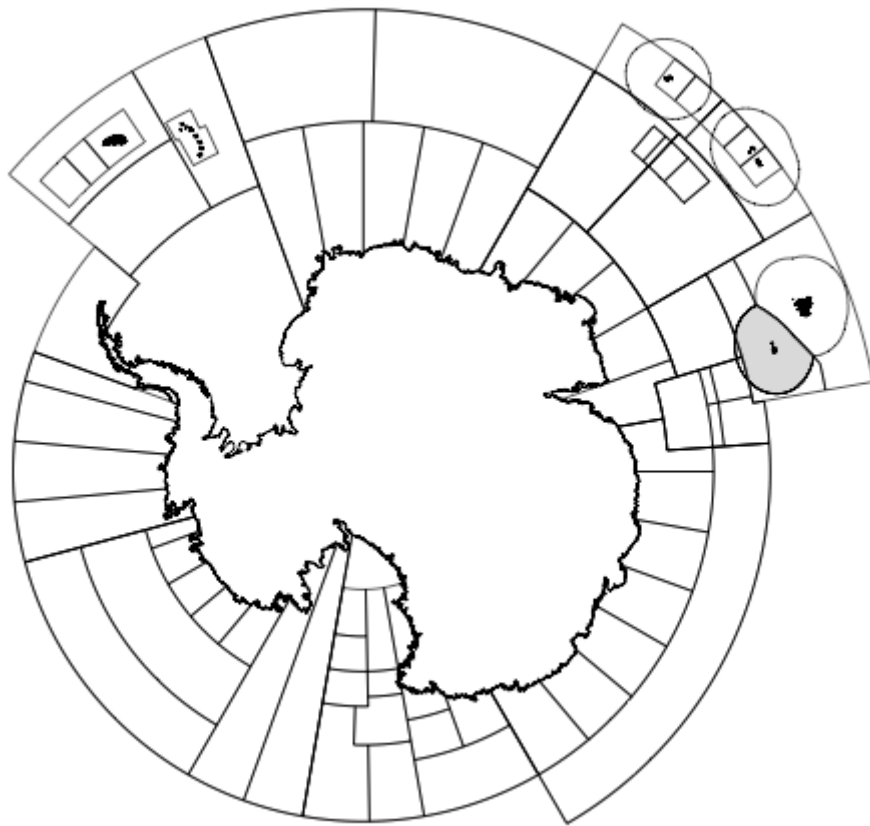




Отчет о промысле за 2016 г.: *Dissostichus eleginoides*  
остров Херд, Австралийская ИЭЗ (Участок 58.5.2)

ОТЧЕТ О ПРОМЫСЛЕ



На карте указаны районы управления в зоне действия Конвенции АНТКОМ; конкретный район, к которому относится настоящий отчет, заштрихован.

В данном отчете промысловый сезон АНТКОМ обозначен годом окончания сезона, напр., 2015 г. означает промысловый сезон АНТКОМ 2014/15 г. (с 1 декабря 2014 г. по 30 ноября 2015 г.).



## Отчет о промысле за 2016 г.: *Dissostichus eleginoides* о-в Херд, Австралийская ИЭЗ (Участок 58.5.2)

### Описание промысла

1. В данном отчете описывается лицензированный промысел патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*) в австралийской рыболовной зоне (АРЗ) на Участке 58.5.2. Этот район включает АРЗ вокруг о-вов Херд и Макдональд, расположенных на плато Кергелен между 50°–56° ю. ш. и 67°–79° в. д.
2. Этот промысел начал вестись в 1997 г. как траловый промысел. Ярусный промысел появился в 2003 г., и оба промысловых метода применялись, при этом доля, приходящаяся на ярусный промысел, увеличивалась каждый год. Начиная с 2015 г. траловый промысел проводится только для выполнения ежегодной случайной стратифицированной траловой съемки (ССТС).
3. Промыслом управляет Австралийское агентство по управлению рыбным хозяйством (AFMA) в соответствии с принятыми АНТКОМ мерами по сохранению и законодательством Австралии. Ежегодное ограничение на вылов устанавливается на основе рекомендаций АНТКОМ по управлению. Действующие ограничения на промысел видов *Dissostichus* на Участке 58.5.2 описываются в Мере по сохранению (МС) 41-08.
4. В 2016 г. ярусный промысел велся с 1 апреля, а траловый промысел был открыт в течение всего сезона. В 2015 г. в промысле участвовали четыре судна: три судна вели промысел с использованием только ярусов и одно судно использовало и ярусы и тралы.

### Зарегистрированный вылов

5. Ретроспективные ограничения на вылов и уловы *D. eleginoides* на Участке 58.5.2 приводятся в табл. 1.
6. Ограничение на вылов, установленное на основе правил принятия решений АНТКОМ, изменилось с 2 427 т в 2007 г. до 4 410 т в 2015 г.
7. Зарегистрированный вылов *D. eleginoides* в 2016 г. составил 2 786 т.

### Незаконный, нерегистрируемый и нерегулируемый (ННН) промысел

8. В период 2006–2016 гг. в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) о-вов Херд и Макдональд на Участке 58.5.2 занесенных в список незаконных, нерегистрируемых и нерегулируемых (ННН) судов замечено не было. Однако в отчетах о наблюдении говорится о том, что ННН промысловая деятельность проводилась на Участке 58.5.2 вне ИЭЗ о-вов Херд и Макдональд и в связи с этим нельзя исключить возможность о коротких промысловых рейдах в эту ИЭЗ. В 2006 и 2011 гг. ННН промысловые снасти

также были обнаружены, что указывает на возможное проведение ННН промысловой деятельности в этом регионе. Судя по информации, полученной в результате экспериментов по спутниковому наблюдению, в 2016 г. неопознанные суда находились на данном участке вне ИЭЗ о-вов Херд и Макдональд. В связи с признанием наличия методических проблем, связанных с оценкой ННН вылова видов *Dissostichus*, таких оценок не было представлено с 2011 г. (SC-CAMLR-XXIX, п. 6.5).

Табл. 1: Ретроспективный вылов *Dissostichus eleginoides* на Участке 58.5.2. (Источник: данные STATLANT за прошлые сезоны и отчеты об уловах и усилиях за текущий сезон, прошлые отчеты о ННН вылове).

Сезон	Огран. на прилов (т)	Зарег. прилов (т)				Оценка ННН вылова (т)
		Ярусы	Ловушки	Трал	Всего	
1997	3800	0	0	1927	1927	7117
1998	3700	0	0	3765	3765	4150
1999	3690	0	0	3547	3547	427
2000	3585	0	0	3566	3566	1154
2001	2995	0	0	2980	2980	2004
2002	2815	0	0	2756	2756	3489
2003	2879	270	0	2574	2844	1274
2004	2873	567	0	2296	2864	531
2005	2787	621	0	2122	2744	265
2006	2584	659	68	1801	2528	74
2007	2427	601	0	1787	2387	0
2008	2500	835	0	1445	2280	0
2009	2500	1168	10	1287	2464	0
2010	2550	1213	30	1215	2459	0
2011	2550	1383	34	1148	2564	*
2012	2730	1356	0	1361	2717	*
2013	2730	2074	40	563	2677	*
2014	2730	2642	0	108	2750	*
2015	4410	2530	0	145	2675	*
2016	3405	2624	0	159	2786	*

\* Не оценивались

## Параметры жизненного цикла

9. Жизненный цикл *D. eleginoides* характеризуется медленным ростом, низкой плодовитостью и поздним половым созреванием. На Участке 58.5.2 наблюдались особи длиной до 175 см, которым более 50 лет (Welsford et al., 2011; WG-FSA-15/55). Вид *Dissostichus eleginoides* широко распространен по всему плато Кергелен; известно, что он перемещается на большие расстояния вдоль плато, что связано с различными стадиями жизненного цикла. По достижении половозрелости он мигрирует в районы нереста, и результаты исследований по мечению говорят об отдельных перемещениях на расстояния свыше 2 500 км к более глубоким участкам склона с глубиной 1 400-1 800 м (Welsford et al., 2011).

10. Представляется, что *D. eleginoides* у о-вов Херд и Макдональд, а также в районе Кергелен, Крозе и о-вов Марион/Принс-Эдуард, является генетически гомогенным (Appleyard et al., 2004) и заметно отличается от клыкача в более удаленных местах,

напр., у Южной Георгии и о-ва Маккуори (Appleyard et al., 2002). Эта генетическая гомогенность вместе с результатами программы мечения, показывающими некоторое передвижение рыбы из вод у о-ва Херд в воды у о-вов Кергелен и Крозе (Williams et al., 2002; WG-FSA-07/48 Rev. 1; Welsford et al., 2011), говорят о наличии метапопуляции *D. eleginoides* в индоокеанском секторе.

## **Сбор данных**

11. Ограничения на вылов антарктического клыкача (*D. mawsoni*) и *D. eleginoides* на "оцененных" промыслах АНТКОМ в подрайонах 48.3, 88.1 и 88.2 и на Участке 58.5.2 устанавливаются на основе комплексных оценок.

12. Сбор биологических данных на Участке 58.5.2 проводится в рамках Системы АНТКОМ по международному научному наблюдению (СМНН) и включает репрезентативные пробы размерного состава, веса, половой принадлежности и стадий половозрелости, а также сбор отолитов с целью определения возраста целевого вида и наиболее часто вылавливаемых видов прилова. Данные собираются в ходе коммерческих рыболовных рейсов и во время случайных стратифицированных траловых съемок (ССТС). Съемки охватывают акваторию над всем плато на глубинах менее 1 000 м на Участке 58.5.2 и имеют целью определение численности *D. eleginoides*. Эти съемки проводятся с 1990 г.; схемы съемок подробно описаны в WG-FSA-06/44 Rev. 1, а для съемки 2016 г. – в документе WG-FSA-16/23.

## **Размерное распределение уловов**

13. Вид *D. eleginoides* встречается повсюду в районе о-вов Херд и Макдональд на плато Кергелен (Участок 58.5.2) – от мелких вод у о-ва Херд до минимума 3 000 м по периферии плато. Особи рыб общей длиной (ОД) менее 60 см главным образом встречаются на плато на глубинах менее 500 м, где было обнаружено лишь небольшое число районов постоянно высокой локальной численности. По мере их роста особи рыб перемещаются в более глубокие воды, вступая в промысловый запас на склонах плато в диапазоне глубин 450–800 м, где они могут вылавливаться траулерами. Несколько районов высокой локальной численности представляет собой основные участки тралового промысла, где большая часть рыб в уловах имеет ОД от 50 до 75 см (рис. 1). Более старые крупные особи редко вылавливаются тралами; данные о повторных поимках меток и размерном распределении указывают на то, что эта рыба переходит в более глубокие воды (глубина >1 000 м), где они ловятся ярусами.

14. Частотное распределение длин *D. eleginoides*, пойманных тралами и ярусами на Участке 58.5.2 за последние 10 лет, соответственно представлено на рис. 1 и 2. После начала промысла на этом участке было измерено >500 000 рыб.

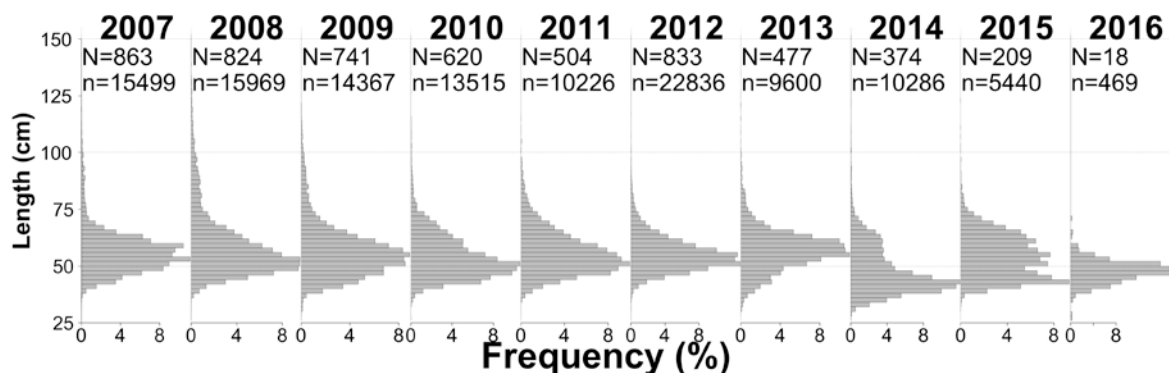


Рис. 1: Ежегодные частотные распределения длин *Dissostichus eleginoides*, выловленного тралами в австралийской ИЭЗ на Участке 58.5.2 начиная с 2007 г. Показано число выборок, из которых рыба отбиралась для измерений (N), и число измеренных особей (n) в каждый год. Данные о частотном распределении длин за 2016 г. получены только по траловой съемке, при которой ловится рыба меньшего размера, чем в ходе коммерческого траления.

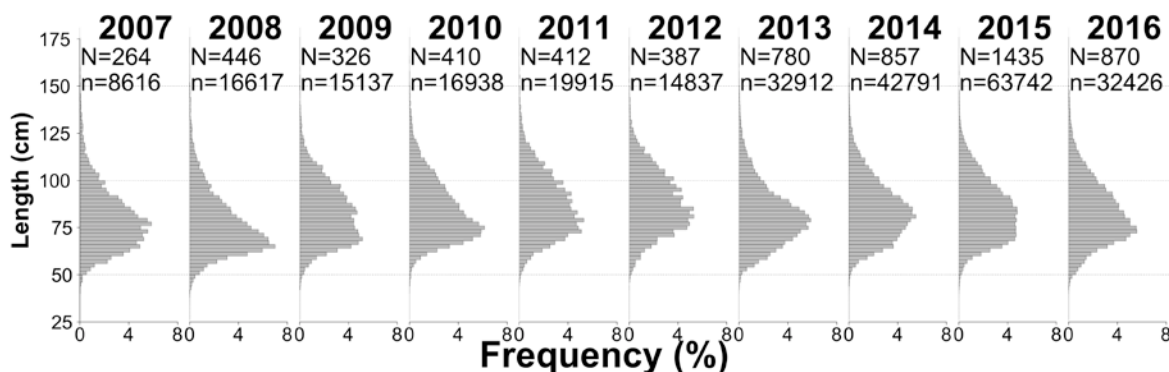


Рис. 2: Ежегодные частотные распределения длин *Dissostichus eleginoides*, выловленного ярусами в австралийской ИЭЗ на Участке 58.5.2 начиная с 2007 г. Показано число выборок, из которых рыба отбиралась для измерений (N), и число измеренных особей (n) в каждый год.

15. Длина большинства особей *D. eleginoides*, пойманных тралами, составляла от 30 до 100 см, в то время как длина особей, пойманных ярусами, составляла от 50 до 125 см. Во всех сезонах модальная длина рыб, выловленных при траловом промысле (рис. 1), была меньше (~50–60 см) чем при ярусном промысле (~70–80 см) (рис. 2). Частотное распределение длин при ярусном промысле включает более крупных особей в связи с селективностью снастей и с тем, что ярусный промысел осуществляется в более глубоких водах, где встречаются более крупный клыкач. Эти частотные распределения длин не являются взвешенными (т. е. они не были откорректированы с учетом таких факторов, как размер уловов, из которых они были отобраны). Представленная на рисунке межгодовая изменчивость может отражать различия в облавливаемой популяции, но может также отражать изменения в пространственном и временном распределении промысла.

## Мечение

16. Программа исследований по мечению проводится на Участке 58.5.2 с 1998 г. Количество выпущенной и повторно пойманной меченой рыбы вплоть до 2015 г.

приводится в документе WG-FSA-15/55. К 2015 г. на Участке 58.5.2 было выпущено 32 934 меченых рыбы, из которых 5 101 была повторно поймана на Участке 58.5.2 и 247 – на Участке 58.5.1 (WG-FSA-15/55).

17. В прошлом программа мечения ограничивалась, главным образом, выпуском и повторной поимкой рыбы тралами на основном участке тралового промысла (Candy and Constable, 2008, WG-FSA-14/43). Данные мечения с основного участка тралового промысла использовались для оценки естественной смертности отдельно от описанной в работе Канди и др. (Candy et al., 2011) оценки по программе CASAL, тогда как ограниченные пространственные рамки программы и смешивание популяции с другими районами ограничивали возможность включать данные мечения в качестве несмещенного показателя численности в оценку запаса. С началом ярусного промысла в 2003 г. мечение и повторная поимка рыбы стали более распространенными. Однако пространственное распределение ярусного промысла и мечения рыбы имели высокую изменчивость между годами, а масштабы перемещения рыбы и период полного смешивания до сих пор не известны. Данные, полученные по выпуску меченой рыбы в период 2012–2014 гг., были включены в оценку запаса в 2015 г. (см. Приложение 1).

## Оценка запаса

18. Раз в два года проводится комплексная оценка запаса, которая рассматривается Рабочей группой АНТКОМ по оценке рыбных запасов (WG-FSA).

19. Модель оценки в 2015 г. представляла собой возрастную модель популяции для одного пола и одного района, включающую возрастные классы от 1 до 35 лет.

20. В модели оценки для этого промысла использовались данные ССТС, данные по мечению–повторной поимке, данные по коммерческим уловам и длинам, а также биологические данные. Структура промыслов включала одну съемочную группу ССТС и коммерческие траловые подпромыслы в период 1997–2004 гг., тралы в период 2005–2015 гг., ловушки, ярусы на глубине <1 500 м и ярусы на глубине >1 500 м.

21. Оценка 2015 г. проводилась с учетом рекомендаций WG-FSA-14 и Рабочей группы по статистике, оценкам и моделированию в 2015 г. (WG-SAM-15) и включала: (i) данные новых наблюдений на промысле вплоть до 2015 г., в т. ч. новые данные по определению возраста, полученные по результатам ССТС 2014–2015 гг. и коммерческого промысла в 2009–2014 гг., (ii) данные о выпуске меченой рыбы в 2014 г. и повторных поимках меченой рыбы в 2014 г. (полностью) и 2015 г. (частично), (iii) обновленную модель роста, (iv) изменения в априорных значениях съемочной уловистости  $q$ , необлавливаемой нерестовой биомассе  $B_0$  и силе годового класса (СГК), (v) разделение тралового подпромысла на два периода. Модель оценки определила предэксплуатационную биомассу  $B_0$ , СГК за период 1986–2010 гг., параметры селективности для съемки и всех коммерческих подпромыслов и съемочную уловистость  $q$ .

22. По результатам модели оценки 2015 г. предэксплуатационная биомасса запаса  $B_0$  составила 87 077 т (95% ДИ: 78 500–97 547 т), а состояние  $SSB$  в 2015 г. – 0.64 (95% ДИ: 0.59–0.69). Исходя из этого прогноза, расчетный долгосрочный вылов равнялся 3 405 т при вероятности истощения 0.0 и вероятности необлавливаемого резерва 0.502 (рис. 3).

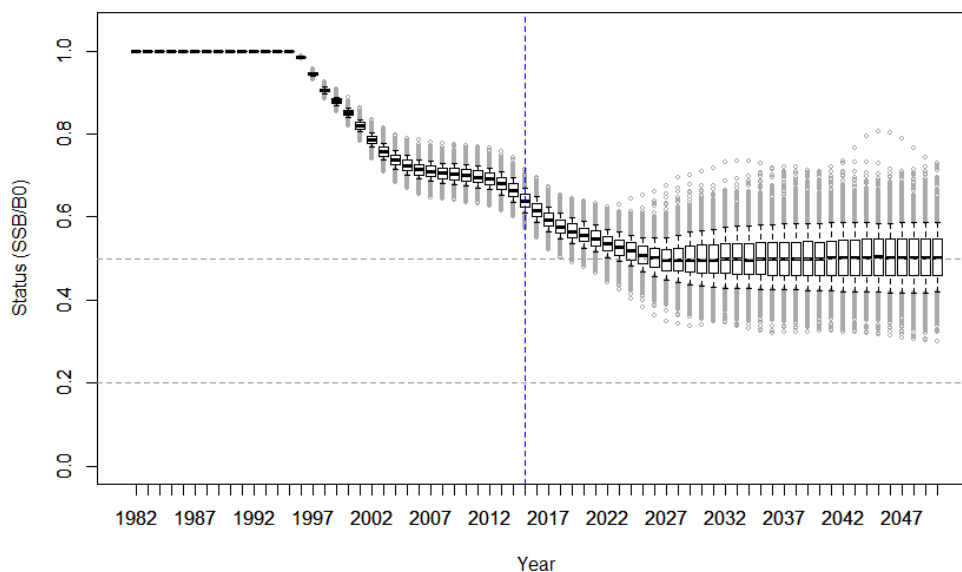


Рис. 3: Прогнозируемый статус  $SSB$  по отношению к  $B_0$  с использованием образцов МСМС и будущего логнормального пополнения с 2011 по 2050 г. при ежегодном постоянном вылове. Ящичковые диаграммы представляют собой распределение оценок по 1 000 прогонов. Пунктирными линиями показаны уровни состояния 50% и 20%, используемые в правилах принятия решений АНТКОМ.

## Прилов рыбы и беспозвоночных

### Прилов рыбы

23. В настоящее время к данному промыслу применяется ряд мер по сохранению, обеспечивающих минимальное воздействие на целевые и другие виды. В МС 33-02 говорится, что не должен вестись направленный промысел любого вида кроме целевого вида, а также устанавливаются ограничения на прилов случайно пойманных видов и правила о переходе в случае превышения ограничений за одну отдельную выборку (табл. 5).

24. Ограничения на прилов групп видов прилова (макруросовых, скатовых и др.) установлены в МС 33-02 и приводятся в табл. 2.

25. В 2015 г. была проведена количественная оценка риска для *Macrourus caml*, и WG-FSA-15 рекомендовало ограничение на вылов 409 т для *M. caml* и макруруса Витсона (*M. whitsoni*) вместе взятых на основе оценки риска, приведенной в документе WG-FSA-15/63, и ограничение на вылов 360 т для южноатлантического макруруса (*M. holotrachys*) и гребенчаточешуйного макруруса (*M. carinatus*) вместе взятых на основе предыдущей оценки 2003 г. Эти ограничения были введены в 2016 г. и отражены в изменении к табл. 2.

26. Прилов на траловых промыслах клыкача обычно составляет менее 10% общего вылова. Выгруженный прилов при ярусных промыслах составлял 6–13% общего вылова; если включить входящую в прилов рыбу, срезанную с яруса до выгрузки, то



получаются новые оценки в диапазоне 11–26% общего вылова. Ни один из видов прилова не вылавливался в количествах, близких к ограничению на вылов.

27. Анализ видов прилова носорогой белокрылки (*Channichthys rhinoceratus*) и серой нототении (*Lepidonotothen squamifrons*) показал, что оба вида широко распространены над плато на глубинах <1 000 м (WG-FSA-15/50). Вплоть до 2015 г. ограничения на вылов *C. rhinoceratus* и *L. squamifrons* (соответственно 150 и 80 т) основывались на оценках, проведенных в 1998 г. (SC-CAMLR-XVII, Приложение 5). Начиная с 2004 г. вылов этих видов намного ниже установленных АНТКОМ ограничений (табл. 3). Количественная оценка риска для *C. rhinoceratus* была проведена в 2015 г., и WG-FSA-15 рекомендовало ограничение на прилов 1 663 т *C. rhinoceratus*.

28. Соотношения длина–вес, данные о длине по достижении половозрелости и оценки численности по съемочным данным по скатовым представлены в работе WG-FSA-05/70. Представленный в документе WG-FSA-13/22 анализ программы мечения скатов показал коэффициент повторной поимки <1% и среднее расстояние между точками выпуска и повторной поимки, составляющее 4 мор. мили. В результате анализа коэффициентов вылова трех видов скатов за период 1997–2014 гг. (Nowara et al., 2017) получено мало свидетельств истощения на главных участках тралового промысла, за исключением сокращения средней общей длины *B. eatonii*. В отношении одного из видов скатов (*B. irrasa*) было отмечено небольшое сокращение объема вылова в глубоких водах вокруг о-вов Херд и Макдональд, где ведется ярусный промысел. По результатам данного исследования темп роста составляет ~20 мм в год и максимальный возраст *B. eatonii*, рассчитанный на основе возвратов меток, составляет >20 лет.

Табл. 2: Ретроспективные уловы видов прилова (макруросовых, скатовых и других видов), ограничения на вылов и количество выпущенных живыми скатов на Участке 58.5.2. Ограничения на вылов даются для всего направленного промысла на Участке 58.5.2 (подробнее см. в МС 33-03). С 1997 по 2015 г. данные о макруросовых регистрировались как один таксон в рамках ограничений на прилов (источник: мелкомасштабные данные).

Сезон	<i>Macrourus caml</i> и <i>M. whitsoni</i>			<i>Macrourus holotrachys</i> и <i>M. carinatus</i>			Скаты			Кол-во выпущ.			
	Огран. на прилов (т)	Зарег. прилов (т)			Огран. на прилов (т)	Зарег. прилов (т)			Огран. на прилов (т)		Зарег. прилов (т)		
		Ярусы	Трал	Всего		Ярусы	Трал	Всего			Ярусы	Трал	Всего
1997	-	0	<1	<1	-	-	-	-	0	2	2	-	
1998	-	0	<1	<1	-	-	-	120	0	3	3	-	
1999	-	0	1	1	-	-	-	-	0	2	2	-	
2000	-	0	4	4	-	-	-	-	0	6	6	-	
2001	-	0	1	1	-	-	-	50	0	4	4	-	
2002	50	0	3	4	-	-	-	50	0	3	3	-	
2003	465	3	1	4	-	-	-	120	7	7	14	-	
2004	360	42	3	46	-	-	-	120	62	11	73	155	
2005	360	72	2	74	-	-	-	120	71	3	74	8412	
2006	360	26	<1	27	-	-	-	120	17	12	29	3814	
2007	360	61	5	66	-	-	-	120	8	10	18	7886	
2008	360	81	5	86	-	-	-	120	13	8	21	9799	
2009	360	110	2	112	-	-	-	120	15	9	24	10738	
2010	360	100	3	103	-	-	-	120	11	6	17	19319	
2011	360	147	4	151	-	-	-	120	11	3	14	7164	
2012	360	89	3	92	-	-	-	120	7	3	9	8484	
2013	360	154	3	157	-	-	-	120	13	11	24	13135	
2014	360	175	1	176	-	-	-	120	16	<1	16	25251	
2015	360	288	4	292	-	-	-	120	19	5	24	32515	
2016	409	79	1	80	360	220	0	220	120	20	29	50	32201

Табл. 3: Ретроспективный вылов видов прилова (*Channichthys rhinoceratus*, *Lepidonotothen squamifrons* и других видов) на Участке 58.5.2. Ограничения на вылов даются для всего промысла (подробную информацию см. в МС 33-02). Данные за промысловый сезон 2016 г. не полные (Источник: мелкомасштабные данные).

Сезон	<i>Channichthys rhinoceratus</i>			<i>Lepidonotothen squamifrons</i>			Другие виды					
	Огран. на прилов (т)	Зарег. прилов (т)		Огран. на прилов (т)	Зарег. прилов (т)		Огран. на прилов (т)	Зарег. прилов (т)				
		Ярусы	Трал		Всего	Ярусы		Трал	Всего	Ярусы	Трал	Всего
2004	150	0	1	1	80	0	0	0	50	3	16	19
2005	150	0	2	2	80	0	<1	<1	50	3	9	12
2006	150	0	3	3	80	0	0	0	50	3	7	12
2007	150	0	12	12	80	0	0	0	50	1	4	5
2008	150	0	29	29	80	0	<1	<1	50	2	18	21
2009	150	0	46	46	80	0	<1	<1	50	9	17	26
2010	150	0	26	26	80	0	<1	<1	50	6	16	22
2011	150	0	23	23	80	0	1	1	50	11	6	18
2012	150	0	42	42	80	0	0	0	50	7	5	12
2013	150	0	25	25	80	0	2	2	50	9	27	35
2014	150	0	<1	<1	80	0	5	5	50	12	17	30
2015	150	0	12	12	80	0	3	3	50	36	7	43
2016	1663	0	128	128	80	<1	3	3	50	21	24	45

## Побочная смертность морских птиц и млекопитающих

### Побочная смертность

29. В табл. 4 представлены сводные данные о смертности птиц, вызываемой ярусным промыслом в ИЭЗ Австралии на Участке 58.5.2 начиная с 2004 г. Чаще всего на этом промысле погибали или получали травмы три вида: капский голубок (*Daption capense*), чернобровый альбатрос (*Thalassarche melanophrys*) и белогорлый буревестник (*Procellaria aequinoctialis*).

Табл. 4: Количество птиц, погибших и раненых в ходе промысла в австралийской ИЭЗ на Участке 58.5.2.

Сезон	<i>Daption capense</i>	<i>Thalassarche melanophrys</i>	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Другие
2005		7	6	7
2006	1			
2007	2			
2008				2
2009	2			
2010	5			1
2011	1		1	
2012	7			
2013	1	1		2
2014				1
2015	1			2
2016			6	2

30. В 2016 г. погибло восемь птиц: шесть белогорлых буревестников (*Procellaria aequinoctialis*), один сероголовый альбатрос (*Thalassarche chrysostoma*) и один золотоволосый пингвин (*Eudyptes chrysolophus*), наблюдавшиеся в австралийской ИЭЗ на Участке 58.5.2.

31. Уровень риска побочной смертности птиц на Участке 58.5.2 относится к категории 4 (средний–высокий) (SC-CAMLR-XXX, Приложение 8, п. 8.1).

32. В 2016 г. зарегистрирована гибель шести южных морских слонов (*Mirounga leonina*), трех неопознанных безухих тюленей (скорее всего морских леопардов (*Hydrurga leptonyx*)) при ярусном промысле на Участке 58.5.2.

### Хищничество

33. Начиная с 2011 г. на Участке 58.5.2 наблюдается низкие уровни хищничества кашалотов (WG-FSA-15/53). Кашалоты наблюдаются исключительно в период с апреля по июнь.

## **Смягчающие меры**

34. Действующая МС 25-03 ставит целью сведение к минимуму побочной смертности птиц и млекопитающих при траловом промысле. Меры включают разработку конструкции снастей, минимизирующей возможность столкновения птиц с сетью, и запрет на сброс отходов и выброс рыбы во время постановки и выборки траловых снастей.

35. Ярусный промысел ведется в соответствии с МС 24-02 и 25-02, целью которых является защита птиц, таким образом, чтобы крючковые поводцы погружались на недоступную для птиц глубину как можно скорее после спуска в воду. В совокупности в этих мерах устанавливаются требования об утяжелении яруса для различных конфигураций яруса, использование стримерных линий и защитного устройства, которые мешают птицам брать наживку во время постановки и выборки. В МС 41-08 определяются основной промысловый сезон и продления сезона. Если во время продления сезона судно ловит трех морских птиц, промысел в течение периодов продления сезона для этого судна прекращается немедленно.

## **Последствия для экосистемы**

36. Применение промысловых снастей на морском дне может отрицательно сказаться на чувствительных бентических сообществах. Воздействие, которое орудия лова могут оказать на бентические сообщества на Участке 58.5.2, ограничивается небольшим размером и количеством коммерческих участков, где работают тралы, и охраной больших репрезентативных районов с бентическими местообитаниями, чувствительными к прямым последствиям донного траления и расположенными в морском заповеднике о-вов Херд и Макдональд (заповедник категории 1а в рамках МСОП), где промысел запрещается. Общая площадь этого морского заповедника составляет 71 200 км<sup>2</sup>, и в марте 2014 г. она была расширена еще на 6 200 км<sup>2</sup>.

37. Наблюдатели проводят мониторинг прилова с самого начала развития промысла, и прилов бентоса обычно ниже в районах, которые впоследствии стали основными промысловыми участками, в отличие от участков, где пробы отбирались в ходе ССТС.

## **Действующие рекомендации по управлению и меры по сохранению**

### **Меры по сохранению**

38. Ограничения на промысел *D. eleginoides* на Участке 58.5.2 определяются в МС 41-08. Действующие ограничения обобщаются в табл. 5.

Табл. 5: Действующие ограничения на промысел *Dissostichus eleginoides* на Участке 58.5.2 (МС 41-08).

Тема	Действующее ограничение
Доступ (снасти)	Тралы, ярусы или ловушки
Ограничение на вылов	3 405 т к западу от 79°20' в. д. (см. МС 41-08)
Сезон: Тралы и ловушки	с 1 декабря по 30 ноября
Ярусы	с 1 мая по 14 сентября – сезон может быть продлен с 15 апреля до 30 апреля и с 15 сентября до 31 октября в каждом сезоне для любого судна, продемонстрировавшего полное соблюдение Меры по сохранению 25-02 в предыдущем сезоне.
Прилов	Промысел прекращается, если прилов какого-либо вида достигает ограничения, установленного для этого вида МС 33-02. <i>Channichthys rhinoceratus</i> 1 663 т <i>Lepidonotothen squamifrons</i> 80 т <i>Macrourus carinatus</i> и <i>M. holotrachys</i> 360 т <i>Macrourus caml</i> и <i>M. whitsoni</i> 409 т Скаты 120 т
Правило о переходе	Если за одну выборку достигаются указанные в МС 33-02 ограничения на вылов, судно не может вести промысел с использованием этого метода в радиусе 5 мор. миль в течение по крайней мере пяти суток: <i>Channichthys rhinoceratus</i> – 5 т Виды <i>Macrourus</i> вместе взятые – 3 т <i>Lepidonotothen squamifrons</i> – 2 т Виды <i>Somniosus</i> – 2 т Скаты – 2 т Другие виды прилова – 1 т
Смягчающие меры	В соответствии с МС 24-02, 25-02 и 25-03 – минимизация риска побочной смертности птиц и млекопитающих
Наблюдатели	На борту каждого судна находится как минимум один научный наблюдатель АНТКОМ и, возможно, один дополнительный научный наблюдатель
Данные	Система представления данных по десятидневным периодам (см. Приложение 41-08/В) Система ежемесячного представления мелкомасштабных данных за каждую отдельную выборку (см. Приложение 41-08/В) Система представления мелкомасштабных данных (см. Приложение 41-08/А) Представление данных в соответствии с Системой международного научного наблюдения
Целевые виды	В рамках МС 41-08/А целевым видом является <i>D. eleginoides</i> , а приловом являются все виды помимо <i>D. eleginoides</i> .
"Студенистое" мясо	Представляется информация о количестве и весе выброшенных особей рыб, включая особей со "студенистым" мясом. Эти уловы засчитываются в ограничения на вылов.
Охрана окруж. среды	Регулируется МС 26-01

## Литература

- Appleyard, S.A., R.D. Ward and R. Williams. 2002. Population structure of the Patagonian toothfish around Heard, McDonald and Macquarie Islands. *Ant. Sci.*, 14: 364–373.
- Appleyard, S.A., R. Williams and R.D. Ward. 2004. Population genetic structure of Patagonian toothfish in the West Indian Ocean sector of the Southern Ocean. *CCAMLR Science*, 11: 21–32.
- Bull, B., R.I.C.C. Francis, A. Dunn, A. McKenzie, D.J. Gilbert, M.H. Smith, R. Bian and D. Fu. 2012. CASAL (C++ algorithmic stock assessment laboratory): CASAL User Manual v2.30-2012/03/21. *NIWA Technical Report*, 135: 280 pp.
- Candy, S.G. 2008. Estimation of effective sample size for catch-at-age and catch-at-length data using simulated data from the Dirichlet-multinomial distribution. *CCAMLR Science*, 15: 115–138.
- Candy, S.G. 2011. Estimation of natural mortality using catch-at-age and aged mark-recapture data: a multi-cohort simulation study comparing estimation for a model based on the Baranov equations versus a new mortality equation. *CCAMLR Science*, 18: 1–27.
- Candy, S.G. and A.J. Constable.. 2008. An integrated stock assessment for the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*, for the Heard and McDonald Islands using CASAL. *CCAMLR Science*, 15: 1–34.
- Candy, S.G., A.J. Constable, T. Lamb and R. Williams. 2007. A von Bertalanffy growth model for toothfish at Heard Island fitted to length-at-age data and compared to observed growth from mark recapture studies. *CCAMLR Science*, 14: 43–66.
- Candy, S.G., D.C. Welsford, T. Lamb, J.J. Verdouw and J.J. Hutchins. Estimation of natural mortality for the Patagonian toothfish at Heard and McDonald Islands using catch-at-age and aged mark-recapture data from the main trawl ground. *CCAMLR Science*, 18: 29–45.
- Candy, S.G., P.E. Ziegler and D.C. Welsford. 2014. A nonparametric model of empirical length distributions to inform stratification of fishing effort for integrated assessments. *Fish. Res.*, 159: 34–44.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*. Third Edition. John Wiley and Sons Inc., New York, USA.
- Nowara, G.B., P. Burch, N. Gasco, D.C. Welsford, T.D. Lamb, C. Chazeau, G. Duhamel, P. Pruvost, S. Wotherspoon and S. Candy. 2017. Distribution and abundance of skates (*Bathyraja* spp.) on the Kerguelen Plateau through the lens of the toothfish fisheries. *Fish. Res.*, 186: 65–81.
- Welsford, D.C., S.G. Candy, T.D. Lamb, G.B. Nowara, A.J. Constable and R. Williams. 2011. Habitat use by Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides* Smitt 1898) on the Kerguelen Plateau around Heard Island and the McDonald Islands. Kerguelen Plateau Symposium. *First International Scientific Symposium on the Kerguelen Plateau: Marine Ecosystem and Fisheries*: 125–136.

Williams, R., G.N. Tuck, A.J. Constable. and T. Lamb. 2002. Movement, growth and available abundance to the fishery of *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 at Heard Island, derived from tagging experiments. *CCAMLR Science*, 9: 33–48.



## Оценка запаса 2015 г.

A1. Оценка промысла патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*) у о-вов Херд и Макдональд на Участке 58.5.2 проводилась в 2015 г. вместе с комплексной оценкой запаса с использованием CASAL (WG-FSA-15/52).

## Данные моделирования

A2. Ретроспективные уловы *D. eleginoides* на Участке 58.5.2 приводятся в табл. 1. В отношении незаконченного сезона 2015 г. предполагается, что ограничение на вылов для 2015 г. будет достигнуто – 26 т будет получено случайной стратифицированной траловой съемкой (ССТС), 118 т траловым промыслом и 4 266 т ярусным промыслом.

A3. Ежегодно в ходе съемок и коммерческого промысла измеряется длина большого количества клыкачей (табл. A1). Был определен возраст почти 14 000 отолитов, собранных во время съемок и коммерческого промысла и использовавшихся в оценках.

Табл. A1: Количество особей клыкача, длина и возраст которых были определены и которые использовались в оценке о-вов Херд и Макдональд (НММ) для съемок и коммерческих промыслов. Там, где числа выделены жирным шрифтом, возраст использовался для расчета размерно-возрастных ключей (ALK). Определение возраста отолитов, отобранных в 2015 г., еще не закончено.

Год	Длина			Возраст		
	ССТС	Коммерч.	Всего	ССТС	Коммерч.	Всего
1997	0	11387	11387	0	<b>55</b>	55
1998	169	11229	11398	0	<b>286</b>	286
1999	2294	14623	16917	2	<b>623</b>	625
2000	2258	20483	22741	20	<b>807</b>	827
2001	2505	27079	29584	2	<b>909</b>	911
2002	2965	18476	21441	4	<b>829</b>	833
2003	2301	27298	29599	13	<b>675</b>	688
2004	2462	33509	35971	4	<b>336</b>	340
2005	2355	28899	31254	1	<b>370</b>	371
2006	2081	31427	33508	<b>119</b>	<b>1100</b>	1219
2007	2050	22843	24893	<b>547</b>	<b>588</b>	1135
2008	1281	31475	32756	<b>652</b>	<b>107</b>	759
2009	1922	44342	46264	<b>642</b>	<b>77</b>	719
2010	5893	30485	36378	<b>918</b>	<b>129</b>	1047
2011	2484	35568	38052	<b>520</b>	<b>142</b>	662
2012	6062	37026	43088	<b>549</b>	<b>140</b>	689
2013	2912	42736	45648	<b>266</b>	<b>1249</b>	1515
2014	2769	50417	53186	<b>571</b>	<b>526</b>	1099
2015	3869	18661	22530	<b>200</b>	3	203
Всего	48632	537966	586598	5031	8951	13982

## Случайные стратифицированные траловые съемки

A4. ССТС с целью определения численности и размерной структуры *D. eleginoides* и щуковидной белокровки (*Champscephalus gunnari*) проводились на этом участке в 1990, 1992, 1993 гг. и ежегодно с 1997 по 2014 г. Однако структура и интенсивность отбора проб в ходе съемок в эти годы были различными, поскольку задачи съемок изменились и информация, используемая для разработки схемы и определения мощности съемки, стала более точной (WG-FSA-06/44 Rev. 1) (табл. A2). Схема съемки была завершена в 2001 г., а распределение выборочного усилия по зонам было пересмотрено в 2003 г. при одинаковой схеме съемок в 2001–2002 гг. и 2004–2015 гг. (WG-FSA-15/11).

Табл. A2: Информация о траловых съемках, проанализированных с целью оценки численности молоди *D. eleginoides* на глубинах менее 1 000 м на Участке 58.5.2. AA – НИС *Aurora Australis*, SC – PC *Southern Champion*, AC – PC *Atlas Cove*, DT – демерсальный трал. Примечание: в период 2007–2013 гг. съемки не включали банку Шелл.

Год съемки	Месяц	Судно	Снасти	Площадь согласно первой схеме (км <sup>2</sup> )	Площадь после пересмотра (км <sup>2</sup> )	Выборки	Вылов (т)
1990	май	AA	DT	97106	53383	59	16
1992	фев.	AA	DT	55817	38293	49	3
1993	сен.	AA	DT	71555	53383	62	12
1999	апр.	НК	DT	84528	80661	139	93
2000	май	НК	DT	39839	32952	103	9
2001	май	НК	DT	85170	85694	119	45
2002	май	НК	DT	85910	85694	129	35
2003	май	НК	DT	42280	42064	111	13
2004	май	НК	DT	85910	85694	145	65
2005	май	НК	DT	85910	85694	158	21
2006	май	НК	DT	85694	85694	158	12
2007	июль	НК	DT	83936	83936	158	12
2008	июль	НК	DT	83936	83936	158	4
2009	апр.–май	НК	DT	83936	83936	161	19
2010 <sup>a</sup>	апр.	НК	DT	83936	83936	134	6
2010	сен.	НК	DT	83936	83936	158	9
2011	мар.–май	НК	DT	83936	83936	156	7
2012	мар.–май	НК	DT	83936	83936	174	15
2013	апр.	НК	DT	83936	83936	158	8
2014	июнь	НК	DT	83936	83936	163 <sup>b</sup>	14
2015	май	AC	DT	83936	83936	163	27

<sup>a</sup> неполная съемка.

<sup>b</sup> включает пять выборок на банке Шелл.

A5. Для оценки использовались результаты наблюдений, проводившихся в годы съемок 2001–2002 и 2004–2015 гг. На основе имитационных моделей из работы де ла Маре (WG-SAM-15/34) и рекомендации от WG-SAM-15 (SC-CAMLR-XXXIV, Приложение 5, п. 2.10) использовалось равномерное логарифмическое априорное значение съемочной уловистости  $q$  с пределами параметров от 0.1 до 1.5.

А6. По съемкам 2001–2002 гг. и 2004–2005 гг. оценки численности при определенной длине и соответствующие коэффициенты вариации (CV) были получены с помощью процедуры бутстреппинга с сохранением стратификации и размерного состава в улове (WG-FSA-06/64).

А7. В ходе всех съемок с 2006 по 2015 г. для оценки относительного размерного распределения использовались данные о размерном составе улова, взвешенные на зону. Затем данные пересчитывались на относительное возрастное распределение с использованием размерно-возрастных ключей (ALK), как описывается в документе WG-FSA-09/20, вместе с методом Монте-Карло по отбору проб для оценки эффективного размера выборки (ESS) с целью использования в качестве полиномиального размера выборки. В ESS с относительным возрастным распределением учитывалась неопределенность, связанная с изменчивостью уровня выборки в относительном размерном распределении (Candy, 2008), ошибкой выборки ALK и случайной ошибкой в определении возраста. Применявшиеся для каждого из этих годов ALK относились только к рыбе, возраст которой определялся по съемкам, проводившимся в каждый конкретный год.

А8. Данные численности по возрастам были получены путем умножения относительного возрастного распределения на оценку общей численности популяции в зоне съемки. Исходя из допущения о логнормальном распределении, CV оценок численности по возрастам был получен на основе дисперсии относительного возрастного распределения и дисперсии рассчитанного общего размера уязвимой популяции (т. е. дисперсии для стратифицированной случайной выборки (Cochran, 1977), как описывается в Приложении 2 к документу WG-FSA-11/24. Расчет компонента ошибки при обработке для съемочных данных о численности по возрастам и численности по длинам не проводился.

А9. Структура промысла была определена на основе метода из работы Канди и др. (Candy et al., 2013) и включала траловые подпромыслы в период 1997–2004 г. (Trawl1), траловый промысел в период 2005–2015 гг. (Trawl2), ловушечный промысел, ярусный промысел на глубинах менее 1 500 м (LL1) и ярусный промысел на глубинах более 1 500 м (LL2). Незаконные, нерегистрируемые и нерегулируемые (ННН) уловы из табл. 1 были включены во все сценарии. Подразумевалось, что ННН уловы были получены ярусом с такой же функцией селективности, как у яруса на подпромысле LL1.

А10. Для всех лет, когда велся коммерческий промысел (1997–2015 гг.), данные о размерном составе уловов использовались для оценки относительного распределения уловов по длинам. В период с 1997 по 2015 г. был определен возраст достаточного количества рыбы для расчета ALK по конкретным годам, причем пробы возраст–длина, полученные со всех коммерческих подпромыслов, были объединены. Сравнительно небольшие размеры проб возраст–длина за 1997 г. были объединены с пробами за 1998 г. Относительное возрастное распределение для коммерческих подпромыслов рассчитывалось так же, как для съемок, на основе метода, описанного в документе WG-FSA-09/20.

## Данные мечения

A11. Данные о выпуске пойманных на ярусы меченых особей в период 2012–2014 гг. и об их последующей поимке были включены в модель оценки (табл. А3). Внутрисезонные повторные поимки не использовались в анализе. Повторные поимки за 2015 г. были включены в модель, хотя ярусный промысел еще не завершился в этом сезоне. В этой модели коэффициент сброса меток был включен в коэффициент обнаружения меток и, по расчетам, составил 0.993 для ярусного промысла (Candy and Constable, 2008), смертность в результате мечения равнялась 0.1, а период прекращения роста после мечения – 0.5 года. Разброс меток  $\phi$ , по оценке, составил 1.244 на основе метода в работе Мормида и др. (WG-FSA-13/51).

Табл. А3: Количество выпущенных меченых особей, повторных поимок и проверенных на наличие меток рыб, которые использовались в оценке. Некоторые данные за 2015 г. отсутствуют.

Выпуски		Повторные поимки			
Год	Кол-во	2013	2014	2015	Всего
2012	1434	22	40	22	84
2013	1473		52	36	88
2014	1809			31	31
Проверенная рыба:		357576	412287	240798	1010661

## Биологические параметры

A12. Предполагалось, что естественная смертность равняется 0.155 (Candy et al., 2011) и является постоянной для всех возрастных классов. Рост рыбы с использованием функции роста по Бергаланфи оценивался на основе метода в работе Канди и др. (Candy et al., 2007). Матрица ошибки в определении возраста (АЕМ) оценивалась на основе метода в работе Бурча и др. (WG-FSA-14/46).

## Структура и оценки параметров модели CASAL

A13. Модель популяции в CASAL, использовавшаяся для оценки *D. eleginoides* на Участке 58.5.2, представляла собой возрастную модель для одного пола, одного района, включающую возрастные классы от 1 до 35 лет. Параметры и данные модели приводятся в табл. А4. В соответствии с рекомендацией WG-SAM-14 использовалась версия CASAL 2.30-2012-03-21 rev 4648.

A14. Модель оценки прогонялась за годы с 1982 по 2015. Годовой цикл разделялся на три временных стадии или сезона, во время которых происходило следующее: (i) пополнение рыбы, первая половина естественной смертности и промысел, (ii) вторая часть естественной смертности и нерест, и (iii) определение возраста. Модели определили  $B_0$ , силу годового класса (СГК) за период 1986–2010 гг., параметры функций селективности для группы съежек и всех коммерческих подпромыслов, а также съежочную уловистость  $q$ .

A15. Для группы съемок и каждого коммерческого подпромысла были подобраны функции либо двойной нормальной (DN) селективности промысла, либо двойной нормальной промысловой селективности с плато (DNP) (Bull et al., 2012). Когда оценка параметра длины плато была очень низкой ( $\sim 0.1$  года), DNP сжимался до DN и заменялся функцией DN в модели оценки. Это происходило со съемками и траловыми подпромыслами, тогда как ко всем ярусным и ловушечным подпромыслам были подобраны функции DNP.

Табл. А4: Параметры популяции, их значения и данные, использовавшиеся в оценке *D. eleginoides* на Участке 58.5.2 в 2015 г.

Параметр	Значение	Данные	Значение
Период оценки $B_0$ и пополнение:	1982–2014	ССТС: Съемочные данные количества по длинам	Съемка 2001–2002, 2004–2005
$B_0$	Оценка	Съемочные данные: количество по возрастам	2006–2015
Среднее пополнение $R_0$	Получено по $B_0$	Коммерческие подпромыслы	Trawl1, Trawl2, LL1, LL2, Pot
Период рассчитанной СГК	1986–2009	Доли по возрастам	1997–2014
$\sigma_R$ для прогнозов	Рассчитано по СГК 1992– 2010 гг.	Рассчитанный размер проб (ESS)	Рассчитано, если не принято за 1 для ловушек
Запас–пополнение и крутизна $h$	по методу Бевертон- Холта $h = 0.75$	Данные мечения	
Возрастные классы	1–35 лет	Выпуск меченой рыбы	
Размерные классы	300–2000 мм	Подпромыслы	LL1, LL2
Разм.-возр. состав:	Берталанфи	Годы	2012–2014
$L_\infty$	2116		
$K$	0.030		
$t_0$	–5.31		
CV	0.128		
Матрица ошибки в определении возраста	Burch et al. (WG-FSA- 14/46)	Повторные поимки	
Соотношение вес–длина $L$ (мм–t)	$c = 2.59E-12,$ $d = 3.2064$	Подпромыслы	LL1, LL2
Половозрелость: Диапазон 5–95%	11–17 лет	Годы	2013–2015
Естеств. смертность $M$	0.155		
Съемочная $q$	Оценка		
Данные мечения			
Сброс и обнаружение меток	0.993		
Смертность выпущенной меченой рыбы	0.1		
Период прекращения роста	0.5 года		
<b>Априорные и предельные значения</b>			
$B_0$	Априорное: равномерное		
Начальное значение	90 000		
Предельные значения	30 000–250 000		

(продолж.)

Табл. А4: (продолж.)

Параметр	Значение	Данные	Значение
Съемочная $q$	Априорное: равномерное логарифмическое Предельные значения: 0.1–1.5		
СГК	Априорное: логнормальное		
Начальное значение	$\mu = 1, CV = 0.6$		
Предельные значения	0.001–200		
Промысловая селективность			
Двойная нормальная:	Априорное: равномерное		
Подпромыслы	Съемка, Trawl1, Trawl2		
Начальные значения (предельные)	$a_1$ : 4 (1–20) $\sigma_L$ : 1 (0.1–20) $\sigma_R$ : 7 (0.1–20)		
Двойная нормальная с плато:	Априорное: равномерное		
Подпромыслы	LL1, LL2, Pot		
Начальные значения (предельные)	$a_1$ : 10 (1–20) $a_2$ : 6 (0.1–20) $\sigma_L$ : 1 (0.1–20) $\sigma_R$ : 3 (0.1–20) $a_{max}$ : 1 (1–1)		
Количество параметров	47		

### Процедура подбора модели

A16. Априорные значения были определены для всех незадаанных параметров в моделях. В СГК были включены штрафные значения для того, чтобы сдвинуть средние рассчитанные показатели СГК к 1 и вылову, чтобы не допустить оценку моделью пригодной для промысла биомассы, в отношении которой вылов на каждом промысле в любой данный год будет превышать максимальный коэффициент вылова, установленный на уровне  $U = 0.995$ .

A17. При подборе моделей оценки исключение воздействия ошибки при обработке путем использования первоначального ESS придало слишком много веса в оценке параметров коммерческим наблюдениям относительного распределения по длинам и по возрастам. В связи с этим для каждого модельного сценария было выполнено несколько прогонов с использованием метода, описанного в работе Канди (Candy, 2008), чтобы учесть ошибку при обработке, пока ESS не будет стабилизирован без каких-либо дальнейших сокращений, имеющих практическую значимость.

A18. Прежде всего были определены точечная оценка (максимальная апостериорная плотность, MPD) и ее приблизительная ковариационная матрица для всех неизвестных параметров в обратной матрице Гессе. Затем эти оценки использовались в качестве исходной точки для выборки по методу Монте-Карло с цепями Маркова (MCMC). В случае MCMC первые 500 000 итераций исключены (отбракованы), а из следующего 1 миллиона итераций бралась каждая тысячная проба. Трассировочные графики MCMC использовались для выявления доказательств отсутствия сходимости.

## Расчеты вылова

A19. Образцы MCMC использовались для прогнозов в CASAL с целью получения 1 000 случайных образцов временных рядов для рассчитанного количества рекрутов в возрасте 1 за период с 1987 по 2011 г., соответствующих оценкам СГК в период 1986–2010 гг. Среднее значение квадратного корня дисперсии ежегодного количества этих рекрутов в возрасте 1 за период 1992–2010 гг. дало надежную оценку  $CV_R$  пополнения, требующегося для получения логнормального случайного пополнения.

A20. Рассчитанные CV использовались для получения случайного пополнения начиная с 2011 г. до конца 35-летнего прогнозируемого периода. На основе этого образца прогнозов биомассы нерестового запаса были рассчитаны долгосрочные ограничения на вылов в соответствии с правилами принятия решений АНТКОМ:

1. Выберите вылов,  $\gamma_1$ , так, что вероятность того, что нерестовая биомасса упадет ниже 20% от ее медианного предэксплуатационного уровня на протяжении 35 лет ведения промысла, составляет 10% (вероятность истощения).
2. Выберите вылов,  $\gamma_2$ , так чтобы медианный необлавливаемый запас нерестовой биомассы в конце 35-летнего периода равнялся 50% от медианного предэксплуатационного уровня.
3. Выберите нижнее из  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  в качестве вылова.

A21. Вероятность истощения была рассчитана как доля выборок из байесовского апостериорного значения, где прогнозируемая будущая биомасса нерестового запаса (SSB) ниже 20% предэксплуатационной медианной нерестовой биомассы в тот или иной год для каждого года на протяжении 35-летнего прогнозного периода. Уровень необлавливаемого запаса рассчитывался как доля выборок из байесовского апостериорного значения, где прогнозируемое состояние SSB ниже 50% от  $B_0$  в соответствующей выборке в конце 35-летнего прогнозного периода.

A22. Оценки ограничения на вылов основывались на допущении постоянного ежегодного вылова. Предполагалось, что будущие съемки будут проводиться каждый год при вылове 20 т. Предполагалось, что весь остальной будущий вылов будет получен ярусами, а разбивка улова будет происходить исходя из распределения вылова на ярусных подпромыслах в 2015 г. Это означает, что 50% общего вылова будет относиться к LL1 и 50% – к LL2.

## **Оценки модели**

A23. По результатам модели оценки 2015 г. предэксплуатационная SSB  $B_0$  составила 87 077 т (95% ДИ: 78 500–97 547 т), а состояние SSB в 2015 г. – 0.64 (95% ДИ: 0.59–0.69) (табл. A5; рис. A1).

A24. Трассировочные графики MCMC для всех неизвестных параметров продемонстрировали мало признаков отсутствия конвергенции (рис. A2 и A3).

Табл. А5: Полученные по МСМС оценки медианной  $SSB_0$  и состояния  $SSB$  в 2015 г. с 95% доверительными интервалами.

$B_0$ (95% ДИ)	Состояние $SSB$ 2015 г. (95% ДИ)
87 077 (78 500–97 547)	0.64 (0.59–0.69)

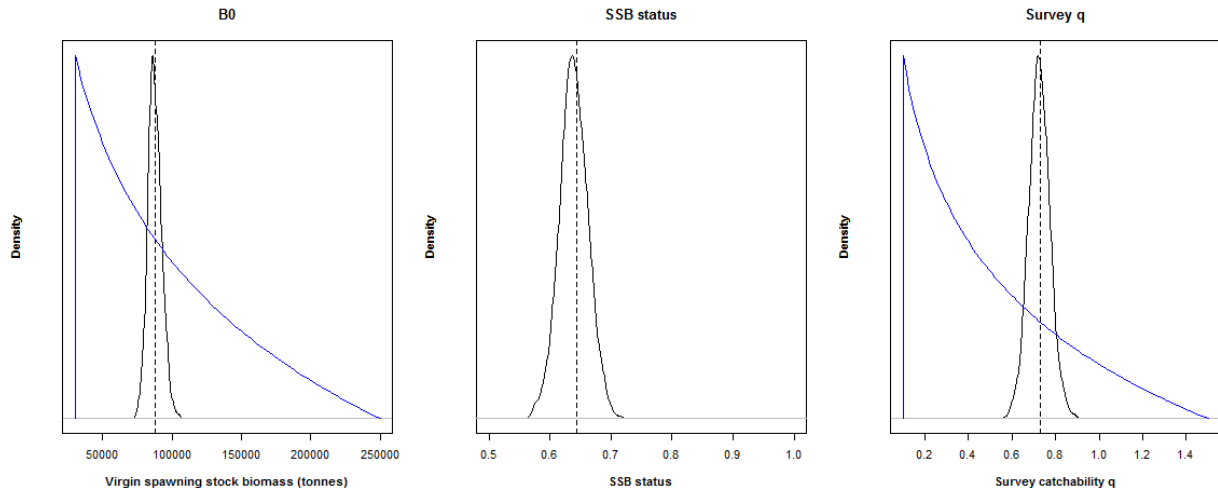


Рис. А1: Полученное по МСМС апостериорное распределение  $B_0$ , состояние  $SSB$  в 2015 г., а также съёмочная уловистость  $q$  (черные) и априорные распределения (синие). Вертикальными пунктирными линиями показаны оценки МРД.



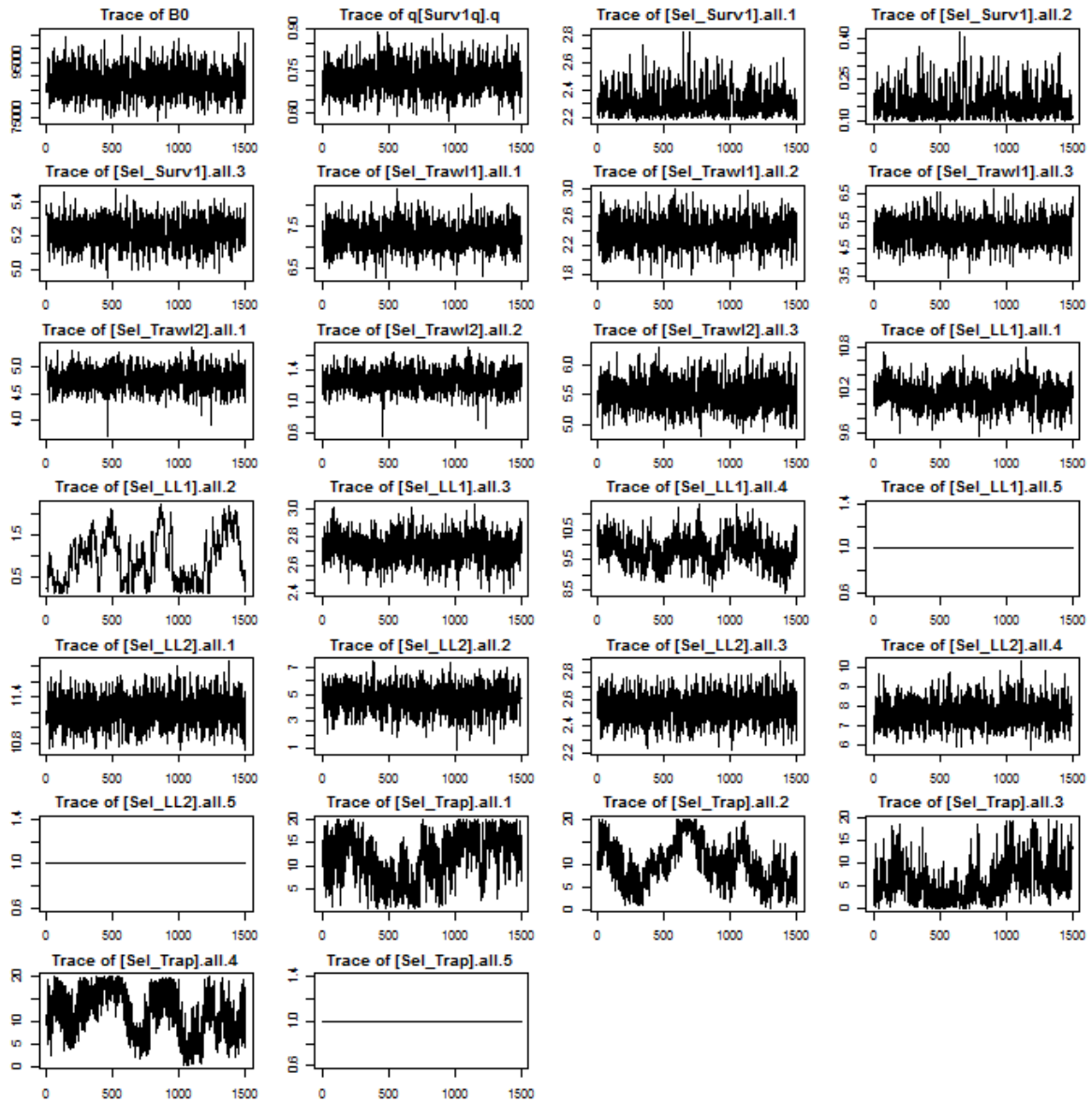


Рис. А2: Полученные по МСМС апостериорные трассировочные графики для  $B_0$ , съемочной уловистости  $q$  и всех параметров селективности.

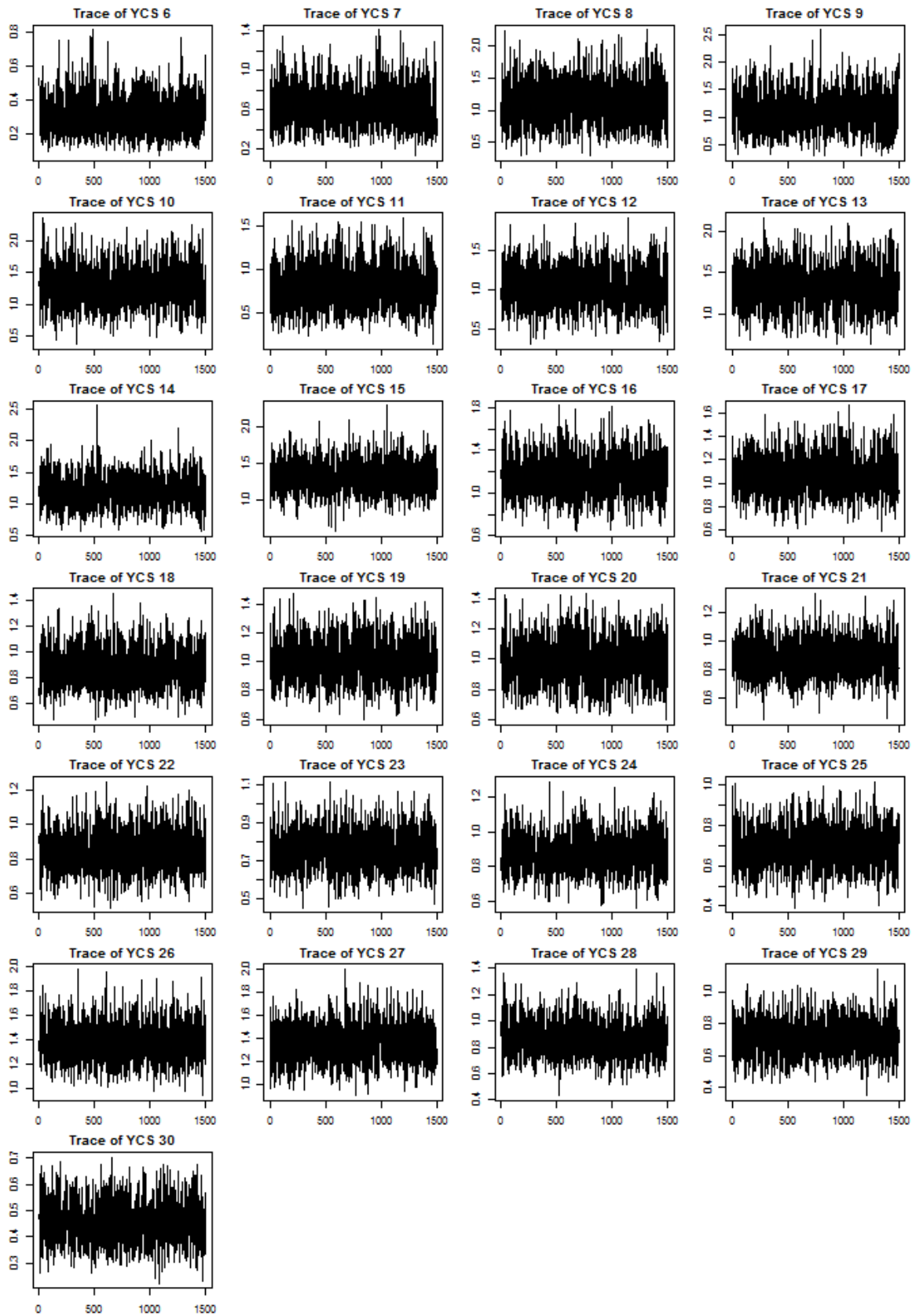


Рис. А3: Полученные по МСМС апостериорные трассировочные графики для всех рассчитанных параметров СГК.

A25. Оценки СГК и функций селективности показаны на рис. А4 и А5. Функции селективности демонстрируют явные различия между съемками, траловыми, ярусными и ловушечным подпромыслами. В ходе траловых съемок и коммерческих траловых подпромыслов наблюдалась главным образом молодая рыба, а ярусные и ловушечный подпромыслы концентрировались на рыбе старшего возраста, причем в ходе LL2 на глубинах свыше 1 500 м ловилась рыба более старшего возраста, чем в ходе LL1 на глубине менее 1 500 м. На ловушечном промысле, по оценке, в основном ловилась рыба старше 15 лет.

A26. Медианный CV, рассчитанный для СГК в период 1992–2010 гг., использовался для получения случайного пополнения за период 2011–2015 гг. и 35-летний прогнозный период 2016–2050 гг. ( $\sigma_R = 0.32$ ). Размер максимального вылова, удовлетворяющий правилам контроля вылова АНТКОМ, исходя из допущения о будущих постоянных ежегодных уловах, получаемых исключительно съемками (20 т) и ярусным промыслом (50% LL1 и 50% LL2), по оценке, составил 3 405 т (табл. А6 и рис. А4).

Табл. А6: Оценки ограничений на вылов в тоннах на основе выборки МСМС, отвечающие правилам контроля вылова АНТКОМ, при (i) медианном необлавливаемом запасе нерестовой биомассы в конце 35-летнего прогнозного периода, равном, по крайней мере, 50% медианного предэксплуатационного уровня ("Цель"), и (ii) менее 10% риска того, что нерестовая биомасса сократится ниже 20% своего медианного предэксплуатационного уровня в любой момент в течение 35-летнего прогнозного периода ("Истощение").

Модель	Ограничение на вылов	Объект лова	Истощение
Оценка запаса 2015 г.	3405	<b>0.502</b>	0.00

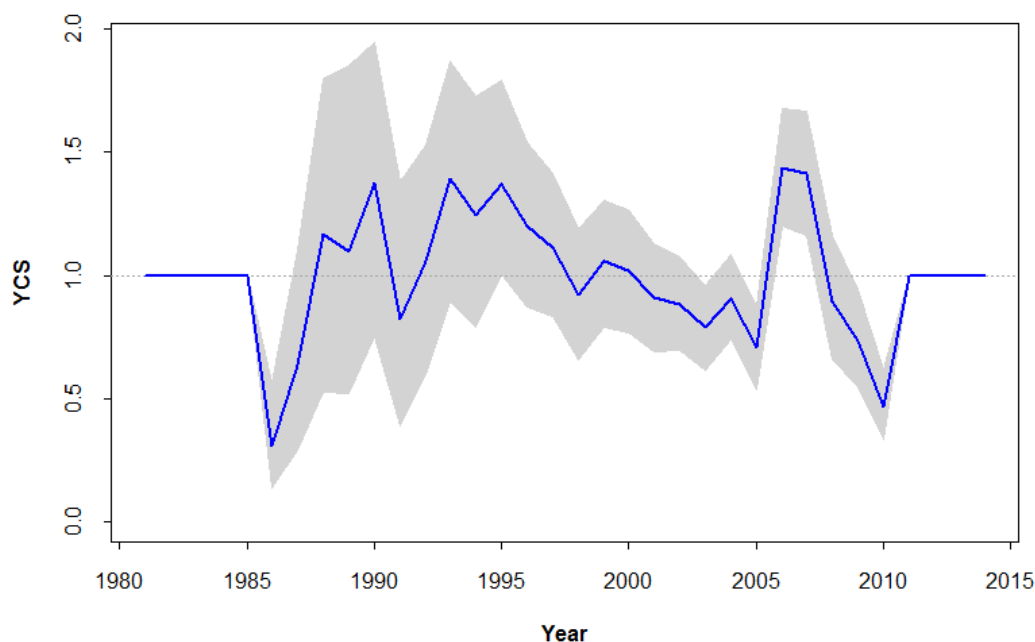


Рис. А4: Оценки силы годового класса (СГК) с 95% доверительными пределами, полученные по выборкам МСМС.

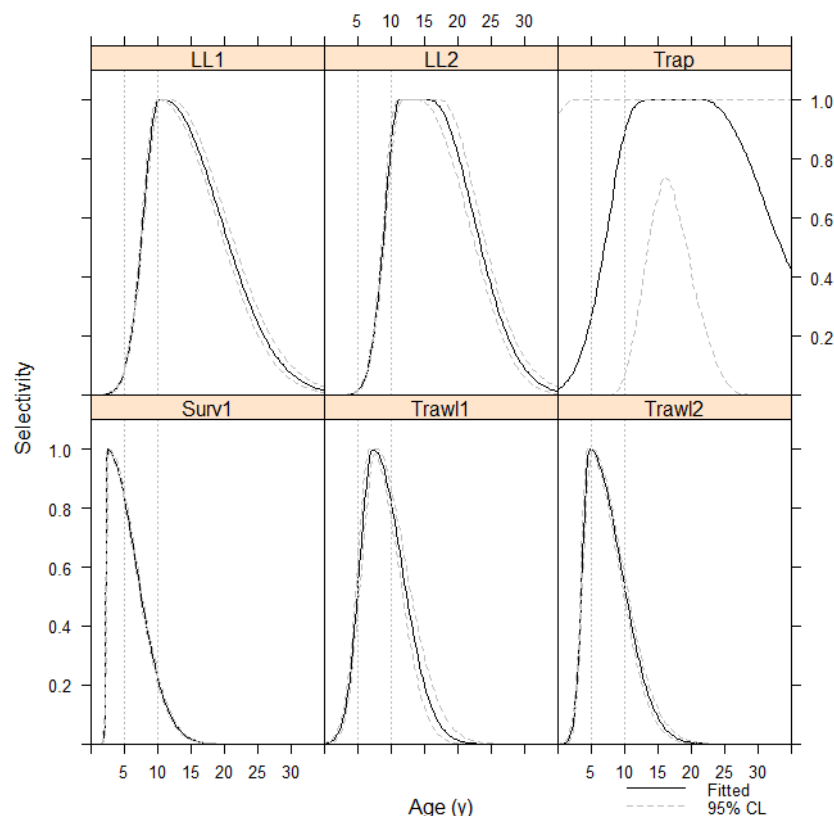


Рис. А5: Рассчитанные двойное нормальное плато и функции двойной нормальной селективности промысла для съемки (Surv1) и коммерческих подпромыслов, демонстрирующие 95% доверительные пределы, полученные по выборкам MCMC. Trawl1 – это траловый промысел с 1997 по 2004 г., Trawl2 – траловый промысел с 2005 по 2015 г., LL1 и LL2 – ярусные промыслы на глубине соответственно <1 500 м и >1 500 м. Показаны вертикальные контрольные линии для возрастов 5 и 10.

### Профиль функции правдоподобия

А27. Профиль функции правдоподобия показан на рис. А6. Данные о меченой рыбе, выпущенной в 2012 и 2014 гг., показали, что объем  $B_0$ , равный примерно 85 000 т, был наиболее вероятным, а данные за 2013 г. показали, что наиболее вероятным объемом  $B_0$  был объем приблизительно 65 000 т. Съёмочные данные о численности показали, что наиболее вероятным объемом  $B_0$  был объем свыше 100 000 т. Соотношение возрастов в уловах на траловом и ярусном промыслах в целом указывает, что более вероятными были высокие уровни  $B_0$ .

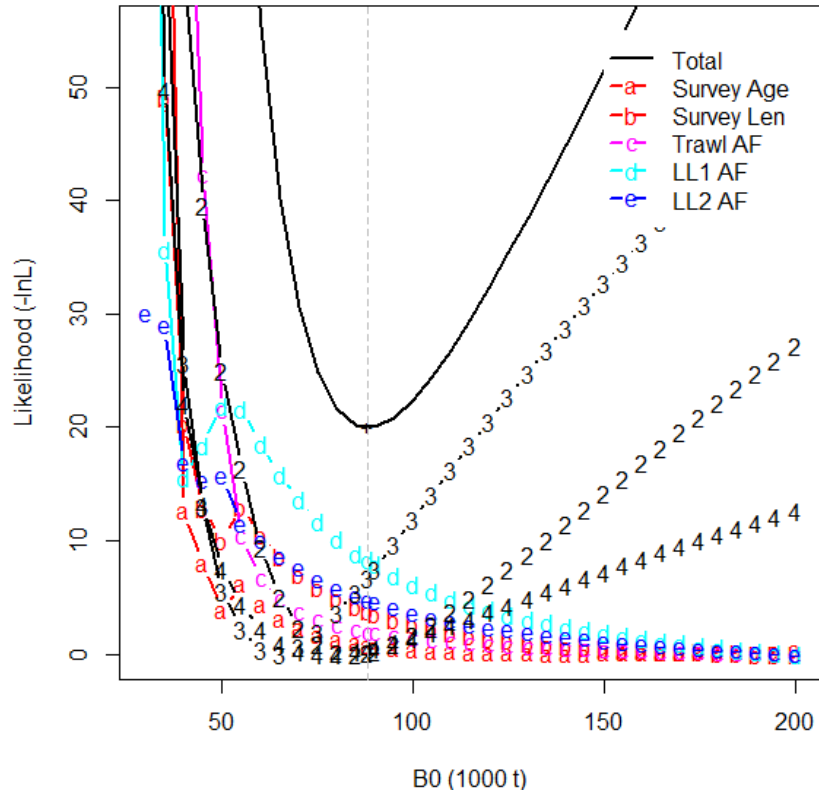
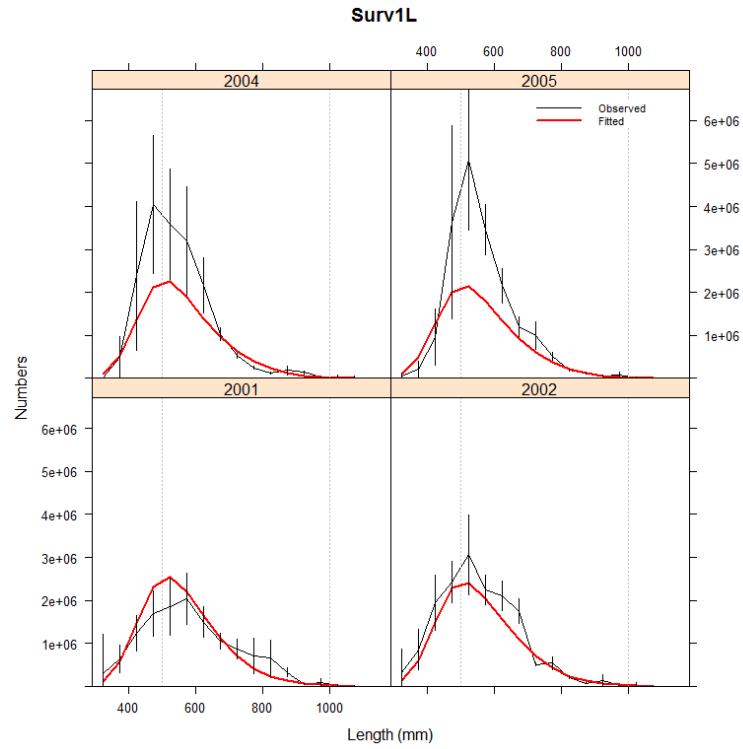


Рис. А6: Профили функции правдоподобия ( $-2$  лог-правдоподобие) для разных значений  $B_0$ . Для построения этих профилей значения  $B_0$  были фиксированными, и только остальные параметры были рассчитаны. Значения для каждого набора данных были пере-масштабированы, чтобы минимальное значение равнялось 0, а общая целевая функция была перемасштабирована до 20. Серая пунктирная линия показывает оценку MPD. Серые сплошные линии показывают общую целевую функцию и 95% доверительные интервалы для обоих профилей функции правдоподобия. "2" означает меченую рыбу, выпущенную в 2012 г., "3" – выпущенную в 2013 г., и "4" – в 2014 г.

### Соответствия модели

A28. Соответствия модели MPD съемочным наблюдениям, наборам данных по относительному возрастному распределению для коммерческих подпромыслов и данным о выпущенной в ходе ярусных подпромыслов меченой рыбе показаны на рис. А7–А15.

(a)



(b)

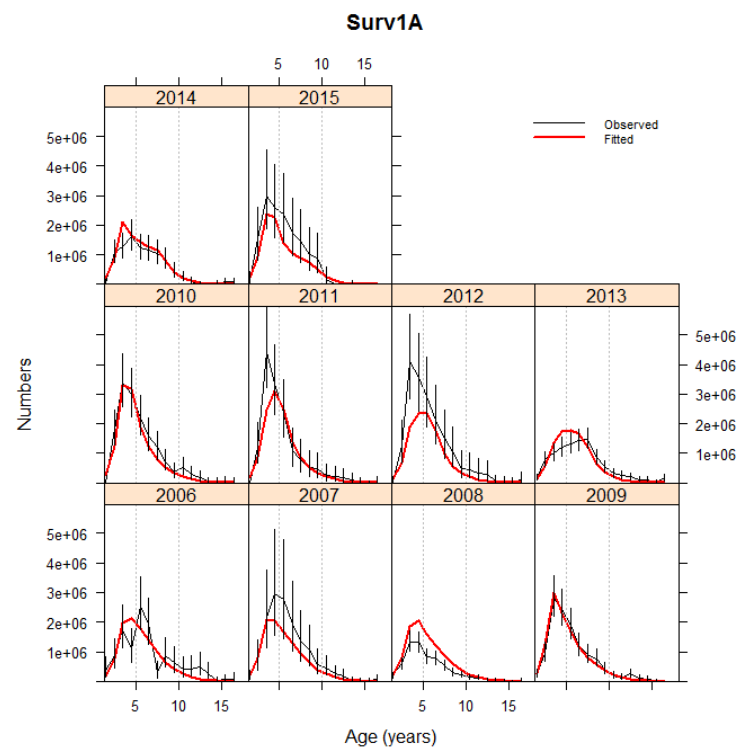
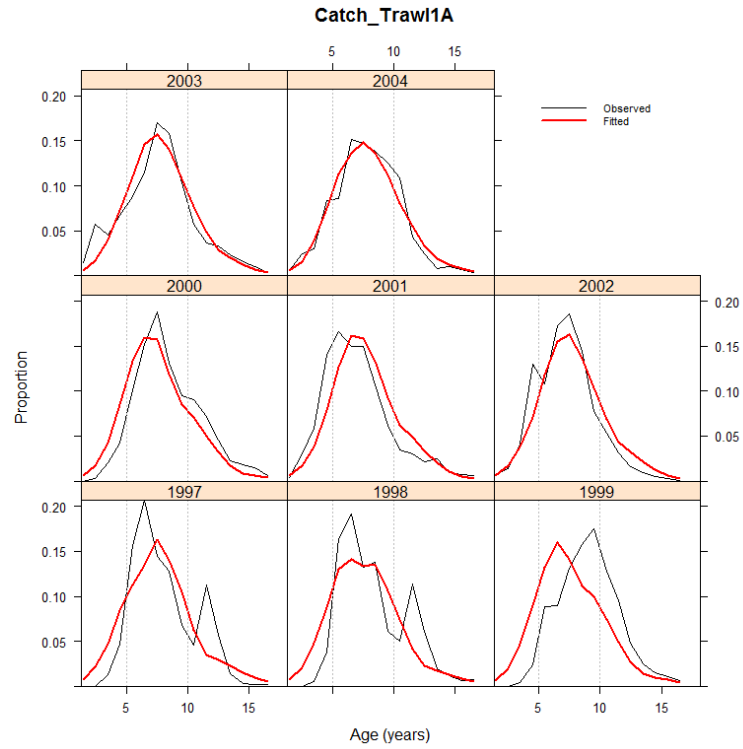


Рис. А7: Наблюдавшаяся (черные линии с приблизительным 95% ДИ) и ожидавшаяся (красные линии) (а) численность по длинам и (б) численность по возрастам для съемки. Некоторые годы не являются последовательными.

(a)



(b)

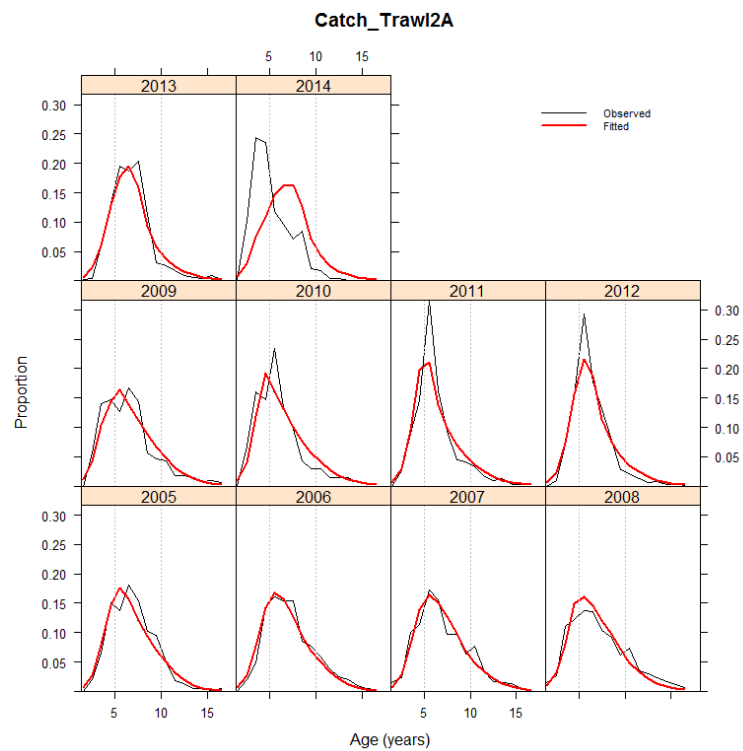


Рис. А8: Наблюдавшиеся (черные линии) и ожидавшиеся (красные линии) доли по возрастам для (a) Trawl1 и (b) Trawl2.

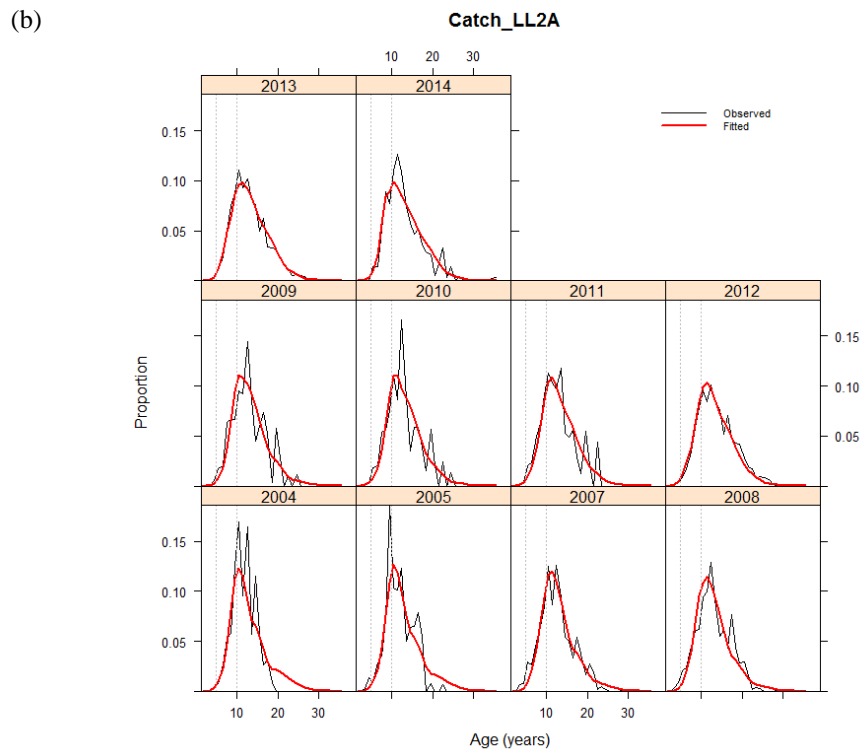
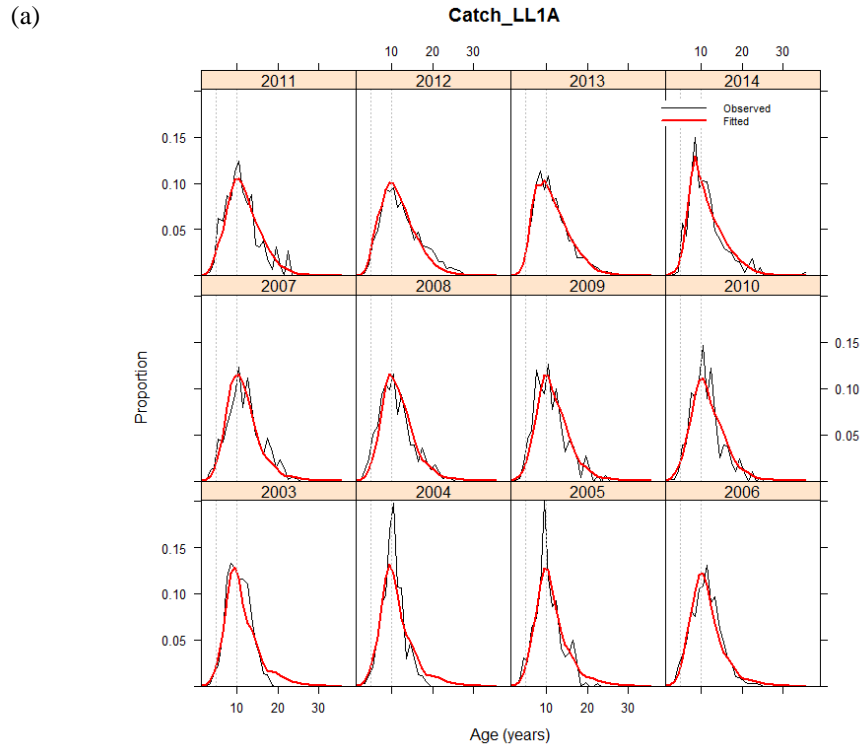


Рис. А9: Наблюдавшиеся (черные линии) и ожидавшиеся (красные линии) доли по возрастам для (a) LL1 и (b) LL2.



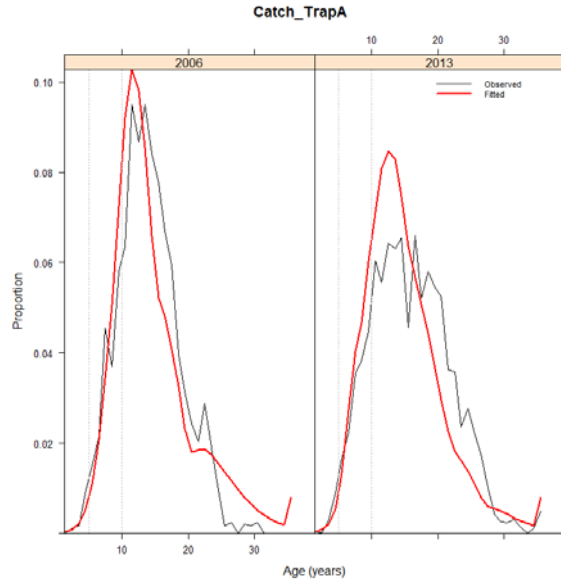


Рис. А10: Наблюдавшиеся (черные линии) и ожидавшиеся (красные линии) доли по возрастам для ловушечного промысла. Обратите внимание, что годы не являются последовательными.

(a)

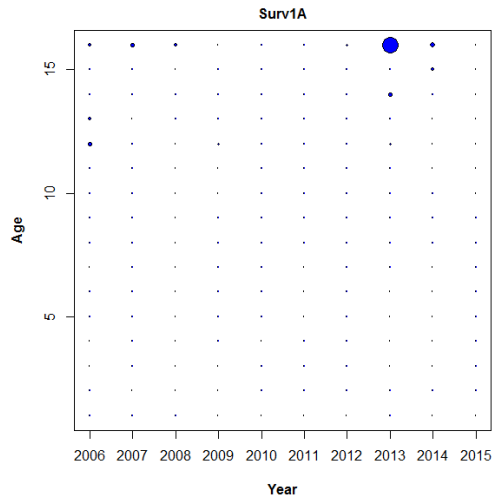


Рис. А11: Пирсоновские остатки соответствий МРД по возрасту и году для (a) съемки, (b) коммерческих траловых и (c) ярусных подпромыслов.  
(продолж.)

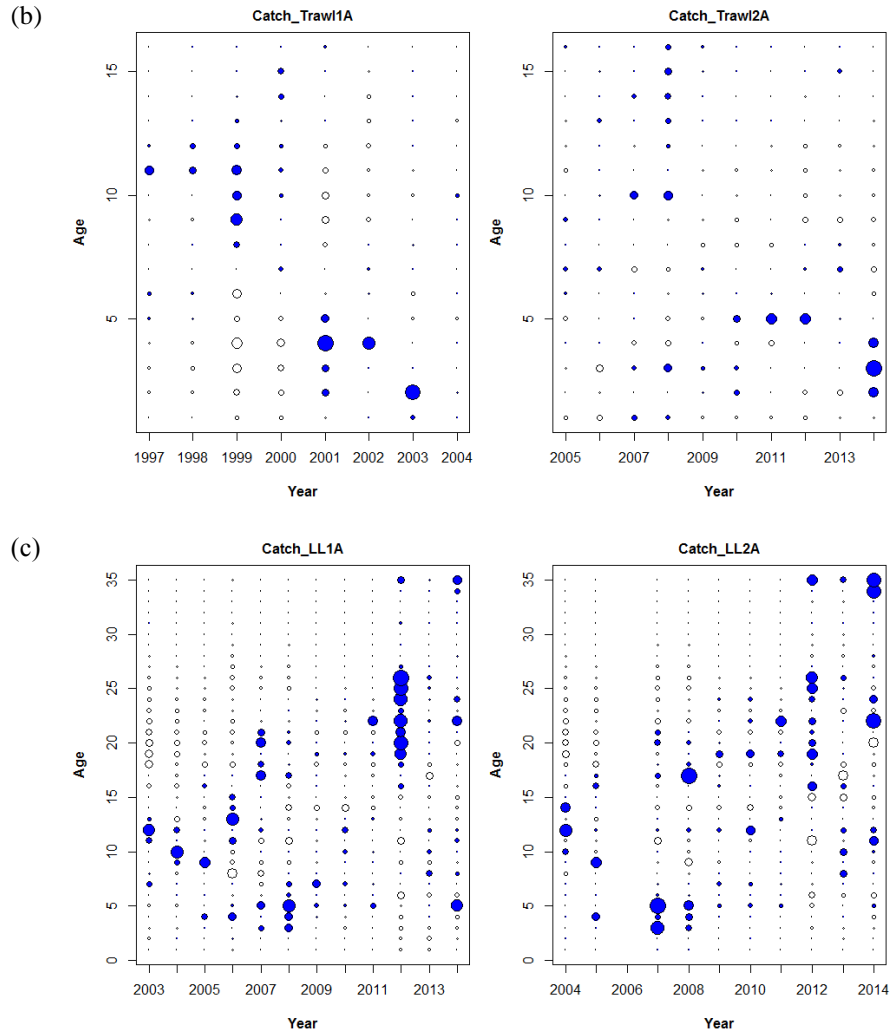


Рис. А11 (продолж.): Пирсоновские остатки соответствий МРД по возрасту и году для (а) съемки, (b) коммерческих траловых и (c) ярусных подпромыслов.

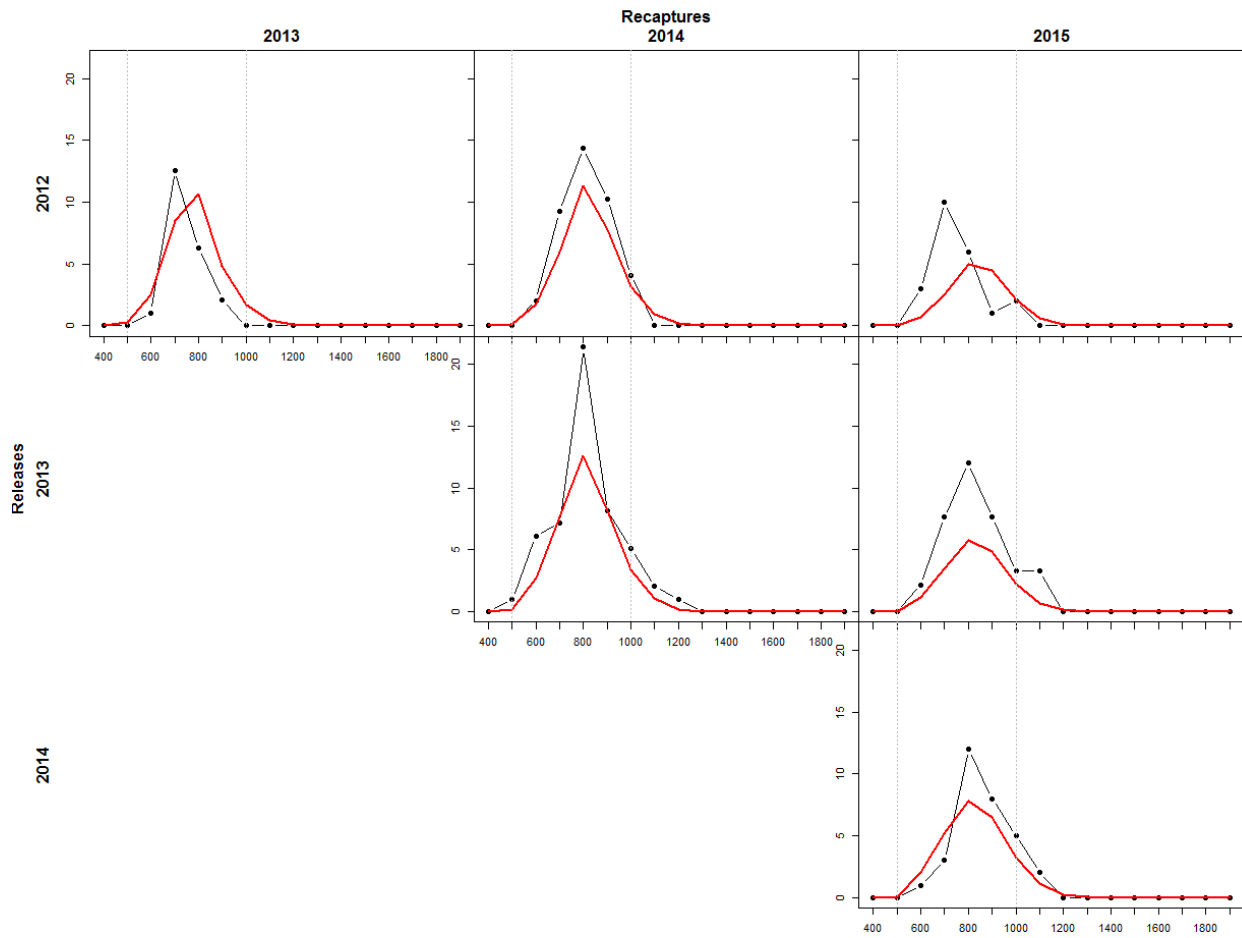


Рис. А12: Наблюдавшиеся (черные линии) и ожидавшиеся (красные линии) повторные поимки меченой рыбы по интервалам длины 100 мм для меченой рыбы, выпущенной в 2012–2014 гг., и меченой рыбы, повторно пойманной в 2013–2015 гг.

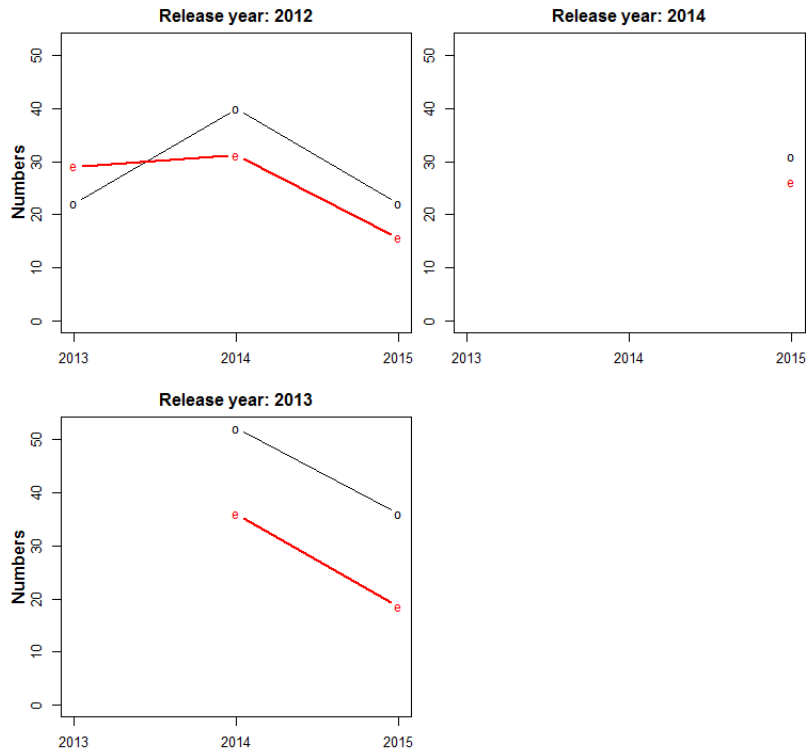


Рис. А13: Наблюдавшиеся (черные линии) и ожидавшиеся (красные линии) общие повторные поимки меченой рыбы по годам выпуска для меченой рыбы, выпущенной в 2012–2014 гг., и меченой рыбы, повторно пойманной в 2013–2015 гг.

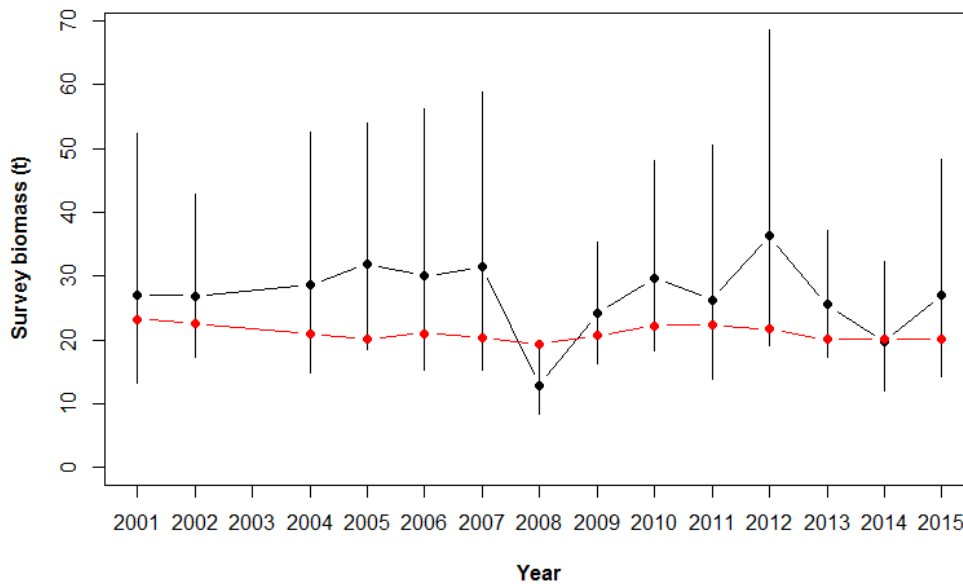


Рис. А14: Рассчитанная съемочная биомасса (с ориентировочным 95% ДИ) наблюдавшегося при съемке количества (черные) и ожидавшегося при съемке количества (красные).

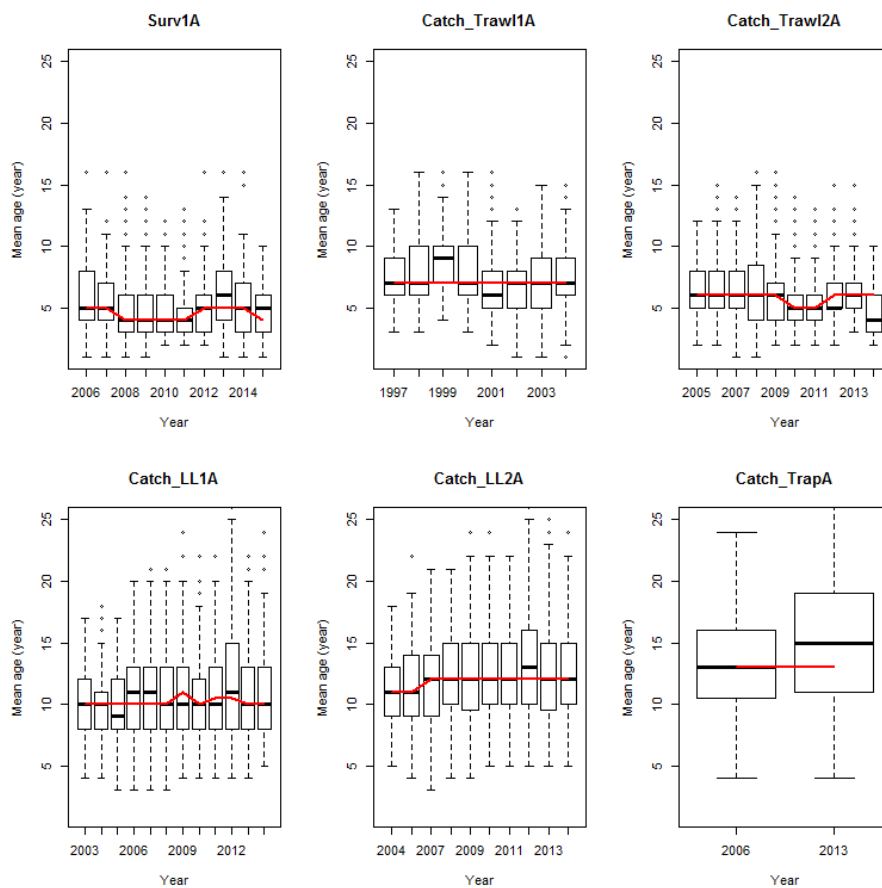


Рис. А15: Ящичковые диаграммы наблюдавшихся возрастов по подпрограммам и ожидавшихся медианных возрастов (красные линии).