


Рис. 10*: Геоморфологическая карта границы восточной Антарктики.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/pu/r/pubs/sr/07/toc.htm.

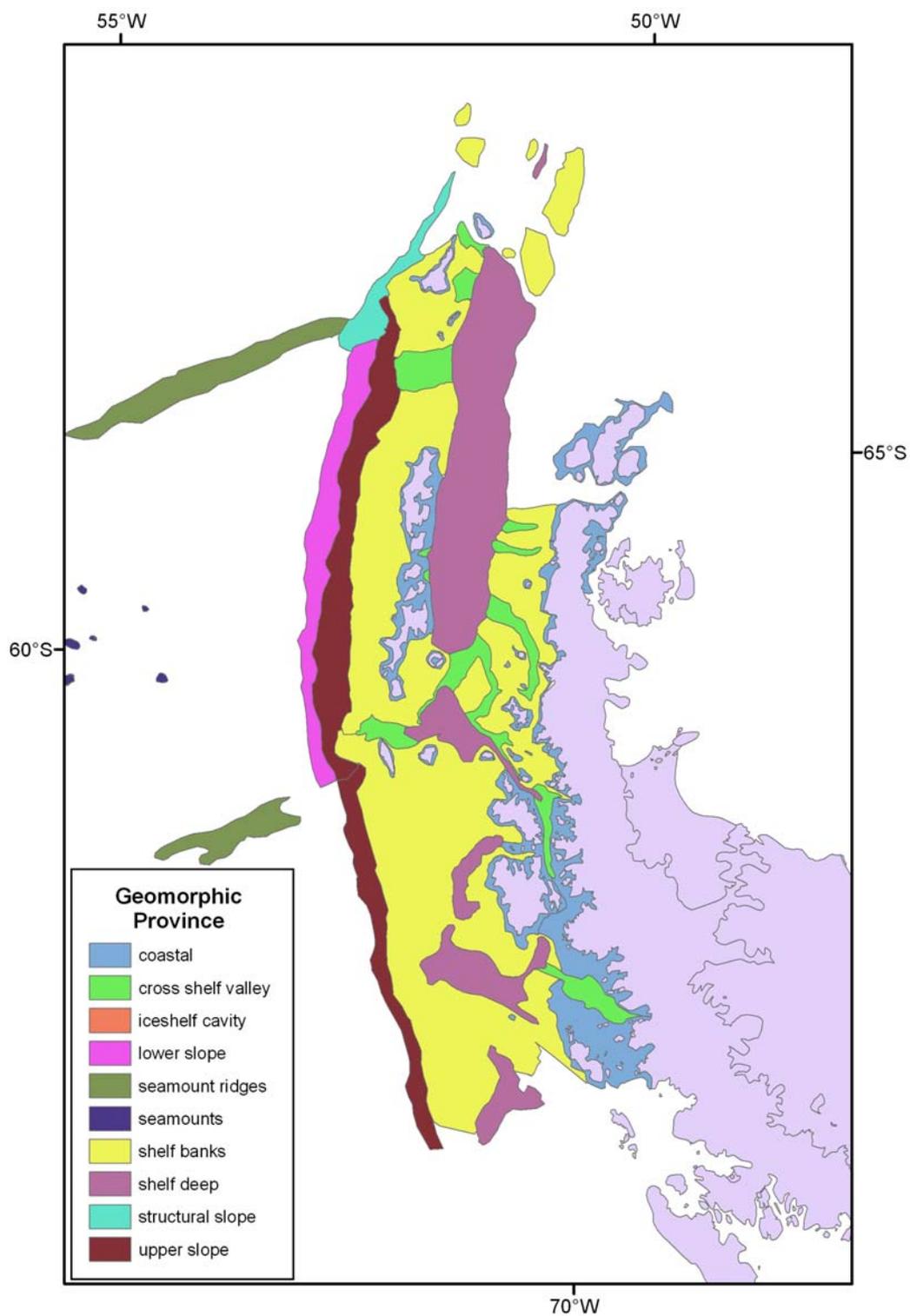


Рис. 11*: Геоморфологические провинции северной части Антарктического п-ова.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/pu/r/pubs/sr/07/toc.htm.

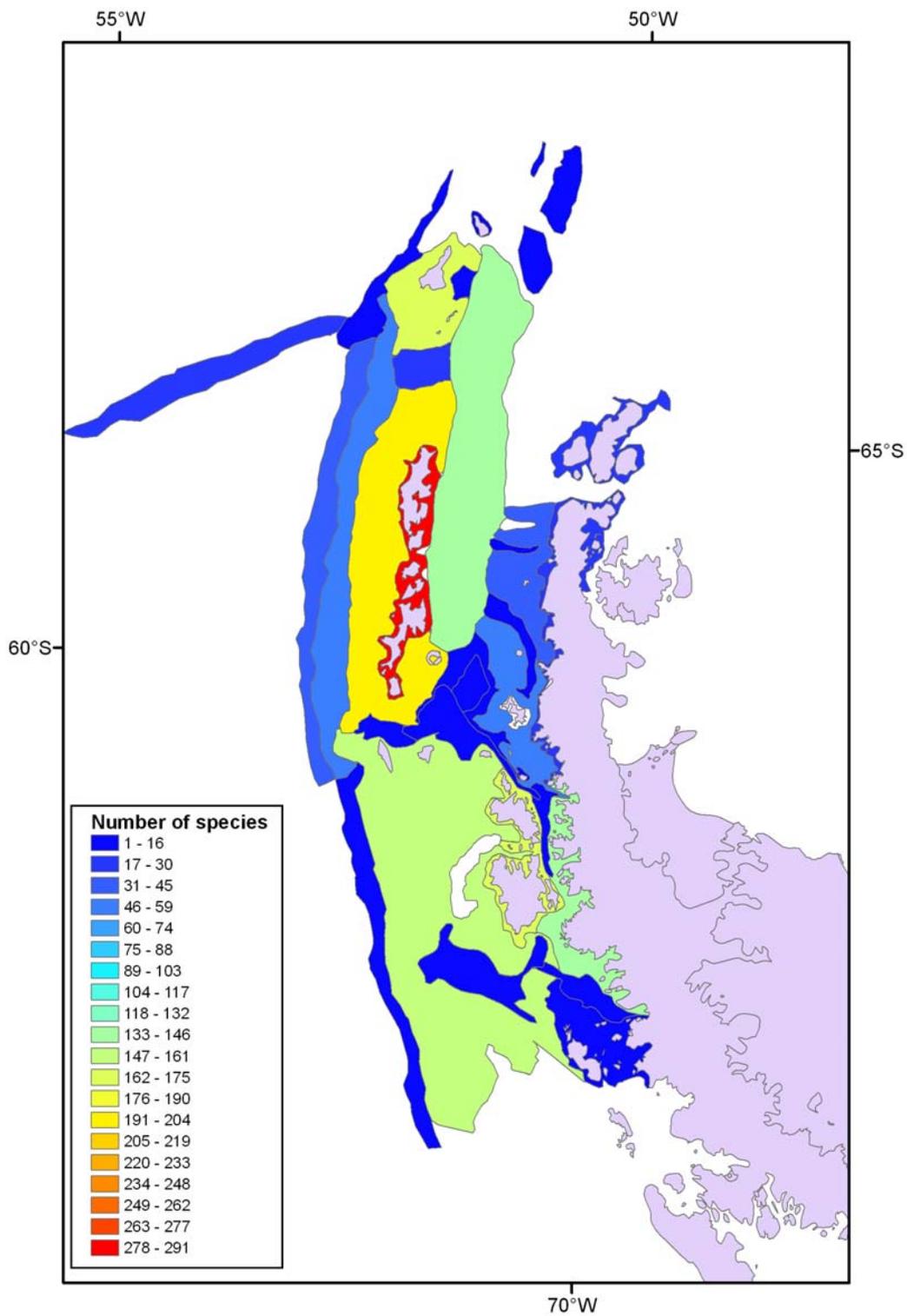


Рис. 12*: Количество известных видов, полученных в разных геоморфологических провинциях.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/pu/r/pubs/sr/07/toc.htm.

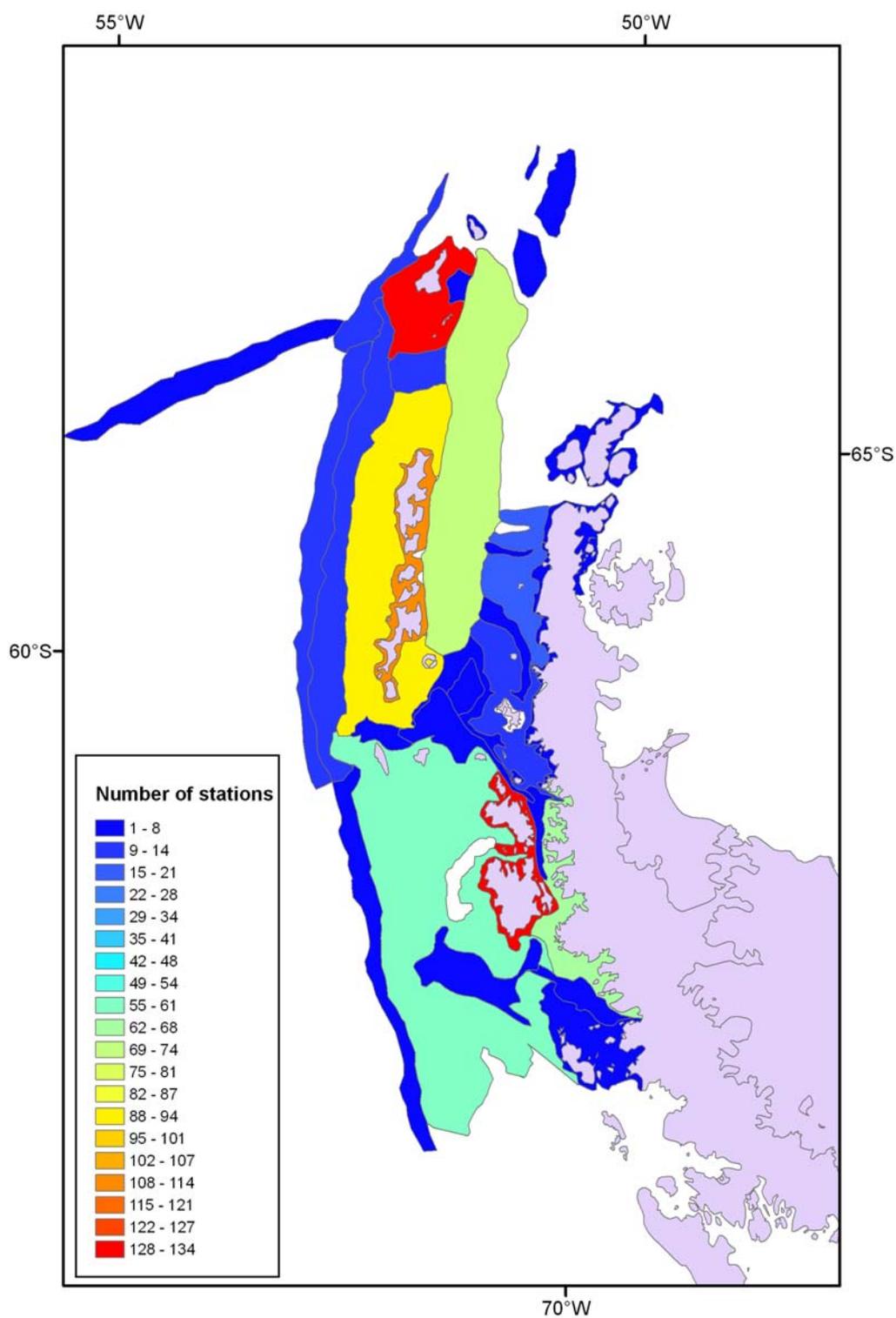


Рис. 13*: Концентрация мест отбора образцов в разных геоморфологических провинциях.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/ru/pubs/sr/07/toc.htm.

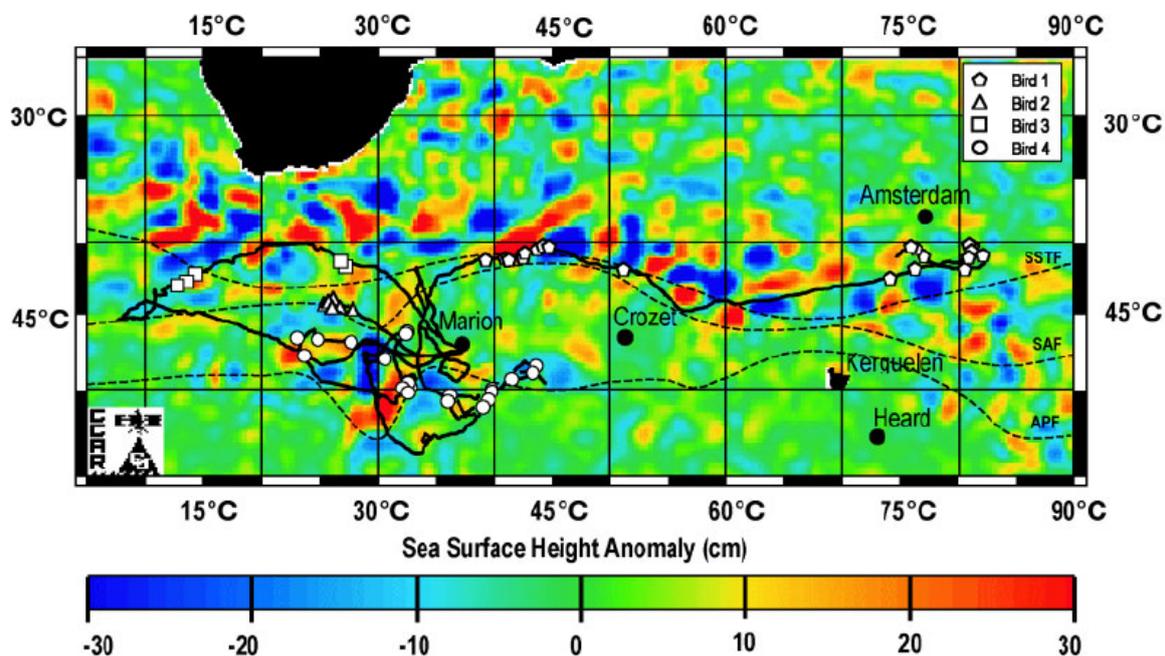


Рис. 14*: Местонахождение среднemasштабных вихрей в южной части Индийского океана, как показано в данных об аномалиях высоты морской поверхности. На этом рисунке также показаны маршруты кормодобывания сероголовых альбатросов, использующих эти факторы. Значками обозначены птицы, летящие со скоростью <10 км/ч в дневное время, вероятно, добывающие корм.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/ru/pubs/sr/07/toc.htm.

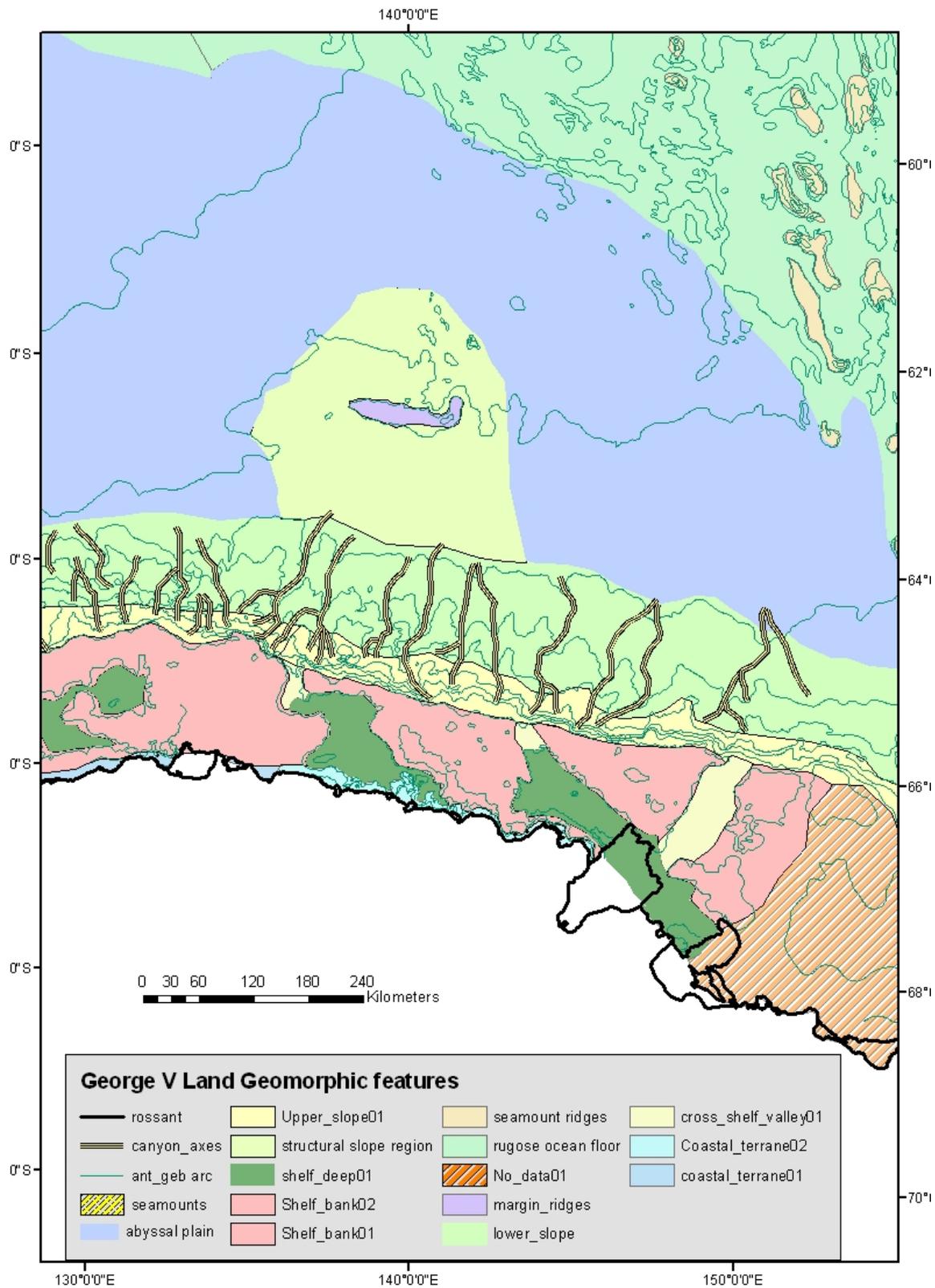


Рис. 15*: Местонахождение подводных каньонов в восточной части Антарктического региона.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/ru/pubs/sr/07/toc.htm.

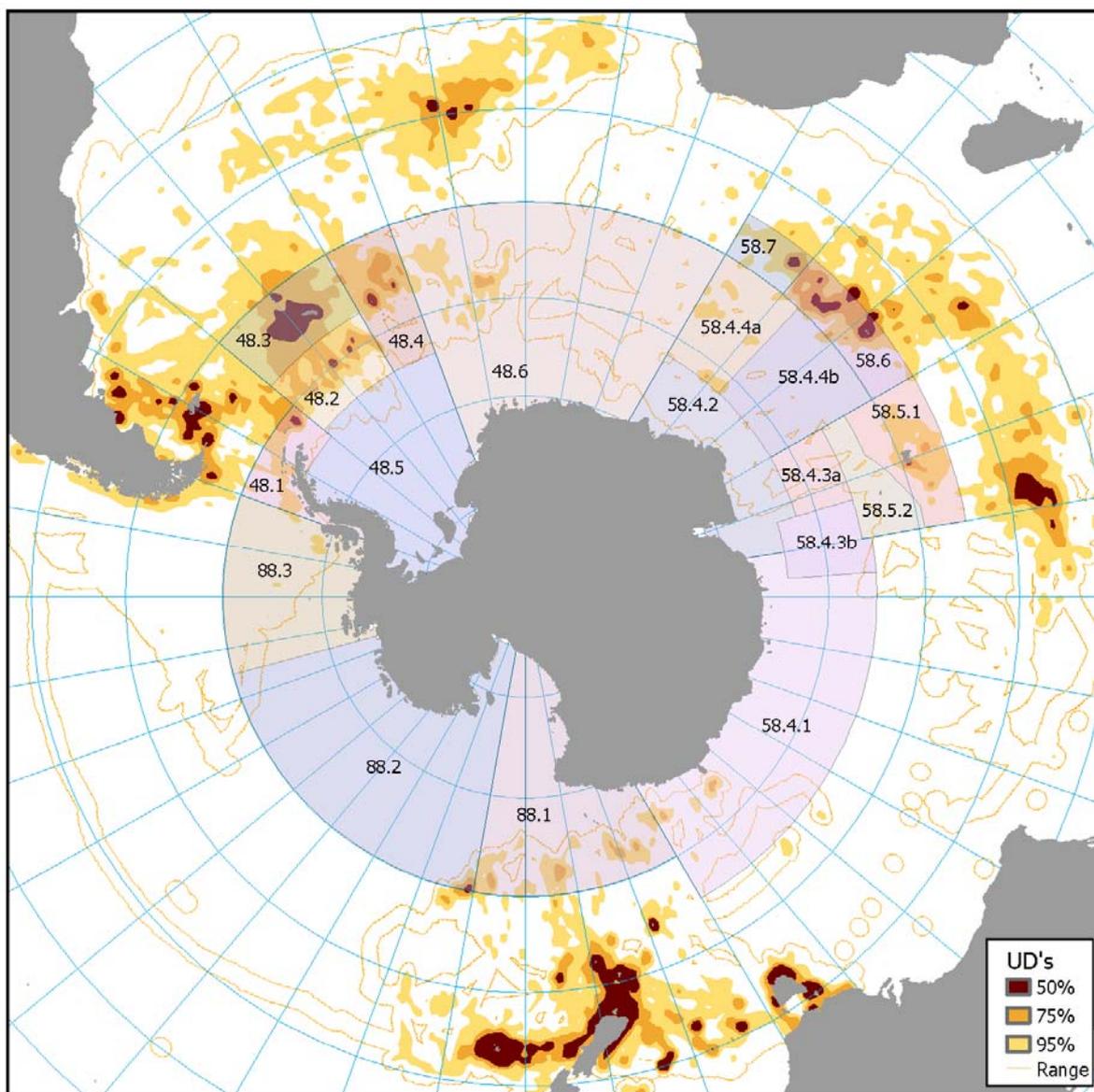


Рис. 16*: Объединенная карта вероятностного распределения в пространстве, показывающая распределение при размножении 18 видов альбатросов, гигантских буревестников и буревестников, представленных в базе данных глобального слежения за трубконосыми птицами BirdLife International. Все виды получили равные весовые коэффициенты.

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/pu/r/pubs/sr/07/toc.htm.

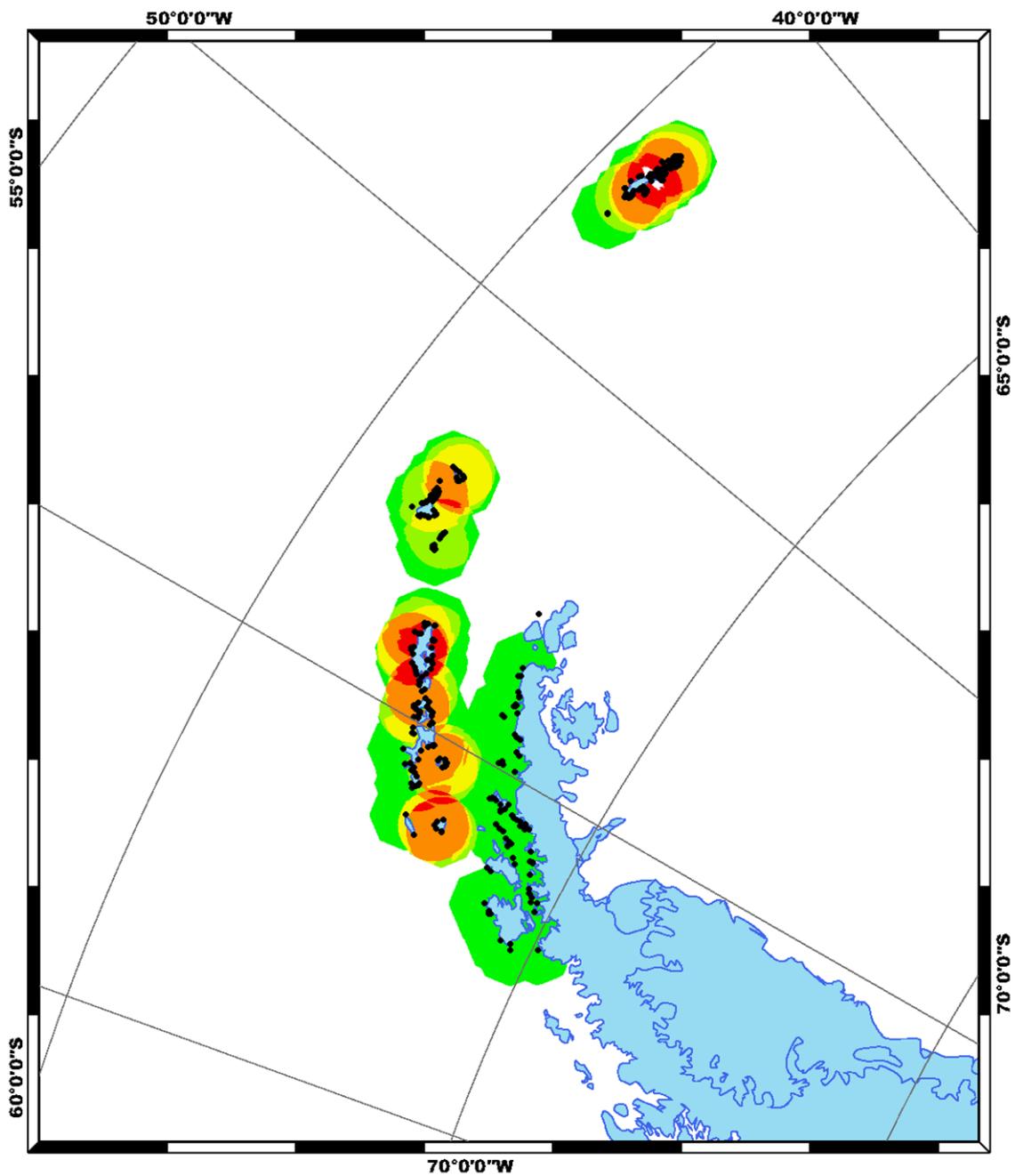


Рис. 17*: Относительное кормодобывающее усилие колоний антарктических пингвинов в западной части Антарктического п-ова; кормодобывающее усилие показано в масштабе размеров колонии; ареал кормодобывания приводится по работе Lynnes et al. (2002).

* Этот рисунок имеется в цвете на странице «Публикации» веб-сайта АНТКОМа www.ccamlr.org/ru/pubs/sr/07/toc.htm.

ПОВЕСТКА ДНЯ

Семинар по биорайонированию Южного океана
(Брюссель, Бельгия, 13–17 августа 2007 г.)

Введение

Принятие повестки дня

Цели семинара:

- Дать рекомендации по биорайонированию Южного океана, включая, где это окажется возможным, рекомендации по подразделению мелкомасштабных биогеографических провинций.

Вступительные доклады

Сфера компетенции Руководящего комитета

(с аннотацией основных вопросов, которые будут обсуждаться Семинаром)

- (i) Свести воедино существующие данные по прибрежным и океаническим провинциям, в т.ч. бентические и пелагические характеристики:
 - изучить полученные наборы данных по прибрежным и океаническим провинциям, включая бентические и пелагические характеристики, а также физические и биологические данные;
 - выяснить, какие наборы данных будут наиболее полезны для (i) анализа широкомасштабного биорайонирования и (ii) выделения мелкомасштабных провинций.
- (ii) Определить виды статистического анализа, которые требуются для содействия биорайонированию, включая использование эмпирических, модельных и экспертных данных:
 - рассмотреть методы биорайонирования (в т.ч. результаты Семинара 2006 г. в Хобарте и другую межсессионную работу);
 - провести практический (компьютерный) анализ с целью изучения статистических вопросов и уточнения методов;
 - создать согласованные методы для применения при (i) анализе широкомасштабного биорайонирования и (ii) выделении мелкомасштабных провинций.
- (iii) Разработать широкомасштабное биорайонирование на основе существующих наборов данных и других наборов данных, которые могут иметься до семинара.

- (iv) Выделить мелкомасштабные провинции в пределах регионов, когда это возможно:
- рассмотреть результаты межсессионной работы (включая Семинар 2006 г. в Хобарте);
 - провести (i) анализ широкомасштабного биорайонирования и (ii) выделение мелкомасштабных провинций с использованием согласованных методов и наборов данных.
- (v) Создать процедуру для определения нуждающихся в защите районов в целях содействия природоохранным целям АНТКОМа:
- предварительное обсуждение процедур, которые могут использоваться (с целью проведения дальнейшей работы на следующих этапах выполнения программы работ).

Рекомендации для будущей работы

Рекомендации Научному комитету АНТКОМа

Принятие отчета семинара.

СПИСОК УЧАСТНИКОВ

Семинар по биорайонированию Южного океана
(Брюссель, Бельгия, 13–17 августа 2007 г.)

- | | |
|---|---|
| ALDER, Viviana (Dr) | Instituto Antártico Argentino
Departamento Ciencias Biológicas
Cerrito 1248
C1010AAZ Buenos Aires
Argentina
viviana@ege.fcen.uba.ar
viviana_alder@yahoo.com |
| BAIVIER, Bertrand (Mr)
(Представитель принимающей
стороны, местный организатор) | Public Health, Food Chain Security
and Environment
International Affairs (DG5)
Place Victor Horta 40, Box 10
1060 Brussels
Belgium
bertrand.baivier@health.fgov.be |
| CLARKE, Andrew (Prof.) | British Antarctic Survey
High Cross
Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
accl@bas.ac.uk |
| CONSTABLE, Andrew (Dr)
(Созывающий WG-SAM) | Antarctic Climate and Ecosystems
Cooperative Research Centre
Australian Antarctic Division
Department of the Environment
and Water Resources
203 Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
andrew.constable@aad.gov.au |
| DANIS, Bruno (Dr)
(Приглашенный специалист) | Royal Belgian Institute of Natural Sciences
rue Vautier 29
1000 Brussels
Belgium
bruno.danis@naturalsciences.be
bruno.danis@scarmarbin.be |

DE BROYER, Claude (Dr)	Royal Belgian Institute of Natural Sciences rue Vautier 29 1000 Brussels Belgium claude.debroyer@naturalsciences.be
DE LICHTERVELDE, Alexandre (Mr) (Представитель принимающей стороны, местный организатор)	Public Health, Food Chain Security and Environment International Affairs (DG5) Place Victor Horta 40, Box 10 1060 Brussels Belgium alexandre.delichtervelde@health.fgov.be
FERNHOLM, Bo (Prof.)	Swedish Museum of Natural History Box 50007 SE-104 05 Stockholm Sweden bo.fernholm@nrm.se
GOFFART, Anne (Dr)	Laboratoire d'Océanologie – MARE Center University of Liège Allée de la Chimie, 3 Bâtiment B6c 4000 Liège Sart-Tilman Belgium a.goffart@ulg.ac.be
GRANT, Susie (Dr) (Созывающий)	British Antarctic Survey High Cross Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom suan@bas.ac.uk
GRIFFITHS, Huw (Mr)	British Antarctic Survey High Cross Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom hjk@bas.ac.uk
HOLT, Rennie (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center 8604 La Jolla Shores Drive La Jolla, CA 92037 USA rennie.holt@noaa.gov

HOSIE, Graham (Dr)
(Приглашенный специалист)
Australian Antarctic Division
Department of the Environment
and Water Resources
203 Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
graham.hosie@aad.gov.au

JONES, Christopher (Dr)
(Созывающий WG-SAM)
US AMLR Program
Southwest Fisheries Science Center
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037
USA
chris.d.jones@noaa.gov

КАНРУ, Мати (Dr)
(Приглашенный специалист)
Scripps Institute of Oceanography
8604 La Jolla Shores Drive
La Jolla, CA 92037-1508
USA
mkahru@ucsd.edu

KELLY, Emily (Ms)
National Science Foundation
Office of Polar Programs
4201 Wilson Blvd
Arlington, VA 22230
USA
emkelly@nsf.gov

KOUBBI, Philippe (Dr)
Laboratoire d'Océanographie de Villefranche –
UMR 7093
Observatoire Océanologique
Université Pierre et Marie Curie – Paris VI
BP 28
06234 Villefranche-sur-mer
France
koubbi@obs-vlfr.fr

LOMBARD, Mandy (Dr)
C/- WWF South Africa
Millennia Park
Private Bag X2
Die Boord 7613
South Africa
gemsbok@mweb.co.za

MARSCHOFF, Enrique (Dr)	Instituto Antártico Argentino Cerrito 1248 C1010AAZ Buenos Aires Argentina marschoff@dna.gov.ar
MARTIN-SMITH, Keith (Dr)	Australian Antarctic Division Department of the Environment and Water Resources 203 Channel Highway Kingston Tasmania 7050 Australia keith.martin-smith@aad.gov.au
MEMOLLI, Mariano (Dr)	Dirección Nacional del Antártico Cerrito 1248 C1010AAZ Buenos Aires Argentina drmemolli@gmail.com
NEL, Deon (Dr)	WWF South Africa Millennia Park Private Bag X2 Die Boord 7613 South Africa dnel@wwf.org.za
O'BRIEN, Phil (Dr)	Geoscience Australia GPO Box 378 Canberra ACT 2601 Australia phil.obrien@ga.gov.au
PENHALE, Polly (Dr) (Созывающий)	National Science Foundation Office of Polar Programs 4201 Wilson Blvd Arlington, VA 22230 USA ppenhale@nsf.gov
PINKERTON, Matt (Dr)	National Institute of Water and Atmospheric Research Private Bag 14-901 Kilbirnie Wellington New Zealand m.pinkerton@niwa.co.nz

RAYMOND, Ben (Dr)
(участвовал на расстоянии из AAD,
Австралия)

Antarctic Climate and Ecosystems
Cooperative Research Centre
Australian Antarctic Division
Department of the Environment
and Water Resources
203 Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
ben.raymond@aad.gov.au

SAKAMOTO, Takaaki (Mr)

Fisheries Agency of Japan
1-2-1, Kasumigaseki, Chiyda-ku
Tokyo 100-8907
Japan
takaaki_sakamoto@nm.maff.go.jp

SHARP, Ben (Dr)

Ministry of Fisheries
PO Box 1020
Level 4, GBL House
256 Lambton Quay
Wellington
New Zealand
ben.sharp@vanuatu.com.vu

SHUST, Konstantin (Dr)

VNIRO
17a V. Krasnoselskaya
Moscow 107140
Russia
antarctica@vniro.ru

SIEGEL, Volker (Dr)

Institut für Seefischerei
Bundesforschungsanstalt für Fischerei
Palmaille 9
22767 Hamburg
Germany
volker.siegel@ish.bfa-fisch.de

SLOCUM, Gillian (Ms)

Australian Antarctic Division
Department of the Environment
and Water Resources
203 Channel Highway
Kingston Tasmania 7050
Australia
gill.slocum@aad.gov.au

SMITH, Walker (Dr)

Virginia Institute of Marine Science
College of William and Mary
PO Box 1346
Gloucester Point, VA 23062-1346
USA
wos@vims.edu

TRATHAN, Phil (Dr)

British Antarctic Survey
High Cross
Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
pnt@bas.ac.uk

VAN DE PUTTE, Anton (Mr)

Laboratory of Animal Diversity and Systematics
Katholieke Universiteit Leuven (KUL)
Charles Deberiotstraat 32
3000 Leuven
Belgium
anton.vandeputte@bio.kuleuven.be

VIERROS, Marjo (Dr)
(Приглашенный специалист)

United Nations University
Institute of Advanced Studies
6F International Organizations Center
Pacifico-Yokohama
1-1-1 Minato Mirai, Nishi-ku
Yokohama 220-8502
Japan
vierros@ias.unu.edu

Секретариат:

Дензил МИЛЛЕР (Исполнительный секретарь)
Евгений САБУРЕНКОВ (Сотрудник по науке/соблюдению)
Женевьев ТАННЕР (Сотрудник по связям)

CCAMLR
PO Box 213
Tasmania Australia
ccamlr@ccamlr.org

СПИСОК ДОКУМЕНТОВ

Семинар по биорайонированию Южного океана
(Брюссель, Бельгия, 13–17 августа 2007 г.)

WS-BSO-07/1	Draft Agenda
WS-BSO-07/2	List of Participants
WS-BSO-07/3	List of Documents
WS-BSO-07/4	Southern Ocean continuous plankton recorder survey: spatial and temporal patterns of variation in zooplankton abundance, distribution and diversity G.W. Hosie (Australia)
WS-BSO-07/5	Spatial patterns of temporal relationships in the Southern Ocean M. Kahru and B.G. Mitchell (USA)
WS-BSO-07/6	Marine classification: lessons from the New Zealand experience B. Sharp, M. Pinkerton and J. Leathwick (New Zealand)
WS-BSO-07/7	Use of biological data to inform bioregionalisation of the Southern Ocean M. Pinkerton, B. Sharp and J. Leathwick (New Zealand)
WS-BSO-07/8	A scheme for mapping Antarctic seafloor geomorphology to aid benthic bioregionalisation P. O'Brien (Australia)
WS-BSO-07/9	Summary fact sheets for bioregionalisation of the Southern Ocean – examples from the Indian Ocean sector (Area 58) K. Martin-Smith, P. O'Brien, B. Raymond and A. Constable (Australia)
WS-BSO-07/10	On biogeographic patterns of benthic invertebrate mega fauna on shelf areas of the Southern Ocean Atlantic sector S.J. Lockhart and C.D. Jones (USA) (<i>CCAMLR Science</i> , submitted)
WS-BSO-07/11	Bioregionalisation: some key questions and considerations S. Grant, A. Clarke, P.N. Trathan and H.J. Griffiths (UK)

- WS-BSO-07/12 Spatial disposition of euphausiid larvae in relation with the Weddell-Scotia Confluence
E. Marschoff, D. Gallotti, G. Donnini and N. Alescio (Argentina)
- Другие документы
- WS-BSO-07/P1 Conserving pattern and process in the Southern Ocean: designing a Marine Protected Area for the Prince Edward Islands
(Lombard, A.T., B. Reyers, L.Y. Schonegevel, J. Cooper, L.B. Smith-Adao, D.C. Nel, P.W. Froneman, I.J. Ansorge, M.N. Bester, C.A. Tosh, T. Strauss, T. Akkers, O. Gon, R.W. Leslie and S.L. Chown (2007) *Ant. Sci.*, 19 (1): 39–54)
- WS-BSO-07/P2 Свободно
- WS-BSO-07/P3 A new approach to selecting Marine Protected Areas (MPAs) in the Southern Ocean
(Harris, J., M. Haward, J. Jabour and E.J. Woehler (2007) *Ant. Sci.*, 19 (2): 189–194, doi: 10.1017/S0954102007000260)
- WS-BSO-07/P4 Development of the Southern Ocean Continuous Plankton Recorder survey
(Hosie, G., M. Fukuchi and S. Kawaguchi (2003) *Progr. Oceanogr.*, 58: 263–283)
- WS-BSO-07/P5 The Continuous Plankton Recorder in the Southern Ocean: a comparative analysis of zooplankton communities sampled by the CPR and vertical net hauls along 140°E
(Hunt, B.P.V and G. Hosie (2003) *J. Plankton Res.*, 25 (12): 1561–1579)
- WS-BSO-07/P6 Zonal structure of zooplankton communities in the Southern Ocean south of Australia: results from a 2150 km continuous plankton recorder transect
(Hunt, B.P.V. and G. Hosie (2005) *Deep-Sea Res.*, I, 52 (7): 1241–1271)
- WG-EMM-07/7 Interactions between oceanography, krill and baleen whales in the Ross Sea and adjacent waters in 2004/05
M. Naganobu, S. Nishiwaki, H. Yasuma, R. Matsukura, Y. Takao, K. Taki, T. Hayashi, Y. Watanabe, T. Yabuki, Y. Yoda, Y. Noiri, M. Kuga, K. Yoshikawa, N. Kokubun, H. Murase, K. Matsuoka and K. Ito (Japan)
- SC-CAMLR-XXV/BG/18 To the question for bioregionalisation of the Antarctic waters with ecosystem approach
Delegation of Russia

ОПИСАНИЕ НАБОРОВ ДАННЫХ, ИСПОЛЬЗОВАВШИХСЯ ПРИ БИОРЕГИОНАЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ БЕНТОСА

1. Физические данные

Батиметрия – Данные о глубине были получены из цифрового атласа ГЕБКО (МОК, МГО и BODC, 2003). Эти данные показывают глубину воды в метрах и приводятся на координатной сетке земного шара с делением, равным 1 минуте. Юбилейное издание к столетней годовщине Цифрового атласа ГЕБКО, изданное на CD-ROM по поручению Межправительственной океанографической комиссии и Международной гидрографической организации (МГО) в рамках Генеральной батиметрической карты океанов, Британский центр океанографических данных, Ливерпуль, СК.

См. www.gebco.net и www.bodc.ac.uk/projects/international/gebco.

Массив метаданных по батиметрическим полигонам можно получить на: http://data.aad.gov.au/aadc/metadata/metadata_redirect.cfm?md=AMD/AU/geb.

Кроме батиметрии ГЕБКО, при геоморфологическом картировании использовалась топографическая сетка ETOPO2 (www.ngdc.noaa.gov/mgg/fliers/01mgg04.html), которая включает батиметрию, полученную со спутников. Эти данные особенно полезны для определения морских возвышенностей.

Склон – Склоны (градусы уклона) получены по набору батиметрических данных ГЕБКО (подробно см. выше) с использованием функции «склон» в программе Spatial Analyst ArcGIS (версия 9).

Тип донных осадков – Карта распределения поверхностных осадков была оцифрована на основе работы McCoy (1991). Эта карта является компиляцией опубликованных и неопубликованных данных, включая ретроспективные записи, подобные полученным в результате рейсов судов *Challenger* и *Discovery*, а также более недавних программ бурения. Было проведено сравнение всей информации с региональной системой данных об осадках, полученных по анализу кернов. На карте показаны рыхлые осадочные отложения, полученные в основном путем керна бурения, а также при помощи черпачных пробоотборников, драг и других видов пробоотборников осадочных отложений.

McCoy, FW. (1991). Southern Ocean Sediments: circum-Antarctic to 30°S. In: Hayes, D.E. (Ed.). Marine Geological and Geophysical Atlas of the Circum-Antarctic to 30°S. *Ant. Res. Ser.*, 34.

Температура придонного слоя – Средняя температура моря по глубинам получена по данным Национального управления США по изучению и освоению океана и атмосферы (NOAA – www.nodc.noaa.gov). Разработка Г. Гриффитса (H. Griffiths) (Британское управление антарктической съемки, СК).

Геоморфология – Геоморфология была нанесена на карту путем визуального изучения объединенных наборов батиметрических данных и полигонов, введенных в цифровой форме непосредственно в ArcGIS. Различные геоморфологические характеристики были нанесены на карту с использованием критериев, определенных в WS-BSO-07/8. Кроме того, использовались сейсмические профили из библиотечной системы сейсмических данных SKAP с целью получения профиля морского дна и выяснения возможного характера морского дна (твердое или мягкое).

2. Биологические данные

Антарктические морские ежи

Страница метаданных:

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=Ant_Echinoids_SCARMarBIN&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Создатели набора данных: Б. Давид (B. David), Бургундский университет, Франция; К. де Риддер, Брюссельский свободный университет, Бельгия

Краткое описание: «Антарктические морские ежи» – это интерактивная база данных, объединяющая результаты антарктических экспедиций за более чем 100 лет. Она содержит информацию о 81 виде морских ежей, обитающих к югу от Антарктической конвергенции. Она включает иллюстрированные ключи определения видов и информацию об их морфологии и экологии (текст, иллюстрации и глоссарий), их распространении (карты и гистограммы батиметрического распределения); указаны также источники информации (библиография, коллекции и экспедиции). База данных «Антарктические морские ежи» входит в состав Бельгийского консорциума BIANZO, являющегося ядром SCAR-MarBIN.

База данных о моллюсках Южного океана (SOMBASE)

Метаданные

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_SOMBASE&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Создатели набора данных: А. Кларк (A. Clarke) и Г. Гриффитс (H. Griffiths), Британское управление антарктической съемки, СК

Краткое описание: В SOMBASE содержатся подробные данные о распространении антарктических, магеллановых и субантарктических брюхоногих и двустворчатых моллюсков, а также данные о многих других видах южного полушария. Эти карты распространения, в основе которых лежит опубликованная информация и данные Управления британской антарктической съемки, составляют часть биогеографической базы данных, которая также включает таксономические и экологические данные и данные о среде обитания. Эта база данных содержит информацию о более чем 1400 видах с более чем 3350 участков.

Биогеография морских звезд Южного океана

Страница метаданных (не завершена):

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_Asteroids_stampanato&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Создатель набора данных: Б. Данис (B. Danis), Брюссельский свободный университет, Бельгия

Краткое описание: Этот набор данных является продолжением набора данных «Антарктическая и субантарктическая зоогеография морских звезд [SCAR-MarBIN]» (Antarctic and Sub-Antarctic Asteroid Zoogeography [SCAR-MarBIN]), который имеется на SCAR-MarBIN. Варианты наборов данных, использовавшихся в рамках настоящего семинара, включают данные шести экспедиций, в т.ч. 7308 записей, относящихся к 147 видам морских звезд, полученных по 331 станции. Полный набор данных будет вскоре помещен на SCAR-MarBIN по завершении предварительного анализа.

Ant'Phipoda

Страница метаданных:

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_AntPhipoda&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Создатель набора данных: К. де Бруайе (C. De Broeyer), Бельгийский королевский институт естественных наук, Брюссель, Бельгия

Краткое описание: «Ant'phipoda» – это специализированная база данных, которая регистрирует и организует широко разбросанную информацию по таксономии, географическому и батиметрическому распространению, экологии и библиографии, которая имеется по амфиподам Южного океана. «Ant'phipoda» входит в состав Бельгийского консорциума BIANZO, являющегося ядром SKAP-MarBIN.

FishBase

Страница метаданных: <http://gcmd.nasa.gov/records/01-FishBase-99.html>

Создатели набора данных: Р. Фрёзе (R. Froese), Институт морских исследований, Киль, Германия; Д. Поли (D. Pauly), Рыбопромысловый центр, Университет Британской Колумбии, Канада

Краткое описание: Поднабор описывающихся здесь данных (7775 записей по участкам Южного океана) находится в ведении SKAP-MarBIN. «FishBase» – это глобальная информационная система, охватывающая все аспекты биологии, экологии, динамики популяций, жизненного цикла рыб и их использования человеком. Информация публикуется в ежемесячных уточненных выпусках на www.fishbase.org. Данные о встречаемости поступают в основном из музейных коллекций, меньше – по результатам съемок и из научной литературы; кроме того, около 1000 записей о наблюдениях было получено от населения (наблюдатели за рыбой). Рыба была получена с помощью различных снастей и из коллекций образцов, а также с помощью траловых съемок и ряда индивидуальных наблюдений (рыболовы или ныряльщики). Изучаемая среда обитания включала морскую, солоноватую и пресную воду. Представлены все классы рыб: Muxini (миксины), Cephalaspidomorphi (миноги), Holosephali (химеры), Elasmobranchii (акулы и скаты), Sarcopterygii (лопастеперые рыбы) и Actinopterygii (лучеперые рыбы) – всего 29 200 из 30 000 имеющихся по оценкам видов рыб. В рамках этого Семинара в SKAP-MarBIN посылался запрос только по бентическим видам.

Hexacorallia

Страница метаданных:

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_HEXACORALLIA&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Создатель набора данных: Д. Фотин (D. Fautin), Канзасский университет, США

Краткое описание: Поднабор описывающихся здесь данных (1428 записей по Южному океану) находится в ведении SKAP-MarBIN. «Hexacorallia» представляет собой компиляцию публикаций по таксономии, номенклатуре и географическому распространению существующих в настоящее время шестилучевых кораллов, принадлежащих к подклассу стрекающих актиний Actiniaria (морские анемоны в строгом смысле), Antipatharia (черные кораллы), Seriantharia (трубчатые анемоны), Corallimorpharia (морские анемоны в широком смысле), Ptychodactiaria (морские анемоны в широком смысле), Scleractinia (твердые или каменные кораллы) и Zoanthidea (морские анемоны в широком смысле). Более подробную информацию о коллекциях и временном охвате включенных данных можно получить на:

<http://hercules.kgs.ku.edu/hexacoral/anemone2/index.cfm>

Офиуры ZIN

Страница метаданных:

http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=scarmarbin&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CSOUTHERN+OCEAN&OrigMetadataNode=GCMD&EntryId=scarmarbin_MANFA&MetadataView=Brief&MetadataType=0&lbnode=gcmd3

Создатель набора данных: И. Смирнов, Санкт-Петербургский зоологический институт, Россия

Краткое описание: В лаборатории морских исследований (Зоологический институт Российской Академии наук) создано несколько баз данных по морскому биологическому разнообразию Антарктики. Эти базы данных фокусируются на таксономии, биогеографии, филогенетике и экологии морских беспозвоночных Антарктики. Находящиеся в лаборатории коллекции являются самыми крупными в России. Они содержат более 15 000 видов и около 1 700 000 образцов. База данных по морской фауне Антарктики (MANFA) является частью CAML, которая изучает распространение и численность широкого биологического разнообразия Антарктики для того, чтобы разработать критерии оценки воздействия климатических изменений. Доступ к данным MANFA будет открыт через СКАР-MarBIN.

База данных АНТКОМа по научным съемкам и коммерческому рыболовству (нет доступа через Интернет)

Для того, чтобы дополнить имеющуюся через СКАР-MarBIN информацию, подгруппа по бентосу попросила распространить базу данных по бентическим рыбам. В список таксонов, составляющих запрос о данных, включены: Artedidraconidae, Bathydraconidae, Channichthyidae, Harpagiferidae, Nototheniidae (*Dissostichus*, *Gobionotothen*, *Lepidonotothen*, *Notothenia*, *Nototheniops*, *Paranotothenia*, *Trematomus*), Tripterygiidae и Zoarcidae.