

ДОПОЛНЕНИЕ D

ОТЧЕТ РАБОЧЕГО СЕМИНАРА ПО РАЙОНУ 48
(Ла-Хойя, США, 15-26 июня 1998 г.)

ОТЧЕТ РАБОЧЕГО СЕМИНАРА ПО РАЙОНУ 48

(Ла-Хойя, США, 15-26 июня 1998 г.)

ВВЕДЕНИЕ

1.1 Рабочий семинар по Району 48 проходил с 15 по 26 июня 1998 г. в Юго-западном центре рыбопромысловых исследований (Ла-Хойя, США). Созывающим на этом семинаре был Р. Хьюитт.

1.2 Рабочий семинар открыл П. Смит, и.о. директора Юго-западного центра рыбопромысловых исследований.

1.3 Была обсуждена ранее разосланная предварительная повестка дня. Было решено добавить в повестку дня следующие два пункта:

- 1а. Представление исходных материалов, особенно для Района 48; и
- 2а. Представление и обсуждение методов комбинирования и интегрирования показателей, а также решений в отношении отсутствующих значений в базах данных.

Повестка дня (Добавление А) была принята без других изменений.

1.4 Список участников приводится в Добавлении В, и список представленных семинару документов – в Добавлении С.

1.5 Этот отчет является результатом совместных усилий со стороны участников семинара.

ПРЕДПОСЫЛКИ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

2.1 Использование ретроспективного анализа временных рядов данных, собранных по нескольким участкам и переданных в WG-EMM, позволило выявить изменчивость экосистемы в Районе 48 (юг атлантического сектора Южного океана, см. рис. 1). Например, годовая изменчивость пропорционального пополнения криля (*Euphausia superba*) была описана по результатам съемок, проведенных в районе Антарктического п-ова (Подрайон 48.1), изменчивость в репродуктивном успехе потребляющих криль хищников, размножающихся на суше, была определена в результате проведения мониторинга около Южной Георгии (Подрайон 48.3), а изменчивость ледового покрова была описана по данным, полученным из района Южных Оркнейских о-вов (Подрайон 48.2).

2.2 Во время совещаний WG-EMM участники иногда отмечали явное сходство между результатами периодически проводящихся наблюдений по различным участкам, и более полными временными рядами, собранными по Району 48. Участники отмечали необходимость проведения более формального сравнения наборов как физических, так и биологических данных, в различных пространственных масштабах. Целью такого исследования было бы описание природы, степени и масштабов взаимосвязей между происходящими в Районе 48 процессами.

2.3 На своем совещании 1996 г. Научный комитет согласился с просьбой WG-EMM о проведении семинара, исследующего взаимосвязь между происходящими в Районе 48 процессами (SC-CAMLR-XV, пункт 5.25), и в 1997 г. снова подчеркнул необходимость проведения такого семинара (SC-CAMLR-XVI, пункт 6.50).

2.4 В круг задач рабочего семинара входило:

- (i) определение степени меж- и внутрисезонной изменчивости в ключевых показателях, относящихся к окружающей среде, промысловым и зависимым видам, на протяжении последних десятилетий;
- (ii) определение степени согласованности показателей между участками и лучшее объяснение связей между подрайонами 48.1 (Антарcticкий п-ов), 48.2 (Южные Оркнейские о-ва) и 48.3 (Южная Георгия);
- (iii) разработка рабочих гипотез; и
- (iv) представление на рассмотрение совещания WG-EMM 1998 г. обзорного отчета.

2.5 В частности, рассматривались следующие гипотезы (SC-CAMLR-XVI, пункт 6.51):

- (i) H_0 : подрайоны 48.1, 48.2 и 48.3 представляют собой дискретные экосистемы, и явления, наблюдаемые в одном из подрайонов, не отражают происходящее в других подрайонах; и
- (ii) H_1 : Район 48 представляет собой гомогенную систему, и явления, отмеченные в одном из подрайонов, отражают происходящее во всем районе.

2.6 Было замечено, что скорее всего ни одна из этих гипотез не является верной. Тем не менее они представляют собой крайние точки в спектре возможных ситуаций и с этой позиции могут помочь в достижении целей семинара.

2.7 Было решено, что для организованного проведения семинара необходимо, чтобы:

- (i) полученные (необязательно с использованием стандартных методов) по наборам данных показатели были представлены до начала семинара;
- (ii) эти показатели были введены в центральный сервер, подключенный к сети используемых участниками семинара компьютеров;

- (iii) могли быть представлены рабочие документы, подробно разъясняющие приведшие к формулированию какого-либо показателя процессы проведения выборки и обработки данных; и
- (iv) могли быть представлены дополнительные рабочие документы, привлекающие внимание к явным взаимосвязям между показателями.

2.8 Для подготовки к проведению рабочего семинара требовалось, чтобы участники представили показатели. Также было высказано пожелание, чтобы до семинара участники проанализировали свои данные (например, исследовали свойства показателей, провели многомерный анализ и т.д.) и доложили на семинаре свои результаты.

2.9 Для координации сбора и представления данных интересующие семинар процессы были разделены на четыре категории, по каждой из которых были назначены координаторы. Процессами, по которым представляются показатели, и координаторами соответствующих работ являлись:

- (i) Физическая среда – А. Амос (США), П. Тратан (Соединенное Королевство) и М. Наганобу (Япония):
 - (a) морской лед,
 - (b) циркуляция,
 - (c) гидрография,
 - (d) метеорология, и
 - (e) температура поверхности моря (ТПМ).
- (ii) Биотическая среда – В. Лоеб (США):
 - (a) фитопланктон, и
 - (b) зоопланктон.
- (iii) Зависимые виды – Дж. Кроксалл (Соединенное Королевство) и У. Трайвеллпис (США):
 - (a) индексы СЕМР,
 - (b) другие показатели, и
 - (c) визуальные наблюдения и случаи вылова китовых.
- (iv) Криль – Дж. Уоткинс (Соединенное Королевство) и В. Зигель (Германия):
 - (a) демография,
 - (b) пополнение,
 - (c) численность и распространение постличиночных форм (по результатам траловых выборок и акустических съемок),
 - (d) численность и распространение личночных форм, и
 - (e) данные, полученные в результате промысла.

2.10 Все координаторы распространили запросы о данных среди ученых, работающих в соответствующих областях исследования.

2.11 Во всех циркулярах подчеркивалось, что представленные данные и результаты семинара будут использоваться только Научным комитетом и его вспомогательными органами. Основные права авторов/представляющих данные лиц регулируются АНТКОМом в рамках документа "Использование данных АНТКОМА и доступ к ним" (как приводится в отчете SC-CAMLR-XIII, Приложение 10).

2.12 Для распространения информации о круге рассматриваемых семинаром вопросов, исходных материалах и организации семинара Р. Хьюитт создал веб-сайт со свободным доступом для всех потенциальных участников. Показатели, снабженные перекрестными ссылками по типу (физическая среда, биотическая среда, криль и потребляющие криль виды) и по географическим районам (Подрайон 48.1 – Антарктический п-ов, Подрайон 48.2 – Южные Оркнейские о-ва, и Подрайон 48.3 – Южная Георгия), были также помещены на веб-сайт.

2.13 Помещенные на этом веб-сайте наборы данных перечислены в Приложении D.

2.14 Для проведения работы по оценке и анализу данных было сформировано пять подгрупп, а именно:

- (i) по физической среде (координатор – П. Тратан), см. Раздел 3;
- (ii) по биотической среде (координатор – В. Лоеб), см. Раздел 5;
- (iii) по крилю (координатор – Дж. Уоткинс), см. Раздел 4;
- (iv) по обитающим на суше хищникам криля (координатор – И. Байд, Соединенное Королевство), см. Раздел 7;
- (v) по питающимся крилем хищникам (ледяная рыба и киты) (координатор – И. Эверсон, Соединенное Королевство), см. Раздел 6.

2.15 Дискуссии по взаимодействию между окружающей средой, потребляемым видом и хищниками координировались Ю. Марфи (Соединенное Королевство); см. Раздел 8.

2.16 Рабочий семинар рассмотрел данные по зимнему и летнему периодам. На зимний период (обычно с мая по октябрь) приходится дата смены разбитого года АНТКОМА, который продолжается с 1 июля по 30 июня. В отчете были приняты следующие обозначения:

- (i) зима – календарный год наблюдений, например, данные за апрель или август 1991 г. обозначены 1991 г.;
- (ii) лето обозначено как разбитый год, т.е. 1990/91 г. для года АНТКОМА 1991.

2.17 Программное обеспечение, с помощью которого производилось форматирование графиков, не позволило полностью применить данные допущения, и поэтому для сезонов указан календарный год, соответствующий концу сезона. В таком виде, обозначение зимних сезонов соответствует обозначениям в тексте, а летних сезонов – обычному разбитому году АНТКОМА.

ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА

Введение

3.1 Находящиеся в распоряжении подгруппы данные по окружающей среде были относительно ограничены, и не было возможности полностью проанализировать все важные для целей семинара вопросы. Подгруппа отметила, что существует значительное количество литературы по физической среде Южного океана, в том числе по морю Скотия. Также было отмечено, что в настоящее время Южный океан и система взаимодействий в Южном полушарии служат предметом интенсивных исследований. Последующие комментарии приводятся с учетом этих моментов.

3.2 Рассматривая физическую среду как часть экосистемы, подгруппа подчеркнула, что надо осторожно подходить к интерпретации взаимосвязей между физической и биологической средой Района 48. Было признано, что упрощенный взгляд на физическую среду вряд ли соответствует реальности.

3.3 Внимание подгруппы было привлечено к нескольким документам, подчеркивающим сложность физической среды и ее влияния на экосистему.

Данные по окружающей среде

3.4 Находящиеся в распоряжении подгруппы данные по окружающей среде включали:

- (i) ледовый покров с 1987 по 1997 г. – полученный по данным датчиков пассивной микроволновой радиации для Антарктического п-ова, Южных Оркнейских о-вов, Южной Георгии и моря Скотия;
- (ii) ТПМ с 1981 по 1998 г. – по данным Национального центра атмосферных исследований (NCAR);
- (iii) профили температуры с 1990 по 1998 г. – по данным измерений с помощью термосолезонда в районе о-ва Элефант, выполненных в рамках программы США AMLR;
- (iv) температура воздуха по станции Палмер с 1947 по 1996 г.;
- (v) индекс колебаний пролива Дрейка (DPOI) с 1982 по 1994 г. – разница в давлении на уровне моря между Рио-Гальегос и Эсперансой;
- (vi) индекс колебаний южного океана (SOI) с 1951 по 1998 г. – разница в давлении на уровне моря между Дарвином и Таити; и
- (vii) индексы ТПМ Эль-Ниньо (EN) с 1950 по 1998 г. – где EN1+2 относятся к восточной части, EN3 – к центральной части и EN4 – к западной части Тихого океана.

3.5 Р. Хьюитт дал описание ежемесячных оценок распространения ледового покрова на основе подмножеств изображений концентраций льда,

полученных по данным пассивного микроволнового датчика с номинальной разрешающей способностью 25 x 25 км. Подмножества были определены для Южных Шетландских и Южных Оркнейских о-вов, Южной Георгии и всего моря Скотия.

3.6 П. Тратан описал данные ТПМ (NCAR) по району Южной Георгии (WS-Area48-98/10). Данные были отобраны из глобальной базы данных NCAR, имеющей пространственное разрешение 1° долготы на 1° широты и временное разрешение 1 месяц. Данные получены на основе оптимальной интерполяции данных AVHRR (усовершенствованной радиометрии очень высокого разрешения) и данных, полученных с буев и кораблей (см. Reynolds and Smith 1994). Также имелись данные NCAR с недельным разрешением.

3.7 А. Амос дал описание данных термосолезондов, измеренных в рамках программы США AMLR, которая с 1990 г. ежегодно проводит измерения физико-океанографических свойств водного столба в районе о-ва Элефант (Подрайон 48.1). Каждый год проводится два 30-дневных рейса со стандартизированной сеткой профилей по гидрологическим станциям, выполняемым до глубины 750 м (или до дна в местах с глубиной меньше 750 м). Первый рейс ежегодно проводится в январе-феврале, а второй – в феврале-марте. Позиции гидрологических станций по сетке AMLR, использовавшиеся на рабочем семинаре, показаны на рис. 2.

3.8 М. Наганобу представил данные по разнице в давлении на уровне моря (SLP) для пролива Дрейка, сообщив, что эти данные могут использоваться для описания геострофических западных ветров. Эти данные были рассчитаны как разница в давлении на уровне моря между Рио-Гальегосом ($51^{\circ}32' ю.ш.$, $69^{\circ}17' з.д.$) и станцией Эсперанса ($63^{\circ}24' ю.ш.$, $56^{\circ}59' з.д.$). Данные были извлечены из Всемирной базы данных по метеорологии приземного слоя, представленной Японской метеорологической службой. М. Наганобу сообщил, что большие перепады в давлении на уровне моря (SLP) связаны с сильными западными ветрами, а низкие – со слабыми западными ветрами; сила западных ветров определяет масштаб переноса Экмана (Defant, 1961).

Вопросы, представляющие интерес для подгруппы

3.9 Во время совещания Рабочей группы по крилю 1991 г. (SC-CAMLR-X, Приложение 5) обсуждался вопрос о переносе криля в Районе 48 в результате общей циркуляции океана. Было предложено три гипотезы, касающихся популяций криля в подрайонах 48.1, 48.2 и 48.3: (i) запас в каждом подрайоне существует независимо от других; (ii) весь Район 48 имеет один, единый запас, или (iii) Антарктический п-ов является основным источником криля, который переносится по подрайонам циркуляцией океана. Была разработана схематическая диаграмма, показывающая общую циркуляцию, и предложена простая концептуальная модель. Отдавая предпочтение гипотезе (iii), Рабочая группа по крилю рекомендовала, чтобы Научный комитет уделял внимание изучению течений и взаимодействия физических и биологических процессов в Районе 48.

3.10 На совещании Рабочей группы по крилю 1994 г. были рассмотрены вопросы биомассы и потоков криля (SC-CAMLR-XIII, Приложение 5,

Дополнение D). При оценке факторов, влияющих на перенос криля, Рабочая группа по крилю рассмотрела отчет Рабочего семинара по оценке факторов перемещения криля, использовавшего в своих расчетах Антарктическую модель высокого разрешения (ФРАМ), и сравнила результаты с геострофическим течением, рассчитанным по некоторым существующим гидрографическим данным по Району 48 (данные программы AMLR при этом не использовались). ФРАМ дала скорости, значительно превышающие скорости, рассчитанные по результатам прямых измерений, не выявила противотечения в Антарктическом береговом течении и не смогла учесть сезонную изменчивость потока. Рабочая группа по крилю отметила разницу между теорией и практикой, полезность повторных мелкомасштабных съемок и стоящую перед синоптическими съемками задачу разрешения проблемы переноса. В 1994 г. мысль о том, что криль является пассивным объектом, дрейфующим из подрайона в подрайон, по мнению рабочей группы, представляла собой возможно верную гипотезу.

3.11 Подгруппа рассмотрела все представленные на семинар данные и сформулировала ряд ключевых для целей семинара вопросов. При определении этих вопросов были учтены новые работы, указывающие на важность крупномасштабных процессов физической среды. Основными рассмотренными на семинаре вопросами были:

- (i) Служат ли наборы данных ТПМ, полученные NCAR, приемлемым приближением для температуры океана?
- (ii) Есть ли в Районе 48 глобальные атмосферные сигналы (например, SOI) ?
- (iii) Проявляется ли воздействие этих атмосферных сигналов в поверхностном слое океана?
- (iv) Есть ли свидетельства многолетних сигналов в окружающей среде?
- (v) Есть ли связь между различными подрайонами Района 48?

3.12 При рассмотрении этих вопросов использовалась программа GENSTAT 5.3 (Payne et al., 1993), позволившая провести серию расчетов коэффициента корреляции с запаздыванием. Расчеты основывались на методике, описанной в документе WS-Area48-98/10. Другие сравнения были проведены, используя графики и диаграммы.

Сравнение ТПМ (NCAR) и ТПМ (термосолезонды)

3.13 Для того, чтобы определить, могут ли данные NCAR использоваться вместо показателей температуры, измеренных в полевых условиях, было проведено сравнение данных ТПМ (NCAR) с данными, полученными с помощью термосолезондов по полигону программы AMLR. Для этого были получены гидрологические данные (глубина 4 м) по пробам, взятым в трех клетках полигона NCAR для измерения ТПМ. Эти клетки были расположены следующим образом: к северу от о-ва Элефант – пролив Дрейка (E11) ($60^{\circ}30' ю.ш.$, $56^{\circ}30' з.д.$), к юго-западу от о-ва Элефант – Фронтальная (E12) ($61^{\circ}30' ю.ш.$, $56^{\circ}30' з.д.$) и к юго-западу от о-ва Элефант – Брансфилд (E13) ($61^{\circ}30' ю.ш.$, $54^{\circ}30' з.д.$). Точность данных термосолезондов была выше, чем $0,01^{\circ}\text{C}$.

3.14 Графики еженедельных и ежемесячных данных ТПМ (NCAR) и гидрологических данных для 4 м глубины (AMLR) приведены на рис. 3. Рисунок показывает, что данные NCAR в достаточной степени соответствуют данным, полученным в полевых условиях, с наилучшей степенью приближения в клетке E13 у о-ва Элефант.

Выводы

3.15 Было решено, что имеющиеся в настоящее время данные не позволяют провести статистический анализ, однако такой анализ нужен и должен быть проведен в межсессионном порядке. Так как графическое сопоставление ТПМ (NCAR) с измеренной зондом температурой на горизонте 4 м (AMLR) указывает на значительное сходство, было решено, что для этого семинара при проведении сравнений внутри Района 48 должны использоваться крупномасштабные данные NCAR.

Глобальные атмосферные сигналы в Районе 48

3.16 Корреляционный анализ аномалий SOI и аномалий DPOI (1982–1992 гг.) показывает, что между этими двумя индексами существует положительная корреляция, при этом SOI опережает DPOI на 3–4 и на 69 месяцев. Существовала и отрицательная корреляция с максимальным значением при временном сдвиге 43–44 месяца. Исходя из уровня значимости, рассчитанного как $\pm 2/\sqrt{n}$ (где n – длина ряда данных), коэффициенты корреляции были сочтены существенными, но в минимальной степени.

3.17 Корреляционный анализ аномалий SOI и аномалий температуры воздуха на станции Палмер (1951–1996 гг.) показывает, что между этими показателями существует сильная корреляция, при этом SOI опережает показатель температуры воздуха на станции Палмер. Положительная корреляция была наиболее существенной при временном сдвиге 0 месяцев, а отрицательная корреляция – при временном сдвиге примерно 20 месяцев.

Выводы

3.18 Анализ SOI, DPOI и температуры воздуха на станции Палмер свидетельствует о том, что в Районе 48 проявляются глобальные атмосферные сигналы. Поскольку имеющиеся данные по DPOI относятся к относительно короткому промежутку времени (10 лет), необходимо с осторожностью относиться к интерпретации этой корреляции. Подгруппа рекомендует продолжать проводить анализ DPOI, включая в него новые данные. Временные ряды данных по температуре воздуха на станции Палмер были значительно длиннее (45 лет), так что этот коэффициент корреляции более устойчив.

Свидетельства атмосферных сигналов в океане

3.19 Корреляционный анализ аномалий SOI и EN4 выявляет очень сильную зависимость; наиболее существенная зависимость проявляется как отрицательная корреляция с временным сдвигом 0 месяцев.

3.20 Рассчитанный со сдвигом коэффициент корреляции между аномалиями SOI и распространением ледового покрова в районе Антарктического п-ова (1987-1997 гг.) говорит о том, что корреляция существует, причем SOI опережает ледовый покров.

3.21 Рассчитанный со сдвигом коэффициент корреляции между аномалиями SOI и Южной Георгией ($54^{\circ}30' ю.ш.$, $34^{\circ}30' з.д.$) выявляет сильную отрицательную корреляцию со сдвигом 34 месяца и сильную положительную корреляцию со сдвигом 4 месяца. В отличие от этого, корреляционный анализ аномалий EN4 и ТПМ (NCAR) у Южной Георгии выявляет сильную положительную корреляцию при временном сдвиге 34 месяца и сильную отрицательную корреляцию при сдвиге в 11 месяцев. Эти результаты подтверждают предполагавшуюся отрицательную зависимость между SOI и EN4. Однако в целом при любых смещениях корреляция между EN4 и Южной Георгией была сильнее, чем корреляция между SOI и Южной Георгией. Аналогичный анализ ситуации на юго-востоке Тихого океана ($61^{\circ}30' ю.ш.$, $75^{\circ}30' з.д.$) дает похожие результаты, с наиболее сильной корреляцией между юго-востоком Тихого океана и EN4 при временном сдвиге 28 месяцев.

Выводы

3.22 Как и предполагалось, сравнение SOI и EN4 показывает, что коэффициент корреляции между ТПМ и SOI отрицателен. Анализ также подтверждает выводы, сделанные в более ранних работах, что свидетельства проявления крупномасштабных сигналов могут быть найдены в данных по ледовому покрову (например, Carlton and Carpenter, 1989; Murphy et al., 1995; White and Peterson, 1996) и в данных ТПМ (White and Peterson, 1996). Сравнение SOI и Южной Георгии с EN4 и Южной Георгией показывает, что наиболее явная корреляция была характерна для индексов EN, а не для индекса SOI. Документ WS-Area48-98/10 указывает на существование сильной корреляции между ТПМ у Южной Георгии и ТПМ в западной части Тихого океана, что соответствует общей циркуляции этого океана.

Проявление многолетних сигналов в окружающей среде

3.23 Анализ автокорреляции для отдельных показателей аномалий EN показывает, что для Тихого океана частные коэффициенты корреляции очень высокие, причем наиболее сильная связь проявляется при сдвиге 50 месяцев (WS-Area48-98/10).

3.24 Анализ автокорреляции для аномалий ТПМ в точке, расположенной в юго-восточной части Тихого океана ($61^{\circ}30' ю.ш.$, $75^{\circ}30' з.д.$), дает высокие частные коэффициенты корреляции, с наиболее сильной связью при сдвиге 50

месяцев. Аналогично, автокорреляционный анализ аномалий ТПМ в районе Южной Георгии ($54^{\circ}30' ю.ш.$, $34^{\circ}30' з.д.$) выявляет сильную корреляцию при временном сдвиге 49 месяцев (WS-Area48-98/10).

3.25 Пространственная и временная связь явно проявлялась для ледового покрова, включая проявление четырехлетнего цикла, что подтверждает результаты более ранних работ (см., например, Murphy et al., 1995; White and Peterson, 1996).

3.26 В конце рядов ТПМ (NCAR) для районов о-ва Элефант и Южных Оркнейских о-вов проявляется тенденция к многолетнему потеплению. Рисунок 4 показывает аномалии ТПМ для Южной Георгии, Южных Оркнейских о-вов и точек E11 и E12 у о-ва Элефант. С 1992 г. температуры у Южных Оркнейских о-вов и в точках E11 и E12 у о-ва Элефант свидетельствуют о многолетней тенденции.

Выводы

3.27 Была очевидна сильная периодичность некоторых крупномасштабных сигналов (EN), а также некоторых переменных, описывающих окружающую среду в Районе 48 (ледовый покров и ТПМ NCAR). Периодичность этих сигналов составляла примерно 4 года, что равно периодичности, описанной в работе Уайта и Питерсона (1996).

3.28 Другие многолетние сигналы также присутствуют в данных ТПМ (NCAR), причем в некоторых районах заметны (краткосрочные) тенденции к потеплению.

Когерентность между подрайонами Района 48

3.29 Корреляционный анализ аномалий EN4 и ТПМ для точки в юго-восточной части Тихого океана показывает, что между этими показателями существует очень сильная зависимость, причем наиболее сильная зависимость проявляется как положительная корреляция при временном сдвиге 26 месяцев. Подобным же образом, анализ EN4 и Южной Георгии ($54^{\circ}30' ю.ш.$, $34^{\circ}30' з.д.$) показывает сильную корреляцию при временном сдвиге 34 месяца.

3.30 Разница во временном сдвиге для максимальной корреляции между EN4 и юго-востоком Тихого океана и для максимальной корреляции между EN4 и Южной Георгией находится в соответствии с циркумполярной прецессий аномалий, как сообщается Марфи и др. (1995) и Уайтом и Питерсоном (1996). Так, разница в сдвиге по времени между юго-востоком Тихого океана и Южной Георгией составляет примерно 8 месяцев. Уайт и Питерсон (1996) сообщают, что одна фаза Атлантической циркумполярной волны (ACW) распространяется вокруг земного шара примерно за 8–9 лет (см. также Murphy et al., 1995), и что обычно имеются две фазы. Это значит, что для этой волны требуется чуть больше шести месяцев, чтобы дойти от юго-востока Тихого океана до Южной Георгии (41° по долготе), что сопоставимо с приведенными здесь расчетами.

3.31 Корреляционный анализ EN4 и EII у о-ва Элефант показывает, что между этими двумя показателями существует корреляция. Однако эта корреляция не такая сильная, как корреляция, рассчитанная для юго-востока Тихого океана или Южной Георгии. Кроме того, корреляция не носила присущего ACW простого характера. Например, по сравнению с юго-востоком Тихого океана положительная корреляция существовала для несколько более позднего времени, и ее пик был очень зашумлен. Аналогичный анализ для EN4 и Южных Оркнейских о-вов ($60^{\circ}30' ю.ш.$, $47^{\circ}30' з.д.$) дает похожую картину с шумом вокруг пикового значения коэффициента корреляции.

3.32 Уайт и Питерсон (1996) описывают ACW для Антарктического циркумполлярного течения (АЦТ); можно ожидать, что корреляция будет слабее для районов, примыкающих к Антарктическому п-ову. В этих районах скорее всего будут преобладать другие факторы, например, на локальные океанографические сигналы могут влиять континентальные воды или отток из моря Уэдделла.

3.33 Рассчитанная оценка прецессии аномалий ТПМ соответствует результатам анализа данных по модели ФРАМ, оценивающего продолжительность переноса вод из района Антарктического п-ова через море Скотия в среднем в 6–8 месяцев (WS-Area48-98/8).

3.34 Данные дрейфующих буев, однако, показывают, что реальные скорости переноса могут быть значительно выше. Крупномасштабный перенос от Атлантического п-ова к Южной Георгии типично происходит в течение 3–4 месяцев. Также был зарегистрирован и перенос, занявший около двух месяцев.

3.35 Подгруппа отметила, что перенос через море Скотия зависит от характеристик поля течения. АЦТ состоит из серии широких медленно-движущихся зон, разделенных быстро движущимися фронтальными регионами. Фронтальные системы играют важную роль в переносе веществ в море Скотия. Известно, что позиции этих систем меняются, но в настоящее время нет новых временных рядов, которые позволили бы прояснить эту ситуацию для целей данной работы. Кроме этого, данные NCAR по ТПМ не обладают достаточным разрешением, чтобы выявить изменения позиций фронтов.

Выводы

3.36 Данные ТПМ (NCAR) для пролива Дрейка и Южной Георгии находятся в соответствии с многолетним циклом, описанным Уайтом и Питерсоном (1996). Хотя данные, собранные около Антарктического п-ова и Южных Оркнейских о-вов, указывают на похожие сигналы, они слабее и свидетельствуют о важности локального воздействия или других районов (таких, как море Уэдделла).

3.37 Оценки когерентности между разными частями моря Скотия сопоставимы со средним полем течений. Подгруппа, однако, отметила, что

перенос может также происходить за значительно более короткие промежутки времени.

Индексы

3.38 Для совместного анализа переменных, описывающих окружающую среду, и переменных, описывающих популяции криля и зависящих от него видов, был рассчитан ряд физических показателей. Чтобы сохранить сопоставимость с индексами криля и зависящих от него хищников, были рассчитаны зимние и летние показатели окружающей среды. Лето было определено, как месяцы с ноября по март, а зима – с июня по октябрь. Были определены летние и зимние показатели ТПМ (NCAR), EN1+2, EN3, EN4, SOI, DPOI, температуры воздуха на станции Палмер и ледового покрова (рис. 5–8). Для набора данных по ТПМ (NCAR) показатели были рассчитаны путем осреднения летних и зимних месяцев для всех отобранных данных ТПМ.

3.39 Набор данных NCAR дает ТПМ в глобальных масштабах, и покрытые льдом районы представлены одним фиксированным значением (-1,79°C). Так как районы, по которым рассчитывались индексы ТПМ (NCAR), могут быть покрыты льдом, особенно зимой, индексы NCAR должны рассматриваться как своего рода индексы "океана/льда".

3.40 Данные ТПМ (NCAR) по Южной Георгии были отобраны таким образом, чтобы соответствовать летнему ареалу кормления хищников о-ва Берд. Выбранные районы также включали часть зимнего ареала кормления многих зависящих от криля хищников. Данные NCAR были выбраны для того, чтобы избежать высоких уровней корреляции, ожидавшихся при смежном положении в системе координат.

3.41 Данные ТПМ (NCAR) по Антарктическому п-ову были отобраны таким образом, чтобы соответствовать летнему и зимнему ареалам кормления хищников, обитающих на о-вах Анверс, Сигни и в заливе Адмиралтейства.

3.42 Данные ТПМ (NCAR) по морю Скотия были отобраны таким образом, чтобы включать уже отобранные районы Антарктического п-ова и Южной Георгии, а также дополнительные районы моря Скотия.

3.43 Показатели по о-ву Элефант были также рассчитаны по сетке программы AMLR. Расчет основывался на гидрологических пробах, полученных внутри каждой из трех клеток полигона NCAR для измерения ТПМ. Эти клетки были расположены: к северу (EI1), к юго-западу (EI2) и к юго-западу от о-ва Элефант (EI3). Гидрологические данные по каждой клетке NCAR были осреднены так, чтобы получить среднегодовой показатель температуры на поверхности (в реальности – 4 м глубины) и на глубинах 100 м и 500 м за каждый год.

3.44 Более глубокие слои играют важную роль в Районе 48. Температура на глубине 100 м соответствует зимней минимальной температуре антарктических поверхностных вод. Этот слой, который можно обнаружить в летний период, является остаточным явлением от температуры верхнего слоя перемешивания предыдущей зимы и может рассматриваться как

"ископаемая" температура, давая представление о зимних температурах за предыдущий сезон. На глубине 500 м к северу от Южных Шетландских о-вов находятся глубинные циркумполярные воды (ГЦВ). Воды этого теплого глубокого слоя могут вторгаться на шельф и смешиваться с водами, берущими начало в море Уэдделла и проливе Брансфилда.

3.45 Клетки NCAR (EI1, EI2 и EI3) внутри региона программы AMLR примерно очерчивают океанографические области с одинаковыми характеристиками температуры и солености. Чтобы усовершенствовать эту классификацию, станции были сгруппированы в пять зон температуры и солености (см. Amos and Lavender, 1992) так, чтобы значения по каждому из трех месяцев (с января по март) охватывали съемки AMLR. Показатели представляют собой средние температуры на глубинах 4, 100 и 500 м. На рис. 9 сопоставляются средние температуры воды в проливе Дрейка и в проливе Брансфилда. Анализ показывает, что температуры на глубине 100 м и на поверхности в один и тот же год не совпадают по фазе.

3.46 Рисунок 10 сравнивает показатель температуры на глубине 100 м (зимняя минимальная температура воды) с зимней ТПМ у Антарктического п-ова. Вопреки ожиданиям, показатели совпадают по фазе.

КРИЛЬ

4.1 Представленные семинару данные по численности, пополнению и структуре популяции криля в подрайонах 48.1 и 48.3 обобщены в Таблице 1.

Численность криля

4.2 Полученные по акустическим съемкам оценки численности криля имеются для обоих подрайонов. Использовавшиеся для сбора данных методы в общем-то сравнимы для этих подрайонов, хотя разница в технических приемах могла привнести ошибку в полученные абсолютные значения. Документ WS-Area48-98/9 представляет лучшие оценки биомассы криля, полученные по результатам съемок в районе Южной Георгии (Подрайон 48.3), проведенных с 1980/81 по 1997/98 г. Использовавшиеся для акустической идентификации криля методы менялись по ходу сбора этой серии данных; в ходе первых рейсов все акустические цели классифицировались как криль, в ходе последующих рейсов для разделения акустической оценки биомассы на криль, зоопланктон и нектон использовалась эхограммная классификация, или разница в дБ. Опубликованные в отчетах результаты съемок, проведенных AMLR в Подрайоне 48.1, были обобщены и помещены на веб-сайт семинара.

4.3 Документ WS-Area48-98/9 показывает, что акустическая плотность у восточной оконечности Южной Георгии в целом превышает оценки, полученные у западной оконечности острова. Эта разница особенно очевидна в 1997/98 г. Кроме этого, подгруппа признала, что оценкам акустической плотности криля присуща значительная внутригодовая изменчивость (Hewitt and Demer, 1994). Чтобы преодолеть эту проблему, обсуждаемые здесь акустические съемки были выбраны так, чтобы приходиться примерно на

январь каждого года (за исключением съемки Подрайона 48.3 1981/82 г., которая проводилась в ноябре и декабре 1981 г.).

4.4 Документ WS-Area48-98/11 сравнивает акустические расчеты для Подрайона 48.3 с расчетами для района о-ва Элефант в Подрайоне 48.1. Несмотря на различия в методах проведения выборки, в особенности в отношении идентификации криля и времени дня, подгруппа согласилась, что вряд ли это повлияет на общий характер межгодовых различий между данными подрайонами.

4.5 Приведенный в WS-Area48-98/11 анализ показывает, что плотность криля и у Южной Георгии, и у о-ва Элефант значительно колебалась из года в год. Более того, во все годы (за исключением одного), когда имелись данные по обоим регионам, изменения плотности были однодirectionalными на обоих участках (рис. 11). Исключением является сезон 1997/98 г., когда биомасса криля у Южной Георгии достигла одного из самых высоких значений, отмеченных для всего ряда данных (см. также пункт 4.17).

4.6 Из тех лет, когда имелись данные акустических съемок для подрайонов 48.1 и 48.3, очень низкая биомасса криля одновременно наблюдалась в этих подрайонах в 1993/94 г. Хотя такая же низкая биомасса в Подрайоне 48.3 была отмечена и в 1990/91 г., биомасса в Подрайоне 48.1 в том же году была не ниже, чем наблюдавшаяся в 1983/84 и 1984/85 гг.

4.7 Имеются как траловые, так и акустические данные по плотности в Подрайоне 48.1. Сравнение этих двух наборов данных (рис. 12) показывает, что из года в год плотности, полученные в результате акустических и траловых съемок, менялись в одном направлении. Однако надо заметить, что абсолютное отношение между этими двумя оценками плотности не является постоянным: большие изменения были отмечены примерно в 1985/86 и 1992/93 гг. Подгруппа не смогла определить причину этих изменений на основе имеющейся на семинаре информации.

Структура популяции криля

4.8 Изменения в структуре популяции криля в подрайонах 48.1 и 48.3 были проанализированы двумя способами. Во-первых, для рассмотрения того, какую долю популяции составляют конкретные годовые классы, использовались коэффициенты пополнения. Во-вторых, для исследования общей структуры популяции в каждом районе анализировалась форма гистограмм частотного распределения длин, построенных с использованием научных данных за каждый отдельный улов.

4.9 Индексы пропорционального пополнения криля в Подрайоне 48.3 представлены в документе WS-Area48-98/20. В этом документе частотное распределение длин взвешено на определенную по акустическим данным плотность криля у восточной и западной оконечностей Южной Георгии. Такой метод был разработан потому, что из-за относительно малого числа выборок по стандартным станциям было необходимо включить данные акустически направленных тралений.

4.10 У Южной Георгии пропорциональное пополнение криля годовым классом 1+ (R1) было низким в нерестовые годы 1988/89, 1989/90, 1991/92 и 1993/94 (рис. 13). В отличие от этого, было отмечено очень высокое пополнение годового класса 1+, выведенного в 1994/95 г.; оно сократилось для криля, выведенного в последующем году, и достигло нуля для криля, выведенного в 1996/97 г. Надо, однако, отметить, что для последнего упомянутого года размер многих особей криля был переходным между обычно наблюдаемыми размерами возрастных классов 1+ и 2+. Представленный в документе WS-Area48-98/20 анализ относит этот мелкий криль к годовому классу 1+. Изучение криля из Подрайона 48.1 выявило не только присутствие возрастной группы 2+, криль в которой был мельче, чем обычно, но также некоторое количество возрастной группы 1+, криль в которой был также мельче, чем обычно. В результате этого подгруппа отнесла найденный в Подрайоне 48.3 криль к годовому классу 2+.

4.11 Показатель R1 для района о-ва Элефант был представлен на предыдущих совещаниях WG-ЕММ. Сравнение этих данных с данными по Южной Георгии выявляет значительную согласованность (рис. 13). Так, в обоих районах криль, выведенный в 1988/89, 1989/90, 1991/92 и 1992/93 гг., имел очень низкий показатель R1(<0,1); кроме этого, криль, выведенный в 1994/95 г., характеризовался очень высоким пополнением, за чем в обоих районах последовало более низкое пополнение. К сожалению, было невозможно проверить согласованность между другими годами высокого пополнения (нерестовые годы перед 1982/82, 1987/88 и 1990/91 гг.) из-за недостаточного количества данных по Южной Георгии за эти годы.

4.12 Подгруппа также рассмотрела индексы пропорционального пополнения криля годового класса 2+ (R2). Можно предположить, что для любого нерестового года хороший R1 приведет к хорошему R2. Таким образом, R2 потенциально предоставляет данные по нерестовому успеху для тех лет, когда отсутствует R1. Однако сравнение R1 и R2 по Южной Георгии показывает, что там, где R1 и R2 были доступны в одном и том же году, соответствие между ними в отношении хороших и плохих нерестовых лет было очень низким (рис. 14). Хотя показатели R1 и R2 для Подрайона 48.1 были более согласованными, чем для Подрайона 48.3, все равно между ними были несоответствия.

4.13 Сравнение показателей R2 по о-ву Элефант и Южной Георгии показывает меньшую согласованность, чем для значений R1 (рис. 15). Такой результат не был неожиданным, учитывая приведенные в пункте 4.12 результаты. Подгруппа отметила, что такое отсутствие согласованности может быть обусловлено методическими проблемами с расчетом R2, например, сложностью однозначного выделения этого годового класса из более крупного криля, более продолжительным периодом времени воздействия факторов окружающей среды и соотношением между обследованными районами и распределением популяции криля в целом.

4.14 Данные по численности (по акустическим съемкам в Подрайоне 48.3 и траловым съемкам в Подрайоне 48.1) и пополнению были использованы для оценки абсолютного пополнения годового класса 1+ (рис. 16). В целом, абсолютное пополнение в Подрайоне 48.1 было наиболее высоким по результатам нереста в период 1979/80–1981/82 гг. Пики пополнения по

результатам нереста в 1987/88 и 1994/95 гг. были относительно низкими. Было невозможно провести сравнение силы пиков пополнения для Подрайона 48.3, т.к. в данных был отмечен только один пик. Очевидно, однако, что абсолютное пополнение было низким в нерестовые годы 1988/89, 1989/90, 1991/92 и 1992/93, потому что вне зависимости от общей численности криля доля годового класса 1+ была очень низкой.

4.15 Полученные в ходе научно-исследовательских съемок данные по частотному распределению длин (за каждый отдельный улов) имелись для обоих подрайонов (48.1 и 48.3) за период с 1980/81 по 1997/98 г.; помимо этого имелись данные за два года (1983/84 и 1987/88 гг.) для Подрайона 48.2. Такие данные могут способствовать пониманию связей внутри системы, но для этого требуется перевести данные по частотному распределению длин в более удобный для сравнения показатель. Подгруппа использовала метод кластерного анализа, разработанный для анализа частотного распределения длин у Южной Георгии (WG-EMM-97/47).

4.16 Для проведения кластерного анализа использовались данные по частотному распределению длин за каждое отдельное траление, по размеру сгруппированные в классы < 30 мм, 30–40 мм, 40–50 мм и > 50 мм. Для расчетов использовался алгоритм иерархической группировки по принципу наиболее отдаленного соседа (полная связь) из программы Genstat 5.4.1 (Payne et al., 1993). Сгруппированные данные рассматривались как евклидовы расстояния и были нормированы от 0 до 100. Полученная в результате анализа дендрограмма выявила наличие четырех главных кластеров с 55–75%-ной схожестью. Распределение этих кластеров по позициям подъема улова для каждого рейса было представлено графически. После проведения кластерного анализа была рассчитана доля (в процентах) каждого кластера в каждом подрайоне за каждый год. Это дало меру относительных долей широких категорий частотного распределения длин в каждом подрайоне. Эти данные были затем использованы для расчета преобразующей матрицы, опять же при допущении, что они представляют собой евклидовы расстояния, меняющиеся в пределах от 0 до 100. Коэффициенты подобия между подрайонами 48.1 и 48.3 за каждый год, когда выборки проводились в обоих подрайонах, были получены по матрице. Было решено, что поскольку данные по подрайону 48.2 имеются всего за два года, этого недостаточно для включения в расчет коэффициента подобия.

4.17 Коэффициент подобия частотного распределения длин криля (рис. 17) показывает, что криль в подрайонах 48.1 и 48.3 был подобен в 1989/90, 1992/93 и 1996/97 гг. С другой стороны, некоторые годы характеризовались большими различиями, что может быть объяснено несколькими причинами. Различия между этими двумя подрайонами были наибольшими в 1993/94 г., когда крупный криль вылавливается у Антарктического п-ова и Южной Георгии. Однако у Южной Георгии также встречалось некоторое количество мелкого и среднего криля. В 1997/98 г. криль среднего размера был хорошо представлен в обоих подрайонах. Криль крупного размера, однако, встречался только в Подрайоне 48.3, а мелкий криль – только в Подрайоне 48.1. Хотя в 1987/88 г. коэффициент подобия был низким, это скорее всего вызвано тем, что в этом году в Подрайоне 48.3 было получено очень мало уловов.

4.18 Документ WS-Area48-98/15 приводит данные по частотному распределению длин криля, которые были получены при изучении хищников в районе Южной Георгии в период с 1990/91 по 1996/97 гг. Эти данные указывают на значительные изменения в размере криля в зависимости от сезона (рис. 18). Несмотря на то, что в 1990/91 г. и в 1993/94 г. крупный криль (модальный размер ~ 58 мм) вылавливался в декабре, к февралю он был полностью замещен мелким крилем (модальный размер ~ 40 мм). В документе WS-Area48-98/15 давался прогноз, что аналогичная картина будет наблюдаться в 1997/98 г., и представленные на совещании данные указывают на то, что уменьшение в размере потребленного хищниками криля действительно произошло.

4.19 Дополнительные данные по частотному распределению длин криля, полученные по образцам рациона пингвинов в заливе Адмиралтейства (Подрайон 48.1, см. Добавление D), из-за недостатка времени на семинаре проанализированы не были.

Промысловые данные по крилю

4.20 В целях получения комбинированного ежегодного индекса для каждого из подрайонов 48.1, 48.2 и 48.3 были проанализированы данные по уловам криля, полученным в этих подрайонах. Подгруппа решила, что такие данные могут быть полезными, т.к. промысел у Южной Георгии ведется зимой, и эти данные могут дать информацию по временному сдвигу с другим периодом чем по результатам научных съемок, проводимых обычно в летний период.

4.21 Данные по общему вылову и промысловому усилию были получены из базы данных АНТКОМа (мелкомасштабные данные по уловам и усилию). Для японского промысла криля показатель усилия представлен количеством судодней, где "дни" – это число дней за отчетный период (например, 10 дней). Для всех других флотилий мерой промыслового усилия служило число часов промысла. Данные были сгруппированы по каждой флотилии и по каждой мелкомасштабной клетке.

4.22 Промысловые районы были определены следующим образом:

- (i) остров Элефант: район между 60° – $61^{\circ}30'$ ю.ш. и 50° – 58° з.д. в Подрайоне 48.1;
- (ii) остров Ливингстон: район между $61^{\circ}30'$ – 63° ю.ш. и 58° – 70° з.д. в Подрайоне 48.1;
- (iii) Южные Оркнейские о-ва: весь подрайон 48.2;
- (iv) остров Берд: район между 53° – 55° ю.ш. и 37° – 40° з.д. в Подрайоне 48.3; и
- (v) Восток Южной Георгии: район между 53° – 55° ю.ш. и 34° – 37° з.д. в Подрайоне 48.3.

Промысловые периоды были определены как зимний и летний. Зимний период охватывает месяцы с мая по октябрь, а летний – с ноября по апрель.

4.23 Были рассчитаны показатели CPUE, которые затем были осреднены по промысловым сезонам и районам.

4.24 Эти показатели были проанализированы с помощью комплексного стандартизированного индекса (КСИ) (см. пункт 7.9); результаты представлены на рисунке 19 (летний и зимний CPUE).

4.25 В Подрайоне 48.1 тенденции изменения CPUE с 1982/83 по 1992/93 г. были такими же, как для районов о-ва Элефант и о-ва Ливингстон. За пределами этого периода такая тенденция отсутствовала.

4.26 Имеются свидетельства того, что в 1980-е годы в Подрайоне 48.2 была тенденция к увеличению, но кроме этого нет никакой выраженной закономерности.

4.27 В случае зимнего промысла в Подрайоне 48.3 минимумы CPUE у о-ва Берд отмечены в 1991 и 1994 гг., а у востока Южной Георгии – в 1991 и 1993 гг. Это может отражать плотность криля, опережающую или следующую за низкой плотностью криля, наблюдавшейся во время научно-исследовательских съемок в летние сезоны 1990/91 и 1993/94 гг.

4.28 Подгруппа отметила, что индексы CPUE в этих пространственных и временных масштабах не обязательно являются наилучшими индикаторами локальной плотности, и что лучше использовать данные за каждый отдельный улов. Такого рода данные не использовались на семинаре, и в любом случае их анализ занял бы очень много времени.

4.29 Подгруппа отметила, что полученные от коммерческого промысла данные по частотному распределению длин могут представлять интерес, но нужно провести большую работу, чтобы преодолеть проблему селективности тралов, присущую таким наборам данных.

БИОТИЧЕСКАЯ СРЕДА

Первичная продукция

5.1 К. Хьюс (США) сообщил, что биомасса фитопланктона, измеренная как концентрация хлорофилла, отличается большой меж- и внутригодовой, а также пространственной, изменчивостью. Интегрированные (0–100 м) концентрации хлорофилла были осреднены по всему району съемки программы США AMLR за каждый год (съемки с января по март, рис. 20). В 1991/92, 1992/93 и 1997/98 гг. биомасса планктона была ниже, а в 1989/90 и 1994/95 гг. – выше средней биомассы планктона. Было невозможно провести сравнение с подрайонами 48.2 и 48.3, т.к. данные по хлорофиллу для этих подрайонов отсутствуют. Годы низкой концентрации хлорофилла совпадают с Эль-Ниньо (низкий летний SOI) (рис. 20).

Сообщества зоопланктона

5.2 В. Лоеб сообщила, что в течение последних шести лет сетевые выборки, проведенные у о-ва Элефант во время летних съемок программы AMLR (США), выявили сдвиг от сильного численного преобладания сальпы (*Salpa thompsoni*) (1993 г.) к веслоногим ракам (1995 и 1996 гг.), и обратно к сальпе (1998 г.). Эти переходы связаны с изменениями численности веслоногих раков (в основном, *Metridia gerlachei*) на порядок, а сальпы – на два порядка. "Переходные" периоды (1994 и 1997 гг.) отличались выраженными изменениями в численности веслоногих раков и сальпы в летние месяцы. Эти изменения в численности происходили в течение относительно коротких промежутков времени (от четырех до шести недель) и могли быть вызваны изменениями в адвективных режимах (т.е. от направленной к полюсу адвекции на адвекцию, направленную к экватору).

5.3 В. Лоеб отметила, что в течение последних двадцати лет характеризующиеся преобладанием сальпы и относительно низкой численностью веслоногих раков летние сезоны ("сальповые годы") стали в этом районе периодически повторяющимся явлением. Большие цветения, вызванные сальпой, отмечались каждые 4–5 лет начиная с лета 1983/84 г. В. Лоеб также отметила, что эта периодичность согласуется с направленной к востоку прецессией аномалий, описанной Марфи и др. (1995) и ACW, описанной Уайтом и Питерсоном (1996).

5.4 М. Наганобу сделал доклад по документу WS-Area48-98/4, который использует данные японских крилевых траулеров, ведущих промысел около Антарктического п-ова, и описывает изменчивость соотношения между плотностью сальпы и зеленого криля (окрашенного за счет активного кормления на фитопланктоне). Была проанализирована межгодовая и сезонная изменчивость времени возникновения, продолжительности и силы вызванного сальпой цветения, а также зеленого криля. Не было выявлено никакой очевидной зависимости между плотностью сальпы и долей зеленого криля в уловах в тех случаях, когда были найдены как сальпа, так и криль. В районе о-ва Ливингстон пропорция зеленого криля была высокой только тогда, когда плотность сальпы была экстремально низкой. Однако в районе о-ва Элефант не наблюдалось никакой явной взаимосвязи.

5.5 Рассмотрев эти результаты, участники семинара решили, что необходимо провести дальнейшие исследования. Однако, поскольку эти результаты относятся только к нескольким участкам Подрайона 48.1, и нет сравнимых результатов по другим районам, вопрос был передан на рассмотрение WG-ЕММ.

ПОТРЕБЛЯЮЩИЕ КРИЛЬ МОРСКИЕ ВИДЫ

Ледяная рыба

6.1 Ледяная рыба (*Champscephalus gunnari*) обитает на шельфах Южной Георгии, скал Шаг, Южных Оркнейских и Южных Шетландских о-вов на глубине до 500 м. Известно, что этот вид кормится преимущественно на

криле, и во время "хороших крилевых лет" показатель физиологического состояния этого вида является высоким (WS-Area48-98/19).

6.2 Проводились исследования рациона, степени наполненности желудков и показателей физиологического состояния. Единственный набор данных, содержащий достаточно длинные временные ряды и показатели для более чем одного участка, относится к показателю физиологического состояния.

6.3 Показатель физиологического состояния рассчитывается для отдельных экземпляров рыбы по двум переменным: общей массе и расчетной общей массе. Этот показатель представляет собой отношение общей массы к расчетной общей массе. Данные по 6000 экземпляров, пойманных в течение 7 сезонов, использовались для определения среднего отношения длины к массе. Это отношение затем использовалось для вычисления расчетной массы для каждого из 24 000 экземпляров рыб, исследованных в течение 27 лет.

6.4 Результаты сначала были представлены как среднемесячные значения по Южной Георгии, скалам Шаг, о-ву Элефант и Южным Шетландским о-вам (WS-Area48-98/19). Чтобы соответствовать зимним и летним периодам, выделяемым для потребляющих криль сухопутных видов, данные были сведены в два сезонных показателя – летний (ноябрь-апрель) и зимний (май-октябрь).

6.5 Периодами с низким показателем физиологического состояния были:

- (i) летние сезоны 1977/78, 1982/83, 1990/91 и 1993/94 гг. и зимы 1972, 1985, 1990 и 1997 гг. у Южной Георгии;
- (ii) летние сезоны 1972/73 и 1986/87 гг. и зима 1997 г. у скал Шаг;
- (iii) летний сезон 1984/85 г. у Южных Шетландских о-вов; и
- (iv) летние сезоны 1978/79, 1983/84, 1984/85 и 1987/88 гг. у о-ва Элефант.

Киты

6.6 МКК располагает 4 типами данных по китам, которые могут иметь отношение к стоявшим перед этим семинаром вопросам. Эти данные включают результаты визуальных съемок, проведенных во время Международного десятилетия по изучению китовых (IDCR) и полученных от японских разведывательных судов, статистику по коммерческим уловам, а также биологические пробы из уловов. Если разделить эти данные между подрайонами 48.1, 48.2 и 48.3, то данных всех четырех типов было недостаточно, чтобы позволить сравнение между подрайонами.

6.7 Визуальные данные японских разведывательных судов, однако, позволили провести оценку численности за 7 лет для Подрайона 48.1 и за 4 года для Подрайона 48.2 (рисунки 21 и 22). Показатели были рассчитаны для синего кита, финвала, горбатого кита, сейвала, гладкого кита и малого

полосатика. Только в случае малого полосатика визуальных наблюдений было достаточно для дальнейшего анализа.

6.8 В Подрайоне 48.1 численность малого полосатика была относительно стабильной в течение 1973/74, 1974/75, 1975/76, 1979/80 и 1981/82 гг. В 1985/86 г. относительная численность значительно возросла – по сравнению с предыдущим уровнем примерно в шесть раз. В 1986/87 г. показатель понизился, но только до половины предыдущего прироста. Допуская, что эти данные дают приемлемый показатель численности малого полосатика, можно предположить, что сезон 1985/86 г. заметно отличался от других сезонов. Доступность криля для малого полосатика в этот год в Подрайоне 48.1, возможно, была лучше.

6.9 В Подрайоне 48.2, как и в Подрайоне 48.1, только данных по малому полосатику было достаточно для проведения дальнейших исследований. Из тех четырех лет, когда в этом районе проводилась разведка, 1980/81 г. выделяется тем, что плотность малого полосатика в этот год была в два раза выше, чем в 1973/74, 1981/82 и 1985/86 гг. Учитывая, что эти показатели представлены без статистики дисперсии, а также другие замечания, более чем двукратное увеличение этого показателя в 1980/81 г. по сравнению с другими годами вполне может свидетельствовать о лучшей доступности криля для малых полосатиков в этом году.

ОБИТАЮЩИЕ НА СУШЕ МОРСКИЕ ХИЩНИКИ

Наличие данных

7.1 Исходный циркуляр подгруппы идентифицировал пять участков (о-в Берд, о-в Сигни, о-в Сил, залив Адмиралтейства, о-в Анверс), для которых существуют по крайней мере пятилетние непрерывные ряды данных по зависимым видам.

7.2 По о-вам Сигни, Сил и Анверс семинар не получил никаких дополнительных данных, помимо имеющихся в базе данных СЕМР. По о-ву Берд и заливу Адмиралтейства было представлено несколько дополнительных наборов данных и показателей перед началом и в начале работы семинара.

7.3 Семинар также имел доступ к нескольким более коротким (< 5 лет) временным рядам, представленным в базе данных СЕМР (например, A1, A2, A3, Аба, A7 для Станции Эсперанса за 1993/94–1996/97 гг.) и в различных документах (например, темпы роста южных морских котиков на мысе Ширрефф за 1994/95–1997/98 гг., WS-Area48-98/18).

7.4 Было решено в начале сосредоточиться на анализе более полных и длинных рядов данных. Возможность анализа других наборов данных с целью определения, в какой степени они поддерживают или опровергают полученные семинаром выводы, зависела от имеющегося времени.

7.5 Наборы данных, доступные для проведения анализа, обобщены в таблицах 2–4. Дополнительная информация об источниках и типах данных по о-вам Берд и Сигни приводится в документах WS-Area48-98/12 и 98/13.

7.6 Таблица 3 показывает относительную ограниченность данных, которые могут быть использованы для сравнения видов между участками и в других масштабах, чем многолетний (размер популяций) и летний период.

Организация и комбинирование данных

7.7 В таблице 5 показатели по хищникам логически сгруппированы таким образом, чтобы отражать относительно дискретные биологические процессы. Каждая такая группа может быть объединена в один показатель. Также могут быть образованы и другие комплексные показатели, отражающие временные масштабы, показанные в таблице 5.

7.8 Также возможно создание новых показателей путем комбинирования – при помощи простых формул – существующих показателей. Примеры таких показателей, названных комплексными индексами, приводятся в таблице 6 (комплексные индексы продуктивности хищников).

Анализ данных

7.9 Основываясь на разработанном в WG-EMM-Stats-97/7 подходе документ WS-Area48-98/6 приводит компьютерную программу для расчета комбинированного показателя, который был назван Комплексным стандартизованным индексом (КСИ). Такие индексы были рассчитаны по различным разделам базы данных с тем, чтобы обобщить временные ряды по участкам, видам и сезонам, несмотря на то, что статистические свойства этих индексов еще не совсем понятны.

7.10 Семинар не располагал достаточным временем, чтобы рассмотреть приведенные в таблице 5 комплексные индексы, за исключением летних и зимних индексов (последний включает размер популяций). Также не было времени для того, чтобы рассмотреть вопрос об использовании комплексных индексов.

7.11 Таким образом, важными направлениями работы по улучшению данного анализа являются:

- (i) сравнение результатов использования индексов, комбинирующих все исходные переменные, с индексами, комбинирующими отдельные показатели, каждый из которых представляет собой группу биологически-взаимосвязанных переменных. (Для нескольких видов и участков в настоящее время комплексные индексы могут быть сильно смещены в сторону переменных, связанных с рационом);
- (ii) исследование использования комплексных индексов для замены показателей, включенных в их расчет. (Надо заметить, что

использование показателя "пополнение на единицу потомства" должно преодолеть проблему, когда малое количество выживавших детенышей в плохие годы имеет в момент прекращения кормления молоком/оперения массу выше, чем средняя для популяции в хорошие годы. В дополнение, показатели кормления могут учитывать потенциальный компромисс между массой и скоростью доставки корма);

- (iii) критическое сравнение результатов использования зимних показателей с учетом и без учета размера популяции;
- (iv) разработка метода оценки доверительных интервалов КСИ; и
- (v) исследование характера/масштабов изменчивости индексов хищников, включая изучение воздействия изменения состава индексов, входящих в каждый КСИ.

7.12 Комбинированные летний и зимний индексы по каждому виду на каждом участке показаны на рисунках 23–27.

7.13 Надо заметить, что за исключением специально оговоренных случаев весь анализ проводился с использованием исходных непреобразованных значений. После того, как был построен рисунок 23, были подставлены интерполированные значения размера популяции чернобрового альбатроса в 1987/88 г., а также размера популяции и выступления (но не выживаемости птенцов) в 1994/95 г.

7.14 В ходе предварительного рассмотрения летних индексов, приведенных на рисунках 23–27, была сделана попытка определить годы с особо низким репродуктивным успехом (см. табл. 7).

7.15 Следующим этапом расчетов было комбинирование видов в пределах участков. Чтобы гарантировать, что это не приведет к объединению видов, репродуктивный успех которых сильно различается во времени, была построена корреляционная матрица комбинированных летних индексов отдельно по всем видам/участкам (табл. 8). В таблице отмечены переменные со статистически значимыми коэффициентами корреляции. Корреляция между многими переменными, однако, должна интерпретироваться с осторожностью, т.к. в некоторых случаях может быть значительная случайная корреляция. Эти значения использовались только как общее руководство для определения уровня корреляции, позволяющего комбинировать (или разделять) виды в пределах участка.

7.16 В итоге, с учетом летних переменных виды были распределены по участкам следующим образом:

- (i) Остров Берд, Южная Георгия (см. рис. 28) –
Три ныряющих вида (два вида пингвинов и южный морской котик) были отделены от чернобрового альбатроса. (Малая схожесть между чернобровым альбатросом и другими видами в основном связана с продуктивностью этого вида в 1987/88 и 1994/95 гг. Эти два года характеризовались наиболее существенными аномалиями

в физических условиях окружающей среды в период кладки яиц, что вызвало многочисленные изменения в фенологии и успехе воспроизводства, не все из которых смогут быть учтены при подстановке интерполированных значений.)

- (ii) Остров Сигни, Южные Оркнейские о-ва (см. рис. 29а) –
В соответствии с коэффициентами корреляции пингвинов Адели следует отделить от двух других видов; однако во время проведения анализа это не было сделано и все три вида были объединены. Рисунок 7 указывает не только на сильную положительную зависимость между папуасскими и антарктическими пингвинами, но и на возможную временную разницу в ответной реакции, в особенности у пингвинов Адели, из-за чего индексы продуктивности в 1990-е годы в целом выше, чем в 1980-е годы.
- (iii) Залив Адмиралтейства (см. рис. 29б) –
Коэффициенты корреляции были низкими для всех межвидовых сравнений, но тем не менее они не указывали на необходимость разделения. Однако зависимость между показателями по пингвинам Адели и папуасским пингвинам указывает на сильную связь на протяжении 1990-х гг., но на отсутствие подобной зависимости в 1980-е гг. Это нехарактерно для других межвидовых сравнений по этому участку. Ни для о-ва Сигни, ни для залива Адмиралтейства ничего не свидетельствует о схожести характера воспроизводства пингвинов Адели и антарктических пингвинов в конкретные годы.
- (iv) Остров Сил –
Существовала сильная корреляция между двумя видами (антарктическими пингвинами и южными морскими котиками), которые были объединены.

7.17 Полученные летние индексы показаны на рис. 30 (надо отметить, что данные по чернобровому альбатросу здесь включают подставленные интерполированные значения за 1987/88 и 1994/95 гг.). Выявленные годы низкого воспроизводства приведены в табл. 9.

7.18 Можно заключить, что когерентность между летними индексами проявляется:

- (i) в 1983/84 г. между подрайонами 48.3 и 48.2 (данные по Подрайону 48.1 отсутствуют);
- (ii) в 1989/90 г. между подрайонами 48.2 и 48.1 (но не для антарктического пингвина на о-ве Сил);
- (iii) в 1990/91 г. по всему Району 48, за исключением о-ва Сигни; и
- (iv) в 1993/94 г. между подрайонами 48.3 и 48.2, но не для Подрайона 48.1 (за исключением о-ва Сил).

7.19 Потенциальные взаимосвязи между видами и участками были проанализированы с помощью матрицы корреляции по показателю репродуктивного успеха, отражающему общий успех воспроизводства в летний период и регистрируемому для большинства длинных временных рядов по большинству участков. (Наборы данных за восемь лет для о-вов Сил и Анверс не были включены в анализ). Чтобы заполнить матрицу по всем участкам и за все годы с 1981/82 по 1997/98 г. (по 1996/97 г. для о-ва Сигни), путем линейной интерполяции были получены и подставлены в матрицу значения для южного морского котика на о-ве Берд за 1982/83 г. и для всех трех видов пингвинов в заливе Адмиралтейства за 1983/84 г.

7.20 Приведенные в табл. 10 результаты (к которым относятся те же замечания, что и в пункте 7.15), показывают, что разница между наборами данных с подставленными интерполированными значениями и без них является незначительной.

7.21 Приняв, что с биологической точки зрения представляют интерес значения корреляции $>0,4$, три наиболее высоких корреляции существуют внутри участков (залив Адмиралтейства – папуасские пингвины и пингвины Адели, о-в Сигни – папуасские и антарктические пингвины, о-в Берд – папуасские пингвины и южные морские котики). Необходимо отметить, что все эти зависимости включают папуасских пингвинов – оседлый вид с ограниченным ареалом кормления, обычно очень чувствительный к колебаниям в доступности потребляемых видов. Существует также группа несколько более слабых корреляционных отношений между о-вами Берд и Сигни. Они включают папуасских пингвинов и котиков на о-ве Берд в комбинации с тремя видами пингвинов на о-ве Сигни. Однако нет существенной корреляции между папуасскими пингвинами на о-ве Берд и на о-ве Сигни, что, возможно, отражает их очень ограниченное, узко локальное распределение в любое время года.

7.22 Другим подходом к рассмотрению взаимосвязей между показателями внутри и между видами является анализ главных компонент (PCA). Преимущества и недостатки этого метода рассматриваются в Добавлении Е. Семинар не имел достаточно времени, чтобы применить этот метод ко всем наборам данных по хищникам (т.е. видам внутри и между участками). Пример, показывающий применение этого метода к данным по папуасским пингвинам о-ва Берд и залива Адмиралтейства, приводится в Добавлении Е.

7.23 Сравнение подрайонов с использованием локальных комбинированных летних переменных показано на рис. 31. (При объяснении этого рисунка внимание обращалось на левый нижний и правый верхний квадранты, которые отражают когерентность в плохие и хорошие годы соответственно.)

7.24 Для Подрайона 48.3 (о-в Берд (BIG)) когерентность проявляется следующим образом:

Подрайон ¹	Плохая	Хорошая	Никакой
48.2 (SIO)	83/84, 93/94	84/85, 85/86, 87/88, 88/89, 94/95 ² , 95/96, 96/97	78/79–82/83, 86/87, 89/90, 90/91
48.1 (SES)	90/91, 93/94	87/88, 88/89, 94/95 ² , 95/96 ² , 96/97	89/90, 91/92, 92/93
48.1 (ADB)	77/78 ² , 90/91	84/85, 88/89, 91/92, 94/95–96/97	81/82, 82/83, 85/86–87/88, 89/90, 92/93, 93/94

¹ - Объяснение кодов – см. табл. 2

² - Слабое взаимодействие

7.25 Для Подрайона 48.2 (о-в Сигни (SIO)) основная когерентность была:

Подрайон ¹	Плохая	Хорошая	Никакой
48.1 (SES)	89/90 ² , 93/94	87/88, 88/89, 94/95 ² , 95/96*, 96/97	90/91, 91/92, 92/93
48.1 (ADB)	81/82 ² , 82/83, 89/90	84/85, 88/89, 91/92, 94/95–96/97	85/86–87/88, 90/91, 92/93, 93/94

¹ Объяснение кодов – см. табл. 2

² Слабое взаимодействие

7.26 Внутри Подрайона 48.1 основная когерентность между заливом Адмиралтейства (ADB) и о-вом Сил (SES) была:

Подрайон ¹	Плохая	Хорошая	Никакой
48.1 (SES)	89/90, 90/91, 92/93	84/85, 88/89, 91/92, 94/95–96/97	87/88, 91/92 ² , 93/94

¹ Объяснение кодов – см. табл. 2

² Слабое взаимодействие

7.27 В целом это говорит о том, что существует:

- (i) умеренная когерентность Подрайона 48.3 с подрайонами 48.2 и 48.1 (годы довольно ровно распределены между когерентностью (хорошей или плохой) и некогерентностью), причем когерентность Подрайона 48.3 с о-вом Сил выше, чем с заливом Адмиралтейства;
- (ii) довольно высокая когерентность между подрайонами 48.2 и 48.1, причем опять когерентность с о-вом Сил выше, чем с заливом Адмиралтейства;

- (iii) хорошая когерентность (сильная в смысле совокупности лет, но многие из них лежат близко к основным осям) между двумя участками в Подрайоне 48.1; и
- (iv) незначительные изменения при оценке реакции на явно плохие годы (т.е. 1990/91 и 1993/94 гг.) по сравнению с тем, что дается в пункте 7.18.

7.28 Характер когерентности в плохие годы по летним индексам (см. пункт 7.18):

- (i) 1983/84 г. – когерентность между подрайонами 48.3 и 48.2; данные по Подрайону 48.1 отсутствуют;
- (ii) 1989/90 г. – когерентность между Подрайоном 48.2 и заливом Адмиралтейства в Подрайоне 48.1. Комбинация показателей для пингвинов на о-ве Сил была сложной – самые продолжительные походы за пищей и третья наименьшая по величине масса при оперении компенсировались самой большой массой принимаемой за один раз пищи. Продолжительность похода за пищей южных морских котиков была средней, но темпы роста были низкими;
- (iii) 1990/91 г. – когерентность во всем Районе 48, за исключением о-ва Сигни, где репродуктивный успех пингвинов был нормальным. Однако размеры размножающихся популяций в 1991 г. были на 20–30% ниже, чем в предыдущем году, что представляет собой самое большое зарегистрированное сокращение. (Это контрастирует с 1984 г., когда размножающиеся популяции не сократились, но репродуктивный успех был очень низким); и
- (iv) 1993/94 г. – когерентность между подрайонами 48.3 и 48.2, но при этом очевидно хороший год в Подрайоне 48.1 на о-ве Анверс и в заливе Адмиралтейства. Переходная ситуация на о-ве Сил (предпоследняя по величине масса при оперении, средняя продолжительность походов за пищей, большая масса принимаемой за один раз пищи).

7.29 Значительная ассоциация между подрайонами в хорошие годы заметна для:

- 1984/85 г. – подрайоны 48.3, 48.2 и 48.1 (залив Адмиралтейства, но не о-в Сил);
- 1987/88 г. – подрайоны 48.3, 48.2 и 48.1 (о-в Сил, но не залив Адмиралтейства);
- 1988/89 г. – весь район;
- 1994/95 г. – весь район;
- 1995/96 г. – весь район; и
- 1996/97 г. – весь район.

7.30 Основываясь на проведенном в пункте 7.24 анализе результатов, представленных на рис. 31, была разработана шкала для исследования общего характера когерентности на протяжении времени. Году

присваивается значение -1, если сравнение попадает в "плохую" категорию (нижняя левая часть на рис. 31), +1, если попадает в "хорошую" категорию (правая верхняя часть на рис. 31), и 0, если не попадает ни в одну из этих категорий. Общее количество баллов за каждый год было разделено на размер выборки для этого года, чтобы дать индекс между -1 и 1. Индекс -1 указывает на абсолютную когерентность плохих условий между участками, в то время, как индекс +1 указывает на абсолютную когерентность хороших условий между участками. Индекс 0 показывает, что в целом когерентности между участками нет.

7.31 Для периода 1977/78 – 1980/81 г. имеется только один критерий когерентности, а для последующих лет – 3-6 (за исключением 1983/84 г., для которого также имеется один критерий). Когерентность была или низкой, или свидетельствовала о том, что условия для хищников в целом были плохими в начале и хорошими в конце 1980-х годов (рис. 32). В целом, когерентность была низкой, а условия – плохими в начале 1990-х годов, но расчеты показали возврат к высокой когерентности и хорошим условиям в конце временного ряда.

7.32 Этот индекс дает общее представление о временной изменчивости связей между участками, которые используются для мониторинга хищников в Районе 48. Он свидетельствует о том, что изменчивость может носить многолетний характер, варьируя от плохих для хищников условий с относительно низкой когерентностью между участками наблюдений к относительно хорошим условиям и высокой когерентности. Представляется, что каждая из этих фаз продолжается около 5–6 лет.

7.33 Изучение зимних индексов по видам и участкам (рис. 23b, 24b, 25b и 27b) осложнено тем, что размер популяции является обычно главной (и часто единственной) переменной. У большинства видов сильно выражены тенденции в размере популяций; это может распространяться на весь набор данных или его часть, усложняя определение сопоставимых лет низкой продуктивности по всему набору данных.

7.34 Рисунок 33 показывает, что существуют следующие тенденции в численности популяций:

- (i) остров Берд – чернобровый альбатрос (сокращение численности на всем протяжении ряда); золотоволосый пингвин (сокращение с 1984 г.); папуасский пингвин (некоторое сокращение в целом, более заметное после 1989 г.);
- (ii) остров Сигни – пингвин Адели (возрастание с 1979 по 1989 г., сокращение после этого, особенно к 1995 г.); папуасский пингвин (в целом возрастание); антарктический пингвин (в целом незначительное сокращение);
- (iii) залив Адмиралтейства – пингвин Адели (сокращение, особенно после 1989 г.); антарктический пингвин (сокращение с 1979 г.); папуасский пингвин (сокращение с 1980 г.); и

- (iv) остров Анверс – пингвин Адели (сокращение численности на всем протяжении ряда).

Так, среди всех видов и участков, только южный морской котик на о-ве Берд характеризуется устойчивой (хотя и со значительными колебаниями) численностью популяции на всем протяжении временного ряда.

7.35 При подготовке к комбинированию видов по отдельным участкам была подготовлена корреляционная матрица (табл. 11). Она хуже поддается интерпретации, чем аналогичная матрица для летних переменных. Были приняты следующие комбинации/разделения:

- (i) Остров Берд, Южная Георгия (см. рис. 34а) – четко выраженных закономерностей нет, за исключением того, что существует сильная корреляция между чернобровыми альбатросами и золотоволосыми пингвинами; однако никаких поправок к принятому по летним показателям разграничению между чернобровым альбатросом и тремя ныряющими видами сделано не было.
- (ii) Остров Сигни (см. рис. 34б) – слабая корреляция между папуасскими пингвинами и пингвинами Адели, никаких других явных закономерностей.
- (iii) Залив Адмиралтейства (см. рис. 34с) – слабая корреляция между папуасскими и антарктическими пингвинами, никаких других явных закономерностей.

Для двух последних участков антарктические пингвины и пингвины Адели были разделены для анализа зимних переменных.

7.36 Полученные комплексные зимние индексы по видам приведены на рис. 35. Годы низкого репродуктивного успеха показаны в табл. 12.

7.37 Представляется, что в плохие годы между подрайонами существует следующая когерентность:

- (i) 1980 г. (пингвины – за исключением пингвинов Адели – на всех участках/подрайонах, но слабее всего на о-ве Берд);
- (ii) 1984 г. (пингвины на о-вах Берд и Сигни, но слабее на последнем);
- (iii) 1990 г. (пингвины на всех участках/подрайонах – менее выражено для пингвинов Адели в заливе Адмиралтейства, но размер популяции уменьшился на 25%. Второе по величине сокращение в этой базе данных за 20 лет);
- (iv) 1994 г. (пингвины на всех участках/подрайонах); и
- (v) 1997 г. (все виды на о-ве Берд; папуасские пингвины и пингвины Адели в заливе Адмиралтейства).

7.38 По сравнению с плохими годами, полученными по летним переменным (см. пункт 7.28), вышеизложенное свидетельствует о том, что зима 1990 г. (предшествующая лету 1990/91 г.) была также плохой. В отличие от этого, плохие зимы 1984 и 1994 гг. следовали за плохими летними сезонами 1983/84 и 1993/94 гг.

7.39 Для дальнейшего анализа характера изменения популяций была построена корреляционная матрица ежегодного прироста популяций (табл. 13). Отсутствие значений для антарктических и папуасских пингвинов в заливе Адмиралтейства за 1984 г. приводит к тому, что без подстановки интерполированных значений временной ряд начинался бы только с 1985 г., а первая разница была бы получена за 1986 г. Подстановка (путем линейной интерполяции) этих значений за 1984 г., а также показателей по о-ву Берд для южного морского котика за 1979 и 1983 гг. и папуасских пингвинов за 1981 г., позволяет иметь временные ряды, начиная с 1979 г. (первая разница – 1980 г.).

7.40 В более длинных временных рядах потенциально значимые с биологической точки зрения коэффициенты корреляции ($>0,4$) были главным образом между пингвинами о-вов Берд и Сигни (7 из 9 корреляций) и между антарктическими пингвинами залива Адмиралтейства и антарктическими и папуасскими пингвинами о-ва Сигни. Только три корреляции внутри участков потенциально значимы: между пингвинами Адели и антарктическими пингвинами о-ва Сигни, южным морским котиком и золотоволосыми пингвинами о-ва Берд, и папуасскими и антарктическими пингвинами залива Адмиралтейства.

7.41 В более коротких временных рядах корреляций больше и они сильнее. Присутствуют все (за исключением одной – между папуасскими и антарктическими пингвинами в заливе Адмиралтейства) корреляции, полученные по более длинным временным рядам. Дополнительные корреляции получены между антарктическими пингвинами залива Адмиралтейства и всеми пингвинами о-вов Берд и Сигни, между пингвинами Адели о-ва Сигни и залива Адмиралтейства, южными морскими котиками и золотоволосыми пингвинами о-ва Берд, папуасскими пингвинами и пингвинами Адели о-ва Сигни. Разница между этими двумя наборами данных говорит о том, что после 1986 г. когерентность между участками была выражена сильнее.

7.42 Сравнение подрайонов по локализованным комплексным зимним переменным показано на рис. 36.

7.43 Можно заметить, что при рассмотрении зимних индексов между подрайонами проявляется когерентность:

Для Подрайона 48.3 (о-в Берд) с:

Подрайон/Виды ¹	1-й год	Плохая	Хорошая	Никакой
48.1 SIO (PYP, PYN)	77	78, 80, 84, 90, 94	77, 85, 88, 89, 92	79, 81–83, 86, 87, 91, 93, 95–97
48.2 SIO (PYD)	77	78, 80, 84, 90, 94, 95	77, 85, 87–89	79, 81–83, 86, 91–93, 96, 97
48.1 ADB (PYP, PYN)	77	90, 94, 97	77, 79, 81, 87, 88, 92	78, 80, 82–86, 89, 91, 93, 95, 96
48.1 ADB (PYD)	77	90, 93, 94	77, 81, 87, 88, 89	78–80, 82–86, 91, 92, 95–97

¹ Объяснение кодов – см. табл. 2.

Для Подрайона 48.2 (о-в Сигни) с:

Подрайон/Виды	1-й год	Плохая	Хорошая	Никакой
48.1 ADB (PYP, PYN)	77	83, 90, 94	77, 88, 92, 95	78–82, 84–87, 89, 91, 93, 96, 97
48.1 ADB (PYD)	77	79, 90, 94	77, 86–89, 97	78, 80–85, 91–93, 95, 96

¹ Объяснение кодов – см. табл. 2.

7.44 В целом, это свидетельствует о том, что:

- (i) существует умеренная когерентность (годы относительно поровну распределены между когерентностью (хорошей и плохой) и некогерентностью) между подрайонами; и
- (ii) когерентность в основном проявляется для всего Района 48. Это отличается от результатов, полученных по летним переменным, предположительно отражая большую пространственную и временную шкалу интеграции зимних переменных.

7.45 Более конкретно, в плохие годы когерентность проявляется для:

- (i) 1978, 1980 и 1984 гг. – только о-ва Берд и Сигни;
- (ii) 1990 г. – все участки/подрайоны; и
- (iii) 1994 г. – все участки/подрайоны.

7.46 Такая ситуация скорее всего отражает реакцию хищников на уровне популяций. Однако в то время, как реакция в 1990 г. предшествовала плохому летнему периоду 1990/91 г., в 1984 и 1994 гг. она следовала за плохими летними сезонами 1983/84 и 1993/94 гг. В первом случае, низкая

численность популяций в начале 1990/91 г. может говорить о том, что хищники, пережившие тяжелую зиму, могут не участвовать в размножении на следующее лето. Во втором случае, низкая численность популяций в год, следующий за плохими условиями летом, может говорить о продолжении плохих условий в течение зимы и/или о пониженной выживаемости и пополнении.

7.47 В хорошие годы когерентность проявляется для:

- (i) 1977 и 1988 гг. – все участки/подрайоны; и
- (ii) 1989 г.– о-ва Берд и Сигни (все виды пингвинов) и пингвины Адели в заливе Адмиралтейства.

7.48 Результаты анализа подобия, как и для летних переменных (см. пункт 7.30), показаны на рис. 32. (За каждый год имелось шесть критериев когерентности по зимним переменным.) Рисунок 32 говорит о том, что характер изменений зимних индексов продуктивности популяций в основном соответствует характеру изменений летних показателей. Это особенно проявляется в сильной положительной последовательности лет с 1985 по 1989 г. Для примыкающих периодов соответствие несколько хуже, и зимние переменные представляют собой более сложную комбинацию положительных и отрицательных значений. Это скорее всего отражает большие пространственные и временные масштабы, в рамках которых происходит интеграция зимних популяционных процессов, а также то, что зимний индекс представляет собой комбинацию переменных, характеризующихся короткими и длинными временными масштабами.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ФИЗИЧЕСКОЙ СРЕДОЙ, ПОТРЕБЛЯЕМЫМИ ВИДАМИ И ХИЩНИКАМИ

Исходная информация

8.1 Обобщенное описание некоторых аспектов межгодовой изменчивости экосистемы Южного океана представлено в документе WS-Area48-98/8. Обращают на себя внимание многочисленные свидетельства того, что в некоторые годы наблюдается очень низкая численность криля в районе Южной Георгии, и что эти изменения сказываются на большей части экосистемы, в наиболее выраженном виде – на выживаемости и репродуктивном успехе некоторых потребляющих криль видов. Открытость экосистемы Южной Георгии означает, что эта изменчивость может проявляться в более крупных масштабах.

8.2 Колебания в успехе годовых классов для части, или всей, популяции криля в море Скотия могут приводить к значительным изменениям в объеме доступной биомассы. Система океанических течений поддерживает крупномасштабную структуру экосистемы, перенося криль на большие расстояния в районы, где он становится доступным для колоний хищников. Эта крупномасштабная физическая система демонстрирует сильную пространственную и временную когерентность в характере изменчивости, проявляющейся в масштабах от 1 до 10 лет. Физическая изменчивость сказывается как на динамике популяции криля, так и на системе переноса,

подчеркивая тот факт, что и причины, и последствия происходящего на Южной Георгии являются частью более крупномасштабных процессов.

8.3 Были представлены результаты моделирования демографии и крупномасштабного переноса криля, которые показывают важность этих факторов для воспроизведения в модели наблюдаемой изменчивости. Процессы динамики популяции криля демонстрируют смещение по времени, означающее, что анализ вместе с переменными окружающей среды должен проводиться с осторожностью. Была представлена концептуальная модель влияния физической изменчивости на демографию криля, его распространение и численность.

8.4 Реакция хищников на интегральное воздействие нескольких факторов окружающей среды скорее всего проявляется одновременно, причем так, что это не может быть адекватно отражено двумерными графиками зависимостей между переменными, описывающими окружающую среду, хищников и потребляемые виды. Этот вопрос был проработан в документе WS-Area48-98/16, в котором искалась зависимость между одним относящимся к хищнику показателем (16-летним временным рядом данных по продолжительности походов за пищей морских котиков на о-ве Берд) и несколькими показателями окружающей среды, включая ледовый покров, Эль-Ниньо – южную осцилляцию (ENSO) и пополнение криля.

8.5 Результаты показывают, что между ENSO и походами за пищей морских котиков существует значительная корреляция со сдвигом по времени -9 и +11 месяцев. Отрицательный сдвиг по времени может говорить о том, что котики предчувствуют ENSO. Однако скорее всего такой результат получается из-за периодичностей циклических процессов, которые могут быть лучше представлены положительным сдвигом, составляющим примерно 1 год. В целом, эти результаты говорят о том, что южные морские котики на Южной Георгии находятся под косвенным влиянием крупномасштабных физических процессов.

8.6 Помимо этого, при анализе методом множественной регрессии большая доля вариации в продолжительности походов за пищей морских котиков объяснялась комбинацией показателей ледового покрова со сдвигом на один год и ENSO, также со сдвигом на один год. Это также говорит о том, что ENSO продолжает влиять на продолжительность походов за пищей морских котиков на Южной Георгии в течение одного года после основных проявлений в Тихом океане, но что дисперсия в продолжительности походов за пищей, обусловленная физическими параметрами в модели множественной регрессии, была больше в том случае, когда ENSO использовалось в сочетании с показателем распространения ледового покрова. Таким образом, комбинирование в одном анализе физических переменных позволяет объяснить больше изменений в поведении, свидетельствуя о том, что южные морские котики реагируют на факторы окружающей среды, зависящие от изменчивости как ледового покрова, так и ENSO.

8.7 Зависимость между изменением популяций пингвинов Адели и антарктических пингвинов в подрайонах 48.1 и 48.2 и продолжительностью и площадью ледового покрова (как поблизости от размножающихся колоний,

так и в районах, совпадающих с зимним ареалом кормления пингвинов) исследовалась Фрейзером и др. (1992) и Тратаном и др. (1996). И в той, и в другой работе исследователи пришли к выводу, что наличие ледового покрова оказывается на популяциях пингвинов, особенно зимой, и что это влияние различно для двух данных видов.

8.8 Документ WG-EMM-95/63 связывает изменения в размере популяции и демографии пингвинов Адели залива Адмиралтейства (Подрайон 48.1) с зарегистрированным сокращением площади ледового покрова в зимний период (Stammerjohn and Smith, 1996) и биомассой криля (Siegel and Loeb, 1995) в том же районе. Средняя выживаемость когорт пингвинов Адели сократилась с 22% (когорты 1982–1987 гг.) до 10% (когорты 1988–1995 гг.). Размер популяции пингвинов Адели также резко сократился в 1990 и 1991 гг., спустя два года после изменений в выживаемости когорт (что соответствует двухлетнему возрасту вступления в пополнение для этого вида). Эти результаты подтверждают, что пингвины Адели реагируют на отмеченные изменения в физической и биотической среде их обитания. Однако интерпретация лежащих в основе этой реакции механизмов и взаимодействий осложняется наличием многолетних процессов, влияющих на изменения в размере и демографии популяций.

8.9 Документ WS-Area48-98/17 рассматривает межвидовые различия в репродуктивном успехе хищников Южной Георгии в годы высокой и низкой доступности потребляемых видов. Биомасса криля между 1986 г. (хороший год) и 1994 г. (плохой год) различалась на порядок, что сопровождалось следующим: (i) 90%-ным уменьшением массы криля в рационе хищников (и некоторым увеличением доли рыбы в рационе); (ii) большим разнообразием добычи у большинства видов; (iii) уменьшением перекрытия рациона между видами; и (iv) переходом золотоволосых пингвинов с криля на амфипод, но при этом отсутствием больших изменений в рационе других видов. Уровень обеспечения кормом потомства сократился на 90% у папуасских пингвинов и на 40-50% у трех других видов; это было вызвано сокращением объема приносимой за один раз пищи у пингвинов (на 90% у папуасских и на 50% у золотоволосых), и удвоением продолжительности походов за пищей у альбатросов. Репродуктивный успех сероголовых альбатросов (вида, меньше всего зависящего от криля) сократился на 50%, у чернобровых альбатросов и папуасских пингвинов – на 90% (только из 3-4% яиц в итоге получились оперившиеся птенцы), но у золотоволосых пингвинов – только на 10%, что предположительно отражает способность этого вида переключаться на мелкую добычу, невыгодную для других видов. Оперившиеся птенцы всех видов (за исключением чернобрового альбатроса), в особенности золотоволосых пингвинов, имели более низкий вес, что возможно повлияло на их последующее выживание. Эти результаты указывают на согласованный, хотя и сложный, характер внутри- и межвидовых сходств и различий, в основном отражающий степень зависимости от криля, возможность добычи альтернативного корма и ограничения на продолжительность походов за пищей и/или объем приносимой за один раз пищи, связанные с физиологическими особенностями (особенно в отношении ныряния и скорости передвижения). Таким образом, даже в годы очень низкой доступности криля могут наблюдаться существенные межвидовые различия в показателях жизнедеятельности хищников – хотя и на фоне в целом низкой продуктивности.

8.10 М. Наганобу доложил о зависимости между пополнением криля и DPOI (WS-Area48-98/5). DPOI имел сильную корреляцию с изменениями в пополнении криля. Годы с высоким DPOI, означающим сильные западные ветры, совпадали с высокими показателями пополнения криля (1981/82, 1987/88 и 1990/91 гг.). Высокие значения среднего R1 приходились на годы высокого DPOI в 1981/82, 1987/88 и 1990/91 гг. Наоборот, годы с экстремально низкими значениями DPOI, означающими слабые западные ветры, совпадали с очень низким пополнением криля (1982/83, 1983/84, 1988/89, 1991/92 и 1992/93 гг.). Низкие значения среднего R1 приходились на годы низкого DPOI в 1982/83, 1983/84, 1988/89, 1991/92 и 1992/93 гг. Другие годы низкого среднего значения R1, например 1984/85 и 1989/90 гг., примерно совпадали с низкими значениями DPOI. Такое соответствие между DPOI и R1 говорит о том, что сила западных ветров воздействует на пополнение криля за счет изменений океанографических условий, в основном вызванных переносом Экмана. Годы низкого DPOI также совпадали с годами Эль-Ниньо в 1983, 1988 и 1992 гг. Это наводит на мысль, что DPOI и SOI связаны между собой.

Анализ взаимодействий

8.11 На основе полученных подгруппами индексов был создан набор комбинированных показателей, описывающих окружающую среду, хищников и потребляемые виды. Физические переменные включали относящиеся к Эль Нинью атмосферные индексы, региональные и крупномасштабные ТПМ, а также показатели ледового покрова. Данные по потребляемым видам включали показатели пополнения и плотности криля. Данные по хищникам включали информацию о рыбе и наземных хищниках. Данные по наземным хищникам включали комплексные индексы, составленные на основе нескольких видов и переменных, а также показатели по одному-двум видам.

8.12 Описание комбинированного набора данных приводится в табл. 14. Можно заметить, что даже в случае таких производных наборов данных существует много переменных с неполными временными рядами и несколько переменных, по которым данные существуют только для отдельных моментов времени. Это ограничивает возможности использования методов многомерного анализа для получения полной картины взаимодействий.

8.13 При проведении анализа использовалось три основных подхода, и люди, проводившие этот анализ, активно взаимодействовали между собой, что позволило обмениваться идеями и информацией по мере продвижения анализа. Этими подходами были: (i) разработка двумерных диаграмм некоторых взаимосвязей; (ii) проведение предварительного многомерного анализа; и (iii) проведение анализа методом множественной регрессии на основе идей, представленных в неопубликованной работе Адамса и Уилсона.

Двумерные взаимосвязи

8.14 Имелось несколько гипотез, одни из которых соотносили различные аспекты биологии и экологии криля с изменениями в окружающей среде, а другие – биологию хищников с изменчивостью потребляемых видов и

окружающей среды. При анализе этих гипотез использовались двумерные графики, соотносящие основные переменные. Позволяя фокусировать внимание на некоторых ключевых взаимосвязях, эти графики помогли при развитии многомерного анализа. Так как этот процесс не был завершен, проделанная работа должна рассматриваться как проведение первой предварительной оценки данных. Необходимо также напомнить, что данные представляют собой временные ряды, а не независимые выборки.

8.15 Первоначально рассматривались взаимосвязи между переменными криля по двум подрайонам. Рисунок 37 показывает, что хотя в целом и существует когерентность между зарегистрированными в подрайонах 48.1 и 48.3 показателями акустической плотности, она в основном связана с одновременно отмеченной низкой плотностью криля в 1991 и 1994 гг. Было привлечено внимание к тому, что в основе этих съемок лежали очень различные методики, поэтому результаты могут быть не совсем сопоставимы. Взаимосвязи между пополнением криля в этих двух районах не могут быть выявлены из-за малочисленности данных. Существует некоторая когерентность в 1995 и 1996 гг., когда в обоих районах пополнение было высоким.

8.16 Основанный на расчетных значениях предварительный анализ плотности и пополнения криля по обоим подрайонам по сравнению с региональной летней ТПМ не выявил каких-либо простых зависимостей, хотя и выделил некоторые годы (рис. 38).

8.17 Предполагаемая по данным для Подрайона 48.1 зависимость пополнения криля от ледового покрова анализировалась путем построения графика зависимости пропорционального пополнения криля в Подрайоне 48.1 от показателя ледового покрова для Южных Шетландских о-вов (рис. 39). Рисунок показывает, что при значениях коэффициента пополнения выше примерно 0,3 пропорциональное пополнение возрастает в соответствии с увеличением показателя ледового покрова. При значениях этого показателя меньше 0,3 данные сильно варьируют и не позволяют провести адекватный анализ.

8.18 График, соотносящий логарифмически преобразованные значения абсолютного пополнения с показателями ледового покрова, показывает, что более высокое пополнение происходит при более высоких значениях показателя ледового покрова (рис. 40). Эта зависимость, однако, более неустойчивая, чем для пропорционального пополнения.

8.19 Графики, соотносящие пополнение и показатель регионального ледового покрова для Подрайона 48.3, не выявили каких-либо простых взаимосвязей, возможно из-за недостатка данных (рис. 41 и 42).

8.20 Двумерные графики, соотносящие плотность криля в Подрайоне 48.1 с различными показателями окружающей среды, такими как региональная ТПМ, ледовый покров и более крупномасштабный летний показатель SOI, не выявили каких-либо простых зависимостей, хотя отдельные годы характеризовались резко выделяющимися значениями на нескольких графиках (рис. 43–45, также см. пункт 8.35).

8.21 В Подрайоне 48.3 плотность криля не зависела от показателя региональной ТПМ (рис. 46). Однако представляется, что существует связь между плотностью криля и показателем регионального ледового покрова, а также крупномасштабным летним индексом SOI (рис. 47 и 48, также см. пункт 8.35). Проведенный анализ подчеркнул отличие 1991 и 1994 гг., когда низкая плотность криля совпадала с низким показателем ледового покрова.

8.22 Несколько графиков указывают на наличие автокорреляции временных рядов, которая в некоторых случаях проявлялась как цикличность. Судя по рис. 49, продуктивность ныряющих хищников (о-в Берд) и зимний показатель региональной ТПМ имеют тенденцию к одновременному циклическому изменению, причем это не просто непосредственная ответная реакция хищников на изменения в окружающей среде. Это говорит о том, что дальнейшее изучение динамики, лежащей в основе некоторых зависимостей, представляет большой интерес.

8.23 На основе рассмотренных ранее гипотез было построено несколько графиков, соотносящих некоторые индексы продуктивности хищников и показатели по крилю и окружающей среде (рис. 50 и 51).

8.24 Существует связь между летними КСИ ныряющих хищников на о-ве Берд и акустической плотностью криля в этом районе, где наивысшим значениям индексов соответствуют наивысшие значения плотности криля (рис. 51 и 52; также см. пункт 8.32). Однако представляется, что эта зависимость является асимптотической, хотя надо учитывать, что данные по крилю были получены по различным съемкам, проведенным в различных районах.

8.25 Считается, что показатель физиологического состояния ледяной рыбы в основном зависит от доступности криля. Соответственно была проанализирована взаимосвязь между показателем физиологического состояния ледяной рыбы и средней плотностью криля.

8.26 Использовались данные по подрайонам 48.1 и 48.3. Была построена зависимость между средним летним показателем физиологического состояния ледяной рыбы и средней акустической плотностью криля за тот же период. Для сравнения использовались данные по ледяной рыбе для Южных Шетландских о-вов и о-ва Элефант (Подрайон 48.1). В Подрайоне 48.3 все акустические данные по крилю были получены по съемкам в районе шельфа Южной Георгии, и зависимость строилась между этими данными и данными по ледяной рыбе соответствующего района. Для скал Шаг и Южных Оркнейских о-вов сопоставимых данных не было.

8.27 Результаты показаны на рис. 53. Корреляция между показателями состояния ледяной рыбы и плотности криля была существенной ($r^2=0,73$, $N=10$). Это отношение представляется линейным, свидетельствуя о том, что для большого ряда значений показатель физиологического состояния ледяной рыбы дает достаточно хорошее приближение к показателю средней акустической плотности криля.

8.28 Периодами низкого показателя физиологического состояния и, соответственно, низкой плотности криля были:

- (i) Южная Георгия – летние сезоны 1977/78, 1982/83, 1990/91 и 1993/94 гг., и зимы 1972, 1985, 1990 и 1997 гг.;
- (ii) Скалы Шаг – летние сезоны 1972/73, 1986/87 и зима 1997 гг.;
- (iii) Южные Шетландские о-ва – лето 1984/85 г.; и
- (iv) Остров Элефант – летние сезоны 1978/79, 1983/84, 1984/85 и 1987/88 гг.

8.29 Для Южной Георгии взаимосвязь между зимними и летними показателями состояния ледяной рыбы и комбинированными летними и зимними КСИ для пингвинов и южных морских котиков показана на рис. 55 (BIG 3 PS и BIG 3 PW). Хотя и есть хорошее согласование в некоторые плохие (например, летние сезоны 1990/91 и 1993/94, зимы 1990 и 1997 гг.) и хорошие годы (например, летние сезоны 1984/85, 1988/89, 1994/95 и 1995/96 гг. и зима 1977 г.), в целом согласованность не была особенно высокой.

Многомерная зависимость

8.30 Следующим этапом проведения анализа была разработка моделей на основе методов множественной регрессии. Простая двумерная регрессия выявила несколько обсуждавшихся выше потенциально значимых взаимосвязей между показателями, описывающими окружающую среду, вылавливаемые и зависимые виды (табл. 15). Чтобы изучить относительный вклад и взаимодействие некоторых физических и биологических переменных по отношению как к вылавливаемым, так и зависимым видам, методы анализа были расширены, чтобы включить модели множественной регрессии.

8.31 Некоторые из этих моделей объясняют необычно высокий уровень изменчивости зависимых переменных (например, $r^2 > 0,9$), главным образом благодаря высокому уровню параметризации по отношению к ограниченному размеру выборки. Однако в некоторых случаях удалось показать, что даже модели с небольшим количеством переменных (например, с тремя) могут объяснить сравнительно большую долю общей изменчивости данных.

8.32 В частности, летние КСИ для трех ныряющих хищников (о-в Берд) зависели от акустической плотности криля в Подрайоне 48.3, но при включении в модель показателей изменений физической среды объясненная изменчивость КСИ возросла (табл. 15, модели 1-5). Когда в модели использовались показатели ТПМ для моря Скотия и летний SOI, было обнаружено, что вклад SOI в изменение продуктивности хищников больше. Когда в модель, содержащую SOI и акустическую плотность криля, был включен также показатель ледового покрова (табл. 15, модели 38-41), ледовый покров понижал важность относительного вклада SOI в объясненную изменчивость.

8.33 Продуктивность хищников о-ва Берд слабо зависела от акустической плотности криля в Подрайоне 48.1 (табл. 15, модель 18). В целом, характеризующие хищников зимние индексы по о-ву Берд не так сильно зависели от акустической плотности криля в летний период или летних показателей окружающей среды, как аналогичные индексы для летнего периода (табл. 15, модели 1–5 по сравнению с 6–10). Однако, для изучения зависимости между характеризующими хищников зимними индексами и акустической плотностью криля в предыдущий летний период требуется проведение дополнительного анализа.

8.34 Не было выявлено никакой или почти никакой зависимости между характеризующими хищников летними индексами для Подрайона 48.1 (залив Адмиралтейства) и акустической плотностью криля в этом же подрайоне (табл. 15, модели 11 и 16). Введение в анализ физических переменных, включая показатели ледового покрова, существенно не прояснило картину (табл. 15, модели 12–15 и 17).

8.35 Акустическая плотность криля в Подрайоне 48.3 сильно зависела от показателя ледового покрова около Южной Георгии и летнего SOI (табл. 15, модели 42–44). Когда оба этих показателя были включены в модель, ледовый покров был доминирующей физической переменной, влияющей на акустическую плотность криля в Подрайоне 48.3. При рассмотрении акустической плотности криля в Подрайоне 48.1 подобной зависимости обнаружено не было.

8.36 В целом, эти результаты говорят о том, что в Подрайоне 48.3 на продуктивность живущих на суще хищников влияют плотность криля и, независимо от нее, физические переменные, главным образом ледовый покров. В отличие от этого, в Подрайоне 48.1 продуктивность живущих на суще хищников не имеет тесной связи с показателями плотности криля или изменчивости физической среды. Помимо этого, складывается впечатление, что плотность криля в Подрайоне 48.1 не очень зависит от локального ледового покрова или других физических переменных.

8.37 В случаях, когда рассматриваются подобные разнородные типы данных, включающие биологические данные и данные по окружающей среде, часто используются методы многомерного статистического анализа. Для анализа комбинированной таблицы показателей были использованы простая корреляционная матрица и метод главных компонент. Целью этого было выявление любой сильной когерентности между переменными, а также определение ключевых факторов, обуславливающих изменчивость наборов данных. Главным образом этот анализ использовался для изучения когерентности между регионами и взаимосвязей между показателями криля и характеристиками хищников.

8.38 Чтобы исследовать взаимосвязи между переменными и годами в Подрайоне 48.3, для анализа данных по ледовому покрову, переменных физической среды, акустической плотности криля, физиологического состояния ледяной рыбы, а также зимних и летних показателей по хищникам был применен метод главных компонент. Этот анализ был в основном проведен с иллюстративными целями. Анализ был ограничен из-за

неполноты данных, т.к. метод главных компонент может использоваться только тогда, когда имеются данные по всем переменным (Добавление Е).

8.39 Результаты анализа показаны на рис. 55. В первой главной компоненте, на долю которой приходится 50% разброса данных, преобладают переменные физической среды, в основном ледовый покров и ТПМ. Интересно отметить, что в летний период SOI был другим, т.к. он больше примыкал ко второй оси.

8.40 Доля изменчивости данных, объясняемая второй осью, была 25%. Таким образом, первые две компоненты объясняют 75% изменчивости. Вторая ось представляет собой летние биологические индексы, SOI и акустическую плотность криля. Зимние биологические переменные, однако, больше примыкали к первой оси, и поэтому были связаны с ледовым покровом.

8.41 Несмотря на то, что в данном конкретном анализе могло быть рассмотрено только ограниченное количество лет, взаимосвязи между годами соответствовали выявленным предыдущими исследованиями, идентифицировавшими аномальные годы во временных рядах.

8.42 Чтобы охватить большее число лет, был проведен дополнительный анализ с использованием отдельных относящихся к крилю переменных. Эти и другие подобные исследования дали результаты, в целом соответствующие результатам, показанным на рис. 54.

8.43 Для подобных данных, содержащих много нелинейных зависимостей, можно использовать такие методы, как Канонический анализ соответствия (Canonical Correspondence Analysis), или другие методы многомерного анализа. Требуется тщательное рассмотрение вопроса разработки подробной многомерной модели, что займет больше времени, чем было в распоряжении подгруппы. На основании результатов уже проведенного анализа подгруппа решила, что такой подход может принести пользу, и что в будущем необходимо будет разработать данный анализ.

Долгосрочные тенденции

8.44 Основываясь на проведенном анализе, подгруппа отметила, что есть свидетельства проявления долгосрочных изменений в данных. В данных ТПМ по о-ву Элефант есть признаки существования изменчивости с периодом до 10 лет. Есть основания предполагать, что подобная изменчивость существует и на Южных Оркнейских о-вах, но не на Южной Георгии. Данные траловых съемок о плотности криля в Подрайоне 48.1 также указывают на существование изменчивости с периодом до 10 лет, причем более высокие значения встречаются до 1985 г. (Siegel et al., 1998). Рассчитанный по данным по пингвинам (особенно пингвинам Адели) на о-ве Сигни, а также папуасским пингвинам и пингвинам Адели в заливе Адмиралтейства (пункт 7.16; см. также пункт 7.41), показатель репродуктивного успеха обитающих на суще морских хищников в 1980-е годы устойчиво отличался от показателя в 1990-е годы. Семинар не располагал достаточным временем для дальнейшего

рассмотрения этого вопроса и подгруппа решила, что такое рассмотрение может быть полезным.

ВЫВОДЫ

9.1 Были подчеркнуты следующие результаты в отношении круга рассмотренных семинаром задач (пункт 2.4) и гипотез (пункт 2.5).

9.2 Окружающая среда:

- (i) Глобальные сигналы атмосферы/океана (SOI, ТПМ западной части Тихого океана) проявлялись в Районе 48 (DPOI, температуры воздуха на станции Палмер, ледовый покров, ТПМ) (пункты 3.18 и 3.22).
- (ii) Была выявлена примерно четырехлетняя периодичность (ТПМ, ледовый покров, ТПМ восточной части Тихого океана), что соответствует результатам предыдущих исследований (пункт 3.27).
- (iii) Прецессия аномалий ТПМ в море Скотия находилась в соответствии с моделью адвективного переноса (ФРАМ), что говорит о времени переноса между Антарктическим п-овом и Южной Георгией от 4 до 8 месяцев (пункт 3.33).
- (iv) Глобальные сигналы атмосферы/океана (ТПМ) имели наиболее сильную когерентность с Южной Георгией и более слабую – с Антарктическим п-овом и Южными Оркнейскими о-вами, указывая на локальное воздействие (такое как море Уэдделла) (пункт 3.36).
- (v) Тенденция к потеплению в течение последних 7 лет проявлялась в данных ТПМ (NCAR) только для Антарктического п-ова и Южных Оркнейских о-вов (пункт 3.26).

9.3 Криль:

- (i) Характер изменений в плотности криля от года к году (по результатам акустических съемок) и в демографии популяций (R1) был схожим в районе Антарктического п-ова и на Южной Георгии (пункты 4.5-4.11):

	Антарктический п-ов	Южная Георгия
Низкая плотность	1990/91	1990/91
	1993/94	1993/94
Высокий R1	1982/83	нет данных
	1987/88	нет данных
	1994/95	1994/95
Низкий R1	1988/89	1988/89
	1989/90	1989/90
	1991/92	1991/92
	1992/93	1992/93

- (ii) Данные по частотному распределению длин криля в рационе хищников на Южной Георгии с 1991 по 1997 гг. указывают на значительные изменения между двумя модальными размерами в течение 1991 и 1994 гг., но не в другие годы (пункт 4.18).

9.4 Зависимые виды:

- (i) Хотя данные по китам отличались значительным пространственным и временными охватом, их перекрытие по времени с другими имеющимися наборами данных по Району 48 было ограниченным. Следует отметить, что численность малых полосатиков была наиболее высокой в 1980/81 г. в Подрайоне 48.2 и в 1985/86 г. в Подрайоне 48.1 (пункты 6.7 и 6.8).
- (ii) Большинство показателей по обитающим на суше хищникам демонстрировало большую когерентность между видами в пределах участков, чем между участками (пункт 7.16).
- (iii) Летние показатели по обитающим на суше хищникам были когерентны между подрайонами в "хорошие" (1984/85, 1987/88, 1988/89, 1994/95–1996/97 гг.) и в "плохие" годы (1990/91 и 1993/94 гг.), особенно в 1990/91 г. (пункты 7.23–7.29).
- (iv) Между подрайонами когерентность летних показателей по обитающим на суше хищникам была в основном более заметна в хорошие, а не в плохие годы (пункты 7.28 и 7.29).
- (v) Зимние показатели по обитающим на суше хищникам проявляли меньшую когерентность между подрайонами, чем летние индексы. Когда когерентность наблюдалась (1990 и 1994 – "плохие" годы, 1997, 1988 и 1989 – "хорошие" годы), это чаще, чем летом, происходило в масштабах всего Района 48 (пункты 7.44–7.47).
- (vi) Для показателей по обитающим на суше хищникам не было отмечено устойчивой последовательности между плохими зимними и летними сезонами; другими словами, любой из этих сезонов может предшествовать другому (пункт 7.45).

9.5 Взаимодействия:

- (i) Показатель пропорционального пополнения криля, превышающий значение примерно 0,3, коррелировал с показателем ледового покрова в районе Антарктического п-ова (пункт 8.17).
- (ii) Плотность криля у Южной Георгии (Подрайон 48.3) была связана с региональным ледовым покровом и летним SOI. Это особенно проявилось в 1990/91 и 1993/94 гг. – годы, характеризующиеся незначительным ледовым покровом и низкой плотностью криля (пункты 8.21 и 8.35). В отличие от этого, плотность криля в районе Антарктического п-ова (Подрайон 48.1) не зависела от показателей изменчивости физической среды (пункты 8.20 и 8.34).

- (iii) В Подрайоне 48.3 показатели по обитающим на суше и в пелагиальной зоне хищникам были коррелированы с летними показателями плотности криля, и независимо от этого находились под влиянием переменных физической среды (пункты 8.21, 8.24, 8.27 и 8.34). В отличие от этого, в Подрайоне 48.1 показатели по обитающим на суше хищникам не были скоррелированы с крилем или показателями физической среды (пункты 8.20 и 8.34).

9.6 Было решено, что изложенные выше выводы дают полезную основу для развития рабочих гипотез о динамике экосистемы Района 48.

ЗАКРЫТИЕ РАБОЧЕГО СЕМИНАРА

10.1 Отчет рабочего семинара был принят. Закрывая семинар, Р. Хьюитт поблагодарил всех участников за проделанную ими работу.

10.2 От лица участников семинара и WG-ЕММ И. Эверсон поблагодарил Р. Хьюитта за огромную работу по организации семинара, информированию участников во время подготовительного периода и за исполнение обязанностей председателя во время семинара.

10.3 Д. Миллер также поблагодарил Р. Хьюитта за проделанную работу, а также Юго-западный центр рыбопромысловых исследований за гостеприимство и оказание технической и материальной поддержки. Он поблагодарил Дж. Лиланд (Соединенное Королевство) и Д. Рамма (Секретариат) за их неоценимую помощь в проведении семинара. А. Марри (Соединенное Королевство) поблагодарил компьютерный персонал Юго-западного центра рыбопромысловых исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Amos, A. and M.K. Lavender. 1992. AMLR Program: Water masses in the vicinity of Elephant Island. *Antarctic J. US*, 26 (5): 210–213.
- Carleton, A.M. and D.A. Carpenter. 1989. Intermediate-scale sea-ice-atmosphere interactions over high southern latitudes in winter. *Geo. Journal*, 18 (1): 87–101.
- Defant, A. 1961. *Physical Oceanography*, Vol. 1. Pergamon Press, New York: 729 pp.
- Fraser, W.R., W.Z. Trivelpiece, D.G. Ainley and S.G. Trivelpiece. 1992. Increases in Antarctic penguin populations – reduced competition with whales or a loss of sea-ice due to environmental warming. *Polar Biology*, 11 (8): 525–531.
- Hewitt, R.P. and D.A. Demer. 1994. Acoustic estimates of krill biomass in the Elephant Island area: 1981–1993. *CCAMLR Science*, 1: 1–5.
- Murphy, E.J., A. Clarke, C. Symon, and J. Priddle. 1995. Temporal variation in Antarctic sea-ice: analysis of a long-term fast-ice record from the South Orkney Islands. *Deep-Sea Research, 1 – Oceanographic Research Papers*, 42: 1045–1062.

Payne, R.W., P.W. Lane, P.G.N. Digby, S.A. Harding, P.K. Leech, G.W. Morgan, A.D. Todd, R. Thompson, G. Tunnicliffe Wilson, S.J. Welham and R.P. White. 1993. *Genstat 5 Release 3 Reference Manual*. Clarendon Press, Oxford: 749 pp.

Reynolds, R.W. and T.M. Smith. 1994. Improved global sea-surface temperature analyses using optimum interpolation. *J. Climate Res.*, 7: 929–948.

Siegel, V. and V. Loeb. 1995. Recruitment of Antarctic krill *Euphausia superba* and possible causes for its variability. *Marine Ecology Progress Series*, 123 (1–3): 45–56.

Siegel, V., V. Loeb and J. Groeger. 1998. Krill (*Euphausia superba*) density, proportional and absolute recruitment and biomass in the Elephant Island region (Antarctic Peninsula) during the period 1977 to 1997. *Polar Biology*, 19 (6): 393–398.

Stammerjohn, S.E. and R.C. Smith. 1996. Spatial and temporal variability of Western Antarctic Peninsula sea-ice coverage. In: Ross, R.M., E.E. Hofmann and L.B. Quetin (Eds). *Foundations for Ecological Research West of the Antarctic Peninsula*. Antarctic Research Series, AGU. Washington, D.C.

Trathan, P.N., J.P. Croxall and E.J. Murphy. 1996. Dynamics of Antarctic penguin populations in relation to interannual variability in sea-ice distribution. *Polar Biology*, 16 (5): 321–330.

White, W.B. and R.G. Peterson. 1996. An Antarctic Circumpolar Wave in surface pressure, wind, temperature, and sea-ice extent. *Nature*, 380: 699–702.

Табл. 1: Представленные семинару данные по кирилю. L: частота длин; R: индексы пополнения; D: оценки плотности по траповым выборкам; A: оценки плотности по акустическим выборкам.

Год	Подрайон		
	48.1	48.2	48.3
1977/78	L D R	L	L
1978/79			
1979/80			
1980/81	L D R A		L A
1981/82	L D R		L A
1982/83	L D R		
1983/84	L D R A	L	L
1984/85	L D R A		
1985/86	R		L
1986/87	R A		L
1987/88	L D R A	L	L
1888/89	L D R A		
1989/90	L D R A		L R A
1990/91	L D R A		L R A
1991/92	L D R A		A
1992/93	L D R		L R A
1993/94	L D R A		L R A
1994/95	L D R A		
1995/96	L D R A		L R A
1996/97	L D R A		L R A
1997/98	L D R A		L R A

Табл. 2: Справочная матрица индексов для южного морского котика (SEA), папуасского пингвина (PYP), пингвина Адели (PYD), антарктического пингвина (PYN), золотоволосого пингвина (EUC) и чернобрового альбатроса (DIM). Каждый ряд показывает наличие (1) или отсутствие (0) данных для о-ва Берд, Южная Георгия (BIG), о-ва Сигни (SIO), залива Адмиралтейства (ADB), о-ва Сил (SES) и о-ва Анверс (AIP). Временной период интегрирования индексов может быть многолетним (MYEAR), годовым (YEAR), зимним (WIN) и летним (SUM).

Индекс	Единицы	Код	SEA	PYP	PYD	PYN	EUC	DIM	MYEAR	YEAR	WIN	SUM
Выживаемость молодых особей	доля	1	00000	00100	00100	00000	00000	00000	00100	00000	00000	00000
Размер размн. популяции	число	2	10000	11100	01101	01100	10000	10000	11111	00000	11111	00000
Выживаемость взрослых особей	доля	3	00000	00100	00100	00100	00000	10000	00000	10100	00000	00000
Дата прибытия/кладки	дней до 31/XII	4	10000	10000	00000	00000	00000	10000	00000	00000	10000	00000
Вес по прибытии, самец	г	5	00000	00000	00100	00100	10000	00000	00000	00000	10000	00000
Вес по прибытии, самка	г	6	00000	00000	00100	00100	10000	00000	00000	00000	10100	00000
Вес при рождении, самка	г	7	10000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10100	00000
Δ вес при рожд. (самец-самка)	г	8	10000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10000	00000
'В' размер яйца	мл	9	00000	00100	00100	00100	00000	00000	00000	00000	00100	00000
Продолжительность высиживания (самец+самка)	дни	10	00000	00000	00100	00100	00000	00000	00000	00000	00000	00100
Вес одного приема пищи	г	11	00000	10100	00100	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10110
% рыбы по весу	1-доля	12	00000	10100	00101	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10011
Частота встречаемости рыбы	1-доля	13	10000	10100	00101	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10111
% крыла по весу	доля	14	00000	10100	00101	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10111
Частота встречаемости крыла	доля	15	10000	10100	00101	00110	10000	00000	00000	00000	00000	10111
Продолж. похода за пищей	час.-1	16	10110	00000	00001	00010	00000	00000	00000	00000	00000	10011
Рост потомства, самка	кг в месяц	17	10010	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10010
Δ рост потомства (самец-самка)	кг в месяц	18	10010	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10010
Σ рост потомства	кг в месяц	19	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000
Вес при оперении/прекращении кормления молоком, самка	г	20	10000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10000
Δ вес при оперении/прекращении кормления молоком	г	21	10000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	00000	10000
Σ вес при оперении/прекращении кормления молоком	г	22	00000	10000	00101	00110	10000	10000	00000	00000	00000	10011
Индекс вылупления	доля	23	00000	00100	00100	00000	00000	10000	00000	00000	00000	10100
Индекс оперения	доля	24	00000	00100	00100	00000	00000	10000	00000	00000	00000	10100
Индекс воспроизведения	доля	25	00000	11100	01101	01110	10010	10000	00000	00000	10100	11111

Табл. 3: Сводная справочная матрица индексов хищников; число доступных для анализа переменных приводится по видам, участкам и периодам времени (M: многолетний; Y: годовой; W: зимний; S: летний). Темный фон указывает на отсутствие видов на данном участке. Коды видов и участков приведены в табл. 2.

Табл. 4: Сводная таблица индексов хищников с указанием лет, по которым имеются данные (x). Коды видов, участков и переменных (var) как в табл. 2. Год соответствует году окончания летнего сезона; т.е. 76 = лето 1975/76 г.

Табл. 4 (продолж.)

Табл. 4 (продолж.)

Табл. 4 (продолж.)

Табл. 5: Сводная таблица индексов хищников (кодовые номера – в скобках; объяснение – см. табл.2), показывающая возможную группировку на уровне процесса и с учетом временного масштаба.

Индекс	Группа – процесс	Группа – временной масштаб
Выживаемость молодых особей (1) Размер популяции (2) Выживаемость взрослых (3) Дата прибытия/кладки (4) Вес, прибытие/кладка (5–6) Вес, яйцо/при рожд. (7–9) Продолж. высиживания (10) Вес одного приема пищи (11) % рыбы (12, 13) % криля (14, 15) Темпы роста (17–19) Вес, оперение/прекращение кормления молоком (20–22) Индекс вылупления (23) Индекс оперения (24) Индекс воспроизведения (25)	Прибытие (4–9) Рацион (11–15) Кормление (11–16) Продолж. похода за пищей (16) Рост (17–22) Продуктивность (23–25)	многолетний многолетний (также зима) годовой зима (4–9) лето (10–25)

Табл. 6: Потенциальные комплексные индексы продуктивности хищников.

- I_2 размер размножающейся популяции;
 I_{11} вес одного приема пищи;
 I_{14} % криля по весу;
 I_{16} продолжительность похода за пищей;
 I_{20} вес при прекращении кормления молоком, самка;
 I_{21} вес при прекращении кормления молоком, разница (Δ) (самец-самка);
 I_{22} вес при оперении;
 I_{24} индекс оперения (отношение выросших птенцов к вылупившимся); и
 I_{25} индекс воспроизведения (выживание щенков).

Комплексный индекс	Формула
Пополнение на единицу потомства	$B_1 \text{ птицы} = I_{24} \cdot I_{22}$
Общее пополнение	$B_1 \text{ котики} = I_{25} \cdot \alpha$ где $\alpha = (2 \cdot I_{20} + I_{21})/2$ $B_2 \text{ птицы} = B_1 \text{ Birds} \cdot I_2$ $B_2 \text{ котики} = B_1 \text{ Seals} \cdot I_2$
Доступность криля	$A_k = I_{11} \cdot I_{14}$
Индекс обеспечения кормом	$R\text{птицы} = (-1) \cdot (I_{11}/I_{16})$ $R\text{котики} = (-1) \cdot (\alpha/I_{16}) = (-1) \cdot (B_1 \text{ котики}/I_{25})/I_{16}$

Табл. 7: Годы низкого репродуктивного успеха по комплексному летнему индексу для обитающих на суше морских хищников, Район 48 (данные – на рис. 23 – 27). Коды видов и участков – см. табл. 2. Год соответствует году окончания летнего сезона; т.е. 76 = лето 1975/76 г.

Начало												
о-в Берд (BIG)												
DIM	76	78*		80		84*		87	88	91	94	95
EUC	77	78	79			84		87*	88*	91*	94	
PYP	77	78			82	84*		87*		90*	91	
SEA	79		79			84				91	94	98
о-в Сигни (SIO)												
PYD	80						сильный положительный тренд для всего ряда					
PYN	79			81		84			90		94	
PYP	80		79*	80	81	84*		87*		90		94
залив Адмиралтейства (ADB)												
PYD	78							90	91		93*	полож. тренд после '93
PYN	78			82	83*	85	86*			90*		97*
PYP	78			82	83		87			91		полож. тренд после '91
о-в Сил (SES)												
PYN	88								91		94	
о-в Анверс (AIP)												
PYD	90							90	91		96*	

* Слабый эффект

Табл. 8: Матрицы коэффициентов корреляций и связанных с ними вероятностей комплексных летних индексов по всем видам обитающих на суше морских хищников на каждом участке, 1975/76 – 1997/98 гг. Коды видов и участков – см. табл. 2. Величины, значимые при $P < 0,05$, выделены белым на темном фоне; величины, значимые при $0,05 < P < 0,10$, также выделены.

Коэффициенты корреляции		ADBPYD	ADBPYN	ADBPYP	AIPPYD	BIGDIM	BIGEUC	BIGPYP	BIGSEA	SESPYN	SESSEA	SIOPYD	SIOPYN	SIOPYP
ADBPYD	1.000													
ADBPYN	-0.118	1.000												
ADBPYP	0.267	0.218	1.000											
AIPPYD	0.44	0.609	0.621	1.000										
BIGDIM	0.229	0.594	0.044	0.063	1.000									
BIGEUC	-0.029	0.428	0.136	0.167	0.406	1.000								
BIGPYP	0.02	-0.092	0.132	0.372	0.33	0.576	1.000							
BIGSEA	0.099	-0.309	-0.048	0.432	0.383	0.738	0.763	1.000						
SESPYN	0.416	-0.47	0.069	0.277	0.299	0.419	0.897	0.733	1.000					
SESEA	0.517	-0.143	-0.282	0.689	-0.066	-0.213	0.45	0.299	0.689	1.000				
SIOPYD	-0.127	0.259	0.637	0.042	-0.065	0	0.215	0.213	0.451	0.263	1.000			
SIOPYN	0.276	-0.022	-0.037	0.433	0.357	0.091	0.321	0.365	0.494	0.625	0.267	1.000		
SIOPYP	-0.146	-0.247	-0.209	0.104	0.242	0.264	0.144	0.36	0.14	0.216	0.13	0.743	1.000	

Вероятности		ADBPYD	ADBPYN	ADBPYP	AIPPYD	BIGDIM	BIGEUC	BIGPYP	BIGSEA	SESPYN	SESSEA	SIOPYD	SIOPYN	SIOPYP
ADBPYN	0.652													
ADBPYP	0.301	0.401												
AIPPYD	0.275	0.109	0.1											
BIGDIM	0.378	0.012	0.866	0.883										
BIGEUC	0.913	0.086	0.603	0.693	0.061									
BIGPYP	0.938	0.725	0.614	0.364	0.144	0.006								
BIGSEA	0.726	0.262	0.865	0.286	0.117	0	0							
SESPYN	0.232	0.171	0.851	0.506	0.401	0.228	0	0.007						
SESEA	0.189	0.735	0.499	0.13	0.877	0.612	0.263	0.473	0.059					
SIOPYD	0.651	0.352	0.011	0.921	0.797	1	0.408	0.429	0.191	0.53				
SIOPYN	0.32	0.938	0.895	0.283	0.133	0.711	0.194	0.15	0.147	0.098	0.283			
SIOPYP	0.604	0.374	0.454	0.806	0.333	0.291	0.58	0.171	0.7	0.607	0.608	0		

Табл. 9: Годы низкого репродуктивного успеха на основе комплексных летних индексов для обитающих на суше морских хищников, расчет по видам внутри участков, Район 48 (данные – на рис. 30). Коды видов и участков – см. табл. 2. Год соответствует году окончания летнего сезона; т.е. 78 = лето 1977/78 г.

	Начало											
о-в Берд (BIG)												
DIM	78		80		83*	84		87	88		91	92*
Пингвины (PYP, EUC)/ Котики	78	79			84					91	94	95
												98*
												98
о-в Сигни (SIO)										90		94
Пингвины (PYP, PYD, PYN)		80	81		84							
о-в Сил (SES)										91		94
Пингвины (PYN)/Seal												
залив Адмиралтейства (ADB)										90	91	(положительный тренд после '91)
Пингвины (PYP, PYD, PYN)			82	83								
о-в Анверс (AIP)										90	91	
Пингвин (PYD)†												96*

* Слабый эффект

† Данные – см. рис. 27

Табл. 10: Корреляционные матрицы индекса воспроизводства для обитающих на суше морских хищников, 1981/82–1997/98 гг., без подстановки и с подстановкой отсутствующих значений.

Корреляционная матрица % индекса воспроизводства за 1981/82, 1985/86–1997/98 гг. (Сигни по 1996/97 г.) – без подстановки										
	ADBPYD _b	ADBPYN _b	ADBPYP _b	BIGDIM _b	BIGEUC _b	BIGPYP _b	BIGSEA _b	SIOPYD _b	SIOPYN _b	SIOPYP _b
ADBPYD _b	1.00									
ADBPYN _b	0.08	1.00								
ADBPYP _b	0.54	-0.04	1.00							
BIGDIM _b	0.11	-0.35	0.17	1.00						
BIGEUC _b	-0.44	-0.11	-0.15	0.13	1.00					
BIGPYP _b	-0.08	0.25	0.22	0.33	-0.21	1.00				
BIGSEA _b	-0.16	-0.02	0.16	0.37	-0.19	0.71	1.00			
SIOPYD _b	-0.12	0.05	0.47	-0.05	-0.03	0.45	0.31	1.00		
SIOPYN _b	0.03	-0.19	-0.05	0.09	-0.24	0.40	0.37	-0.08	1.00	
SIOPYP _b	-0.38	-0.25	-0.21	0.11	0.20	0.07	0.40	-0.15	0.67	1.00

Корреляционная матрица % индекса воспроизводства, 1981/82–1997/98 гг. (Сигни по 1996/97 г.) – подставлены средние многолетние значения										
	ADBPYD _b	ADBPYN _b	ADBPYP _b	BIGDIM _b	BIGEUC _b	BIGPYP _b	BIGSEA _b	SIOPYD _b	SIOPYN _b	SIOPYP _b
ADBPYD _b	1.00									
ADBPYN _b	0.18	1.00								
ADBPYP _b	0.55	0.04	1.00							
BIGDIM _b	0.04	-0.41	0.12	1.00						
BIGEUC _b	-0.28	-0.06	-0.09	0.25	1.00					
BIGPYP _b	-0.11	0.16	0.20	0.36	-0.05	1.00				
BIGSEA _b	-0.14	0.00	0.16	0.39	0.14	0.70	1.00			
SIOPYD _b	-0.03	0.26	0.45	-0.08	0.18	0.39	0.37	1.00		
SIOPYN _b	0.04	-0.07	-0.04	0.15	0.24	0.41	0.48	0.11	1.00	
SIOPYP _b	-0.35	-0.15	-0.20	0.14	0.31	0.10	0.45	-0.03	0.69	1.00

Табл. 11: Матрицы коэффициентов корреляций и связанных с ними вероятностей комплексных зимних индексов для обитающих на суше морских хищников по всем видам на каждом участке, 1976 – 1998 гг. Коды видов и участков – см. табл. 2. Величины, значимые при $P < 0,05$, выделены белым на темном фоне; величины, значимые при $0,05 < P < 0,10$, также выделены.

Коэффициенты корреляции											
	ADBPYD	ADBPYN	ADBPYP	AIPPYD	BIGDIM	BIGEUC	BIGPYP	BIGSEA	SIOPYD	SIOPYN	SIOPYP
ADBPYD	1.000										
ADBPYN	0.268	1.000									
ADBPYP	0.217		0.625	1.000							
AIPPYD	-0.085	0.129		0.749	1.000						
BIGDIM	0.359	0.283	0.154		0.391	1.000					
BIGEUC	0.315	0.554	0.116		0.335	0.634	1.000				
BIGPYP	0.116	0.286	-0.35		0.028	0.326		0.3	1.000		
BIGSEA	0.278		0.595		0.219	-0.135	0.396		0.423	0.419	1.000
SIOPYD	0.319		-0.188		-0.05	-0.11	0.078		0.051		0.69
SIOPYN	0.235		0.274		0.127	0.808	0.246		0.1637	0.1439	0.436
SIOPYP	-0.217				-0.227	0.0952	-0.372		-0.1629	0.18	0.256
									0.406		-0.359
										1.000	

Вероятности										
	ADPYD	ADBPYN	ADBPYP	AIPPYD	BIGDIM	BIGEUC	BIGPYP	BIGSEA	SIOPYD	SIOPYN
ADBPYN	0.426									
ADBPYP	0.359	0.04								
AIPPYD	0.873	0.808	0.087							
BIGDIM	0.11	0.4	0.517	0.017						
BIGEUC	0.164	0.077	0.628	0.019	0.002					
BIGPYP	0.627	0.424	0.142	0.958	0.149	0.187				
BIGSEA	0.265	0.07	0.399	0.798	0.104	0.081	0.095			
SIOPYD	0.184	0.603	0.843	0.836	0.75	0.836	0.021	0.002		
SIOPYN	0.332	0.444	0.617	0.052	0.31	0.001	0.039	0.048	0.276	
SIOPYP	0.373	0.041	0.366	0.003	0.117	0.004	0.474	0.321	0.084	0.131

Табл. 12: Годы низкого репродуктивного успеха по комплексным зимним индексам для обитающих на суше морских хищников, расчет по видам внутри участков, Район 48 (данные – на рис. 34). Коды видов и участков – см. табл. 2.

Начало									
Южная Георгия (BIG)									
DIM	75		80				91		97
Пингвины (PYP, EUC)/Котики	76	78	80*		84		90	94	97
о-в Сигни (SIO)									
Пингвины (PYP, PYN)	77		80		84*		90	94	
Пингвин (PYD)	77	78					90	94	
залив Адмиралтейства (ADB)									
Пингвины (PYP, PYN)	77		80		85		90	94	97
Пингвин (PYD)	77		79	82			91	94	96

* Слабый эффект

Табл. 13: Корреляционные матрицы ежегодного прироста популяций обитающих на суше морских хищников, 1986 – 1998 гг. (без подстановки) и 1980 – 1998 гг. (с подстановкой, см. пункт 7.39). Коды видов и участков – см. табл. 2.

Корреляционная матрица Δ популяций в %, 1986–1998 гг. (о-в Сигни – по 1997 г.) без подстановки										
	ADBPYDdp	ADBPNdPdp	ADBPPdp	BIGDIMdp	BIGEUCdp	BIGPPdp	BIGSEAdp	SIOPYDdp	SIOPYNdp	SIOPYPdp
ADBPYDdp	1.00									
ADBPNdPdp	0.36	1.00								
ADBPPdp	-0.10	0.25	1.00							
BIGDIMdp	0.34	0.00	0.36	1.00						
BIGEUCdp	0.37	0.61	0.06	-0.10	1.00					
BIGPPdp	0.41	0.67	-0.08	-0.13	0.86	1.00				
BIGSEAdp	0.34	0.46	0.08	0.06	0.42	0.53	1.00			
SIOPYDdp	0.52	0.41	0.16	0.00	0.68	0.69	0.70	1.00		
SIOPYNdp	0.29	0.43	0.24	0.04	0.83	0.81	0.71	0.75	1.00	
SIOPYPdp	0.29	0.57	0.13	0.11	0.19	0.41	0.60	0.42	0.35	1.00

Корреляционная матрица Δ популяций в %, 1980–1998 гг. (о-ва Сигни и Берд – по 1997 г.) – для расчета отсутствующих значений размера популяций использовалась линейная интерполяция

Корреляционная матрица Δ популяций в %, 1980–1998 гг. (о-ва Сигни и Берд – по 1997 г.) – для расчета отсутствующих значений размера популяций использовалась линейная интерполяция										
	ADBPYDdp	ADBPNdPdp	ADBPPdp	BIGDIMdp	BIGEUCdp	BIGPPdp	BIGSEAdp	SIOPYDdp	SIOPYNdp	SIOPYPdp
ADBPYDdp	1.00									
ADBPNdPdp	0.39	1.00								
ADBPPdp	-0.06	0.49	1.00							
BIGDIMdp	0.30	0.02	0.00	1.00						
BIGEUCdp	0.36	0.37	0.09	0.23	1.00					
BIGPPdp	0.01	-0.08	0.06	-0.29	0.34	1.00				
BIGSEAdp	0.24	0.35	0.04	0.14	0.43	0.24	1.00			
SIOPYDdp	0.35	0.30	0.19	-0.02	0.51	0.61	0.62	1.00		
SIOPYNdp	0.25	0.44	0.28	0.19	0.68	0.53	0.64	0.72	1.00	
SIOPYPdp	0.36	0.54	-0.02	0.08	0.14	-0.08	0.45	0.22	0.14	1.00

Табл.14: Регрессионный анализ обобщенных данных по Району 48. Коды – см. табл. 15.

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ		r^2	P
Зависимая переменная	Независимая переменная		
I. Влияние акустической плотности криля, ТПМ моря Скотия и SOI			
Хищники, Подрайон 48.3 (лето)			
1. BIG3ps	acd483	0.324	0.086
2. BIG3ps	acd483 ssssts	0.630	0.083
3. BIG3ps	acd483 ssssts sois soiw	0.970	0.060
4. BIG3ps	acd483 ssssts sois	0.950	0.004
5. BIG3ps	acd483 sssstw	0.644	0.075
Хищники, Подрайон 48.3 (зима)			
6. BIG3pw	acd483	0.002	0.971
7. BIG3pw	acd483 ssssts	0.575	0.117
8. BIG3pw	acd483 ssssts sois soiw	0.822	0.325
9. BIG3pw	acd483 ssssts sois	0.707	0.103
10. BIG3pw	acd483 sssstw	0.481	0.194
Хищники, Подрайон 48.1 (лето)			
11. ADB3ps	acd483	0.161	0.284
12. ADB3ps	acd483 ssssts	0.025	0.938
13. ADB3ps	acd483 ssssts sois soiw	0.216	0.953
14. ADB3ps	acd483 ssssts sois	0.096	0.930
15. ADB3ps	acd483 sssstw	0.024	0.940
Хищники, Подрайон 48.1 (зима)			
16. ADB3pw	acd483	0.115	0.338
17. ADB3pw	acd483 ssssts	0.025	0.938
Хищники, Подрайон 48.3 (лето)			
18. BIG3ps	acd481	0.278	0.05
19. BIG3ps	acd481 ssssts	0.362	0.132
20. BIG3ps	acd481 ssssts sois soiw	0.540	0.306
21. BIG3ps	acd481 ssssts sois	0.383	0.253
22. BIG3ps	acd481 sssstw	0.364	0.130
Хищники, Подрайон 48.3 (зима)			
23. BIG3pw	acd481	0.002	0.871
24. BIG3pw	acd481 ssssts	0.082	0.679
25. BIG3pw	acd481 ssssts sois soiw	0.246	0.744
26. BIG3pw	acd481 ssssts sois	0.086	0.875
27. BIG3pw	acd481 sssstw	0.411	0.093
Хищники, Подрайон 48.3 (лето)			
28. ADB3ps	acd481 ssssts	0.118	0.613
29. ADB3ps	acd481 ssssts sois soiw	0.176	0.887
30. ADB3ps	acd481 ssssts sois	0.174	0.698
31. ADB3ps	acd481 sssstw	0.255	0.030
Хищники, Подрайон 48.1 (зима)			
32. ADB3pw	acd481	0.002	0.890
33. ADB3pw	acd481 ssssts	0.023	0.897
II. Влияние ледового покрова и SOI			
Хищники			
34. ADB3ps	sshetice	0.001	0.896
35. ADB3pw	sshetice	0.078	0.247
36. ADB3ps	icexadb	0.123	0.182

Табл. 14 (продолж.)

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ		r^2	P
Зависимая переменная	Независимая переменная		
37. ADB3ps	ice481	0.060	0.359
38. BIG3ps	sgice	0.319	0.089
39. BIG3ps	sgice soiw	0.885	0.004
40. BIG3ps	acd483 sgice soiw	0.976	0.035
41. BIG3ps	sgice lagged-soiw	0.816	0.034
Криль, Подрайон 48.3			Мало данных
42. acd483	sgice	0.675	0.012
43. acd483	sgice soiw	0.718	0.150
44. acd483	sois	0.589	0.016
t° на глуб. 100 м, Подрайон 48.1			
45. t100m	sssstw	0.093	0.424
46. t100m	eisstw sssstw soiw	0.681	0.169
			Мало данных

Табл. 15: Переменные, включенные в анализ взаимодействий (табл. 14 и рис. 37–55).

Категория	Код	Описание	Кол-во лет	1-й год	Посл. год
хищник	BIG3ps	летний CSI (SEA, EUC, PYP)	22	77/78	97/98
хищник	BIG3pw	зимний CSI (SEA, EUC, PYP)	22	77	97
хищник	BIGEUCb	репродуктивный успех	22	76/77	97/98
хищник	BIGEUCdp	% прирост популяции с предыдущего года	21	77/78	97/98
хищник	BIGPYPb	репродуктивный успех	21	76/77	97/98
хищник	BIGPYPdp	% прирост популяции с предыдущего года	21	77/78	97/98
хищник	BIGSEAb	репродуктивный успех	18	78/79	97/98
хищник	BIGSEAdp	% прирост популяции с предыдущего года	19	79/80	97/98
хищник	ADB2pw	зимний CSI (PYN, PYP)	21	77	97
хищник	ADBPYDdw	зимний CSI	21	77	97
хищник	ADB3ps	летний CSI (PYD, PYN, PYP)	17	77/78	97/98
хищник	ADBPYDdp	% прирост популяции с предыдущего года	20	78/79	97/98
хищник	ADBPYNdp	% прирост популяции с предыдущего года	20	78/79	97/98
хищник	ADBPYPdp	% прирост популяции с предыдущего года	20	78/79	97/98
хищник	ADBPYDb	репродуктивный успех	17	77/78	97/98
хищник	ADBPYNb	репродуктивный успех	17	77/78	97/98
хищник	ADBPYPb	репродуктивный успех	17	77/78	97/98
хищник	SIO2pw	зимний CSI (PYN, PYP)	21	77	97
хищник	SIOPYDw	зимний CSI	21	77	97
хищник	SIOalls	летний CSI (PYD, PYN, PYP)	19	78/79	96/97
хищник	SIOPYNb	репродуктивный успех	19	78/79	96/97
хищник	SIOPYNdp	% прирост популяции с предыдущего года	18	79/80	96/97
хищник	SIOPYDb	репродуктивный успех	18	79/80	96/97
хищник	SIOPYDdp	% прирост популяции с предыдущего года	18	79/80	96/97
хищник	SIOPYPb	репродуктивный успех	18	79/80	96/97
хищник	SIOPYPdp	% прирост популяции с предыдущего года	18	79/80	96/97
лед. рыба	SGifS	Летний индекс физ. сост. лед. рыбы у Ю. Георгии	14	75/76	96/97
лед. рыба	SGifW	Зимн. индекс физ. сост. лед. рыбы у Ю. Георгии	8	77	97
криль	pr481	пропорциональное пополнение (R1) Подр-н 48.1	17	79/80	96/97
криль	ar481	абсолютное пополнение (R1) Подр-н 48.1	16	79/80	96/97

Табл. 15 (продолж.)

Категория	Код	Описание	Кол-во лет	1-й год	Посл. год
криль	netdn481	плотность криля, трал, Подр-н 48.1	16	80/81	97/98
криль	acden481	плотность криля, акуст. съемка, Подр-н 48.1	14	80/81	97/98
криль	acden483	плотность криля, акуст. съемка, Подр-н 48.3	10	80/81	97/98
криль	ar483	абсолютное пополнение(RI) Подр-н 48.3	7	88/89	96/97
криль	pr483	пропорциональное пополнение (RI) Подр-н 48.3	7	88/89	96/97
физич.	sois	SOI – лето	22	75/76	96/97
физич.	soiw	SOI – зима	21	75	96
физич.	sssts	NCAR SST, море Скотия – лето	16	81/82	96/97
физич.	sssstw	NCAR SST, море Скотия – зима	16	81	96
физич.	IcexADB	мыс Стрейндженер, море свободно ото льда, % от года (CEMP F2b)	19	79	97
физич.	IcexAIP	о-в Анверс, море свободно ото льда, % от года (CEMP F2b)	19	79	97
физич.	IcexSES	о-в Сил, море свободно ото льда, % от года (CEMP F2b)	19	79	97
физич.	IcexSIO	о-в Сигни, море свободно ото льда, % от года (CEMP F2b)	18	79	96
физич.	IcewADB	мыс Стрейндженер, лед в 100-км зоне, кол-во недель (CEMP F2c)	19	79	97
физич.	IcewAIP	о-в Анверс, лед в 100-км зоне, кол-во недель (CEMP F2c)	19	79	97
физич.	IcewSES	о-в Сил, лед в 100-км зоне, кол-во недель (CEMP F2c)	19	79	97
физич.	IcewSIO	о-в Сигни, лед в 100-км зоне, кол-во недель (CEMP F2c)	19	79	97
физич.	Ice481	Подр-н 48.1, ледовый покров в сент. (%) (CEMP F2a)	19	79	97
физич.	Ice482	Подр-н 48.2, ледовый покров в сент. (%) (CEMP F2a)	19	79	97
физич.	Ice483	Подр-н 48.3, ледовый покров в сент. (%) (CEMP F2a)	19	79	97
физич.	SShetice	нормализованный годовой индекс ледового покрова, Юж. Шетландские о-ва	19	79	97
физич.	ScSeoice	нормализованный годовой индекс ледового покрова, море Скотия	10	88	97
физич.	SGice	нормализованный годовой индекс ледового покрова, Юж. Георгия	10	88	97
физич.	SOrkice	нормализованный годовой индекс ледового покрова, Юж. Оркнейские о-ва	10	88	97

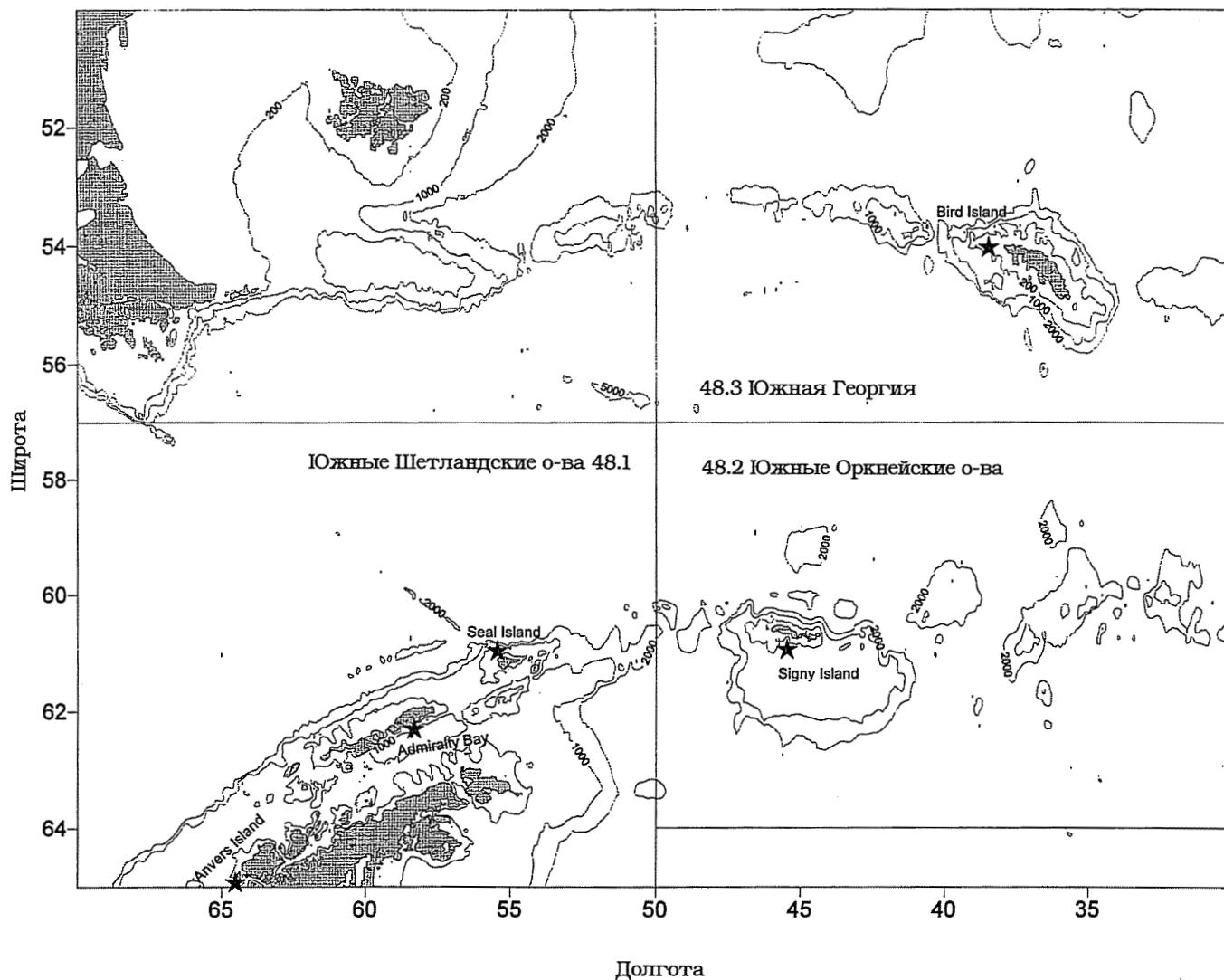


Рис. 1: Карта 3-х статистических районов (подрайоны 48.1, 48.2 и 48.3), рассмотренных на семинаре. Съемки главным образом проводились в водах Южной Георгии и Южных Шетландских о-вов; большая часть данных по хищникам относится к заливу Адмиралтейства, о-вам Анверс, Берд, Сигни.

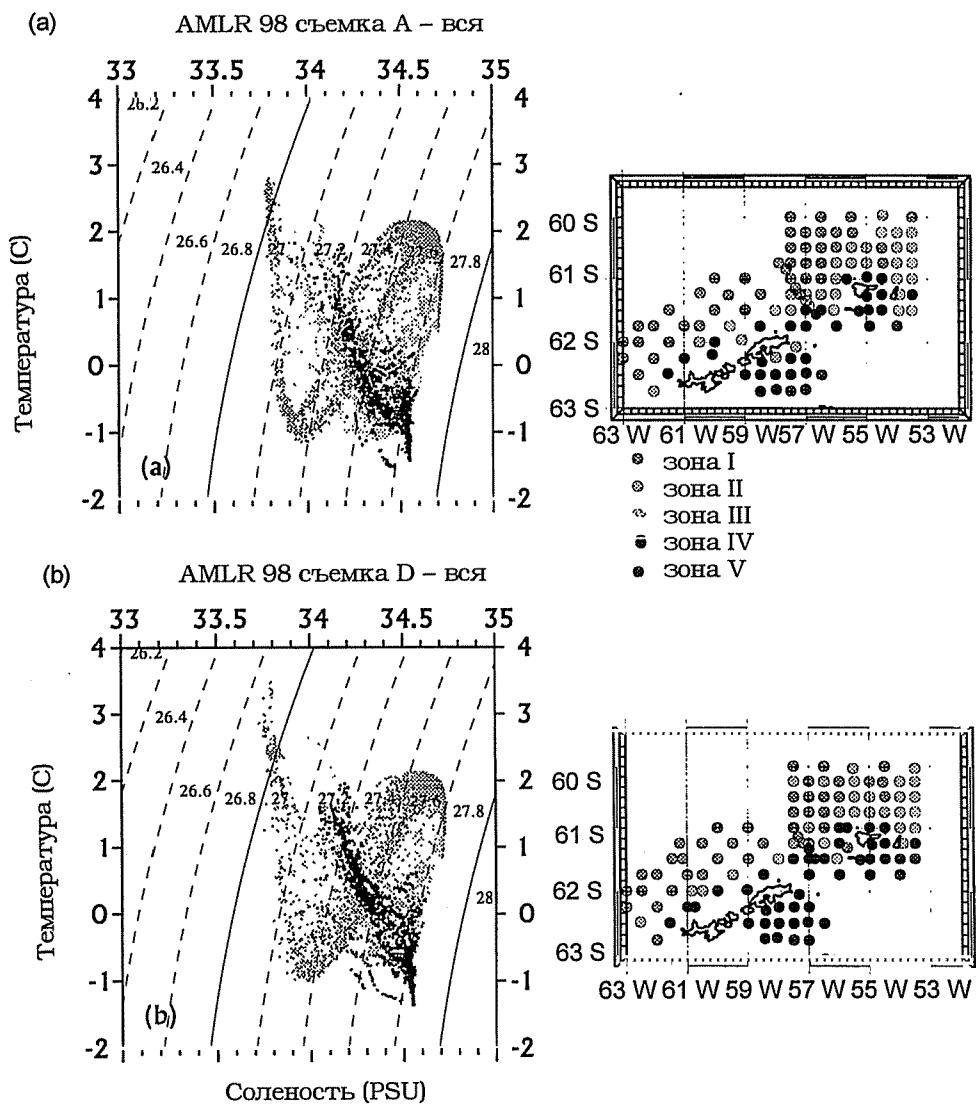


Рис. 2: Типичная диаграмма температуры и солености (по данным AMLR) и сетка всех станций района: (а) разрез I (январь/февраль); (б) разрез II (февраль/март). На карте кружками показано местоположение станций; обозначены зоны одинаковой температуры и солености.

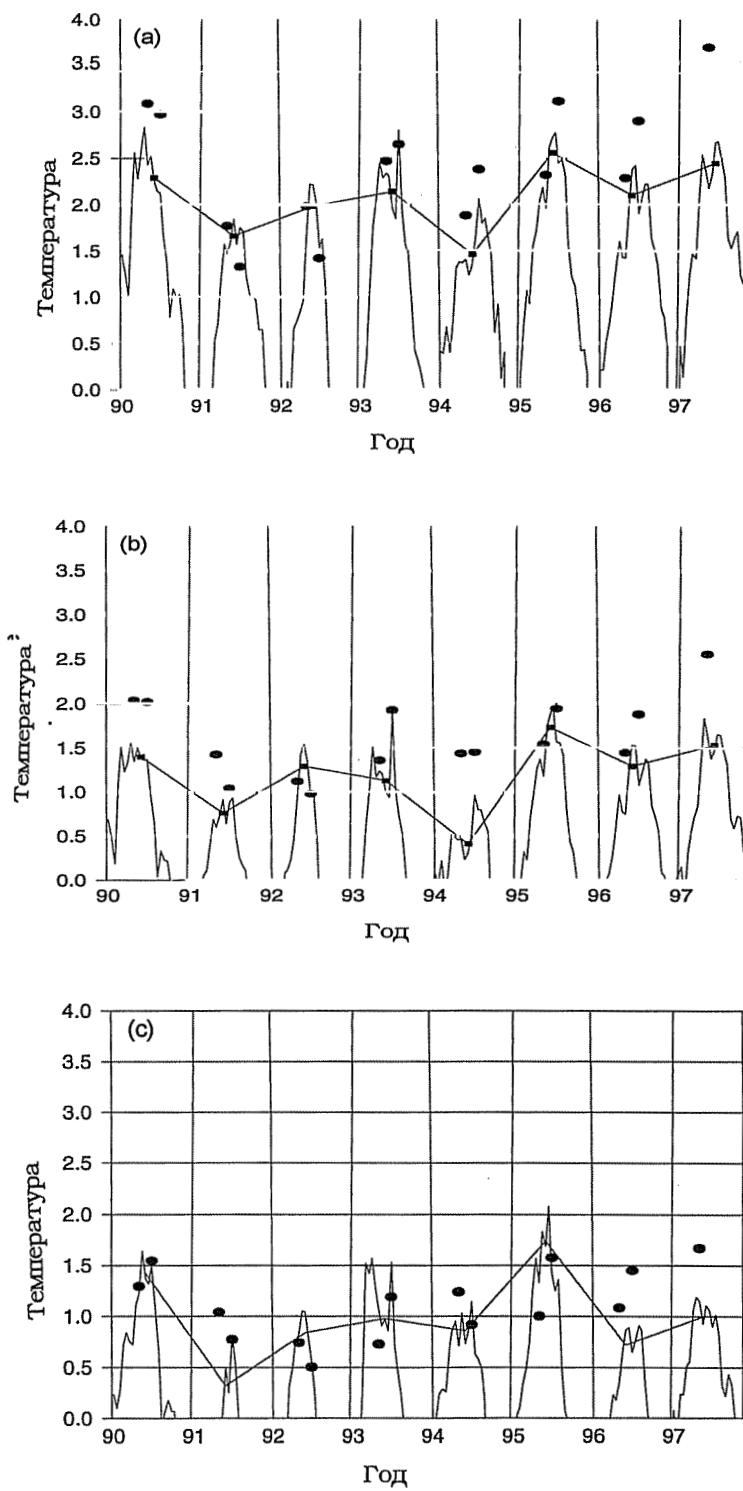


Рис. 3: Сравнение температур по данным AMLR (•) (глубина 4 м) и ТПМ NCAR. Приводятся еженедельные данные NCAR ТПМ (декабрь-апрель – зубчатые линии) и ежемесячные данные NCAR ТПМ (февраль – прямые секции). Показаны средние значения за оба ежегодно проводимых рейса AMLR (один рейс в 1998 г.). Годы определены в соответствии с разбитым годом АНТКОМа. (а) о-в Элефант EI1 ($60^{\circ}30' \text{ю.ш.}$, $56^{\circ}30' \text{з.д.}$); (б) о-в Элефант EI2 ($61^{\circ}30' \text{ю.ш.}$, $56^{\circ}30' \text{з.д.}$); (с) о-в Элефант EI3 ($61^{\circ}30' \text{ю.ш.}$, $54^{\circ}30' \text{з.д.}$).

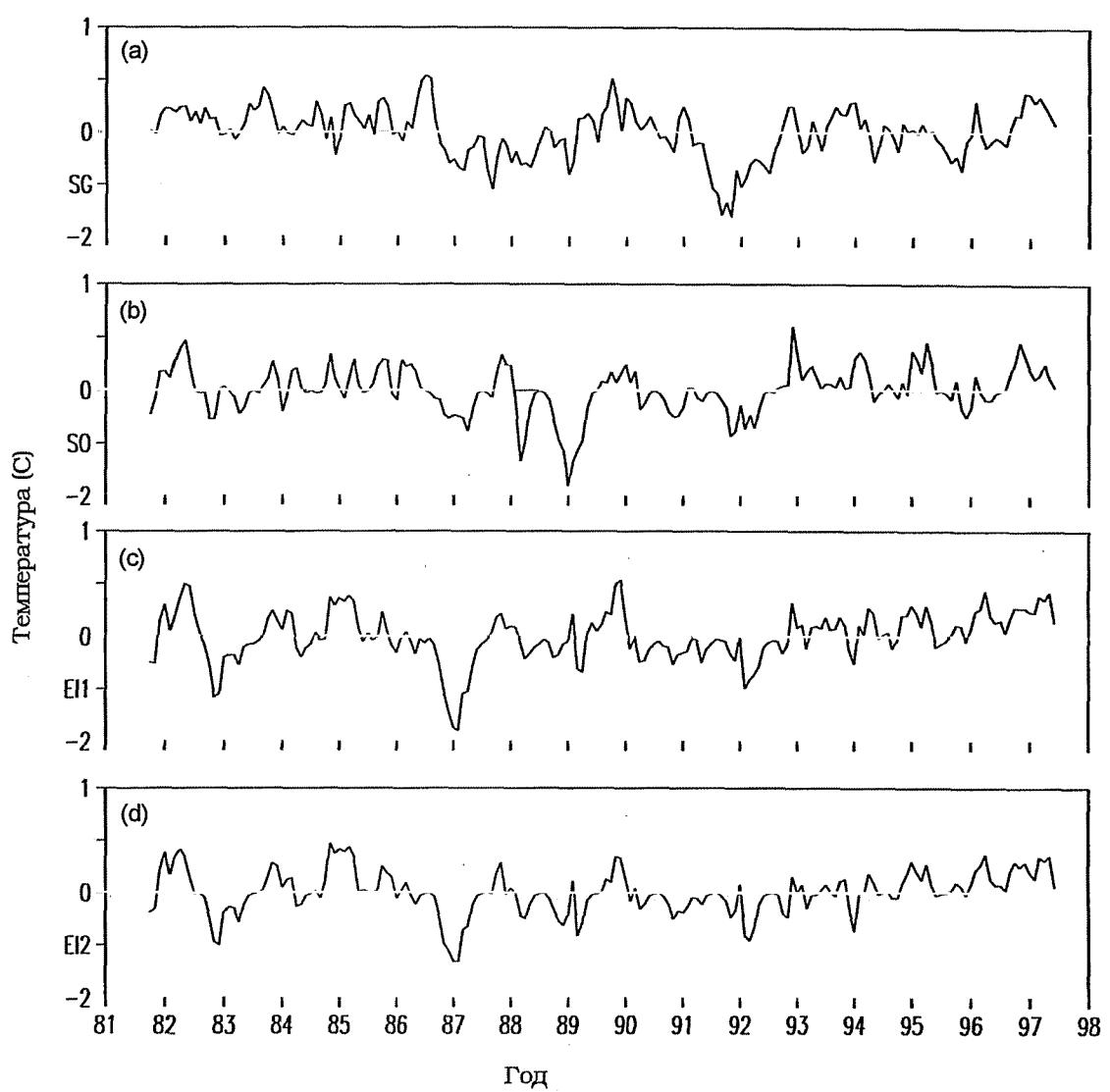


Рис. 4: Временных рядов ежемесячных данных NCAR ТПМ: (а) Южная Георгия ($54^{\circ}30' \text{ю.ш.}, 34^{\circ}30' \text{з.д.}$); (б) Южные Оркнейские о-ва ($60^{\circ}30' \text{ю.ш.}, 47^{\circ}30' \text{з.д.}$); (в) о-в Элефант EI1 ($60^{\circ}30' \text{ю.ш.}, 56^{\circ}30' \text{з.д.}$); (г) о-в Элефант EI2 ($61^{\circ}30' \text{ю.ш.}, 56^{\circ}30' \text{з.д.}$).

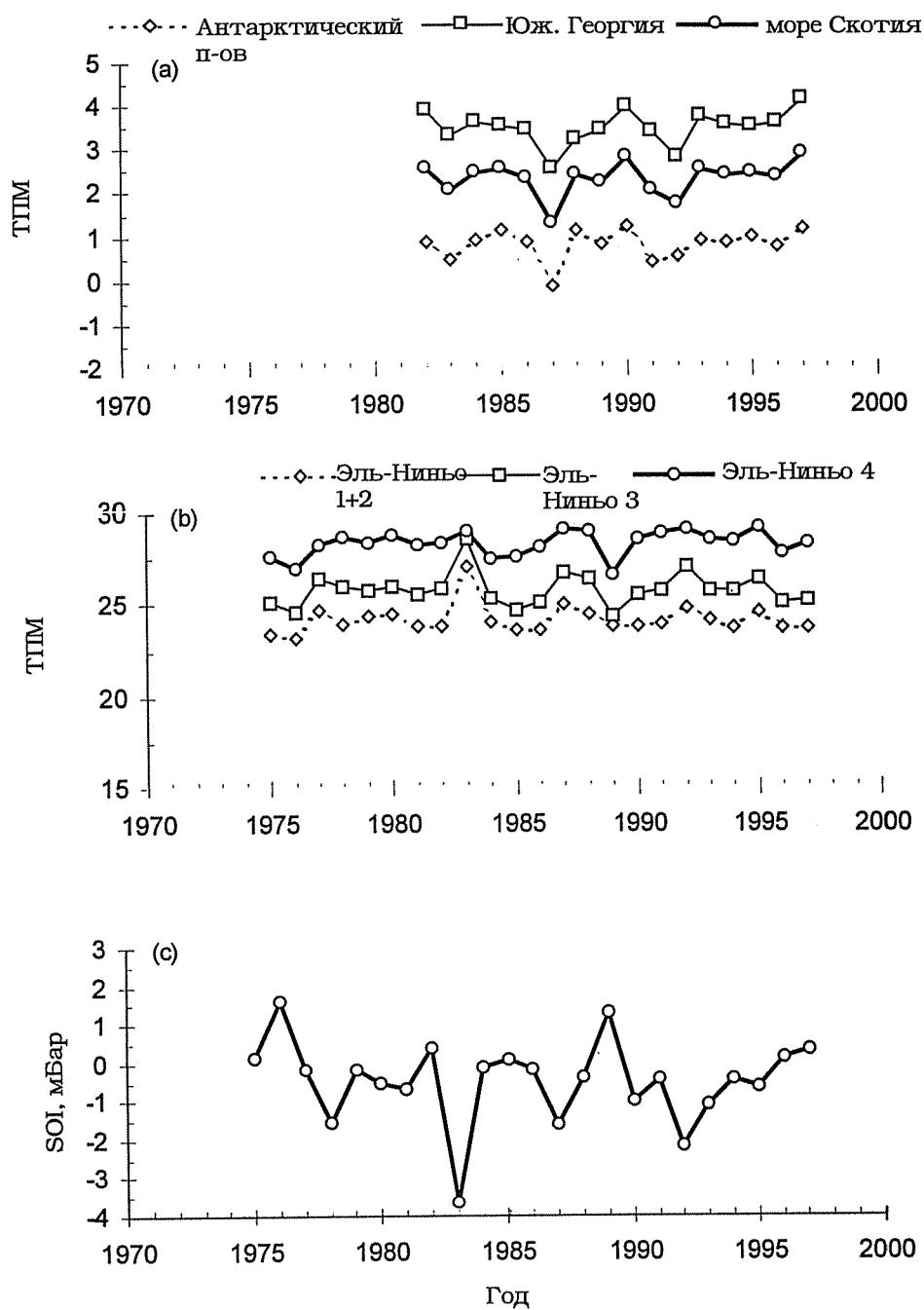


Рис. 5: Ход годовых летних индексов: (а) NCAR ТИМ у Антарктического п-ова, Южной Георгии и в море Скотия; (б) температура поверхности моря, Эль-Ниньо 1+2, Эль-Ниньо 3 и Эль-Ниньо 4; (с) SOI.

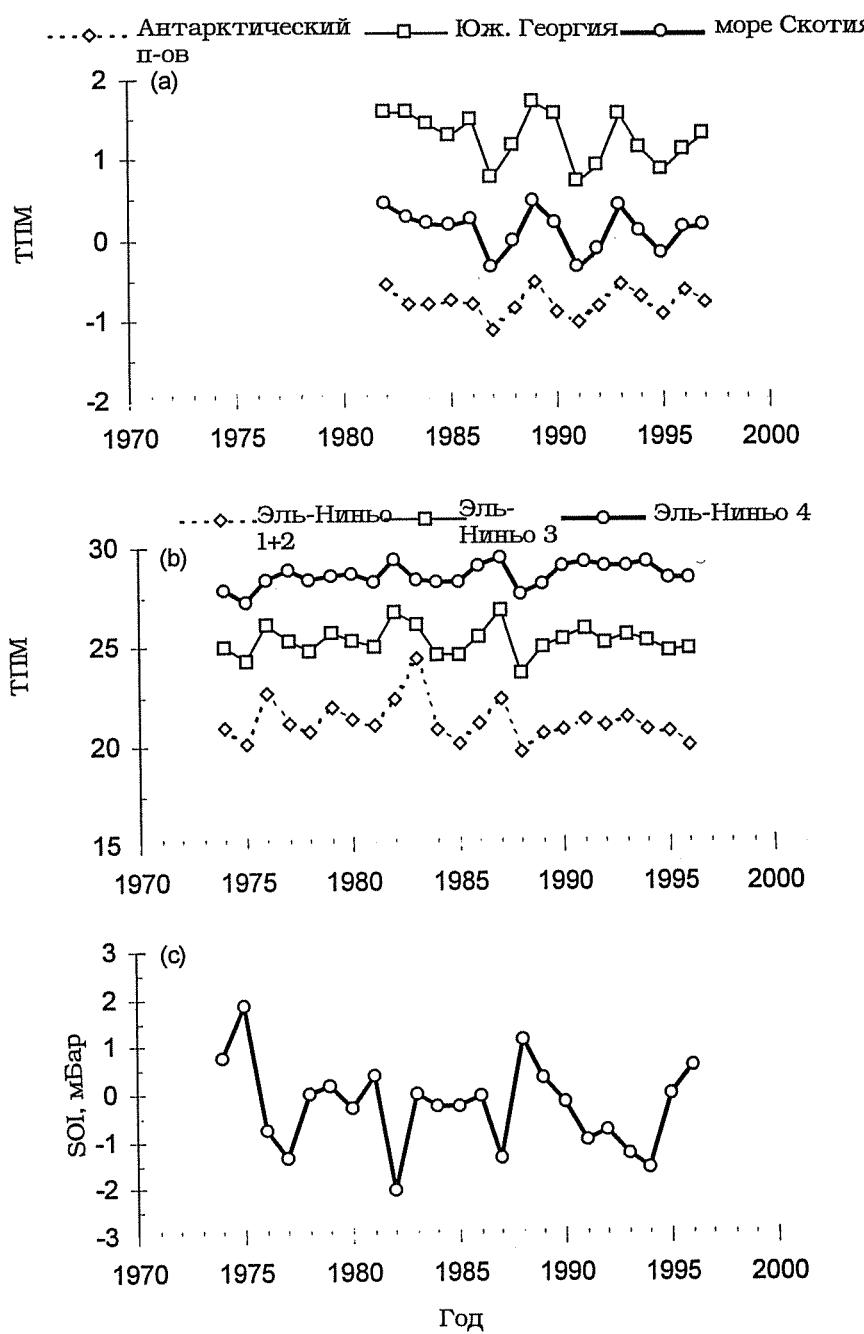


Рис. 6: Ход годовых зимних индексов: (а) NCAR ТПМ у Антарктического п-ова, Южной Георгии и в море Скотия; (б) температура поверхности моря, Эль-Ниньо 1+2, Эль-Ниньо 3 and Эль-Ниньо 4; (с) SOI.

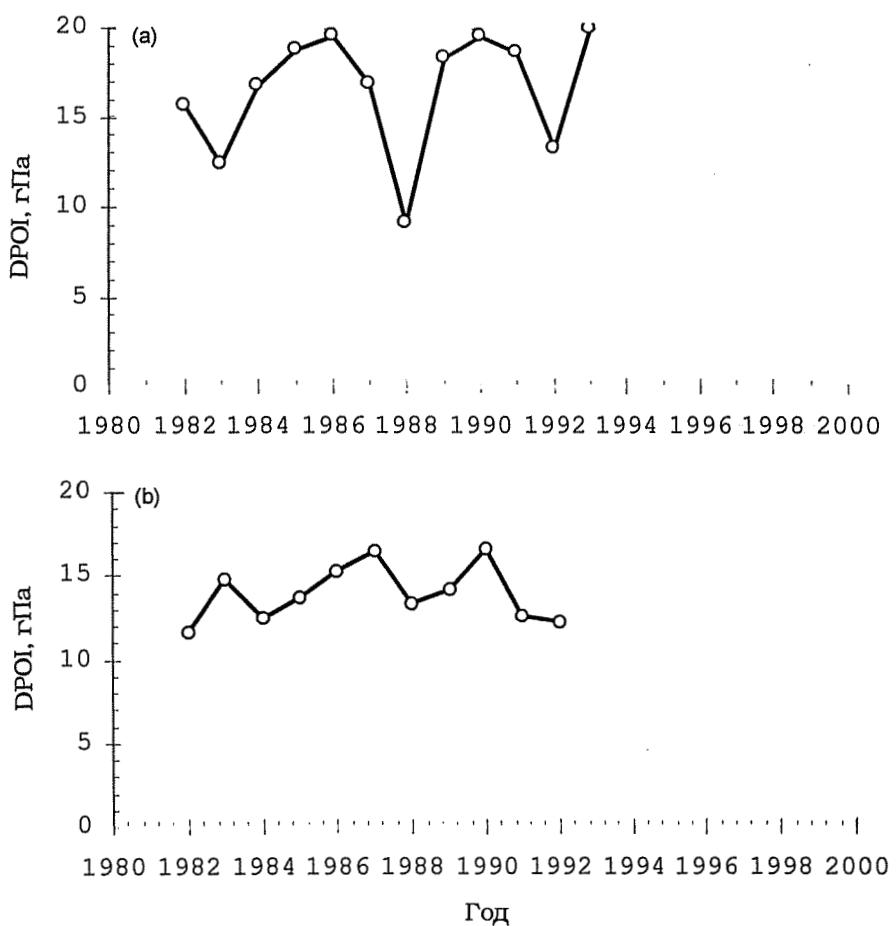


Рис. 7: Годовой ход DPOI: (а) зима; (б) лето.

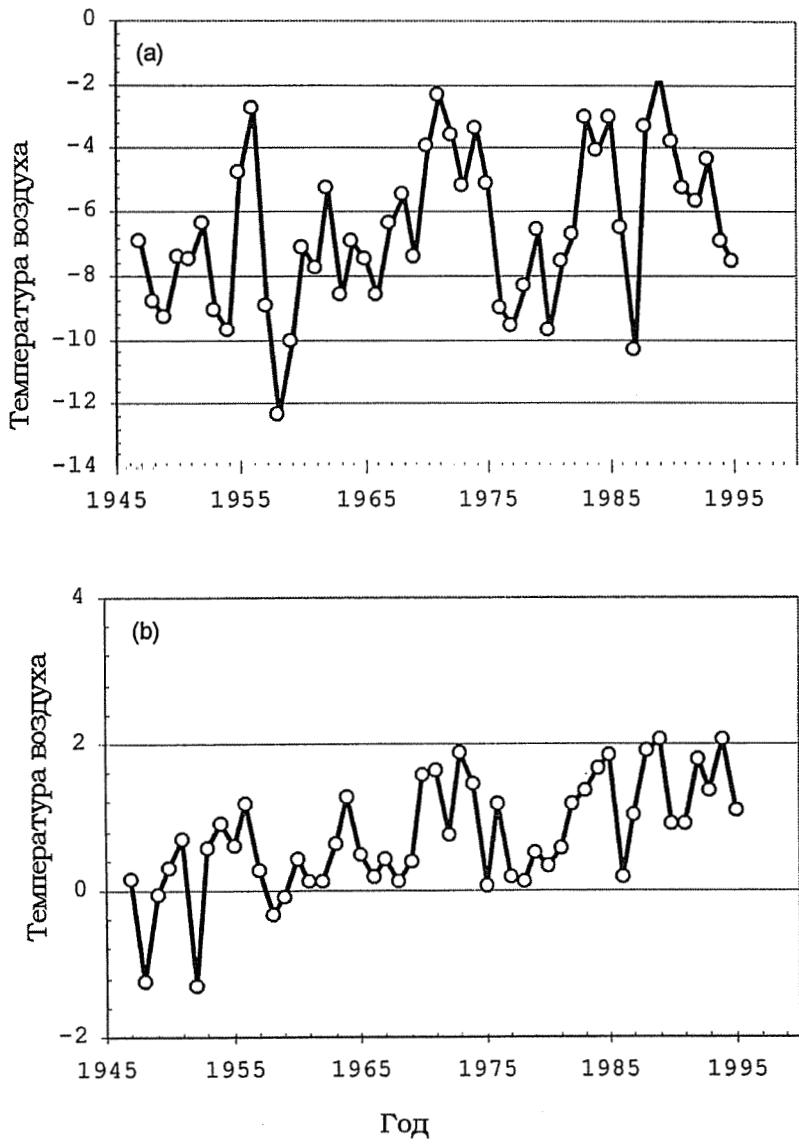


Рис. 8: Годовой ход температур воздуха на станции Палмер: (а) зима (июнь-октябрь); (б) лето (ноябрь-март).

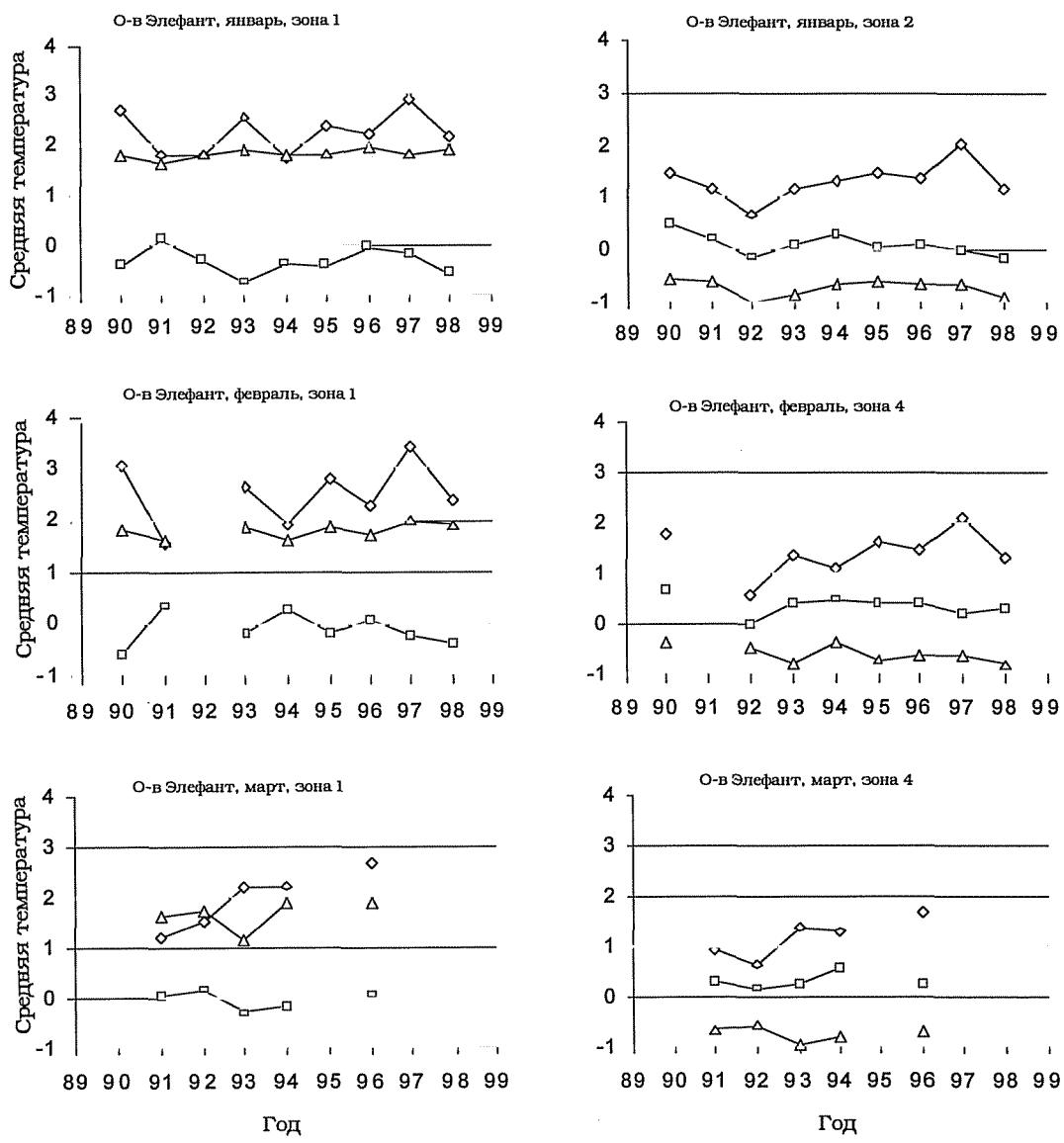


Рис. 9: Температура моря на глубине 4 м (\diamond), 100 м (\square) и 500 м (Δ) в районе о-ва Элефант с 1990 по 1998 г.. Сравниваются зоны одинаковой температуры и солености (см. рис. 2) за январь, февраль и март. Данные по станциям AMLR в зоне 1 (пролив Дрейка) и зоне 4 (пролив Брансфилда).

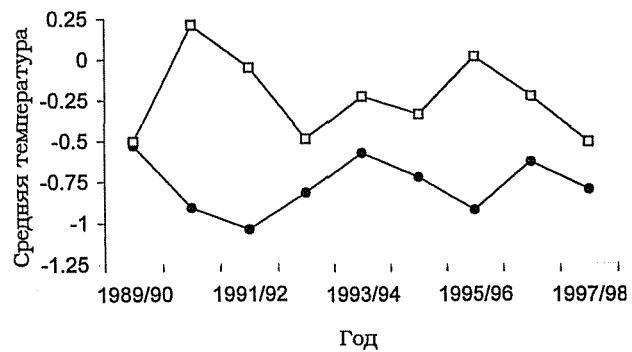


Рис. 10: Температура на глубине 100 м (\square) в проливе Дрейка зимой по данным AMLR CTD в сравнении с зимней ТПМ NCAR (\bullet) в районе Антарктического п-ова.

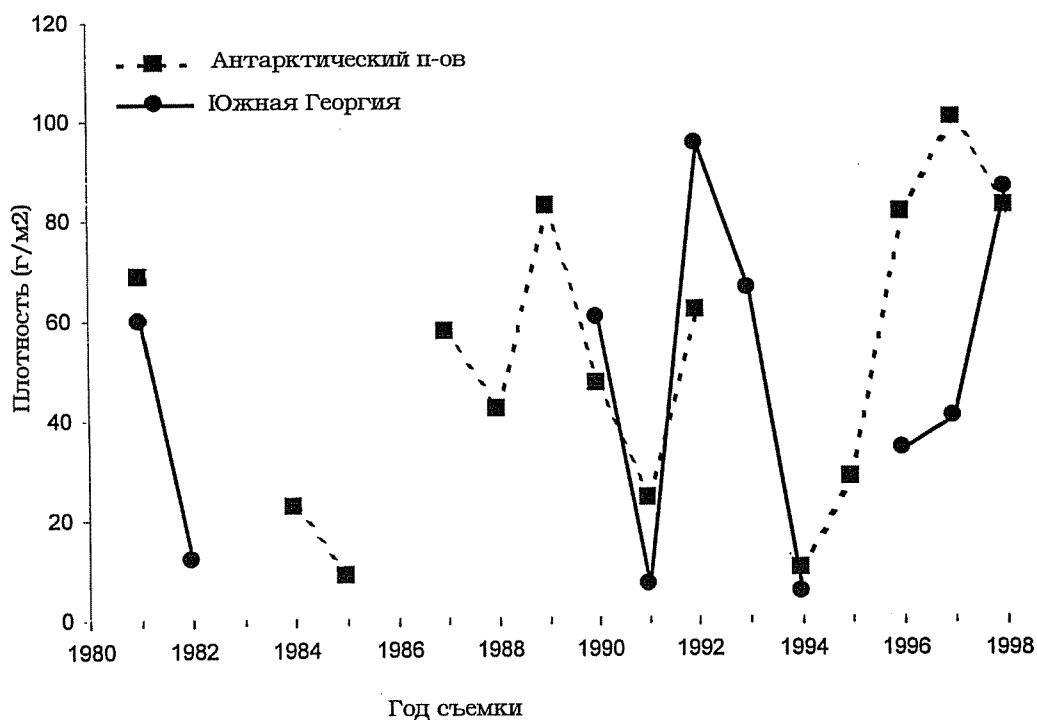


Рис. 11: Межгодовые изменения оценок акустической плотности криля в подрайонах 48.1 и 48.3.

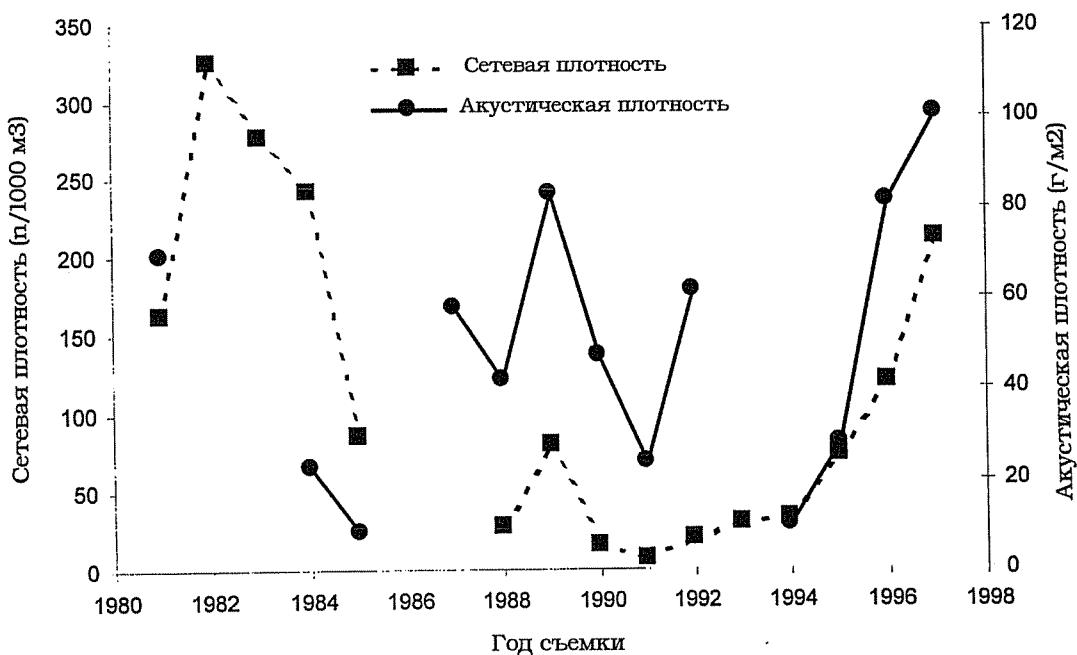


Рис. 12: Межгодовые изменения оценок акустической и сетевой плотности криля в Подрайоне 48.1.

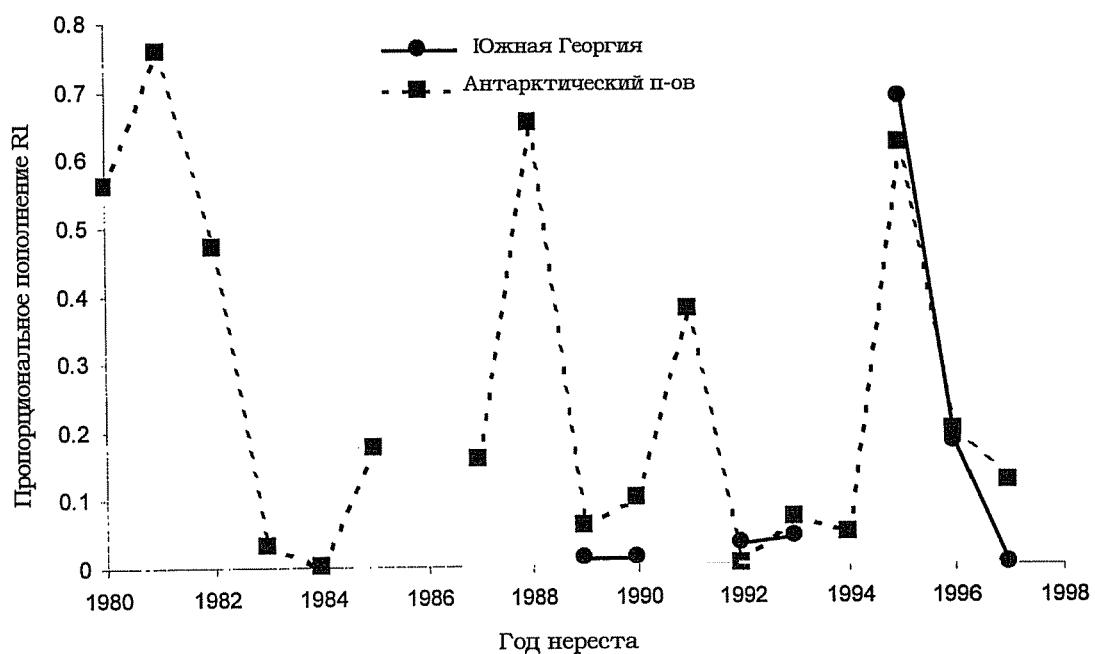


Рис 13: Межгодовые изменения индекса пропорционального пополнения криля (R1) в подрайонах 48.1 и 48.3.

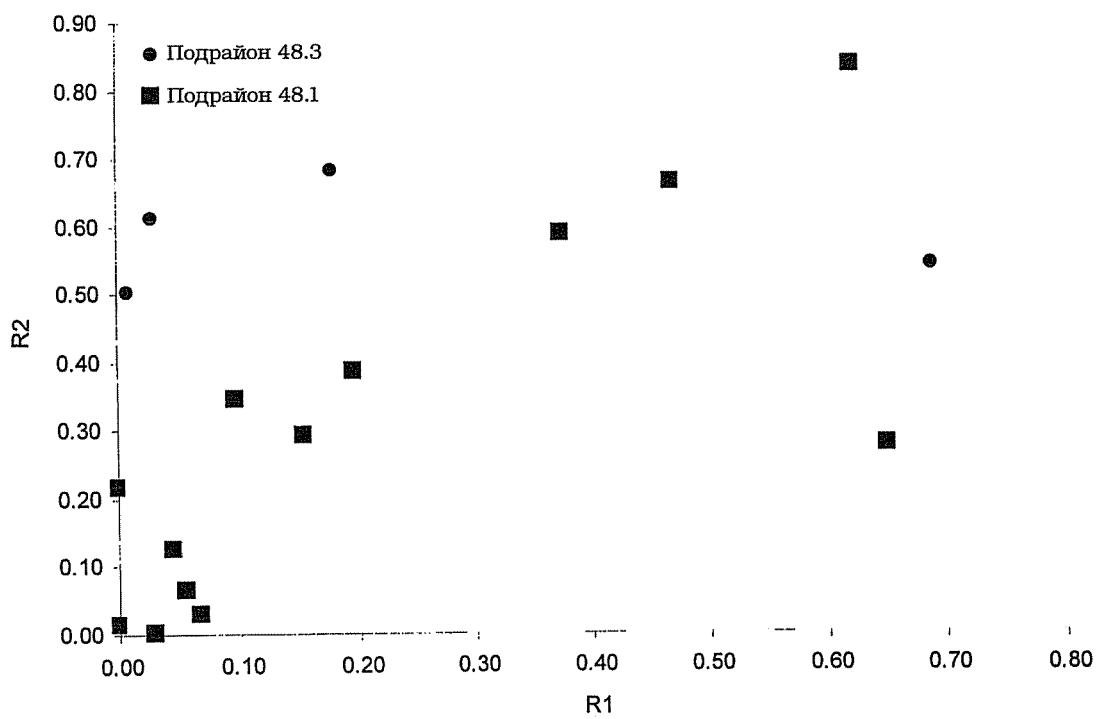


Рис. 14: Сравнение индексов пропорционального пополнения криля R1 и R2.

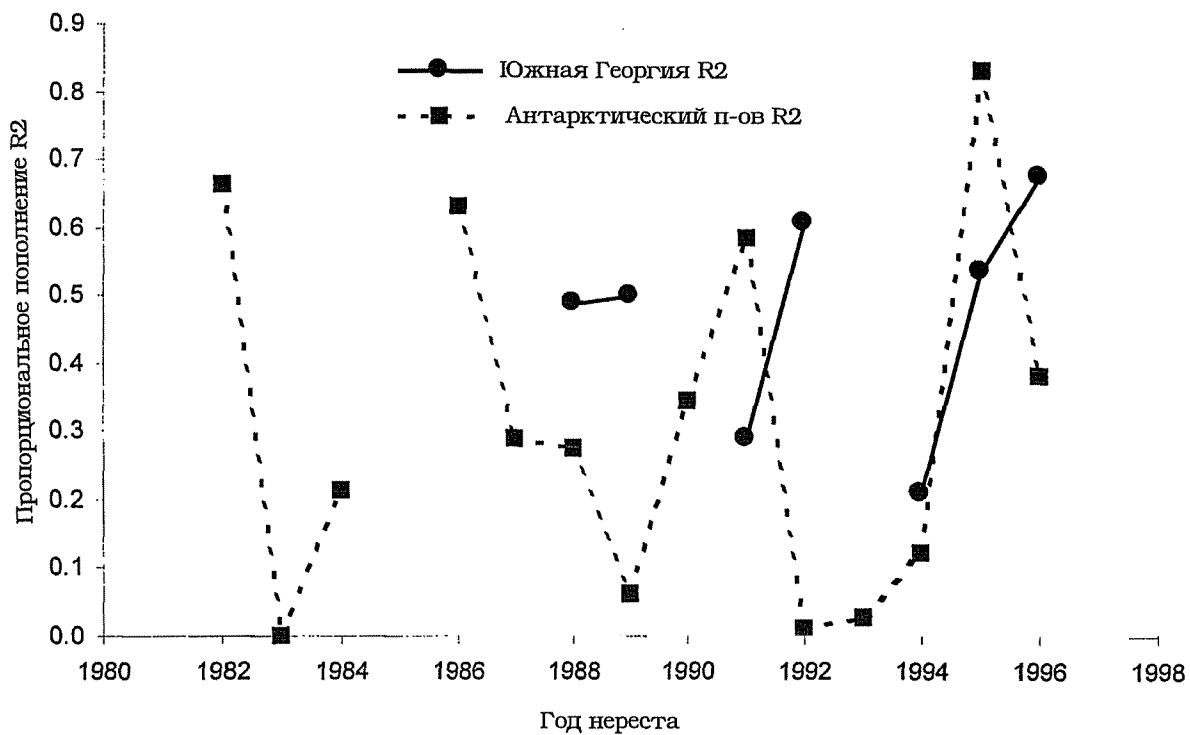


Рис. 15: Межгодовые изменения индекса пропорционального пополнения криля (R2) в подрайонах 48.1 и 48.3.

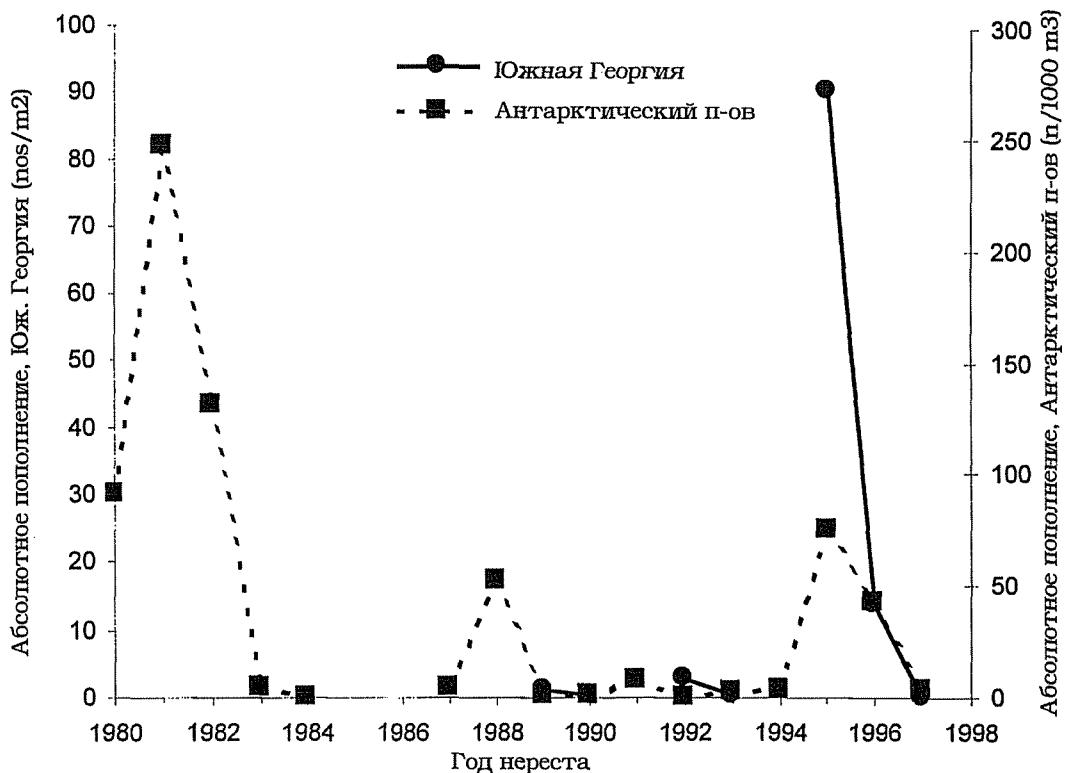


Рис. 16: Межгодовые изменения в абсолютном пополнении криля (+) в подрайонах 48.1 и 48.3.

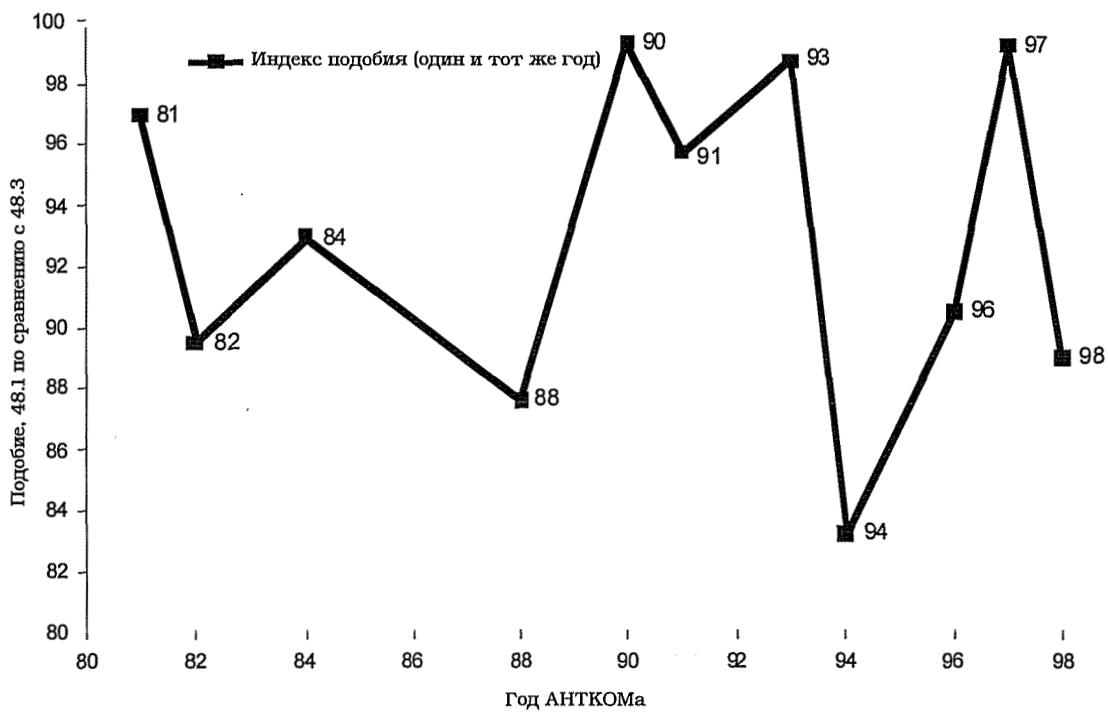


Рис. 17: Межгодовые изменения индекса подобия частотного распределения длин криля, полученные в результате кластерного анализа данных по частотному распределению длин за каждый отдельный улов (район 48).

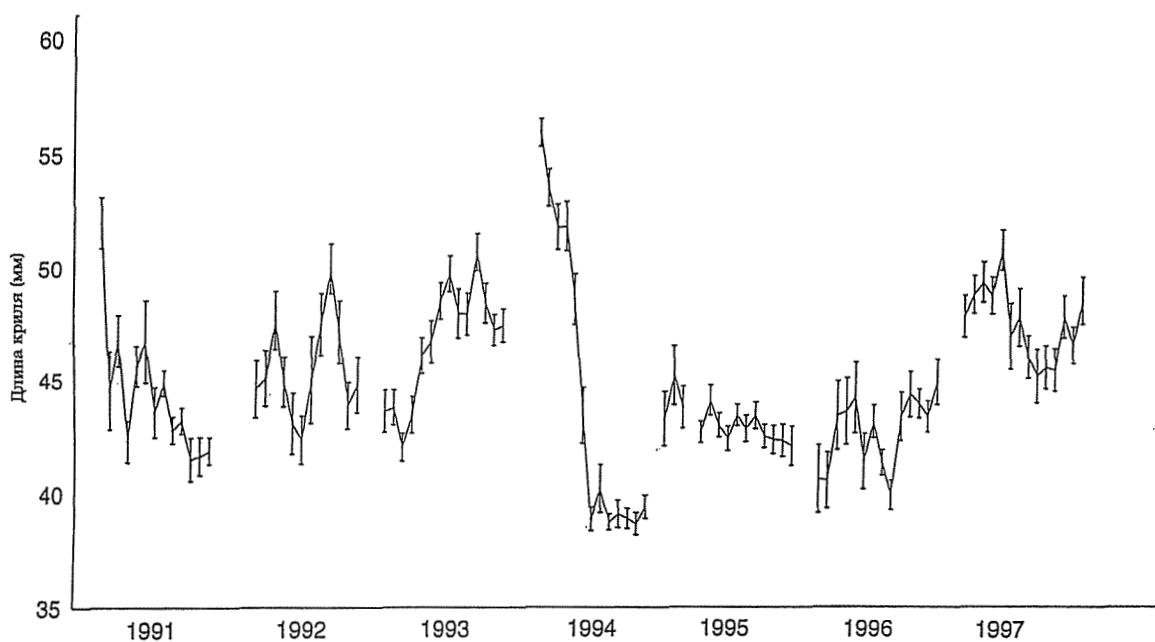


Рис. 18: Недельные изменения средней длины криля в рационе южных морских котиков во время брачного сезона, 1991-1997 гг. (ошибка показана столбиком, как ± 1 стандартной ошибки). Рисунок взят из WS-Area48-98/15.

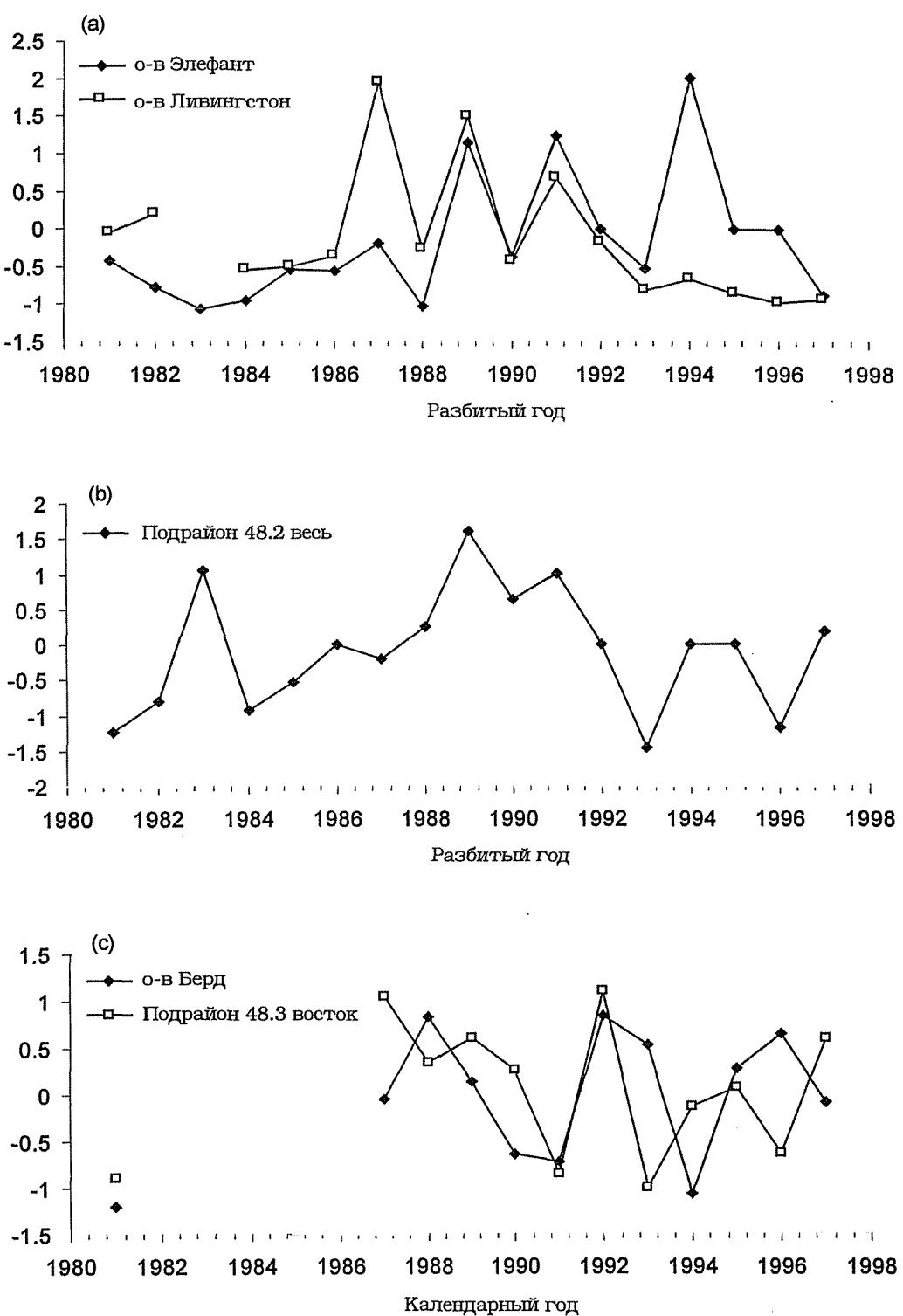


Рис. 19: Индексы летнего CPUE для промысла криля в (а) Подрайоне 48.1 и (б) Подрайоне 48.2, и (с) зимнего CPUE для промысла криля в Подрайоне 48.3.

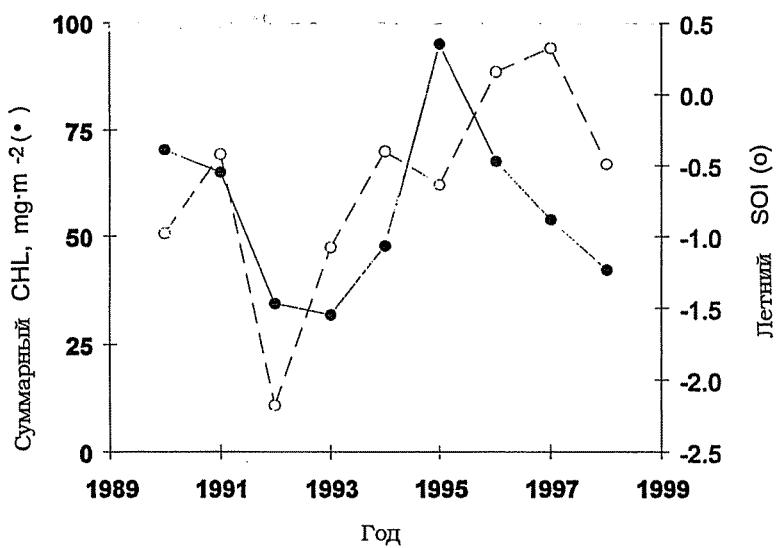


Рис. 20: Суммарные концентрации хлорофилла ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-2}$), осредненные по сетке US AMLR (•) и летний SOI (○) (начиная с 1990 г.).

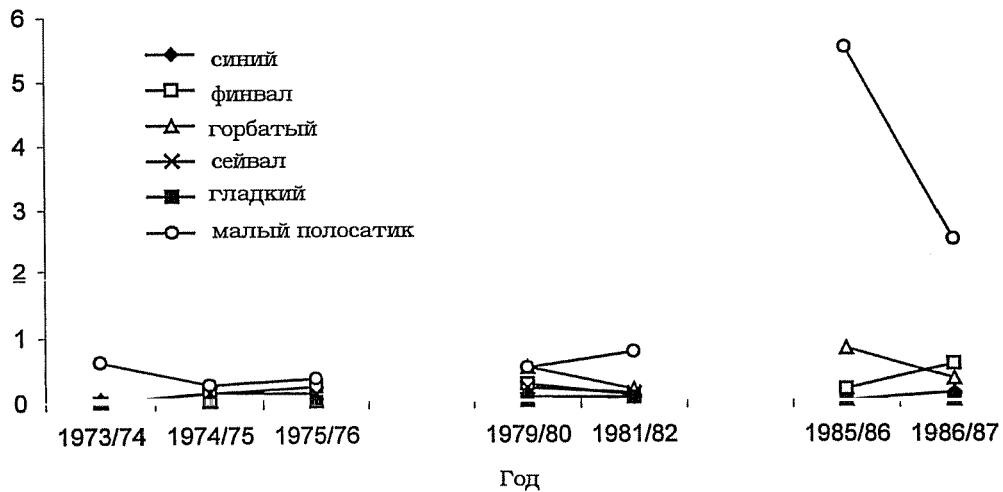


Рис. 21: Численность китов в Подрайоне 48.1 по данным японских разведывательных судов.

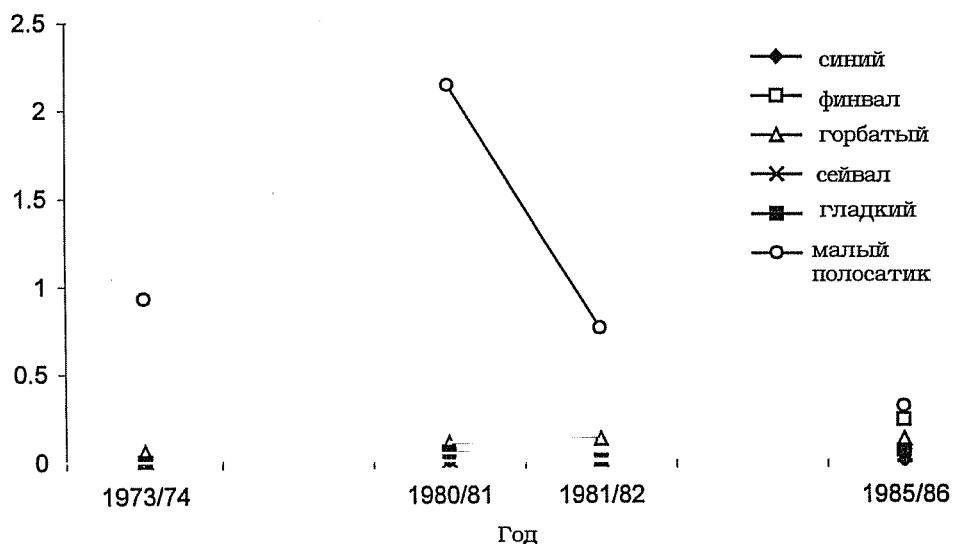


Рис. 22: Численность китов в Подрайоне 48.2 по данным японских разведывательных судов.

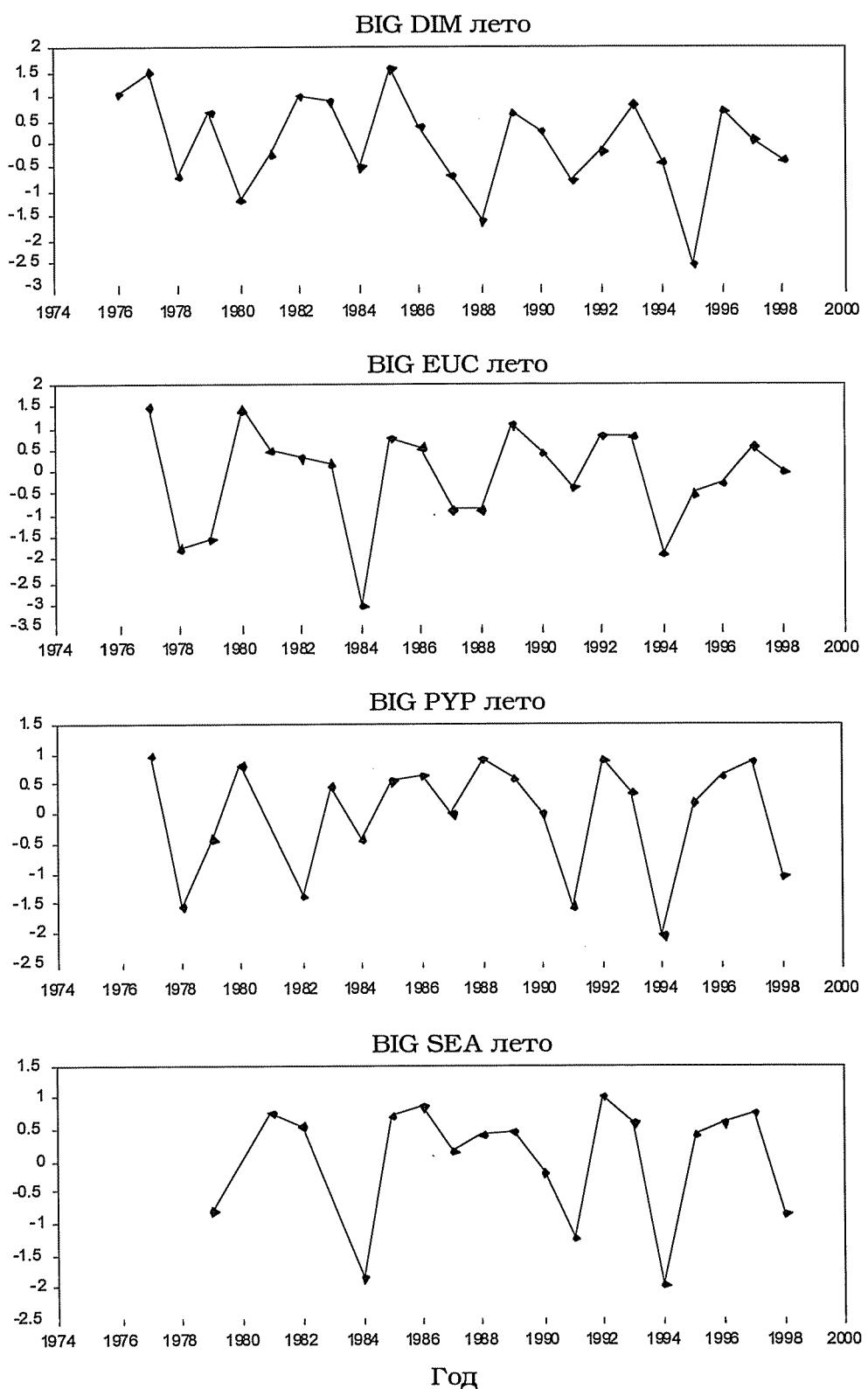


Рис. 23а: Остров Берд, Южная Георгия (BIG) КСИ для чернобрового альбатроса (DIM), золоволосого пингвина (EUC), папуасского пингвина (PYP) и южного морского котика (SEA), лето.

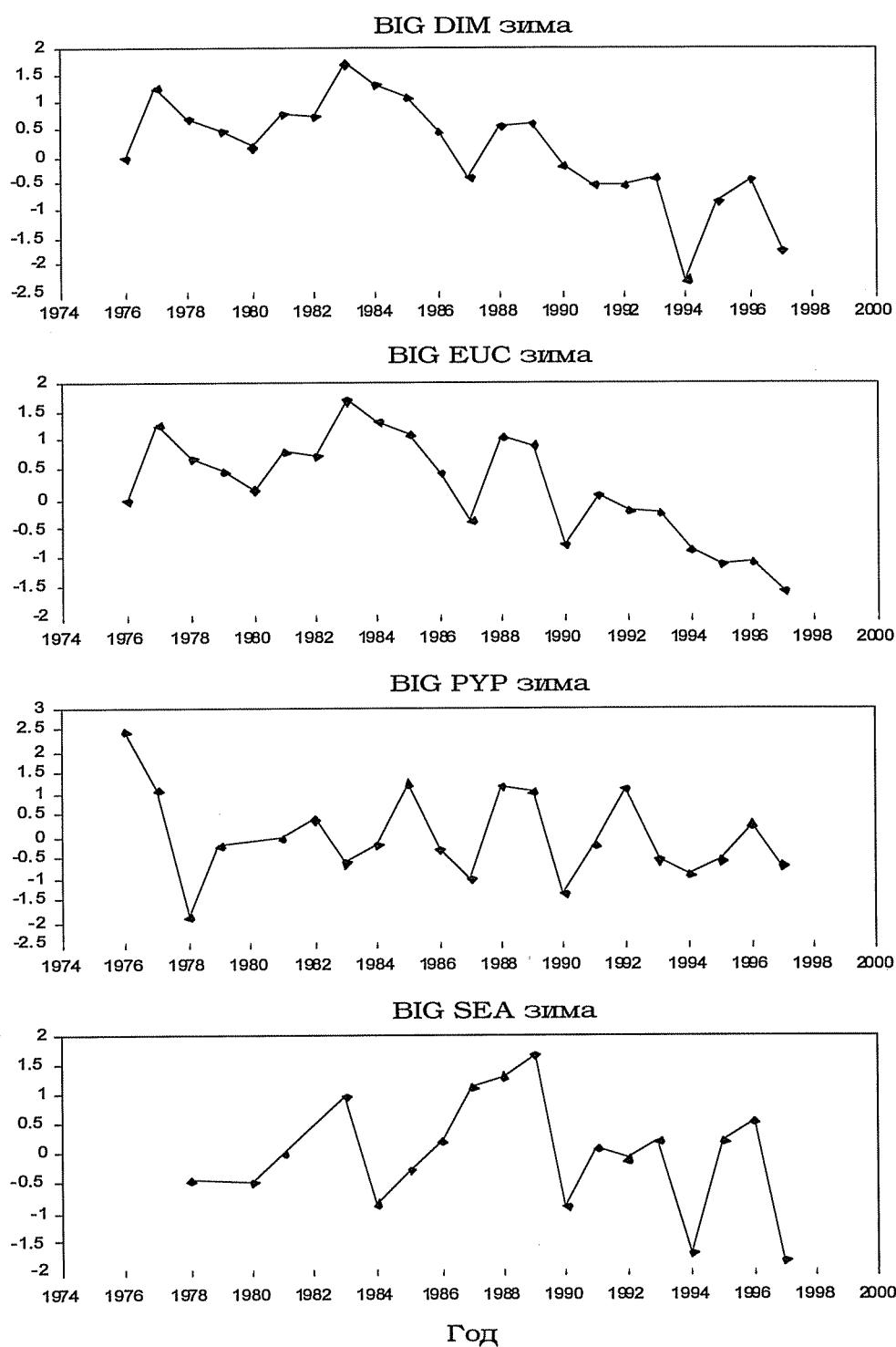


Рис. 23b: Остров Берд, Южная Георгия (BIG) КСИ для чернобрового альбатроса (DIM), золоволосого пингвина (EUC), папуасского пингвина (PYP) и южного морского котика (SEA), зима.

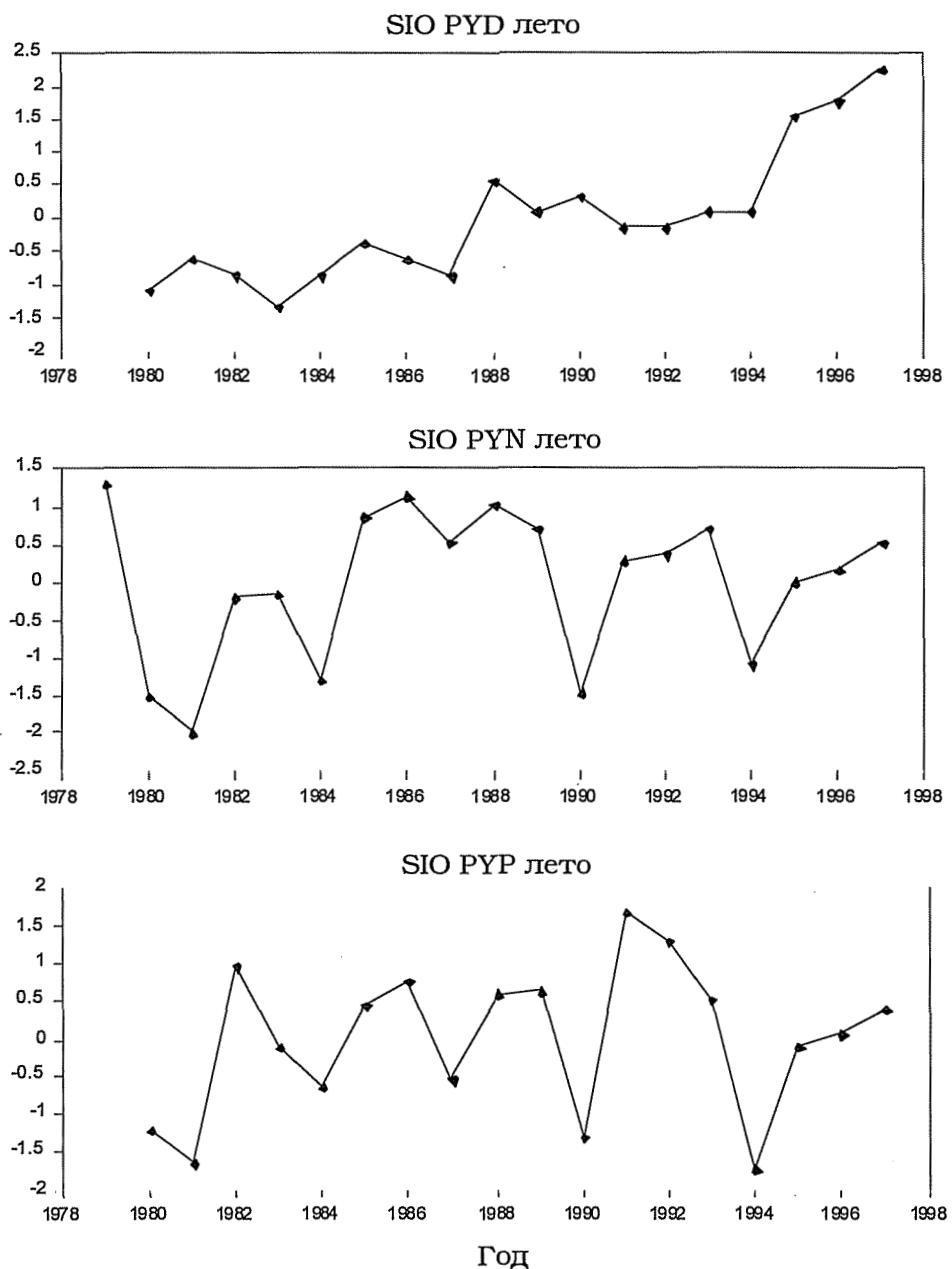


Рис. 24а: Остров Сигни, Южные Оркнейские о-ва (SIO) КСИ для пингвина Адели (PYD), антарктического (PYN) и папуасского (PYP) пингвинов, лето.

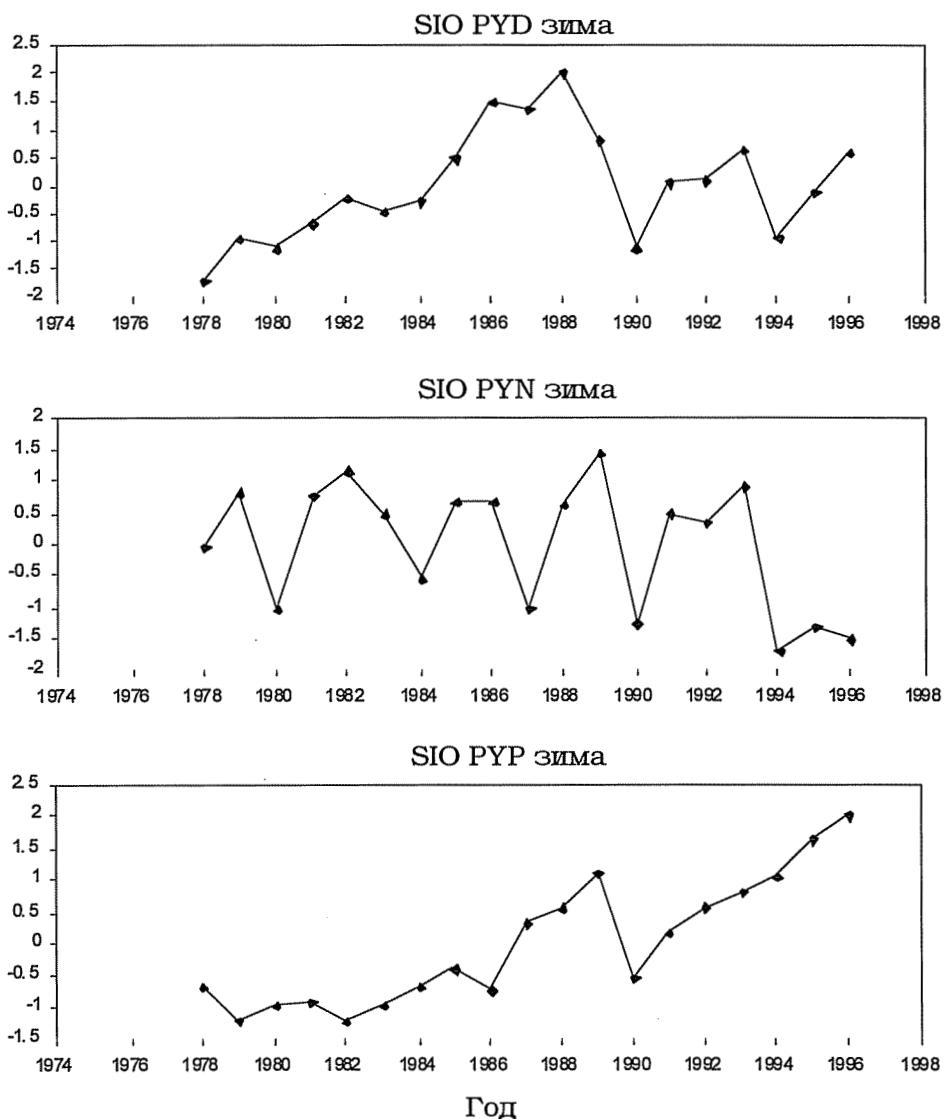


Рис. 24б: Остров Сигни, Южные Оркнейские о-ва (SIO) КСИ для пингвина Адели (PYD), антарктического (PYN) и папуасского (PYP) пингвинов, зима.

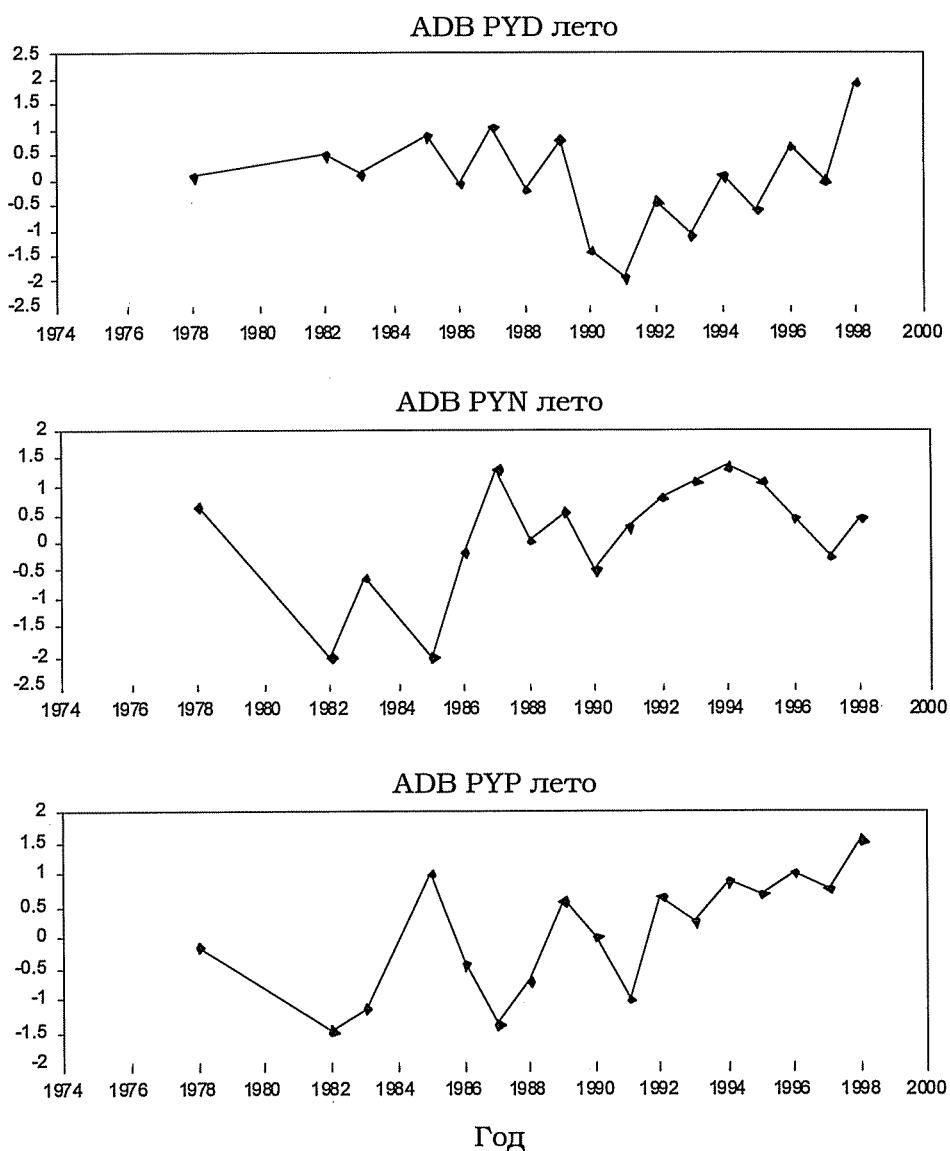


Рис. 25а: Залив Адмиралтейства, о-в Кинг-Джордж, Южные Шетландские о-ва (ADB) КСИ для пингвина Адели (PYD), антарктического (PYN) и папуасского (PYP) пингвинов, лето.

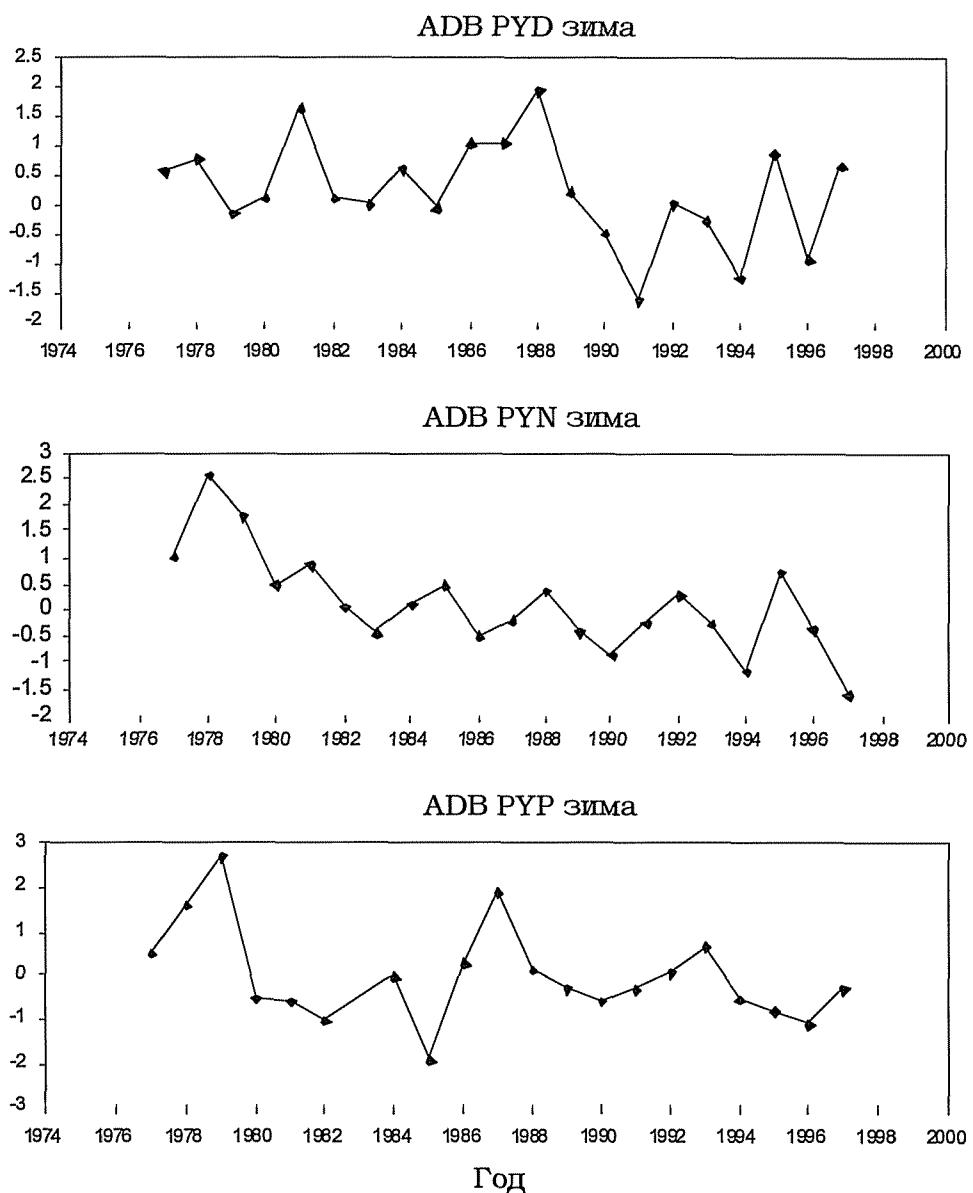


Рис. 25б: Залив Адмиралтейства, о-в Кинг-Джордж, Южные Шетландские о-ва (ADB) КСИ для пингвина Адели (PYD), антарктического (PYN) и папуасского (PYP) пингвинов, зима.

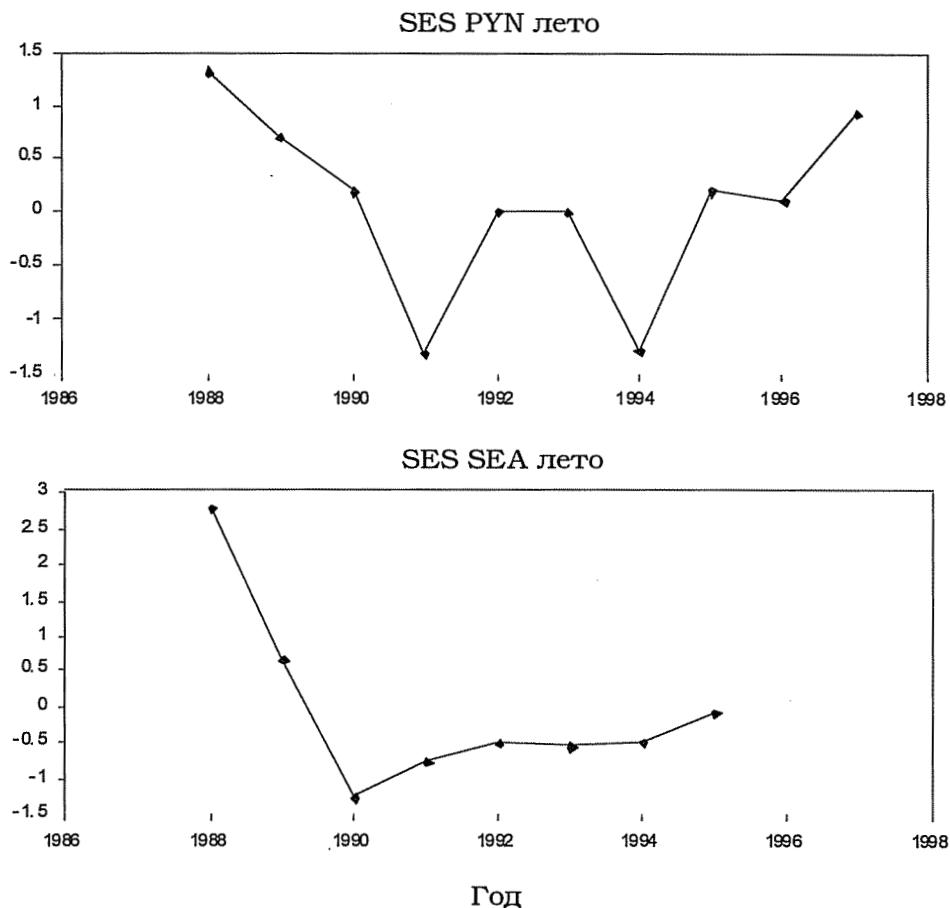


Рис. 26: Остров Сил, Южные Шетландские о-ва (SES) КСИ для антарктического пингвина (PYN) и южного морского котика (SEA), лето.

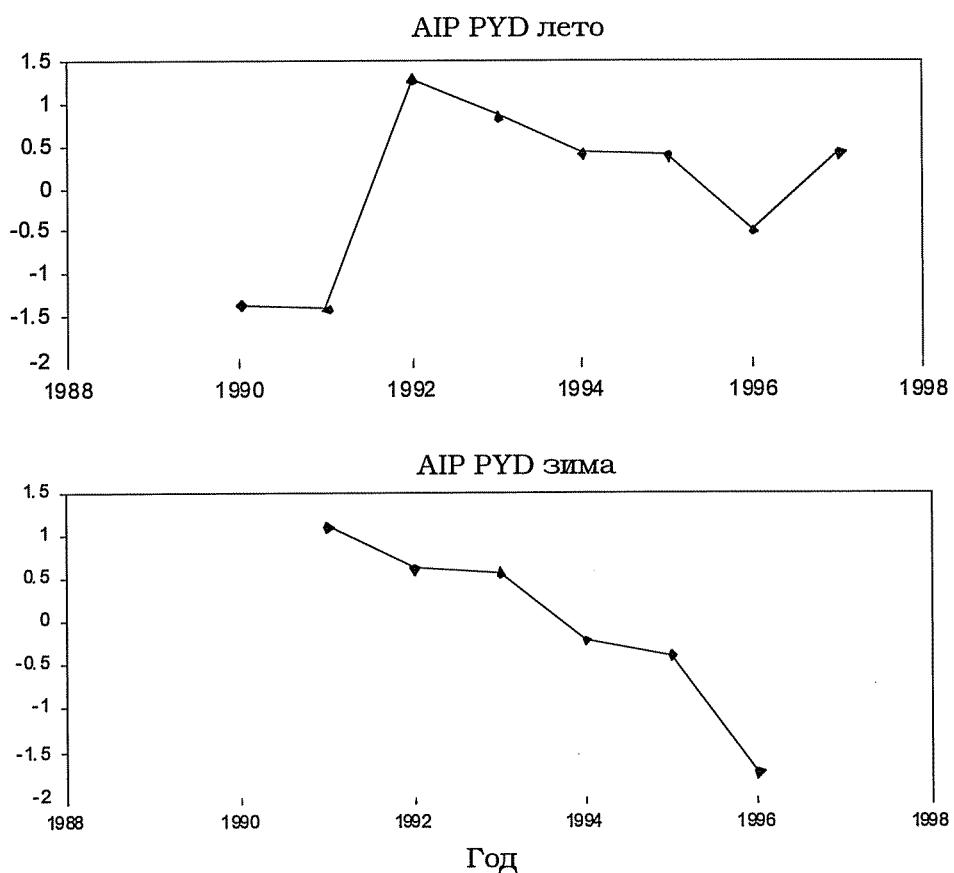


Рис. 27: Остров Анверс, Антарктический п-ов (AIP) КСИ для пингвина Адели (PYD), лето и зима.

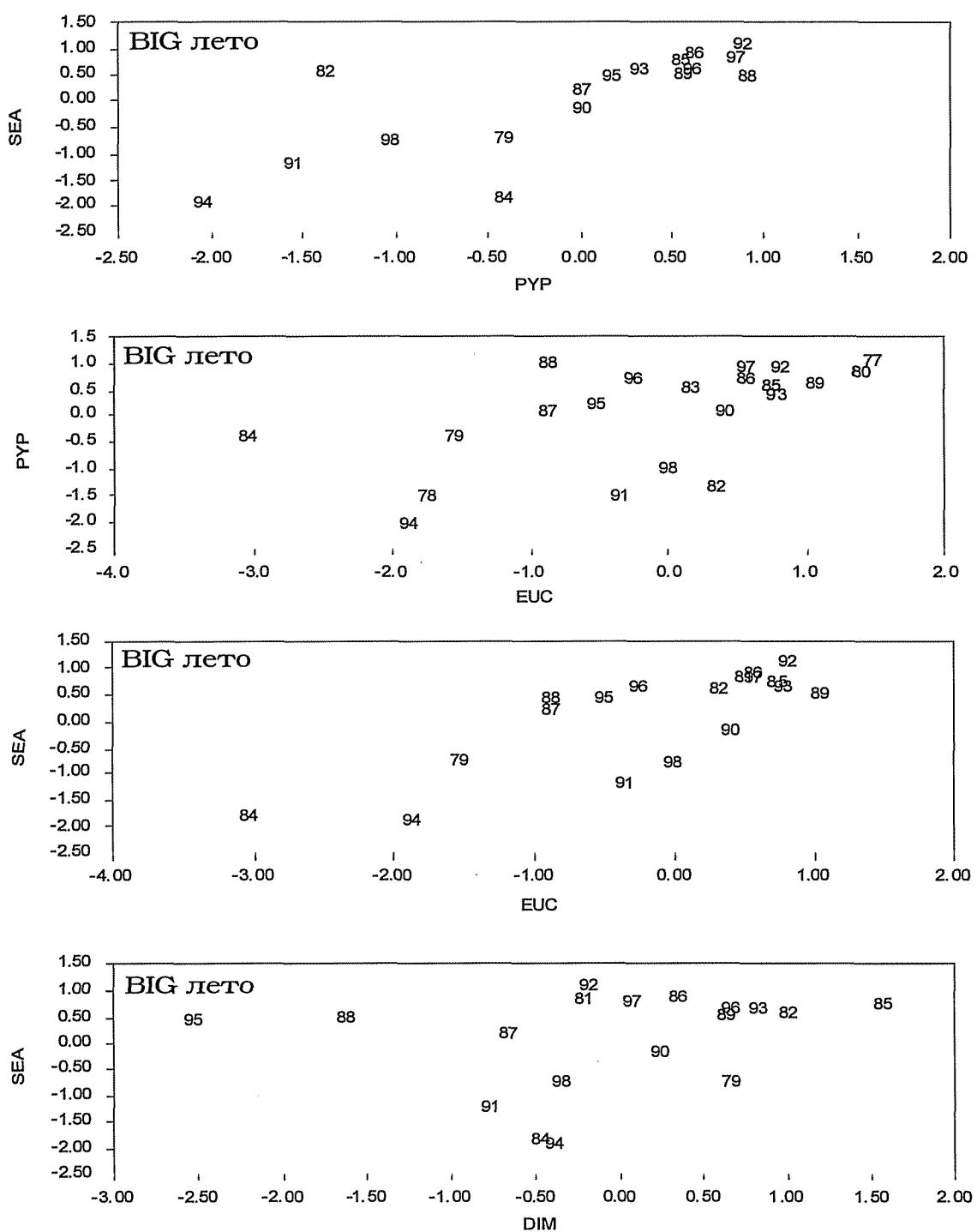


Рис. 28: Зависимость между летними КСИ для различных попарных комбинаций хищников на о-ве Берд (BIG). Сокращения – см. табл. 2 и рис. 23.

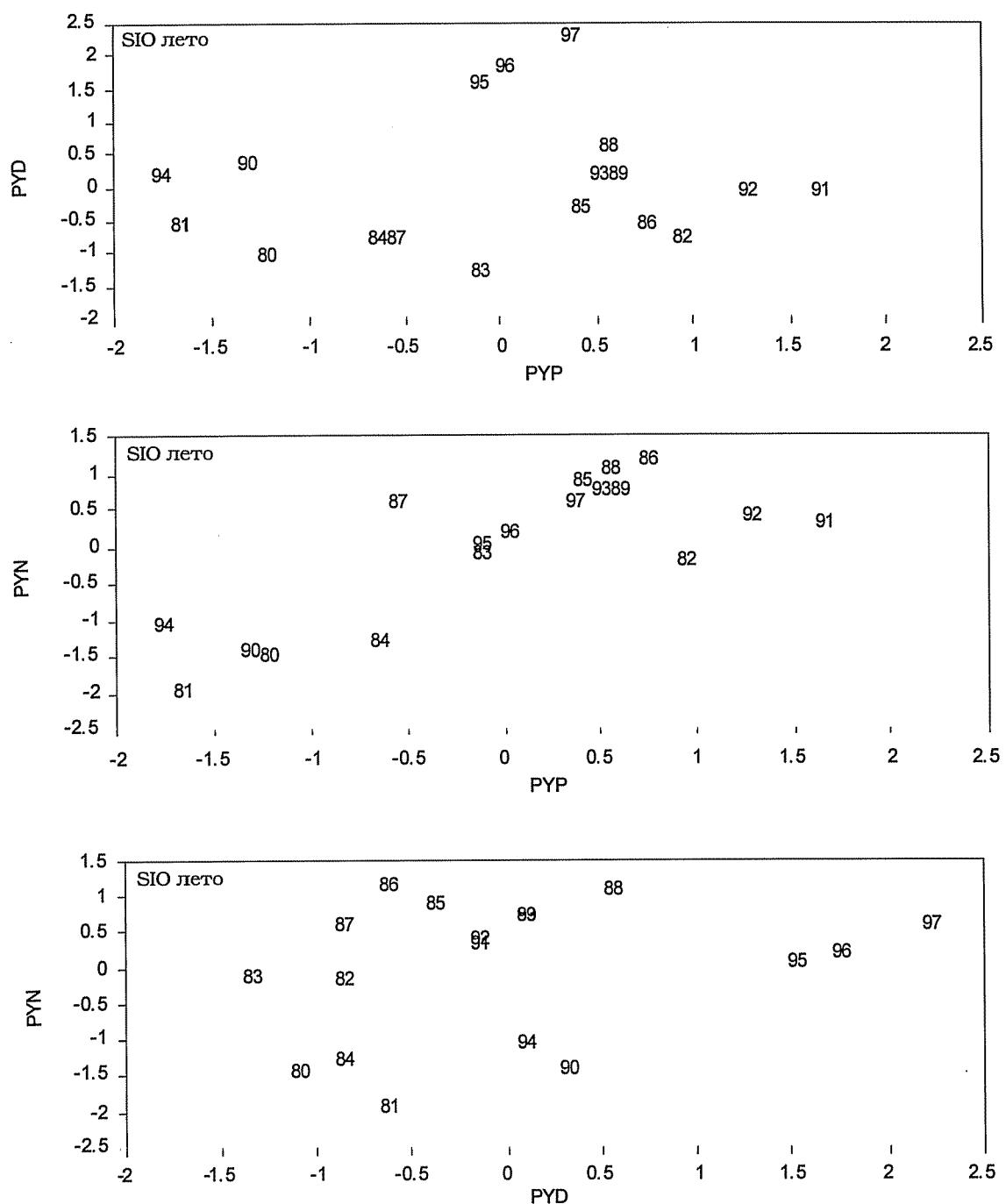


Рис. 29а: Зависимость между летними КСИ для различных попарных комбинаций видов пингвинов на о-ве Сигни (SIO) для Адели (PYD), антарктического (PYN) и папуасского (PYP) пингвинов.

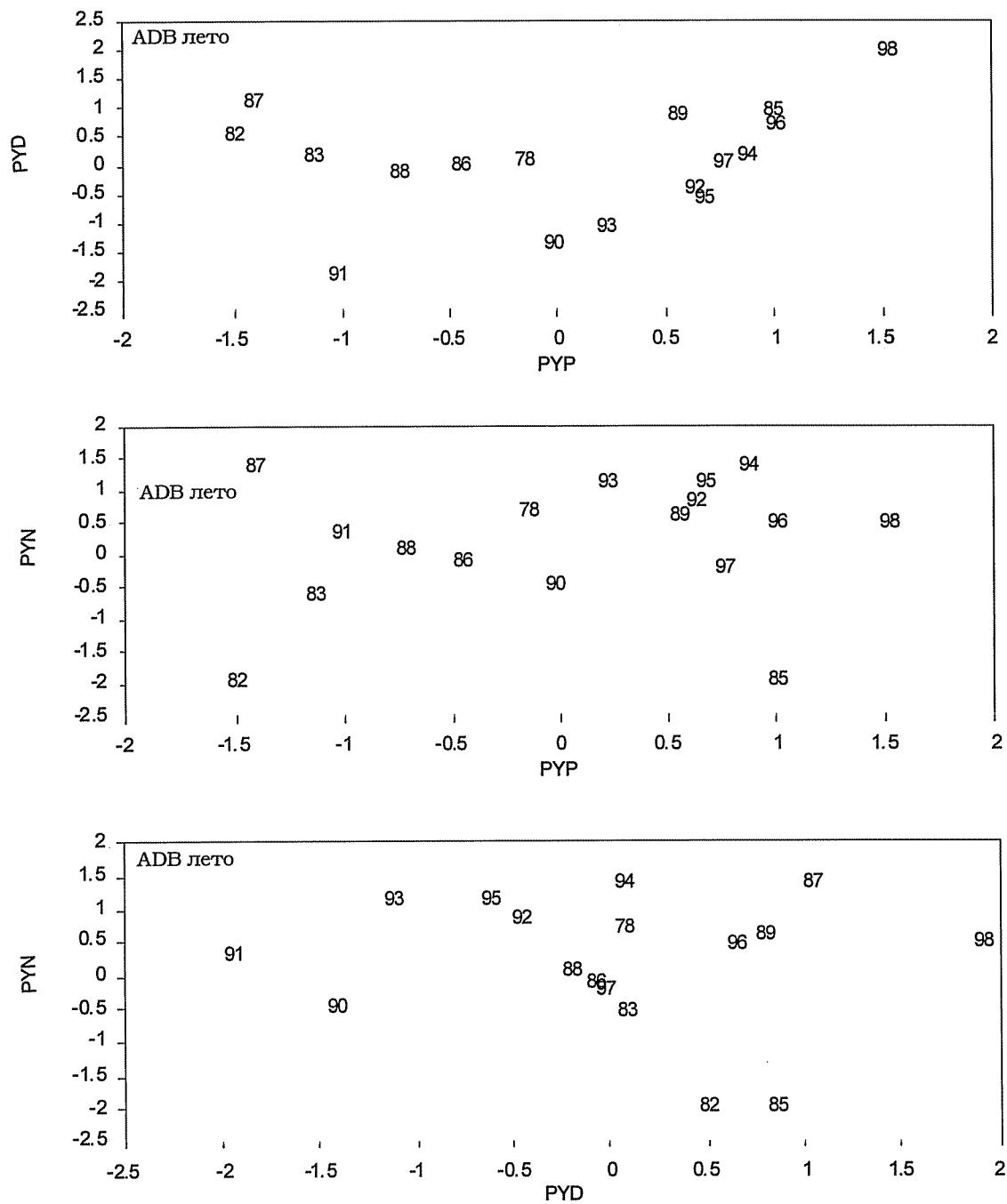


Рис. 29б: Зависимость между летними КСИ для различных попарных комбинаций видов пингвинов в заливе Адмиралтейства (ADB) для Адели (PYD), антарктического (PYN) и папуасского (PYP) пингвинов.

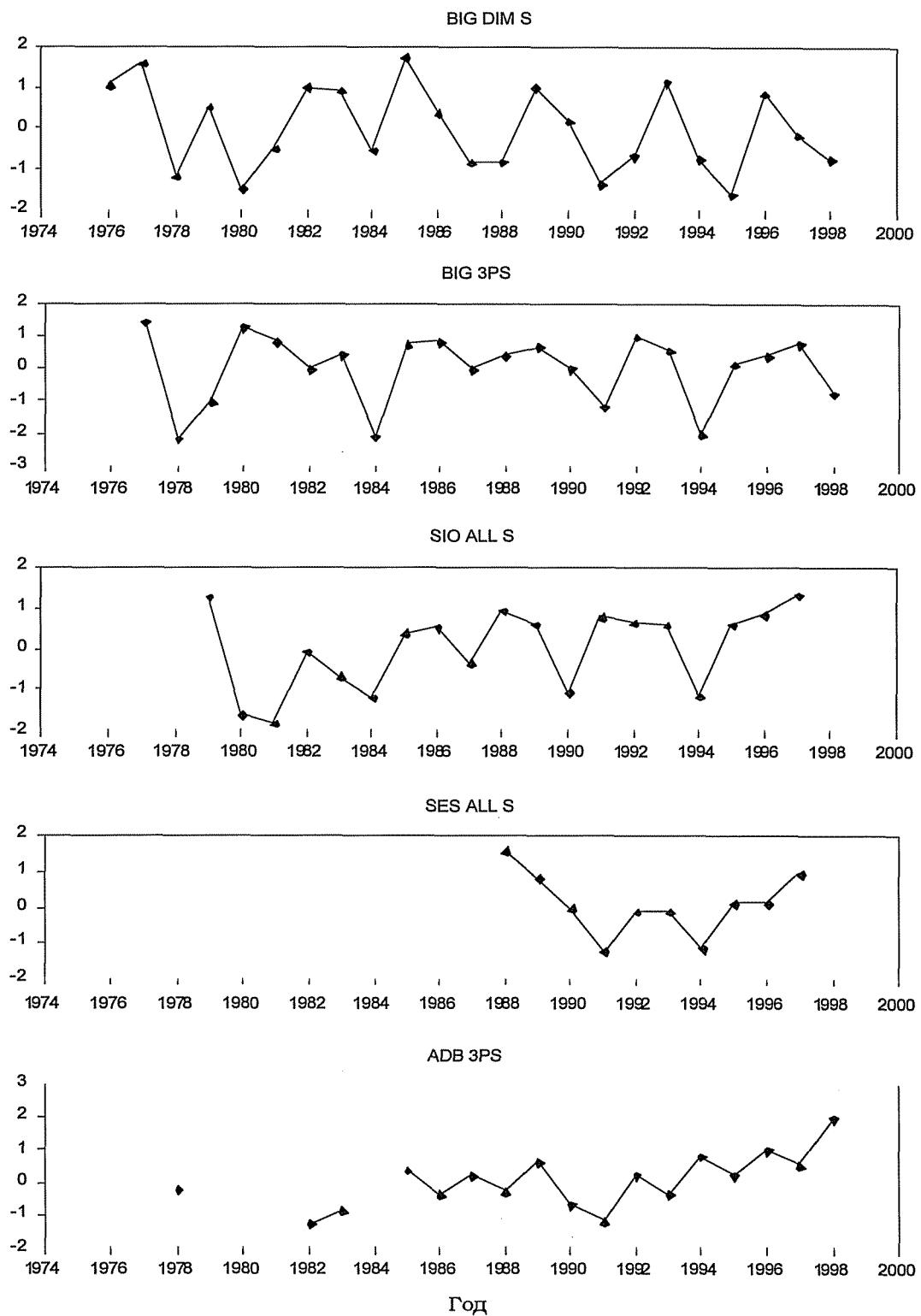


Рис. 30: Летние КСИ, сгруппированные по видам в пределах участков (см. пункт 7.16). BIG 3 PS включает комбинацию папуасского и золотоволосого пингвина и южного морского котика на о-ве Берд; ADB 3 PS и SIO ALL S включают комбинацию Адели, антарктического и папуасского пингвинов соответственно в заливе Адмиралтейства и на о-ве Сигни; SES ALL S включает комбинацию антарктического пингвина и южного морского котика на о-ве Сили.

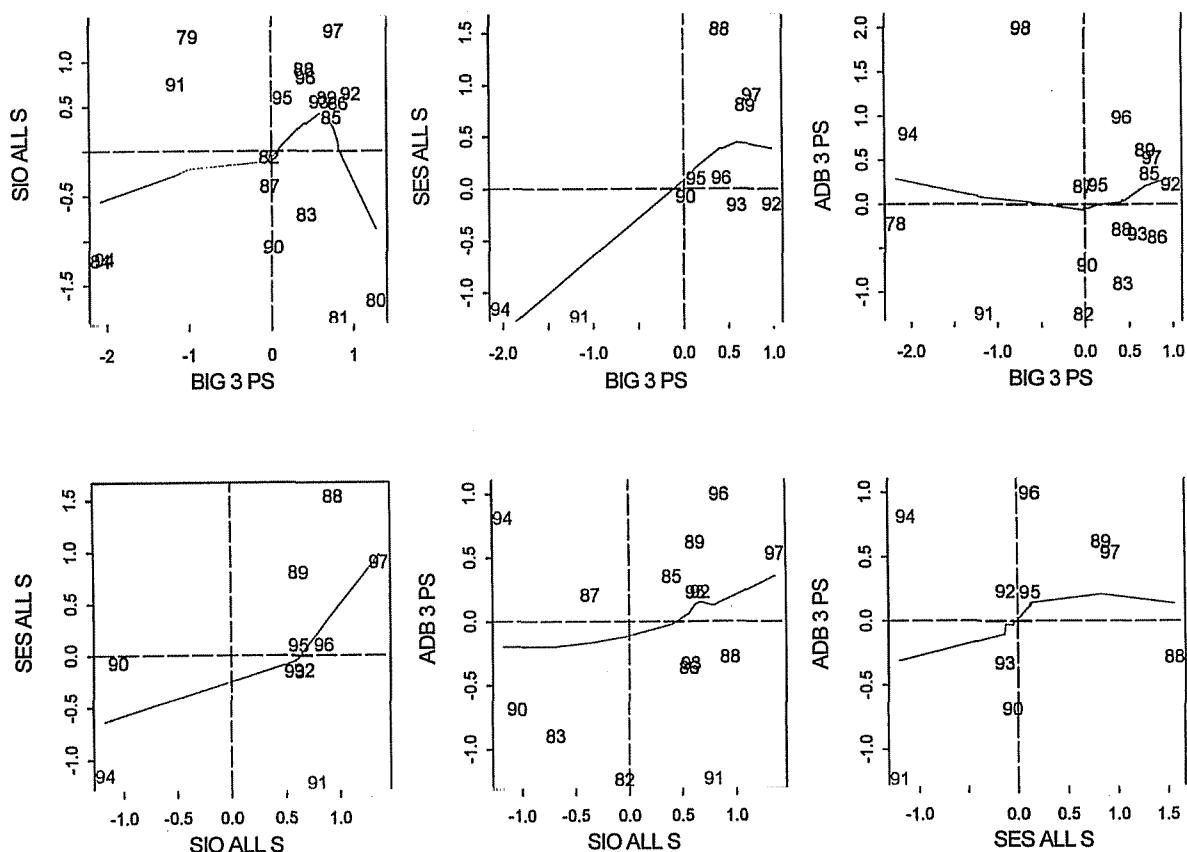


Рис. 31: Сравнение продуктивности хищников между участками/районами на основе летних КСИ для групп видов внутри участков. Четыре квадранта показывают согласованность между переменными за каждый год. Точки в верхнем правом и нижнем левом квадрантах указывают на относительно высокую согласованность, в то время как точки, попадающие в другие два квадранта, указывают на относительно низкую согласованность. Точки обозначены соответствующим календарным годом. Непараметрическое сглаживание показано сплошной линией. BIG 3 PS включает комбинацию папуасского пингвина, золотоволосого пингвина и южного морского котика на о-ве Берд; ADB 3 PS и SIO ALL S включают комбинацию Адели, антарктического и папуасского пингвинов соответственно в заливе Адмиралтейства и на о-ве Сигни; SES ALL S включает комбинацию антарктического пингвина и южного морского котика на о-ве Сил.

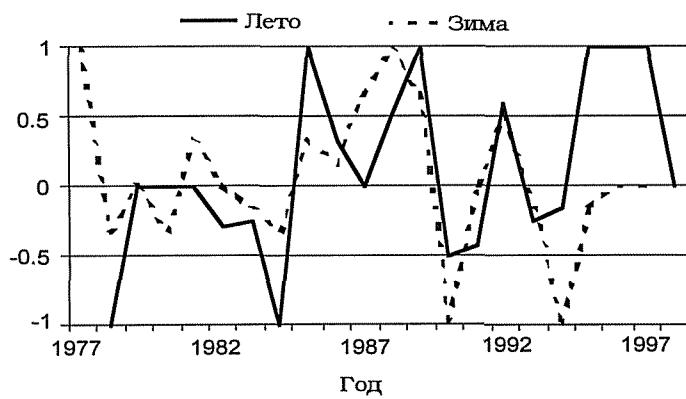


Рис. 32: График подобия индексов когерентности, полученных по летним данным (рис. 31) и зимним данным (рис. 35) (пояснения – см. пункт 7.30).

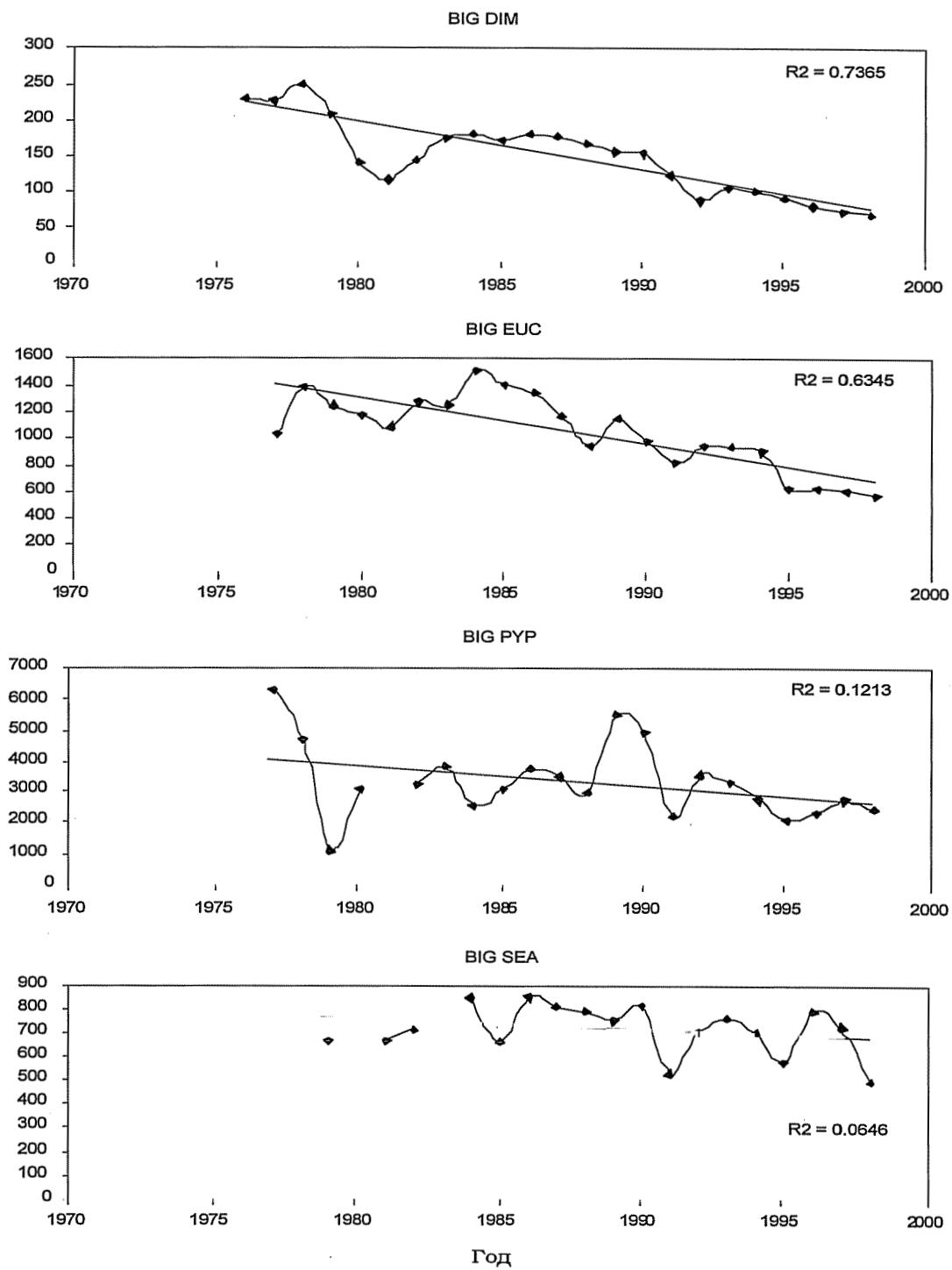


Рис. 33: Изменение размера размножающихся популяций живущих на суше морских хищников на о-ве Берд (BIG), о-ве Сигни (SIO), в заливе Адмиралтейства (ADB) и на о-ве Анверс (AIP). Коды видов - см. табл. 2. Сплошными линиями показана линейная регрессия методом наименьших квадратов (R^2 указан на рисунке).

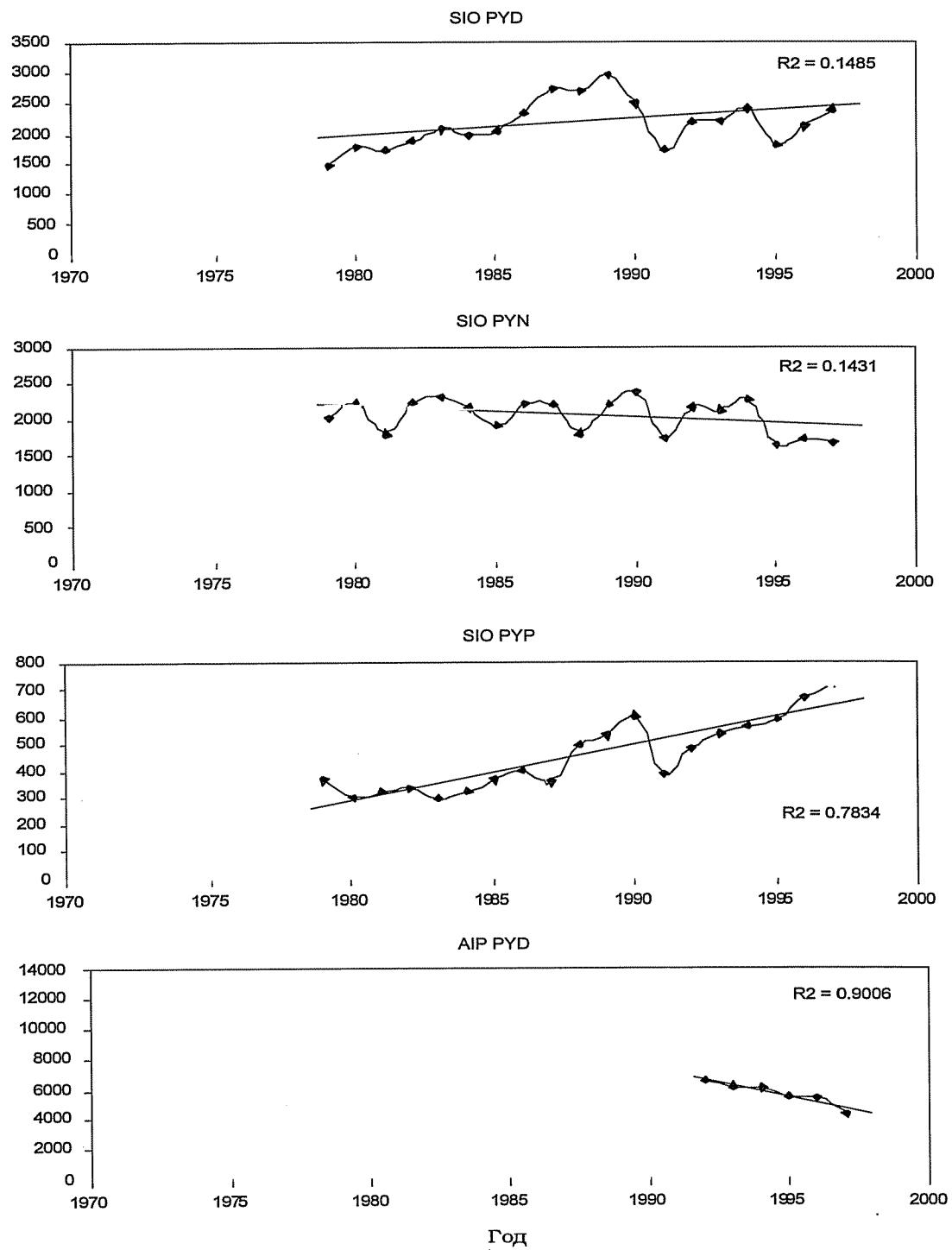


Рис. 33 (продолжение)

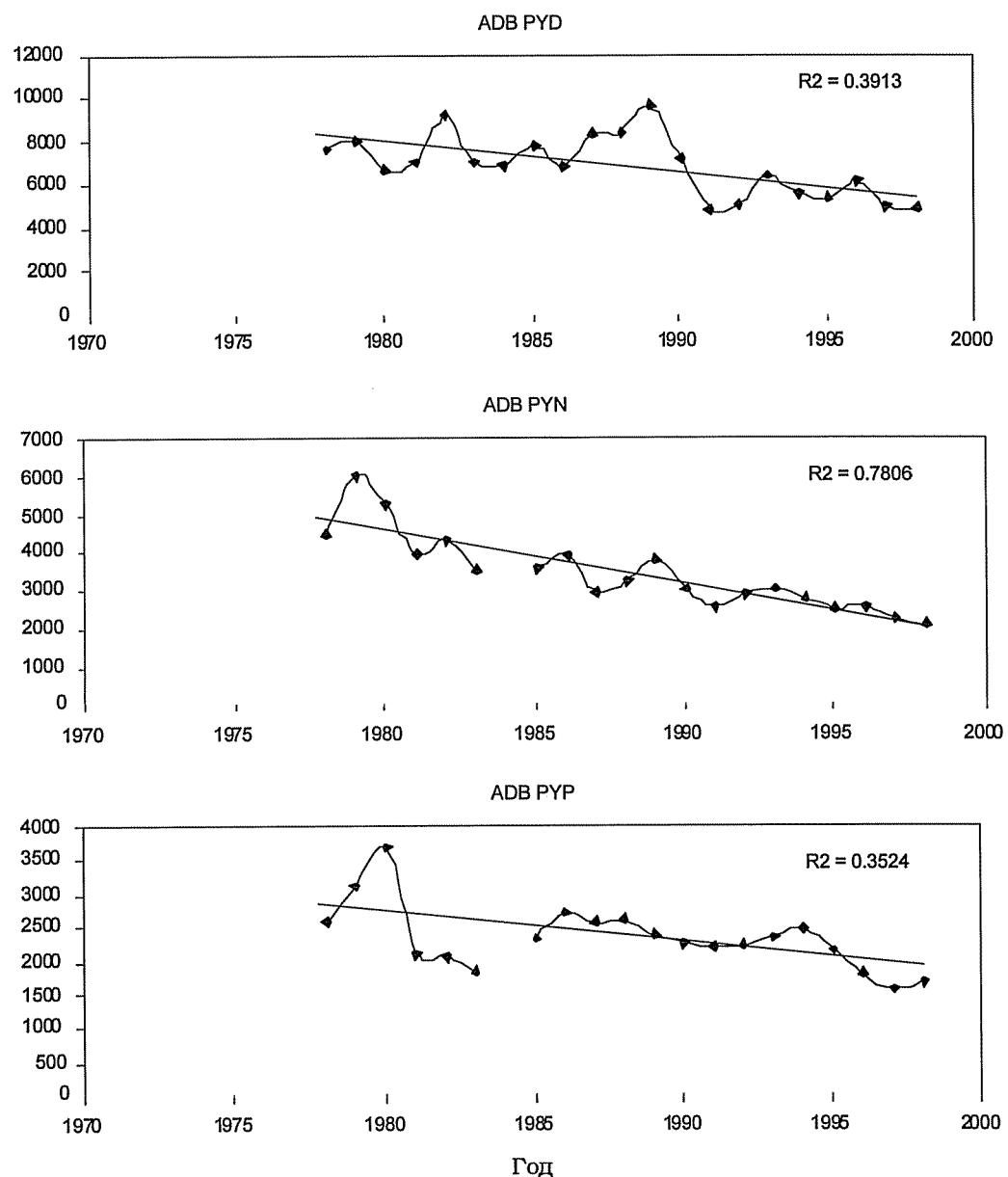


Рис. 33 (продолжение)

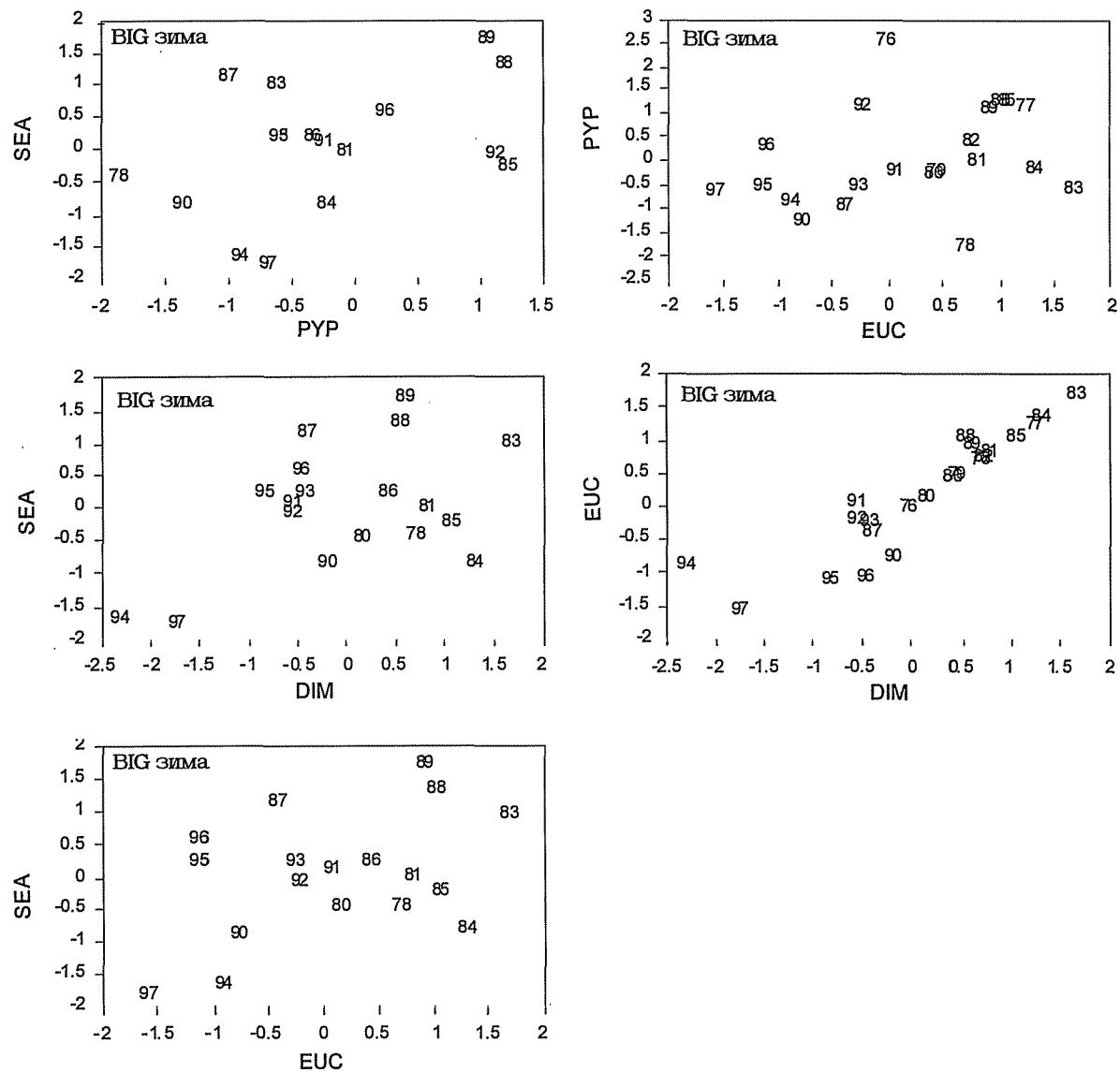


Рис. 34а: Зависимость между зимними КСИ для различных попарных комбинаций видов хищников на о-ве Берд (BIG). Коды видов - см. табл. 2.

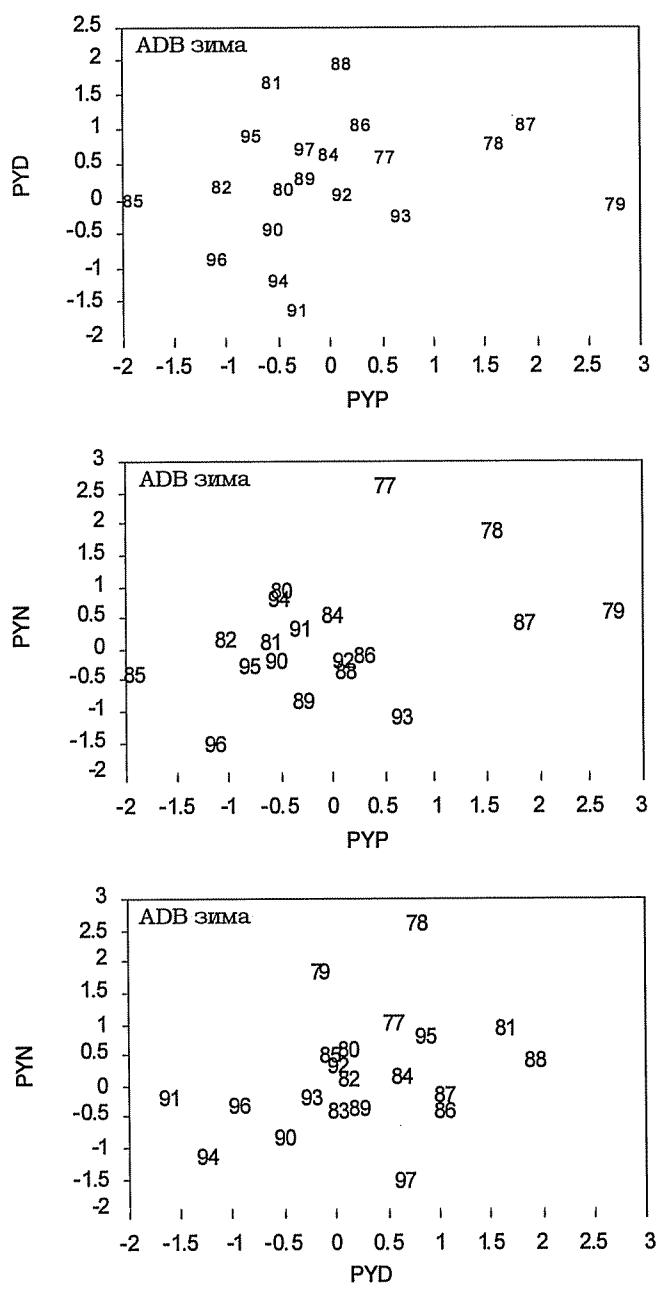


Рис. 34б: Зависимость между зимними КСИ для различных попарных комбинаций видов хищников на о-ве Сигни (SIO). Коды видов - см. табл. 2.

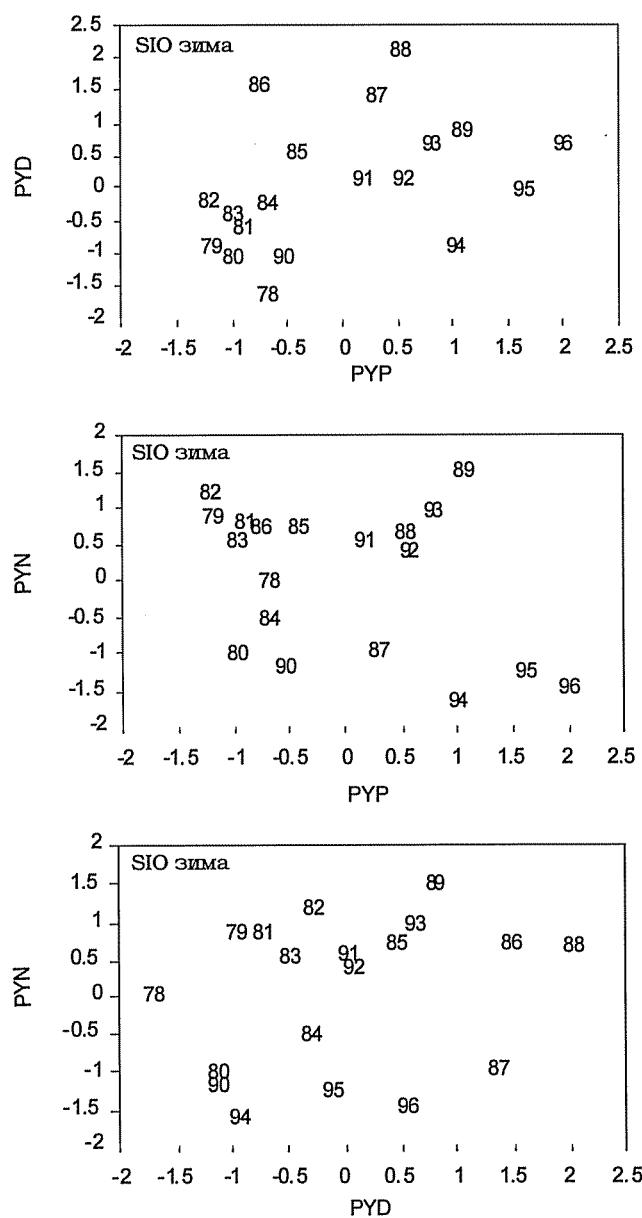


Рис. 34с: Зависимость между зимними КСИ для различных попарных комбинаций видов хищников в заливе Адмиралтейства (ADB). Коды видов - см. табл. 2.

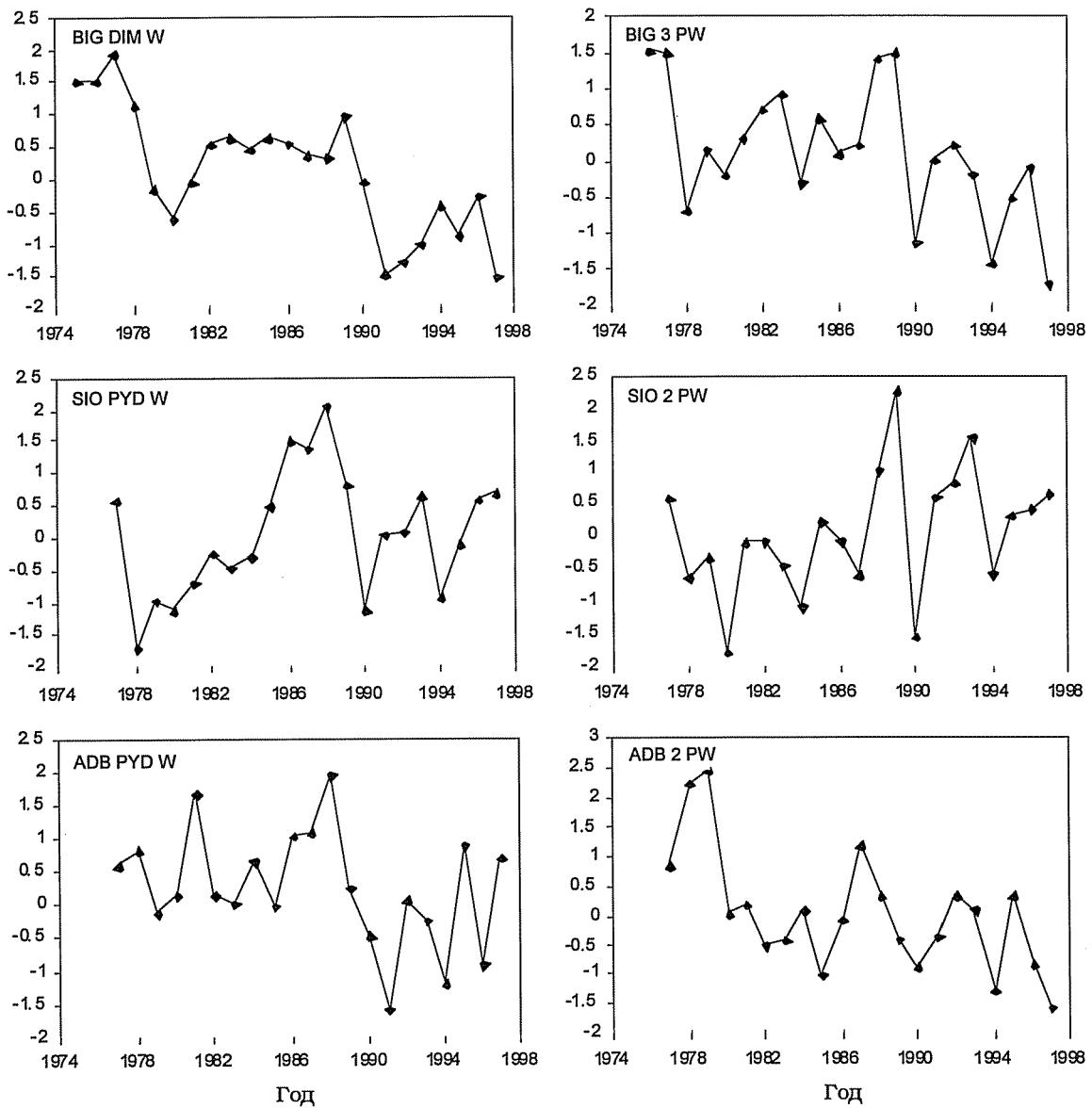


Рис. 35: Зимние КСИ, сгруппированные по видам внутри участков (см. пункт 7.35). BIG 3 PS включает комбинацию папуасского пингвина, золотоволосого пингвина и южного морского котика на о-ве Берд; SIO 2 PW и ADB 2 PW включают комбинацию антарктического и папуасского пингвинов.

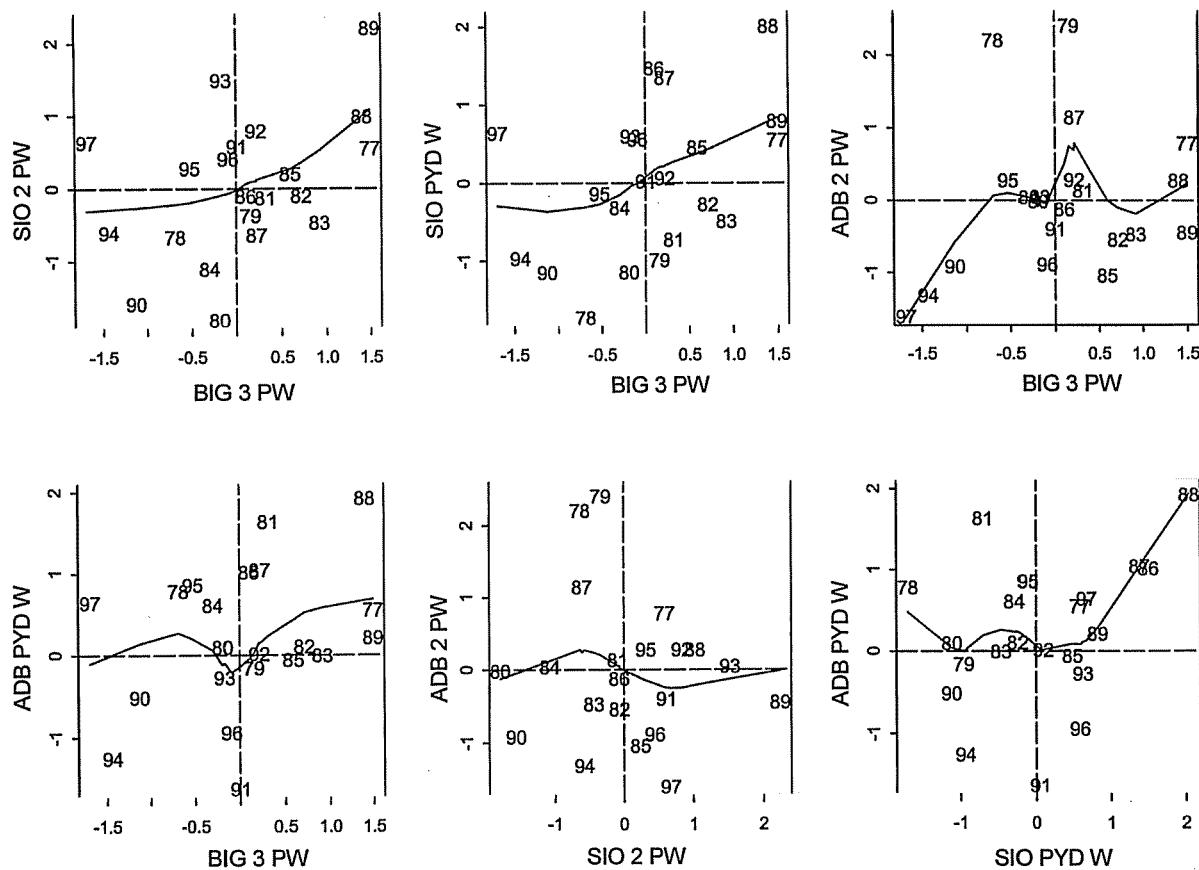


Рис. 36: Сравнение продуктивности хищников между участками/районами на основе зимних КСИ для групп видов внутри участков. Четыре квадранта показывают согласованность между переменными за каждый год. Точки в верхнем правом и нижнем левом квадрантах указывают на относительно высокую согласованность, в то время как точки, попадающие в другие два квадранта, указывают на относительно низкую согласованность. Точки обозначены соответствующим календарным годом. Непараметрическое сглаживание показано сплошной линией. BIG 3 PW включает комбинацию папуасского пингвина, золотоволосого пингвина и южного морского котика на о-ве Берд; SIO 2 PW и ADB 2 PW включают комбинацию антарктического и папуасского пингвинов. SIO PYD W и ADB PYD W представляют собой пингвина Адели соответственно на о-ве Сигни и в заливе Адмиралтейства.

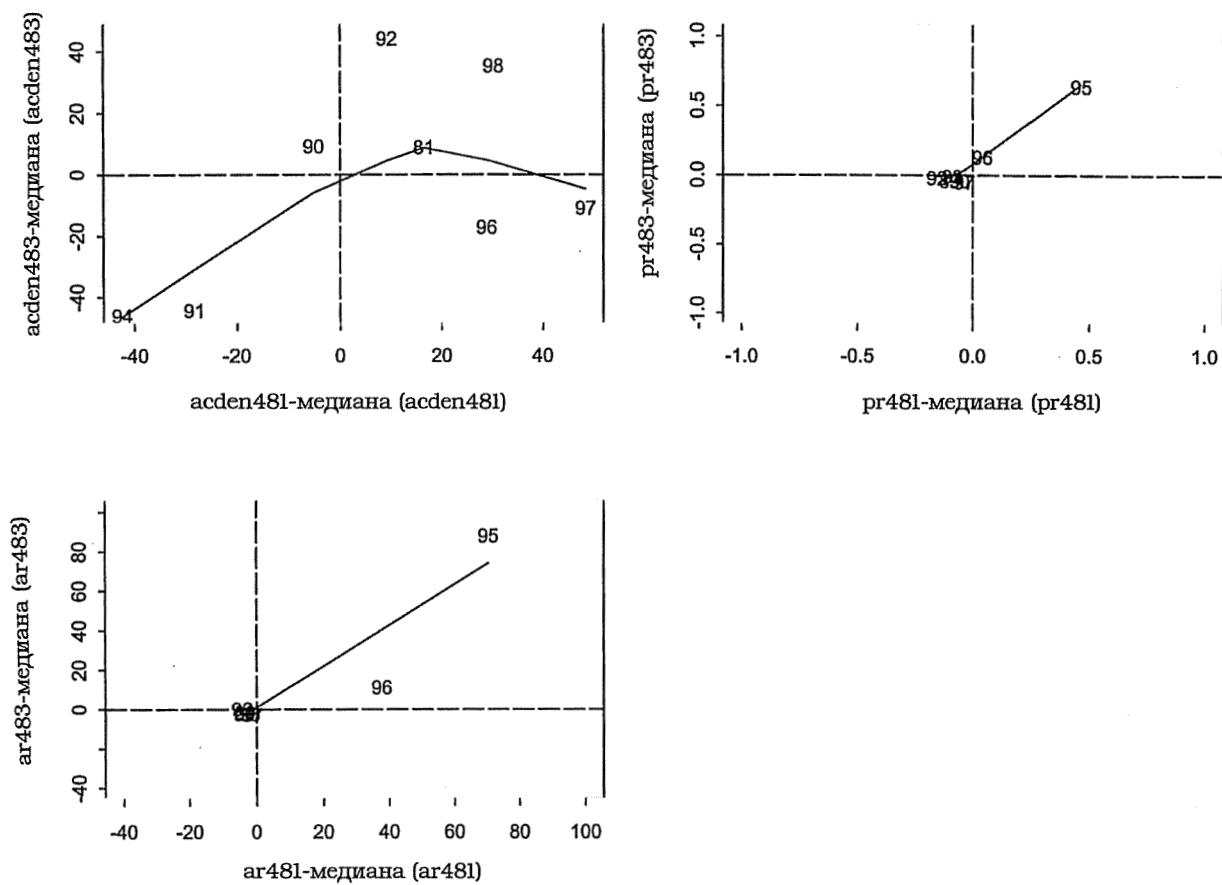


Рис. 37: Сравнение показателей криля между районами. Каждый показатель выражен относительно своей медианы. Четыре квадранта показывают согласованность между переменными за каждый год. Точки в верхнем правом и нижнем левом квадрантах указывают на относительно высокую согласованность, в то время как точки, попадающие в другие два квадранта, указывают на относительно низкую согласованность. Точки обозначены соответствующим календарным годом.

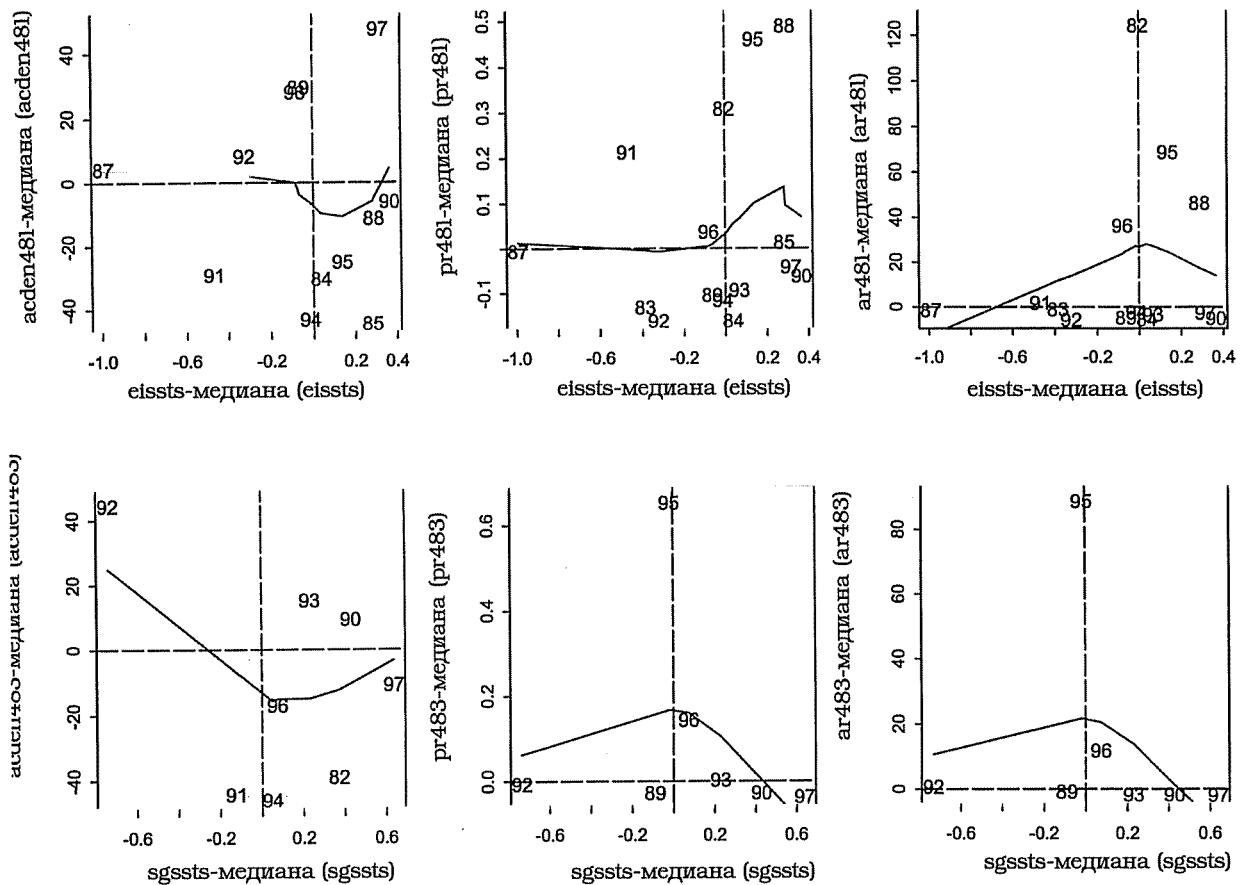


Рис. 38: Сопоставление показателей криля и ТПМ внутри районов. Каждый показатель выражен относительно своей медианы. Четыре квадранта показывают согласованность между переменными за каждый год. Точки в верхнем правом и нижнем левом квадрантах указывают на относительно высокую согласованность, в то время как точки, попадающие в другие два квадранта, указывают на относительно низкую согласованность. Точки обозначены соответствующим календарным годом.

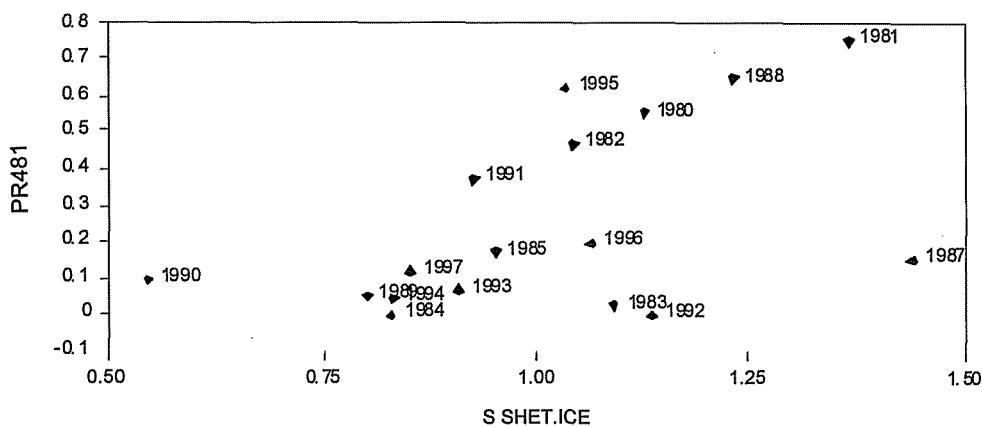


Рис. 39: Зависимость между пропорциональным пополнением криля в Подрайоне 48.1 и ледовым покровом у Южных Шетландских о-вов. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

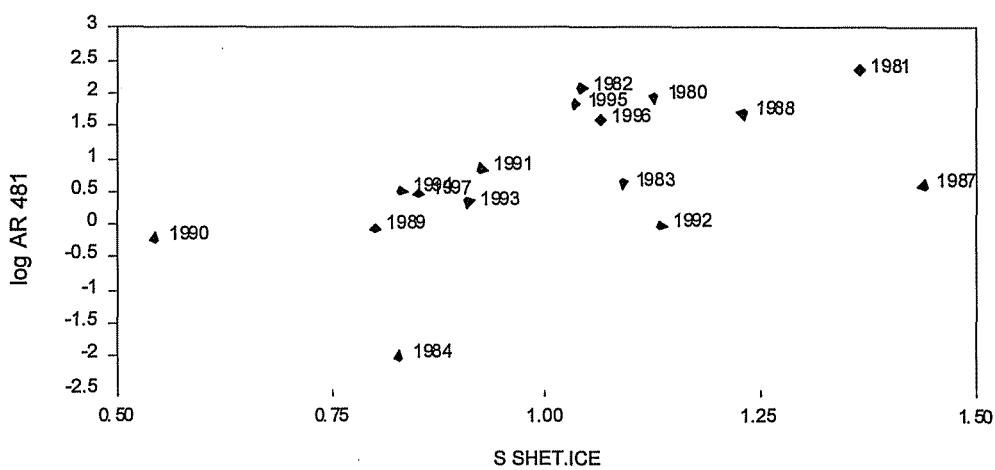


Рис. 40: Взаимосвязь между логарифмом пропорционального пополнения криля в Подрайоне 48.1 и ледовым покровом у Южных Шетландских о-вов. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

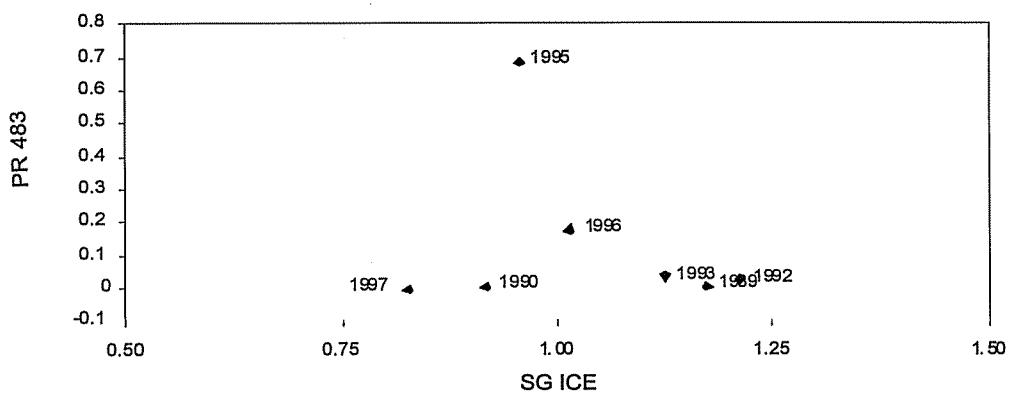


Рис. 41: Зависимость между пропорциональным пополнением в Подрайоне 48.3 и показателем ледового покрова у Южной Георгии. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

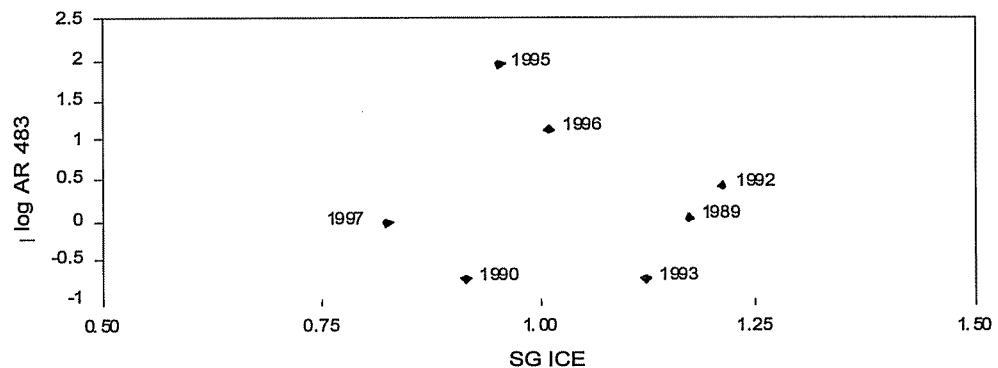


Рис. 42: Взаимосвязь между логарифмом пропорционального пополнения в Подрайоне 48.3 и показателем ледового покрова у Южной Георгии. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

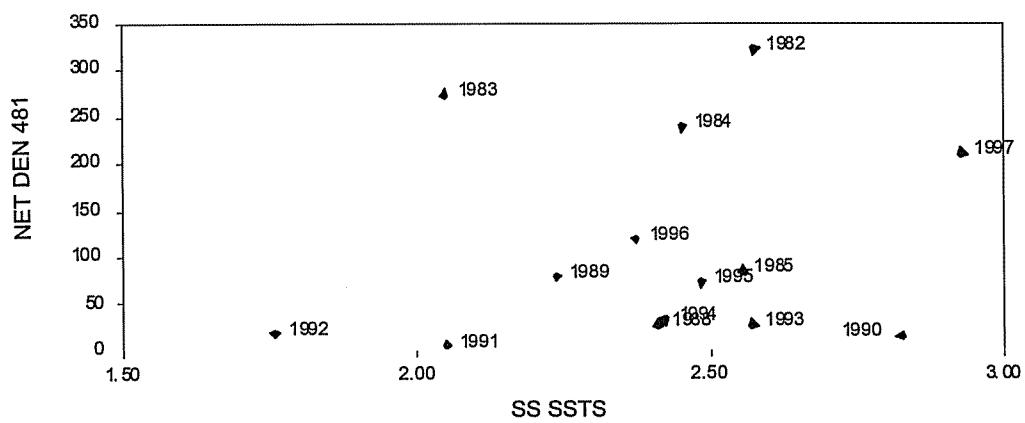


Рис. 43: Взаимосвязь между плотностью криля, определенной по траповым съемкам криля в Подрайоне 48.1, и летней ТПМ в море Скотия. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

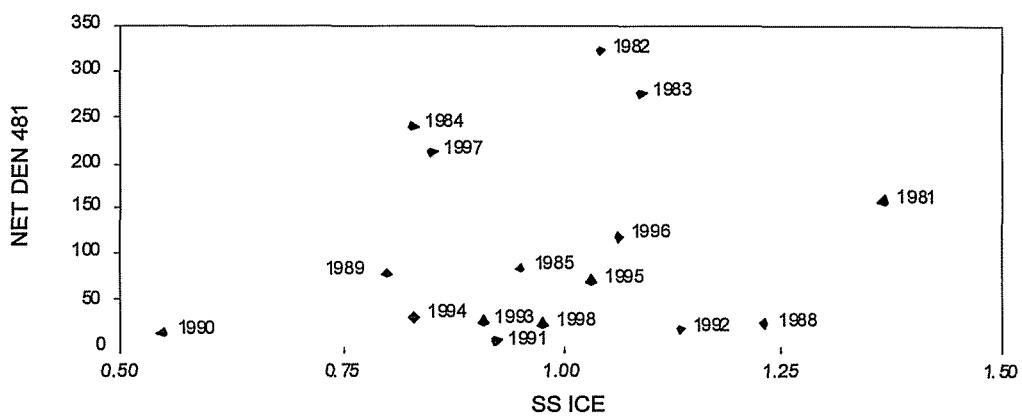


Рис. 44: Взаимосвязь между плотностью криля, определенной по траловым съемкам криля в Подрайоне 48.1, и показателем ледового покрова в море Скотия. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

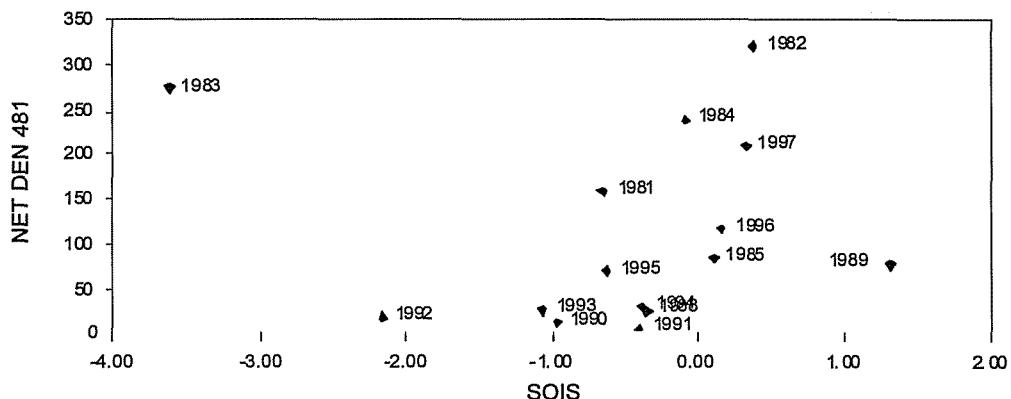


Рис. 45: Взаимосвязь между плотностью криля, определенной по траловым съемкам криля в Подрайоне 48.1, и летним SOI. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

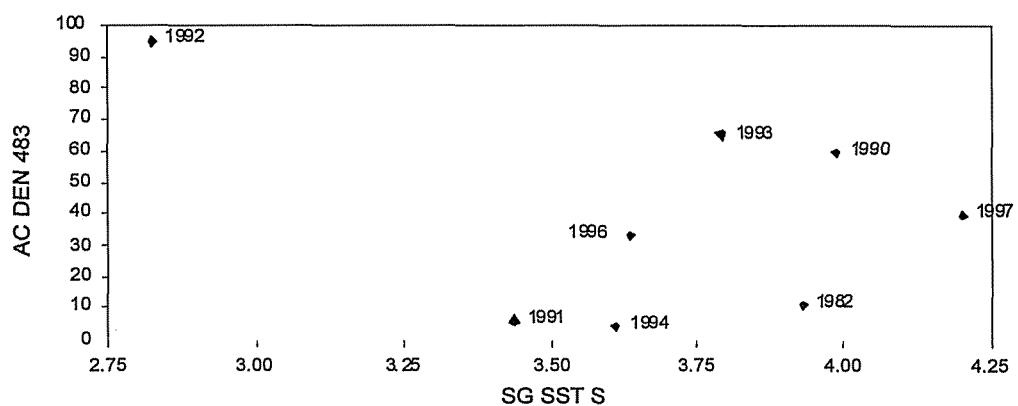


Рис. 46: Взаимосвязь между плотностью криля, определенной по акустическим съемкам криля в Подрайоне 48.3, и летней ТПМ у Южной Георгии. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

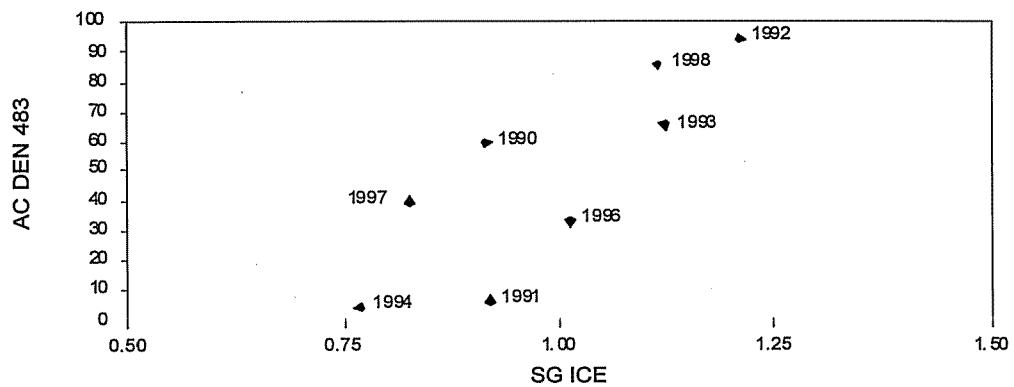


Рис. 47: Взаимосвязь между плотностью криля, определенной по акустическим съемкам криля в Подрайоне 48.3, и показателем ледового покрова у Южной Георгии. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

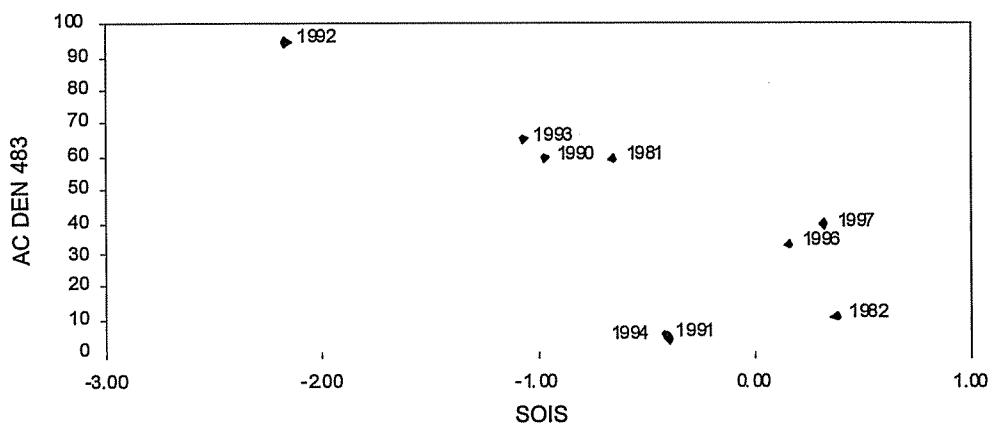


Рис. 48: Взаимосвязь между плотностью криля, определенной по акустическим съемкам криля в Подрайоне 48.3, и летним SOI. Каждая точка обозначена годом сбора данных.

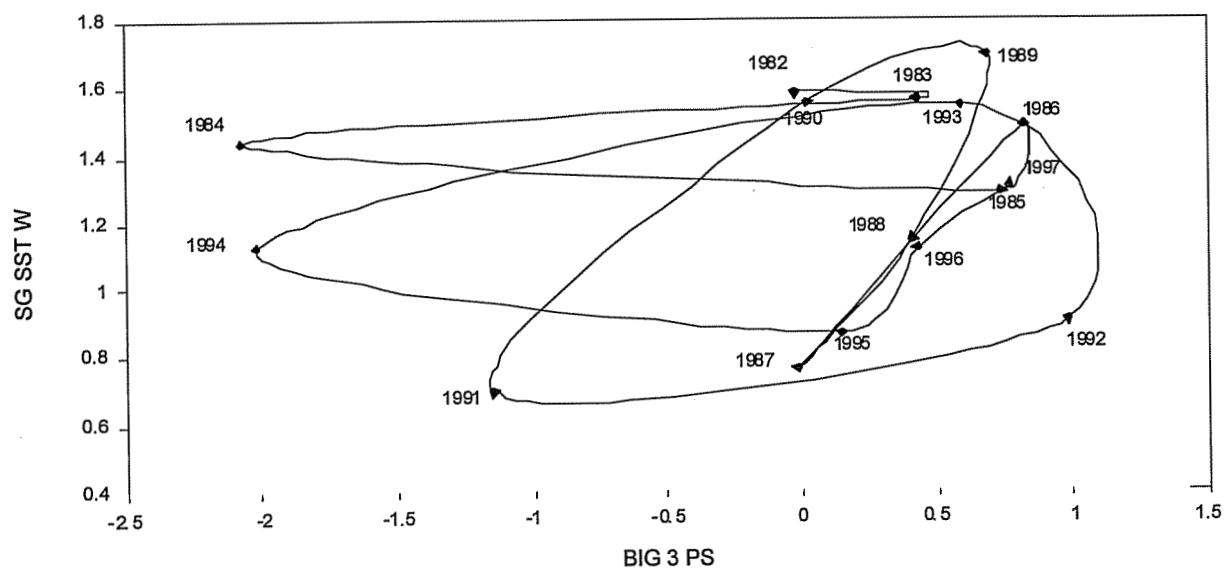


Рис. 49: Взаимосвязь между зимним показателем ТПМ у Южной Георгии и комплексным индексом ныряющих хищников (о-в Берд) летом. Каждая точка обозначена годом сбора данных; точки соединены в хронологическом порядке.

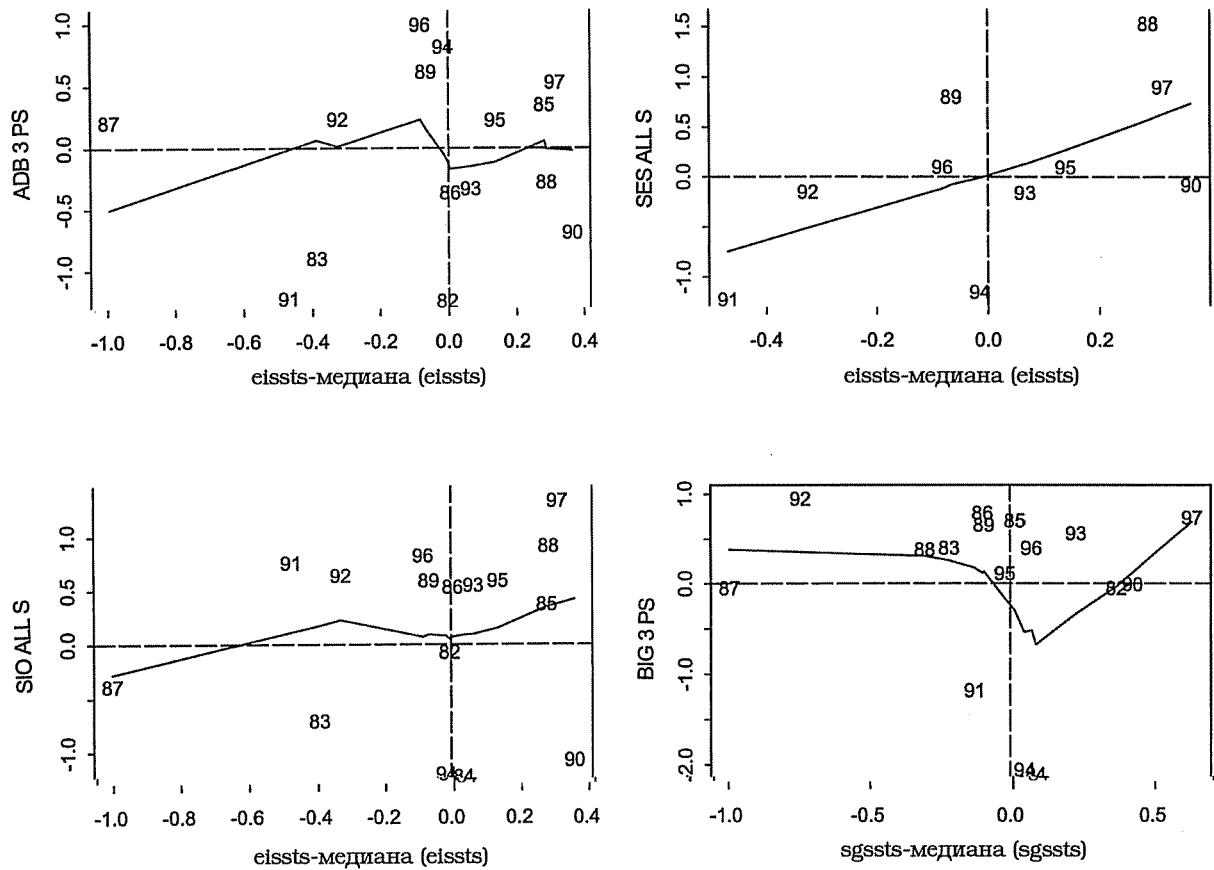


Рис. 50: Сопоставление индексов продуктивности хищников и ТПМ внутри районов. Каждый показатель выражен относительно своей медианы. Четыре квадранта показывают согласованность между переменными за каждый год. Точки в верхнем правом и нижнем левом квадрантах указывают на относительно высокую согласованность, в то время как точки, попадающие в другие два квадранта, указывают на относительно низкую согласованность. Точки обозначены соответствующим календарным годом.

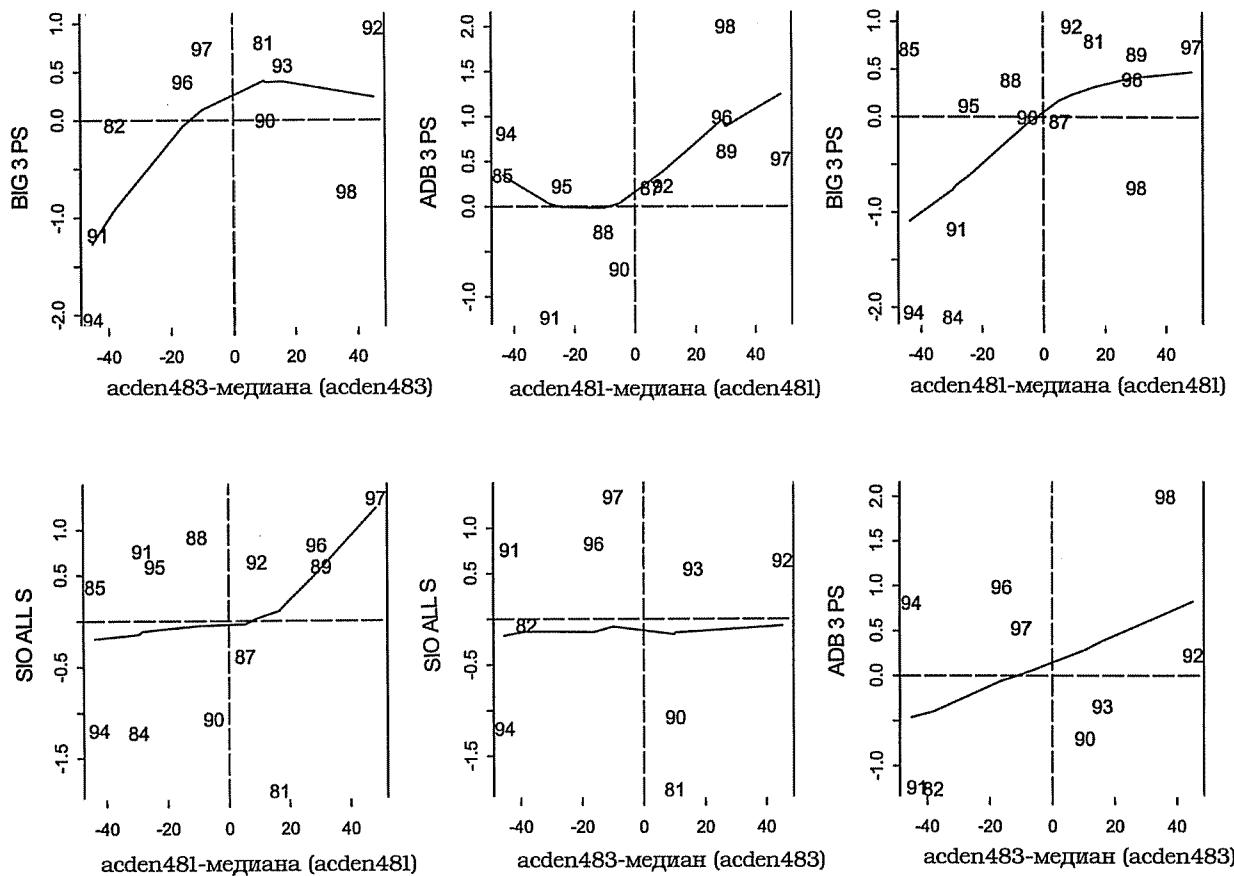


Рис. 51: Сопоставление индексов продуктивности хищников и акустической плотности криля внутри районов. Каждый показатель выражен относительно своей медианы. Четыре квадранта показывают согласованность между переменными за каждый год. Точки в верхнем правом и нижнем левом квадрантах указывают на относительно высокую согласованность, в то время как точки, попадающие в другие два квадранта, указывают на относительно низкую согласованность. Точки обозначены соответствующим календарным годом.

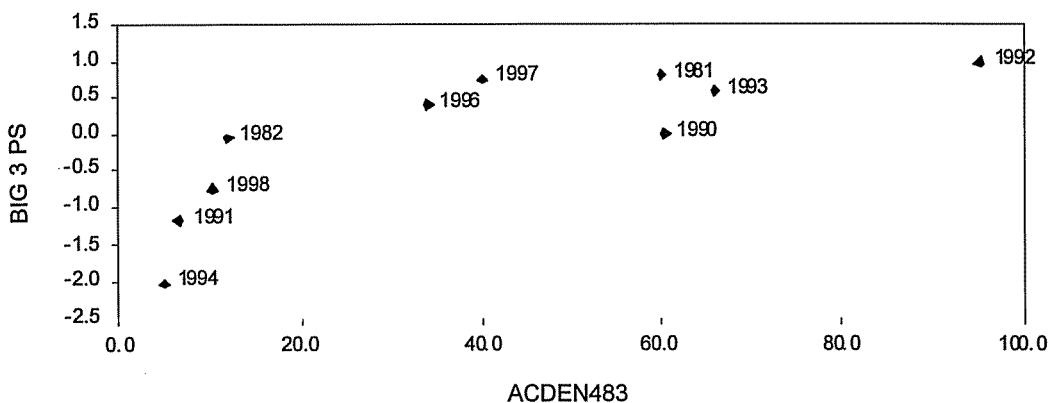


Рис. 52: Сопоставление комплексного индекса летней продуктивности ныряющих хищников (о-в Берд) с акустической плотностью криля, зарегистрированной в районе Южной Георгии (Подрайон 48.3).

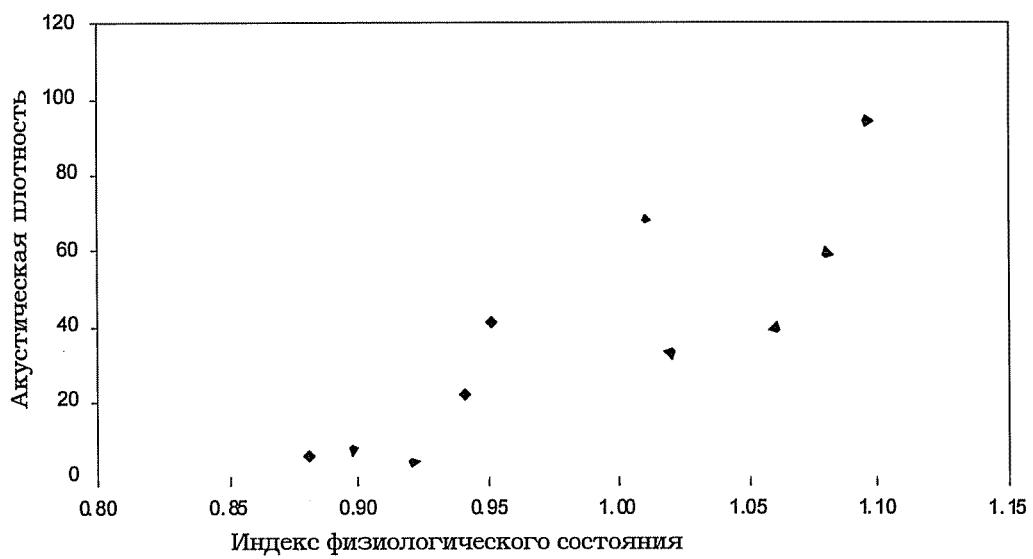


Рис. 53: Сопоставление индекса физиологического состояния ледяной рыбы и акустической плотности крыла на основе комбинированных данных по подрайонам 48.1 и 48.3.

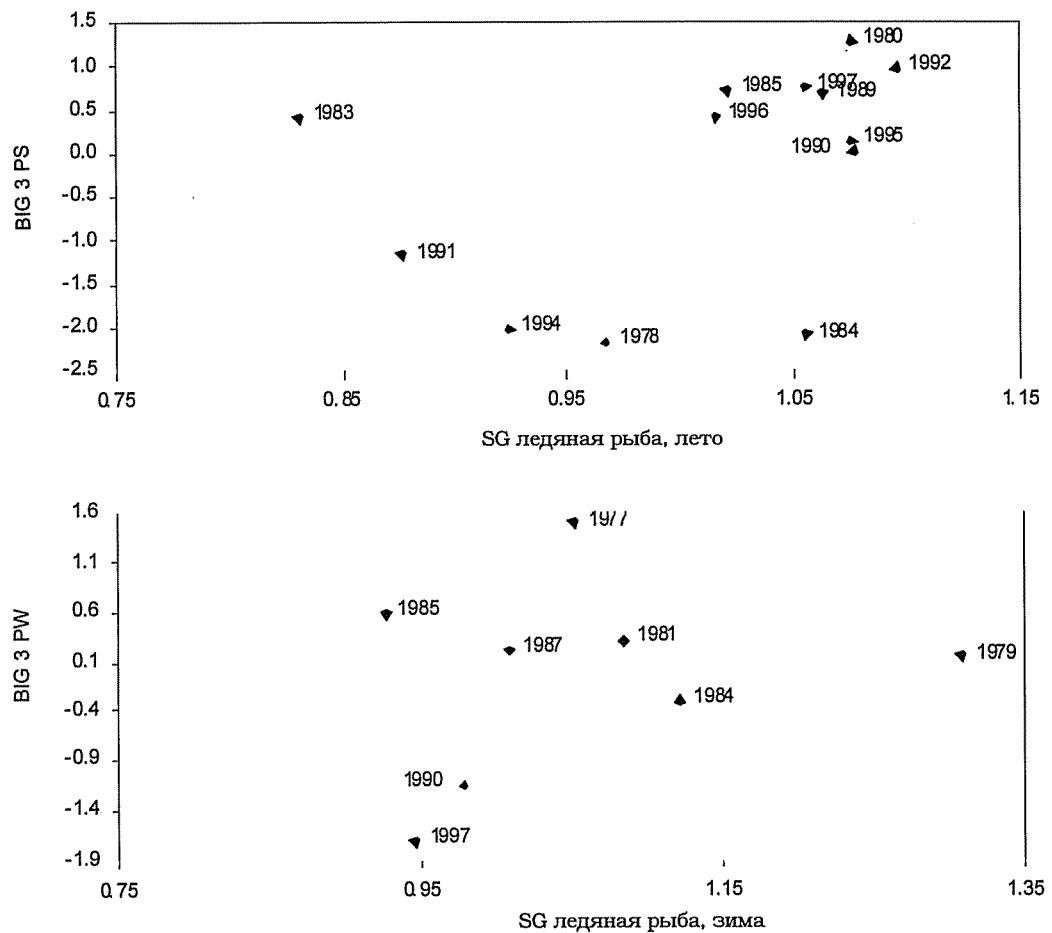


Рис. 54: Взаимосвязь между КСИ ледянной рыбы у Южной Георгии (SG) летом и зимой и КСИ для папуасского и золотоволосого пингвинов и морского котика летом (BIG 3 PS) и зимой (BIG 3 PW).

Ледовый покров, физические переменные, BIG хищники, 48.3 криль

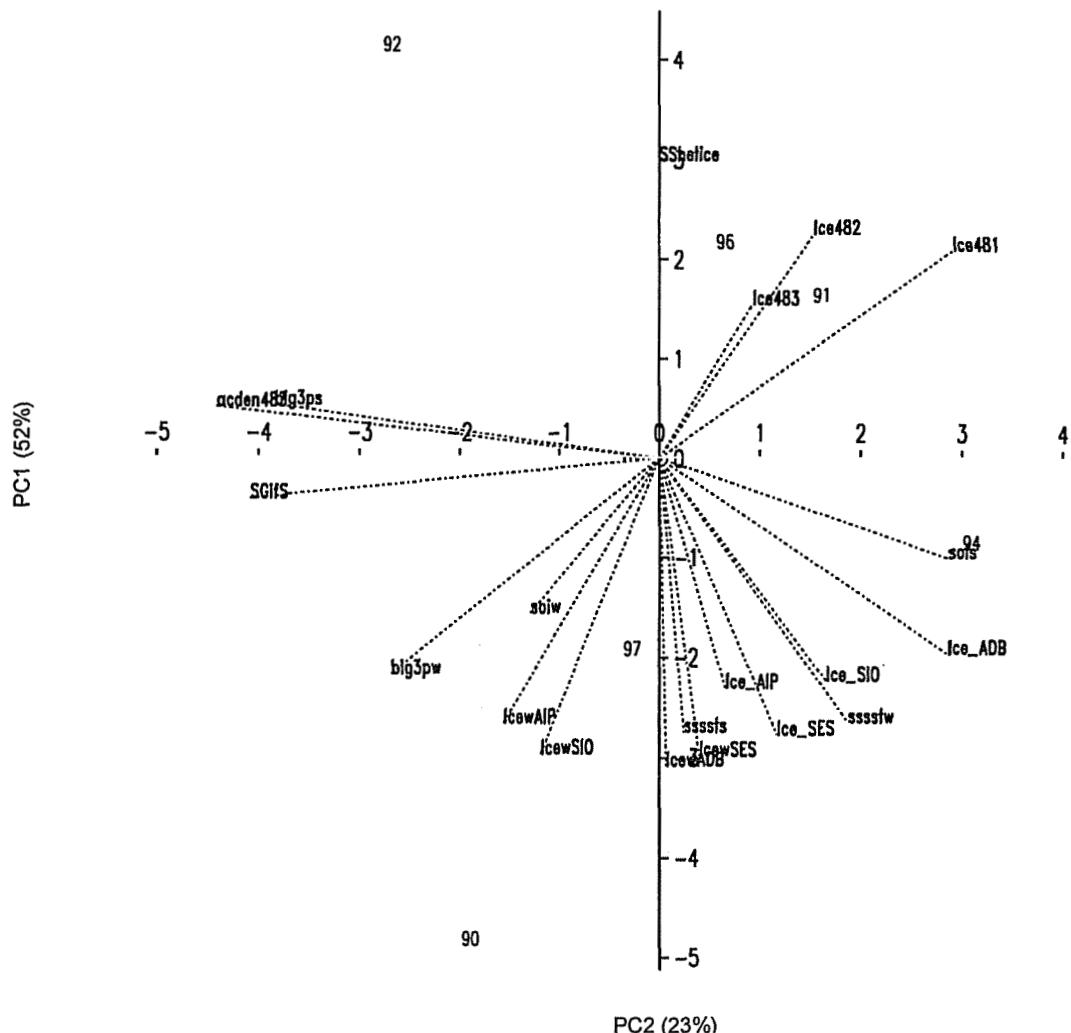


Рис. 55: Первые две компоненты, полученные при применении метода главных компонент к нескольким переменным. Переменные представлены векторами; точки представляют годы (обозначенные годом окончания сезона) с 1989/90 по 1996/97 гг., но за исключением 1992/93 и 1994/95 гг., для которых отсутствуют данные акустических съемок.

ДОБАВЛЕНИЕ А

ПОВЕСТКА ДНЯ

Рабочий семинар по Району 48
(Ла-Хойя, США, 15-26 июня 1998 г.)

1. Начало семинара
 - 1.1 Обсуждение официальной позиции в отношении данных (собственности, совместного использования, сотрудничества и авторства) и достижение согласия по этому вопросу
 - 1.2 Информация об оборудовании и инфраструктуре, позволяющих участникам доступ к наборам данных и использование аналитических методов
 - 1.3 Обсуждение и принятие расписания работы и результатов семинара
 - 1.4 Назначение координаторов подгрупп и докладчиков
- 1a. Представление исходной информации, в особенности по Району 48
2. Представление и обсуждение индексов
- 2a. Представление и обсуждение методов комбинирования и интегрирования индексов и решений в отношении отсутствующих в наборах данных значений
3. Общая дискуссия, включая подробное обсуждение выдвинутых подгруппами гипотез
 - 3.1 Оценка и сравнение некоторых индексов, а в некоторых случаях – исходных наборов данных
 - 3.2 Поиск решений в отношении отсутствующих в наборах данных значений
4. Представление и обсуждение полученных подгруппами результатов, в том числе графиков, обзоров проведенного анализа и выводов
5. План подготовки отчета
 - 5.1 Определение формата и содержания отчета
 - 5.2 Назначение ответственных за написание разделов и подготовку графиков
6. Написание отчета
7. Принятие отчета.

ДОБАВЛЕНИЕ В

СПИСОК УЧАСТНИКОВ

Рабочий семинар по Району 48
(Ла-Хойя, США, 15-26 июня 1998 г.)

AMOS, Anthony (Mr)	The University of Texas at Austin Marine Science Institute Port Aransas, Tx. 78373 USA afamos@utmsi.utexas.edu
BOYD, Ian (Dr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom i.boyd@bas.ac.uk
CROXALL, John (Dr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom j.croxall@bas.ac.uk
DEMER, David (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA ddemer@ucsd.edu
EVERSON, Inigo (Dr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom i.everson@bas.ac.uk
HEWES, Christopher (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA chewes@ucsd.edu
HEWITT, Roger (Dr)	Convenor, Workshop on Area 48 US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA rhewitt@ucsd.edu

HOLM-HANSEN, Oz (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA
HOLT, Rennie (Dr)	US AMLR Program Southwest Fisheries Science Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA rholt@ucsd.edu
LOEB, Valerie (Dr)	Moss Landing Marine Laboratories PO Box 450 Moss Landing, Ca. 95039 USA loeb@mlml.calstate.edu
MILLER, Denzil (Dr)	Chairman, Scientific Committee Sea Fisheries Research Institute Private Bag X2 Roggebaai 8012 South Africa dmiller@sfri.wcape.gov.za
MURPHY, Eugene (Dr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom e.murphy@bas.ac.uk
MURRAY, Alistair (Mr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom a.murray@bas.ac.uk
NAGANOBU, Mikio (Dr)	National Research Institute of Far Seas Fisheries Orido 5-7-1, Shimizu Shizuoka 424 Japan naganobu@enyo.affrc.go.jp
REID, Keith (Mr)	British Antarctic Survey High Cross, Madingley Road Cambridge CB3 0ET United Kingdom k.reid@bas.ac.uk
REILLY, Steven (Dr)	IWC Observer Southwest Fisheries Center PO Box 271 La Jolla, Ca. 92038 USA sreilly@ucsd.edu

SIEGEL, Volker (Dr)
Bundesforschungsanstalt für Fischerei
Institut für Seefischerei
Palmaille 9
D-22767 Hamburg
Germany
siegel.ish@bfa-fisch.de

TRATHAN, Philip (Dr)
British Antarctic Survey
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
p.trathan@bas.ac.uk

TRIVELPIECE, Wayne (Dr)
Department of Biology
Montana State University
310 Lewis Hall
Bozeman, Mt. 59717
USA
waynet@montana.edu

WATKINS, Jon (Dr)
British Antarctic Survey
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
j.watkins@bas.ac.uk

WATTERS, George (Dr)
Inter-American Tropical Tuna Commission
8604 La Jolla Shores Drive
San Diego, Ca. 92037
USA
g.watters@iattc.ucsd.edu

Секретариат АНТКОМа:
RAMM, David (Dr)
PO Box 213
North Hobart 7002
Tasmania, Australia
david@ccamlr.org

Административная поддержка:
LELAND, Julie
British Antarctic Survey
High Cross, Madingley Road
Cambridge CB3 0ET
United Kingdom
j.leland@bas.ac.uk

ДОБАВЛЕНИЕ С

СПИСОК ДОКУМЕНТОВ

Рабочий семинар по Району 48
(Ла-Хойя, США, 15-26 июня 1998 г.)

- WS-Area48-98/1 Предварительная повестка дня Рабочего семинара по Району 48 1998 г.
- WS-Area48-98/2 Список участников
- WS-Area48-98/3 Список документов
- WS-Area48-98/4 Do krill and salp compete? Contrary evidence from the krill fisheries
(*CCAMLR Science*, в печати)
С. Кавагучи (Япония), У. де-ла-Мер (Австралия), Т. Ичии и М. Наганобу (Япония)
- WS-Area48-98/5 Relationships of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) variability with westerlies fluctuations and ozone depletion in the Antarctic Peninsula area
(*Journal of Geophysical Research*, сдано)
М. Наганобу, К. Кутсувода, И. Сасая и С. Тагучи (Япония)
- WS-Area48-98/6 A method for providing a statistical summary of CEMP indices
И. Байд и А. Марри (Соединенное Королевство)
- WS-Area48-98/7 Ecosystem monitoring and management, past, present and future
И. Эверсон (Соединенное Королевство)
- WS-Area48-98/8 Interannual variability of the South Georgia marine ecosystem: biological and physical sources of variation in the abundance of krill
Ю. Марфи, Дж. Уоткинс, К. Рид, П. Тратан, И. Эверсон, Дж. Кроксалл, Дж. Придл, М. Брандон, А. Бриерли (Соединенное Королевство) и Э. Гофман (США)
- WS-Area48-98/9 Acoustic estimates of krill abundance at South Georgia, 1981–1998
А. Бриерли, Дж. Уоткинс, С. Госс, М. Уилкинсон и И. Эверсон (Соединенное Королевство)
- WS-Area48-98/10 Sea-surface temperature anomalies near South Georgia: relationships with the South Atlantic and the Pacific El Niño regions
П. Тратан и Ю. Марфи (Соединенное Королевство)
- WS-Area48-98/11 Concordance of interannual fluctuations in densities of krill around South Georgia and Elephant Islands: biological evidence of same-year teleconnections across the Scotia Sea
А. Бриерли (Соединенное Королевство), Д. Демер, Р. Хьюитт (США) и Дж. Уоткинс (Соединенное Королевство)

WS-Area48-98/12	Indices of predator performance from Signy Island, South Orkney Islands 1979–1997 А. Линнес и А. Марри (Соединенное Королевство)
WS-Area48-98/13	Indices of predator performance from South Georgia 1976–1998 Д. Бригз, К. Рид, Дж. Кроксалл, И. Бойд и Д. Браун (Соединенное Королевство)
WS-Area48-98/14	Combined indices of predator performance at South Georgia 1976–1998 К. Рид, Д. Бригз, И. Бойд и Дж. Кроксалл (Соединенное Королевство)
WS-Area48-98/15	Krill population dynamics at South Georgia 1991–1997, based on data from predators and nets К. Рид, Дж. Уоткинс, Дж. Кроксалл и Ю. Марфи (Соединенное Королевство)
WS-Area48-98/16	Environmental variability and the behavioural dynamics of Antarctic fur seals in the South Atlantic И. Бойд (Соединенное Королевство)
WS-Area48-98/17	Diet, provisioning and productivity responses of predators to differences in availability of Antarctic krill Дж. Кроксалл, К. Рид и П. Принс (Соединенное Королевство)
WS-Area48-98/18	Antarctic fur seal (<i>Arctocephalus gazella</i>) pup growth rates obtained at Cape Shirreff, Livingston Island, South Shetlands: 1994/95 to 1997/98 (CEMP индекс C2, процедура B) Р. Хаке-Гаэте, В. Валльехос и Д. Торрес (Чили)
WS-Area48-98/19	Variation in condition of the mackerel icefish (проект для обсуждения на семинаре по Району 48) И. Эверсон (Соединенное Королевство) и К.-Г. Кок (Германия)
WS-Area48-98/20	Population structure and recruitment indices of <i>Euphausia superba</i> around South Georgia Дж. Уоткинс (Соединенное Королевство)
WS-Area48-98/21	IWC whale data indices for CCAMLR Area 48 Workshop С. Райли, С. Алисон, Г. Като и Д. Борчес

Прочие документы:

WG-EMM-98/4 Rev. 1	CEMP indices 1998: summary of anomalies and trends Секретариат
WG-EMM-98/5	Draft revision of the fishery-foraging overlap model Секретариат
WG-EMM-98/6	Draft development of standard methods for environmental data Секретариат
WG-EMM-98/7	Draft report on fine-scale krill data for the 1996/97 season Секретариат

ДОБАВЛЕНИЕ D

НАБОРЫ ДАННЫХ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ НА РАБОЧЕМ СЕМИНАРЕ ПО РАЙОНУ 48

НАБОРЫ ДАННЫХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

- Распространение ледового покрова (получение изображений с помощью пассивного микроволнового излучения)
 - Южные Шетландские о-ва
 - Методы
 - Ежемесячные оценки ледового покрова (1979–1997 гг.)
 - Ежегодные показатели пространственного и временного распространения ледового покрова (1979–1997 гг.)
 - Южные Оркнейские о-ва
 - Методы
 - Ежемесячные оценки ледового покрова (1987–1997 гг.)
 - Ежегодные показатели пространственного и временного распространения ледового покрова (1987–1997 гг.)
 - Южная Георгия
 - Методы
 - Ежемесячные оценки ледового покрова (1987–1997 гг.)
 - Ежегодные показатели пространственного и временного распространения ледового покрова (1987–1997 гг.)
 - Море Скотия
 - Методы
 - Ежемесячные оценки ледового покрова (1987–1997 гг.)
 - Ежегодные показатели пространственного и временного распространения ледового покрова (1987–1997 гг.)
- Температура воздуха на станции Палмер
 - Методы
 - Среднемесячные температуры воздуха (январь 1947–июнь 1996 гг.)
 - Среднегодовые температуры воздуха (1947–1995 гг.)
- Температура поверхности моря
 - Методы
 - Годовые значения и показатели ТПМ у Южной Георгии (1982–1996 гг.)
 - Ежемесячные индексы и аномалии Эль-Ниньо в Тихом океане (январь 1974–июль 1997 гг.)
 - Ежемесячные значения ТПМ в котловине Георгия ($38^{\circ}5' з.д.$, $51^{\circ}5' ю.ш.$, ноябрь 1981–декабрь 1997 гг.)
 - Ежемесячные значения ТПМ в восточной клетке у Южной Георгии ($34^{\circ}5' з.д.$, $54^{\circ}5' ю.ш.$, ноябрь 1981–декабрь 1997 гг.)
 - Ежемесячные значения ТПМ в западной клетке у Южной Георгии ($38^{\circ}5' з.д.$, $53^{\circ}5' ю.ш.$, ноябрь 1981–декабрь 1997 гг.)
 - Аномалии ТПМ у Южной Георгии в феврале и сентябре (1982–1997 гг.)
- Температура поверхности моря и ледовый покров на участках СЕМР
 - Методы
 - СЕМР ледовый покров и ТПМ
- Градиент давления на уровне моря в проливе Дрейка
 - Методы
 - Градиент давления на уровне моря в проливе Дрейка (1982–1993 гг.)
- Температура моря у о-ва Элефант по данным программы США AMLR
 - Средние температуры СТД на глубинах 4, 100 и 500 м

НАБОРЫ ДАННЫХ ПО БИОТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

- Концентрации Chl-a около о-ва Элефант
 - Суммарный Chl-a по всему району съемки AMLR (США)
 - Концентрации Chl-a в шельфовой зоне между о-вами Элефант и Кинг-Джордж
- Численность сальпы около о-ва Элефант
 - Методы
 - Годовые оценки численности сальпы около о-ва Элефант
- Основные компоненты зоопланктона у Южных Шетландских о-вов
 - *Salpa thompsoni*, веслоногие, *Thysanoessa macrura*, *Themisto gaudichaudii* по съемкам AMLR (США)
- Сальпа и *Thysanoessa macrura* около о-ва Элефант
 - Методы
 - *Salpa thompsoni* и *Thysanoessa macrura* по съемкам Германии (1976–1997 гг.)
- Сальпа и *Thysanoessa macrura* около Южных Оркнейских о-вов
 - Методы
 - *Salpa thompsoni* и *Thysanoessa macrura* по съемкам Германии (1976 и 1989 гг.)
- Численность сальпы около Южной Георгии
 - Методы
 - Численность сальпы по съемкам Германии (1975/76 г.)

НАБОРЫ ДАННЫХ ПО КРИЛЮ

- Распределение длин криля
 - Съемки AMLR (США) у о-ва Элефант
 - Методы
 - Распределение длин криля в январе каждого года (1988–1997 гг.)
 - Съемки Германии около о-ва Элефант
 - Методы
 - Распределение длин криля по году и кварталу проведения съемки (1978–1997 гг.)
 - Съемки Германии около Южных Оркнейских о-вов
 - Методы
 - Распределение длин криля (1984, 1988, 1989 гг.)
 - Съемки Германии около Южной Георгии
 - Методы
 - Распределение длин криля (1984 и 1988 гг.)
- Распределение криля по стадиям зрелости
 - Съемки Германии около о-ва Элефант
 - Методы
 - Распределение криля по стадиям зрелости по году и кварталу проведения съемки (1978–1997 гг.)
- Индексы пополнения криля
 - Регион о-ва Элефант
 - Методы
 - Ежегодные оценки плотности, абсолютного и относительного пополнения криля (1980–1996 гг.)
 - Регион Южной Георгии
 - Индексы пополнения криля около Южной Георгии (1987–1997 гг.)

- Акустические оценки биомассы криля
 - Регион о-ва Элефант
 - Методы
 - Ежегодные оценки плотности криля у о-ва Элефант (1988–1997 гг.)
 - Съемки AMLR (США) (1992–1997 гг.)
 - Регион Южной Георгии
 - Ежегодные оценки плотности криля у Южной Георгии (1981–1998 гг.)
- Образцы крилевого рациона
 - Методы
 - Образцы (по 5-мм классам) крилевого рациона пингвинов в заливе Адмиралтейства
 - Образцы (по 1-мм классам) крилевого рациона пингвинов в заливе Адмиралтейства

НАБОРЫ ДАННЫХ ПО ХИЩНИКАМ

- Золотоволосые пингвины (*Eudyptes chrysophrys*)
 - Золотоволосые пингвины на о-ве Берд (база данных СЕМР)
 - Золотоволосые пингвины на Южной Георгии
 - Золотоволосые пингвины на мысе Стинкер и о-ве Сил (база данных СЕМР)
- Папуасские пингвины (*Pygoscelis papua*)
 - Папуасские пингвины на о-ве Сигни (база данных СЕМР)
 - Папуасские пингвины на о-ве Берд (база данных СЕМР)
 - Папуасские пингвины на Южной Георгии
 - Папуасские пингвины на о-ве Сигни
 - Папуасские пингвины в заливе Адмиралтейства
 - Примечания к методам, использованным для мониторинга пингвинов в заливе Адмиралтейства
- Пингвины Адели (*Pygoscelis adeliae*)
 - Пингвины Адели на о-вах Сигни и Лори (база данных СЕМР)
 - Пингвины Адели на о-ве Сигни
 - Пингвины Адели на о-ве Анверс, станции Эсперанза и мысе Стрейндженер (база данных СЕМР)
 - Пингвины Адели в заливе Адмиралтейства
 - Примечания к методам, использованным для мониторинга пингвинов в заливе Адмиралтейства
- Антарктические пингвины (*Pygoscelis antarctica*)
 - Антарктические пингвины на о-ве Сигни (база данных СЕМР)
 - Антарктические пингвины на о-ве Сигни
 - Антарктические пингвины на о-ве Сил и мысах Стинкер и Ширрефф (база данных СЕМР)
 - Антарктические пингвины в заливе Адмиралтейства
 - Примечания к методам, использованным для мониторинга пингвинов в заливе Адмиралтейства
- Чернобровый альбатрос (*Diomedea melanophrrys*)
 - Чернобровый альбатрос на о-ве Берд (база данных СЕМР)
 - Чернобровый альбатрос на Южной Георгии
- Южный морской котик (*Arctocephalus gazella*)
 - Южный морской котик на о-ве Берд (база данных СЕМР)
 - Южный морской котик на Южной Георгии

- Южный морской котик на о-ве Сил и мысе Ширрефф (база данных СЕМР)
- Образцы крилевого рациона
 - Методы
 - Образцы (по 5-мм классам) крилевого рациона пингвинов в заливе Адмиралтейства
 - Образцы (по 1-мм классам) крилевого рациона пингвинов в заливе Адмиралтейства
- Съемки гладких китов (МКК)
 - Методы
 - Визуальные съемки, проведенные МКК/IDCR (1981, 1982, 1983, 1986, 1987, 1989, 1990, 1994 гг.)
 - Визуальные съемки, проведенные японскими разведывательными судами (1973, 1975, 1976, 1980, 1981, 1982, 1986 гг.)
 - Карта съемочных усилий МКК/IDCR
 - Карта съемочных усилий японских разведывательных судов
 - Карта распределения криля по размеру по образцам содержимого желудков китов
 - Добыча малого полосатика (1957–1987 гг.)
 - Содержимое желудка и жир, малый полосатик (1976 гг.)
- Индексы физиологического состояния ледяной рыбы
 - Методы
 - Индекс физиологического состояния ледяной рыбы у Южной Георгии и скал Шаг
 - Индекс физиологического состояния ледяной рыбы у Южных Шетландских о-вов и о-ва Элефант

СУММАРНЫЕ ИНДЕКСЫ

- Физическая окружающая среда
 - Летние показатели температуры поверхности моря, SOI, Эль-Ниньо, DPOI и температуры воздуха на станции Палмер (ноябрь–март)
 - Зимние показатели температуры поверхности моря, SOI, Эль-Ниньо, DPOI и температуры воздуха на станции Палмер (июнь–октябрь)
 - Нормализованные годовые показатели ледового покрова для Южных Шетландских и Южных Оркнейских о-вов, Южной Георгии и моря Скотия
 - График относительного покрытия льдом для Южных Шетландских и Южных Оркнейских о-вов, Южной Георгии и моря Скотия по месяцам
 - Температуры на глубинах 4, 100 и 500 м в зонах 1 и 4 у о-ва Элефант
- Биотическая среда
 - *Salpa thompsoni*, веслоногие, *Thysanoessa macrura*, *Themisto gaudichaudii*, суммарный Chl-a в районе о-ва Элефант в январе (1990–1998 гг.)
- Криль
 - Акустическая и траловая плотность криля, пропорциональное и абсолютное пополнение в подрайонах 48.1 и 48.3
 - Индексы CPUE криля
- Хищники
 - Летняя продуктивность хищников у о-вов Берд, Сигни, Сил, Анверс и в заливе Адмиралтейства

- Зимняя продуктивность хищников у о-вов Берд и Сигни и в заливе Адмиралтейства
- Визуальные наблюдения гладких китов в подрайонах 48.1, 48.2 и 48.3
- Индекс физиологического состояния ледяной рыбы у Южной Георгии и скал Шаг
- Индекс физиологического состояния ледяной рыбы у Южных Шетландских о-вов и о-ва Элефант

ДОБАВЛЕНИЕ Е

АНАЛИЗ МЕТОДОМ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ (РСА)

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1. Достоинства этого метода:

- (i) описательная методика – нет формального тестирования и, соответственно, нет необходимости в нормальности исходного распределения;
- (ii) определение новых синтезированных переменных (главных компонент), которые являются линейными комбинациями исходных (стандартизованных, $\mu = 0, \sigma = 1$) переменных;
- (iii) представление большей части изменчивости набора данных в виде двух-трех главных компонент (PC), что уменьшает размерность данных;
- (iv) использование корреляционной матрицы, выражающей зависимость между исходными переменными;
- (v) возможность упорядочения наблюдений, что позволяет проводить сравнение с градиентами известных физических или экологических переменных;
- (vi) представление результатов в виде понятных двумерных графиков, показывающих как наблюдения, так и исходные переменные; и
- (vii) существуют методы для сравнения главных компонент.

2. Недостатки:

- (i) может не дать подходящих решений с низкой размерностью;
- (ii) метод является линейным и не дает хороших результатов при наличии в данных любых нелинейных связей;
- (iii) чем больше переменных используется, тем хуже будет подходить решение с низкой размерностью из-за наличия в переменных случайного шума и вызванного этим ослабления наблюдаемых корреляционных связей; и
- (iv) необходимо иметь полный набор данных – любой пропуск наблюдений (столбцов) приводит к исключению этой переменной (строки) из анализа.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ПО ПАПУАССКИМ ПИНГВИНАМ

3. Были использованы все переменные по этим видам для участков о-ва Берд и залива Адмиралтейства за 1986–1998 гг.. Размер популяции был включен как разница в размере популяций в последовательные годы (прирост).

4. Для о-ва Берд (рис.Е.1) первые две главные компоненты описывают соответственно 75% и 13% суммарной изменчивости. Первая компонента по

сути отделяет очень неблагоприятные годы 1991, 1994 и 1998 и менее неблагоприятные годы 1997 и 1990 от остальных.

5. Вторая главная компонента показывает некоторое разделение между летними (масса одного приема пищи и репродуктивный успех) и следующими зимними (дата прибытия) переменными, где зимняя/многолетняя переменная (разница в размере популяций) является промежуточной. Это может указывать на некоторую разницу в характеристиках некоторых хороших лет (например, 1998 и 1993 гг.).

6. Для залива Адмиралтейства (рис. Е.2) первые две главные компоненты описывают соответственно 76% и 14% суммарной изменчивости. Первая компонента отделяет неблагоприятные годы 1987 и 1991 от остальных. Летние переменные (репродуктивный успех и его составляющие) ортогональны зимним переменным (изменение выживаемости популяций и масса яиц). 1986 г. был также выделен, что возможно отражает исключительно низкое пополнение (низкая выживаемость молодых особей) в этот год.

7. Сравнение папуасских пингвинов на этих двух участках путем прямого сравнения значений их комплексных стандартизованных индексов (рис. Е.3) выявляет сильную схожесть реакции в неблагоприятный 1991 г., хорошую когерентность в 1988–1992 гг. и слабую когерентность в 1995 и 1996 гг. В 1986, 1994 и 1998 гг. (и в меньшей степени в 1993 г.) когерентность была самой низкой, указывая по существу на противоположную реакцию.

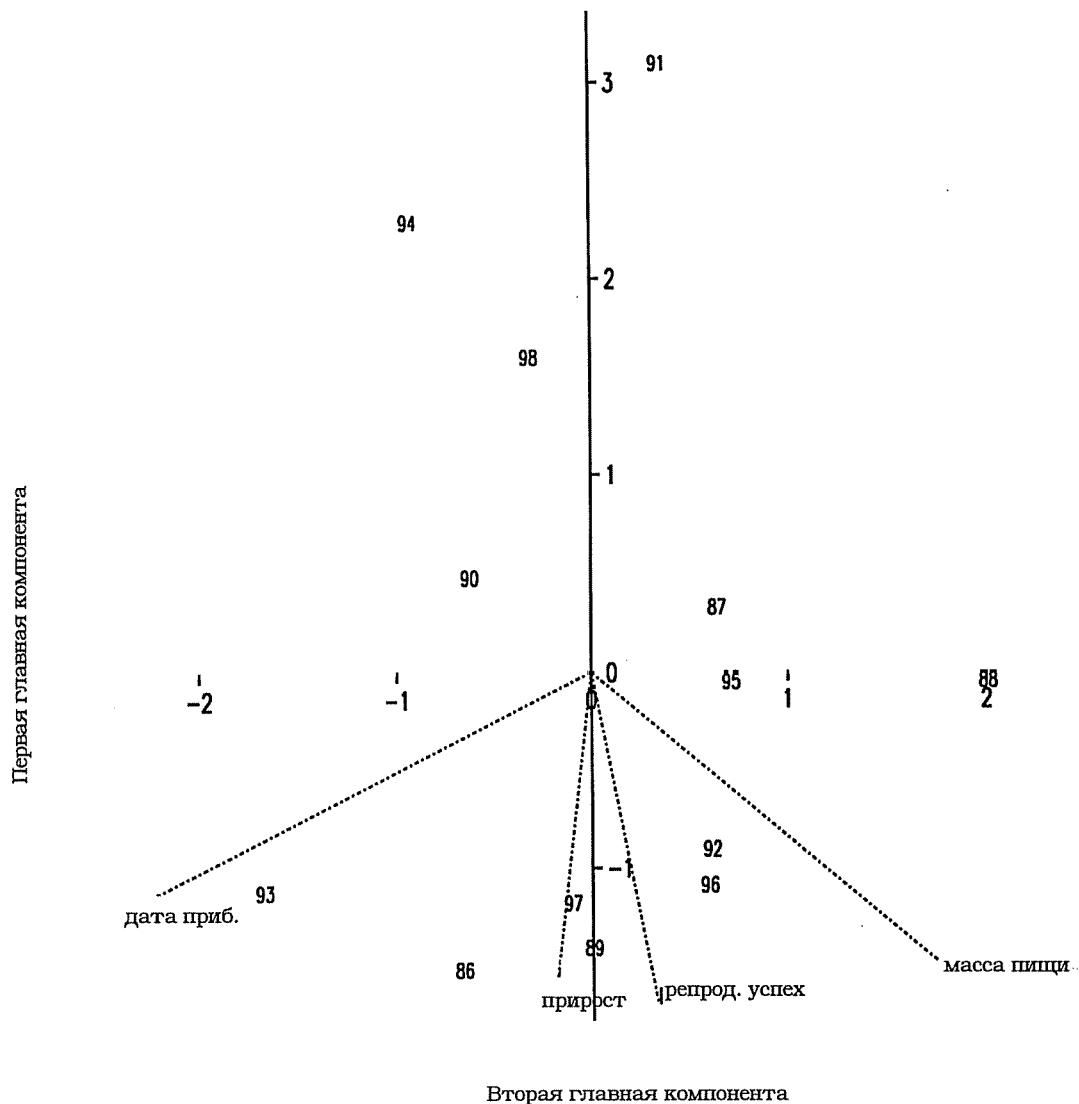


Рис. E.1: РСА для папуасских пингвинов (PYP) о-ва Берд (BIG) по дате прибытия (дней до 31 декабря), массе одного приема пищи, репродуктивному успеху и ежегодному приросту популяции. Переменные изображены векторами, а годы – точками, обозначенными годом окончания периода размножения.

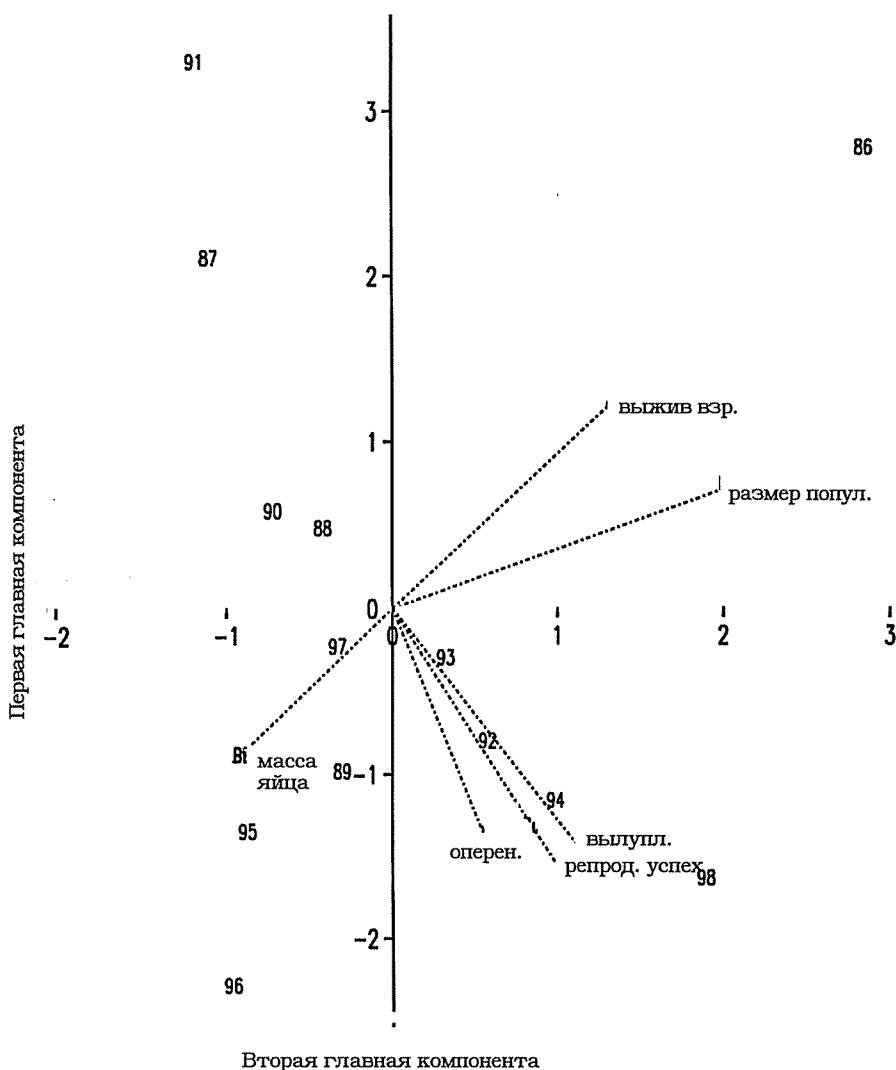


Рис. E.2: РСА для папуасских пингвинов (PYP) залива Адмиралтейства (ADB) по выживаемости взрослых особей, размеру яйца В, репродуктивному успеху и успеху вылупления и оперения, и ежегодному приросту популяции. Переменные изображены векторами, а годы – точками, обозначенными годом окончания периода размножения.

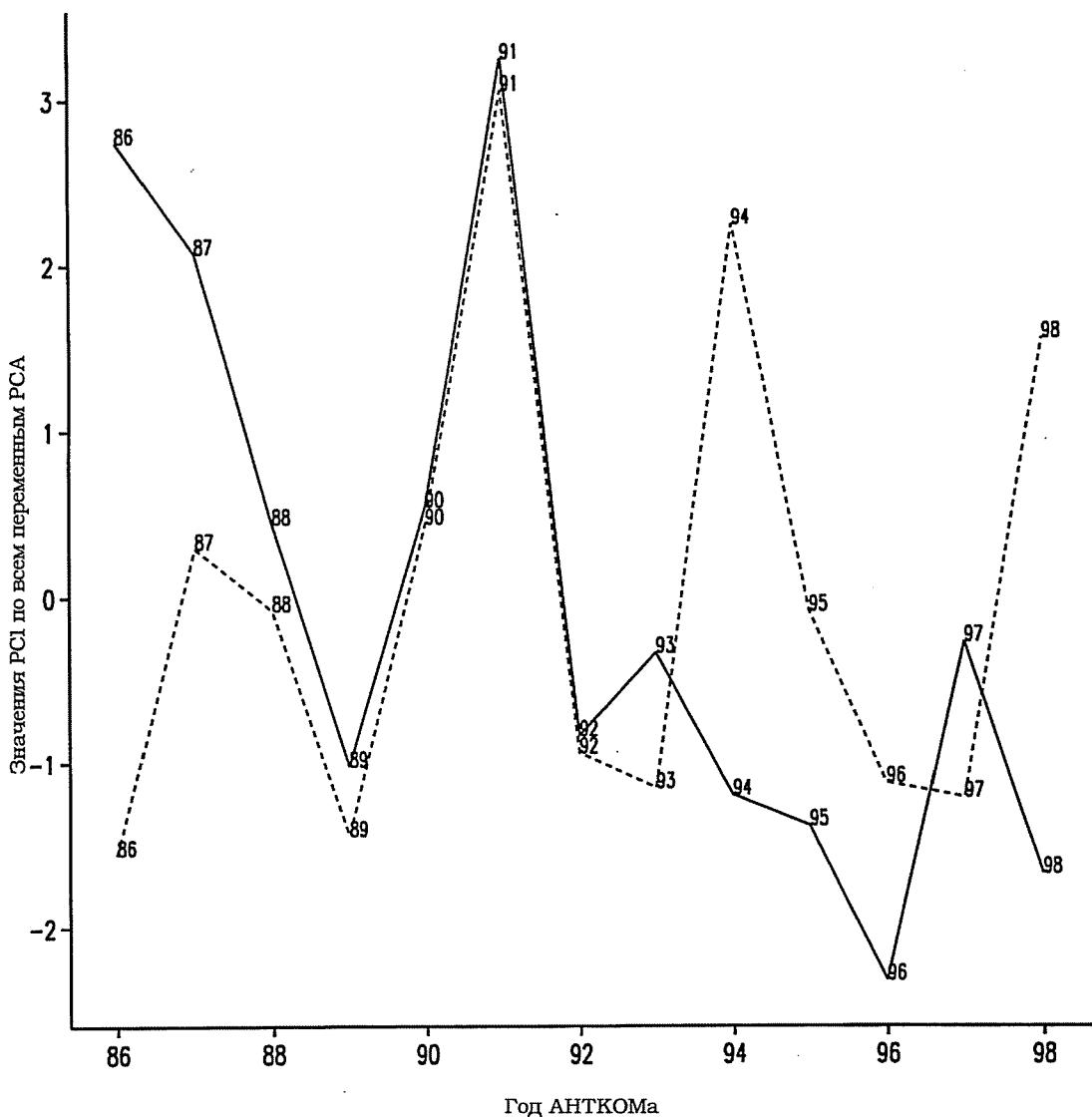


Рис. E.3: Изменение первых главных компонент по результатам анализа, показанного на рис. E.1 и E.2, по годам (год окончания сезона размножения). Залив Адмиралтейства (ADB) показан сплошной линией, о-в Берд (BIG) – пунктиром.