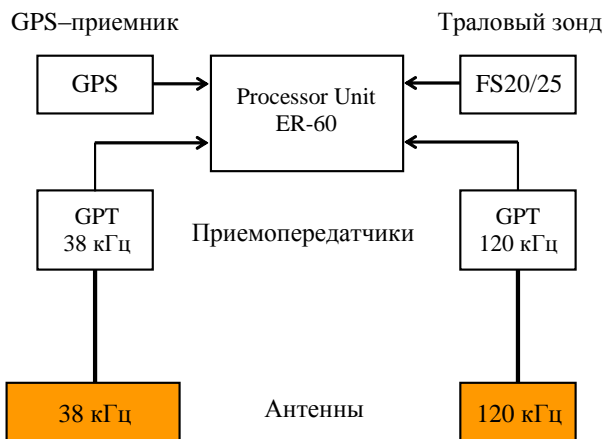
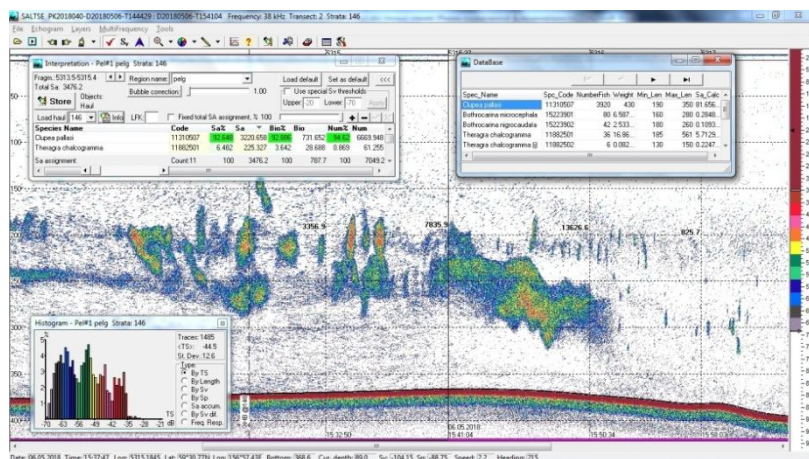


Гидроакустический эхоинтеграционный метод оценки водных биоресурсов



Гидроакустическая измерительная система



Основой технологии гидроакустической оценки запасов является измерение силы обратного поверхностного рассеяния от скопления гидробионтов в пределах выбранного слоя и расчёт их численности по известной отражательной способности (силе цели).

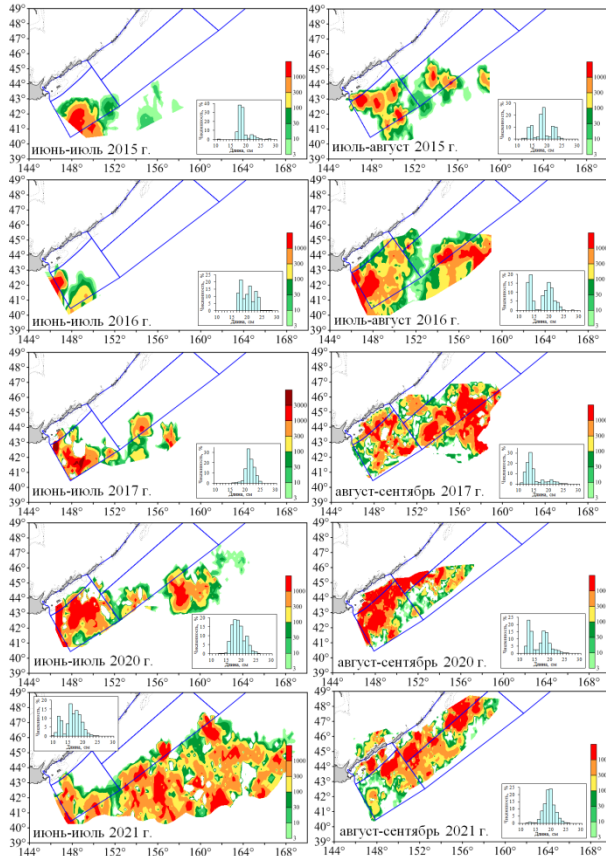
Сардина: $TS=20\log(L)-71,6$ (Porteiro et al., 1996)

Скумбрия: $TS=20\log(L)-72,8$ (Кузнецов и др., 2021)

Преимуществом метода является непрерывность регистрации скоплений, а также возможность обследования больших площадей за короткий временной промежуток. Траловая съёмка представляет дискретный метод измерений, тогда как акустическая — непрерывный. Научные эхолоты регулярно калибруются, что позволяет сопоставлять полученные данные. Достоинством метода является возможность оценки вертикального распределения гидробионтов.

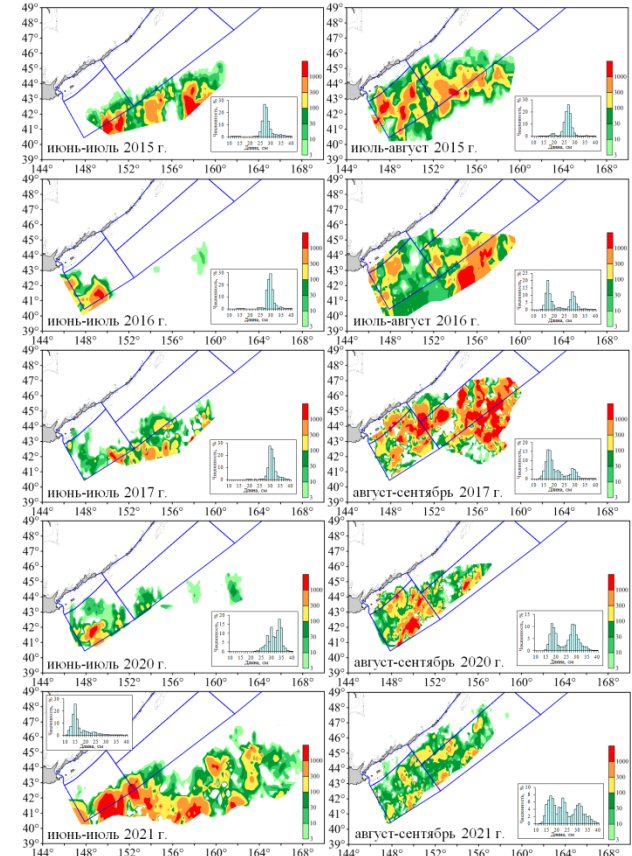
Пространственное распределение сардины и скумбрии в СЗТО (тыс.экз./миля²) в 2015-2021 гг.

Сардина



Характерным для этих видов рыб является их начальное накопление (в июне-июле) в юго-западной и в южной части исследований и дальнейшее распространение (в августе-сентябре), по мере прогрева приповерхностных вод, на север и северо-восток в океанские воды южных и средних Курильских островов.

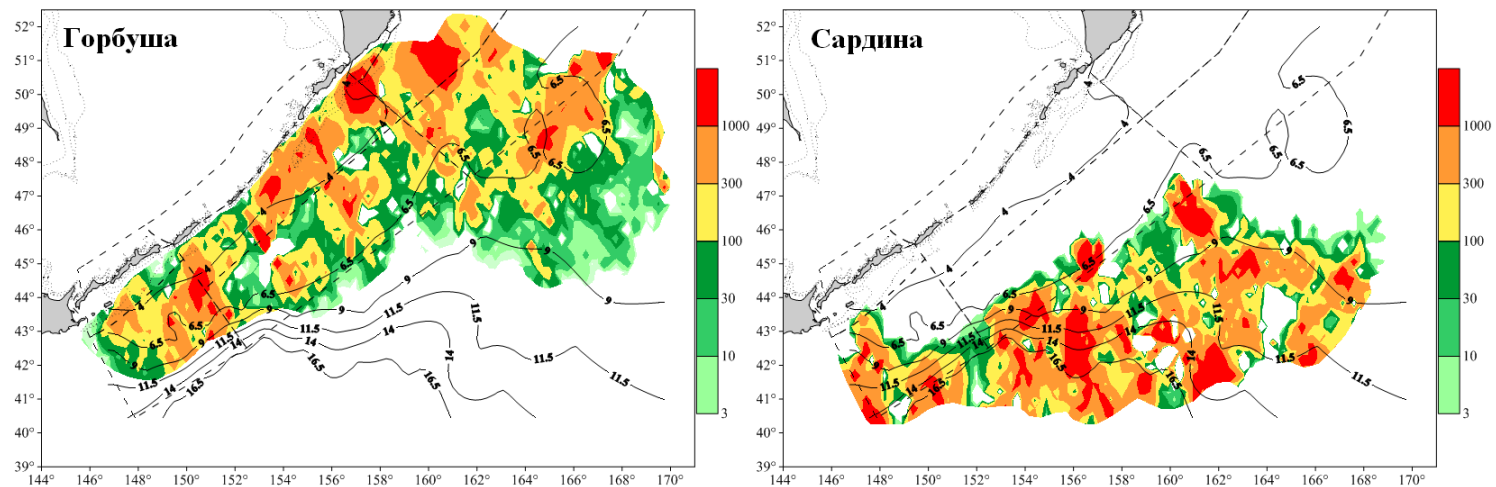
Скумбрия



В отличие от предыдущих лет, в августе 2021 г. скопления сардины и скумбрии продвинулись значительно севернее (выше 48° с.ш.), занимая океанские и прибрежные воды средних и северных островов Курильской гряды.

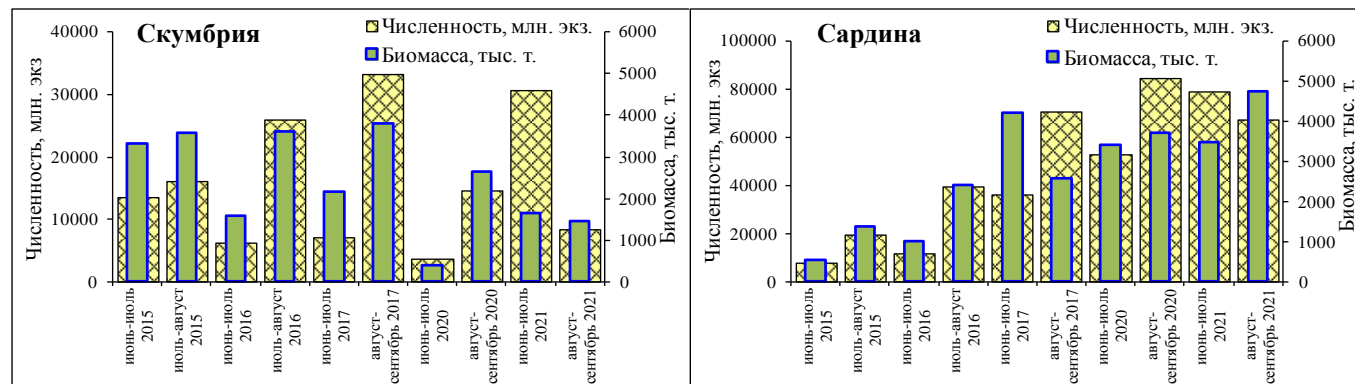
Распределение горбуши (экз./миля²) и сардины (тыс.экз./миля²) в СЗТО в июне-июле 2021 г.

Одной из особенностей распределения рыб в верхней эпипелагиали СЗТО в летний период является пространственная дифференциация лососей и сардины. Граница распространения лососей в период съемки проходила по акватории с температурами воды ниже 8-9°C. Скопления сардины были расположены к югу от северной границы Субарктического фронта в водах с температурами выше 6-7°C и избегали более холодных вод. Зоной смешения этих видов рыб являлось пространство между изотермами 6 и 8°C.

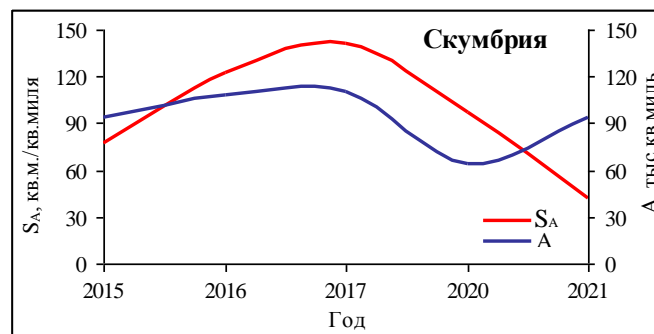
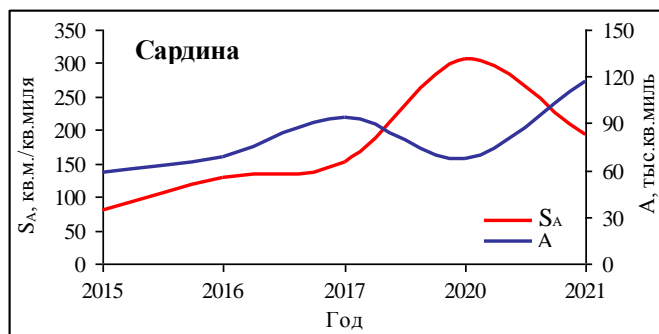


Такая территориальное разделение различных видов рыб является ярким примером успешного использования кормовых ресурсов при минимальной конкуренции за пищу. Позже лососи продолжили свои анадромные миграции, а на освободившееся пространство, по мере прогрева приповерхностных вод (в августе-сентябре), распространились нагульные скопления сардины и скумбрии.

Численность и биомасса сардины и скумбрии в СЗТО в 2015-2021 гг.



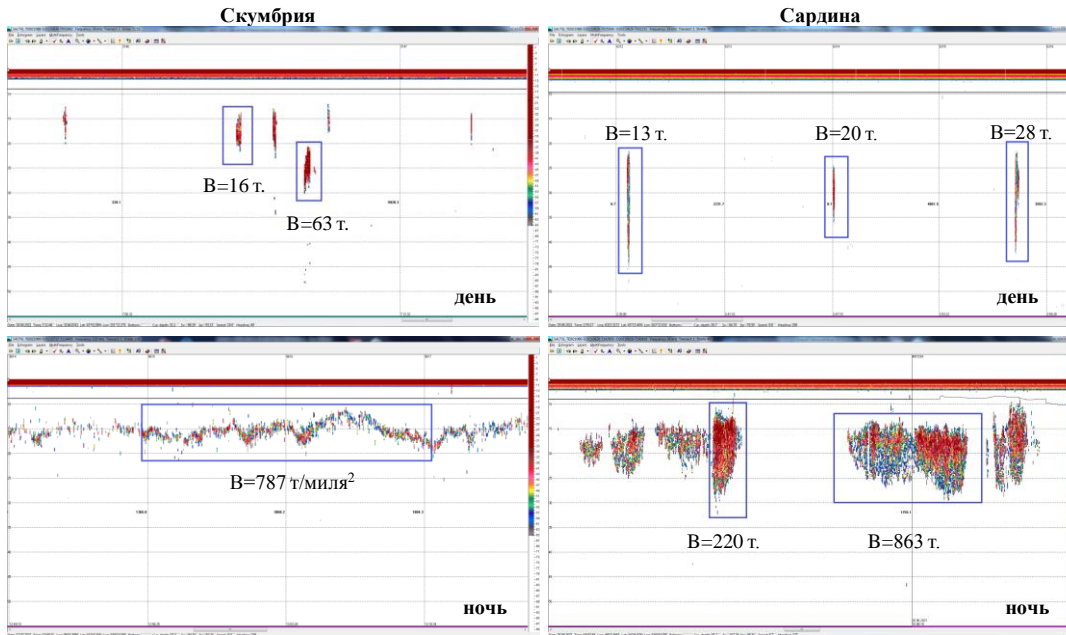
Максимальные эхоинтеграционные оценки биомассы скумбрии были получены в августе-сентябре 2017 г. В последние годы наметилась тенденция снижения ее обилия. Оценки сардины растут. В августе-сентябре 2021 г. оценки биомассы сардины были самыми высокими за весь период наблюдений.



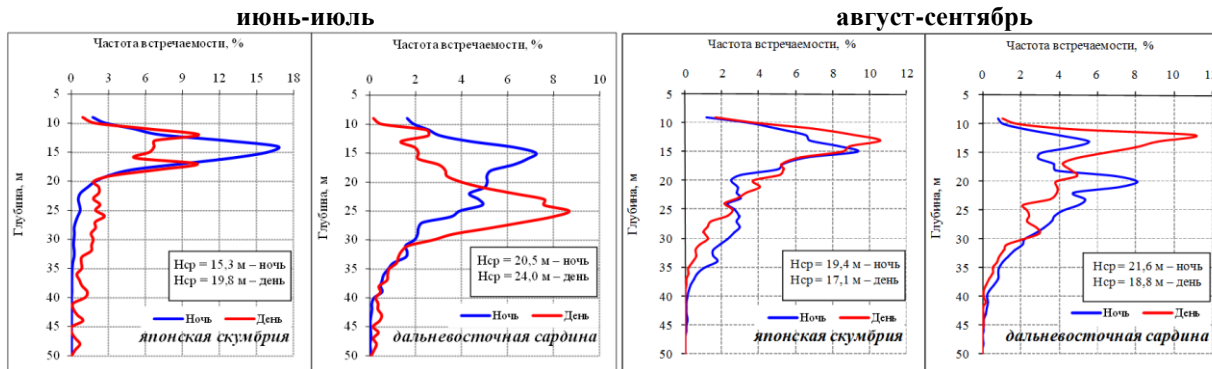
S_A – акустическая плотность
 A – площадь скоплений

Однако, плотности скоплений сардины в 2021 г. были меньше, чем в 2020 г. Рост биомассы сардины произошел за счет увеличения площади распространения скоплений и среднего размера рыб в уловах. Т.е. площади занимаемые скоплениями, растут, а плотности падают.

Суточное вертикальное распределение и миграции



Сардина и скумбрия обитают в приповерхностных горизонтах на глубине до 30 м. Скумбрия в дневное время образует плотные косяки высотой 3-12 м, протяженностью 10-45 м. Биомасса косяков варьирует от 6 до 70 т (в среднем 18 т). Косяки сардины высотой 8-24 м и протяженностью 20-100 м. Биомасса варьирует от 8 до 120 т (средняя 32 т).



В темное время косяки скумбрии рассеиваются до дисперсных слоев. Сардина сохраняет косячное состояние, но структура становится более рыхлой и увеличивается их горизонтальная протяженность (до 700 м).

Диапазон суточных вертикальных миграций в июне-июле 2021 г. составил 3,5 м у сардины и 4,5 м у скумбрии. Осенью суточные вертикальные перемещения сардины и скумбрии отсутствовали. В темное время за счет рассеяния рыб центр концентрации смещался в более глубокие горизонты: на 2,3 м у скумбрии и на 2,8 м у сардины.