

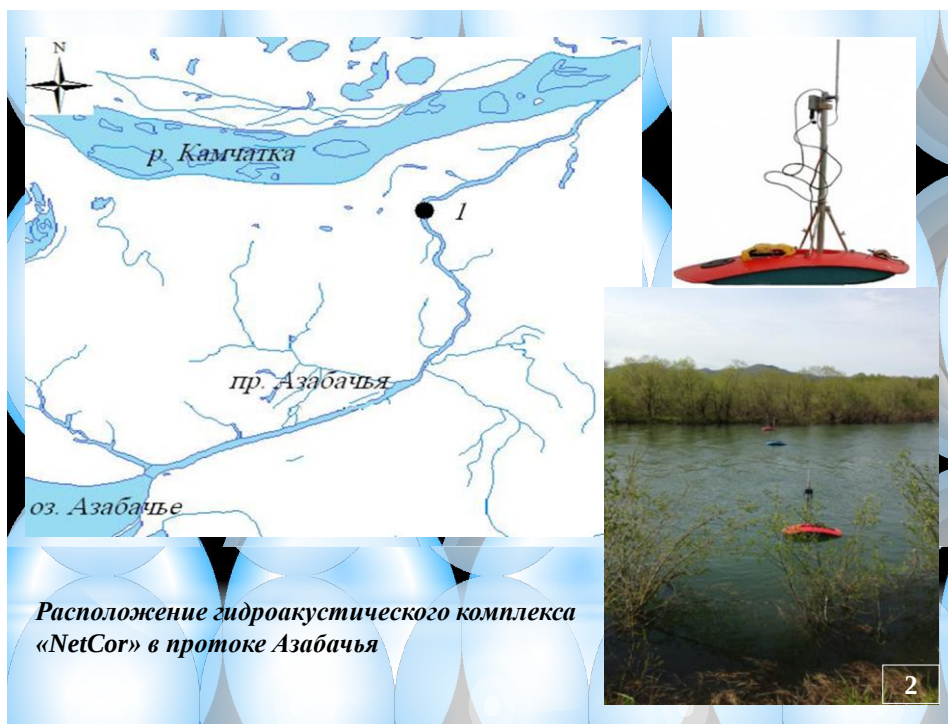
Комплексный мониторинг пропуска производителей тихоокеанских лососей на нерестилища р. Камчатка в режиме реального времени

Е.С. Фадеев

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»)

Для рационального ведения рыбного промысла необходим ежегодный мониторинг состояния запасов эксплуатируемых гидробионтов. Важным элементом мониторинга является оценка численности производителей, избежавших пресса промысла, которые будут составлять репродуктивную основу популяции. Величина пропуска производителей на нерестилища является производной промысла и вполне может служить основой при принятии решений по мерам его управления. Современные акустические системы учета, при наличии соответствующего программного обеспечения, в принципе способны удовлетворить существующие на сегодняшний день потребности в этой области. Оперативность обработки информации составляет около суток, обслуживание комплекса не требует большого числа квалифицированных сотрудников — вполне достаточно одного оператора, обеспечивающего бесперебойное питание комплекса и обработку материалов. Цель данной работы – повышение эффективности оценки запасов тихоокеанских лососей на основе комплексного мониторинга пропуска .

В 2013 г. впервые в бас. р. Камчатка для подсчета производителей был установлен отечественный гидроакустический комплекс «NetCor», позволивший получать данные по пропуску производителей в режиме реального времени. Результаты гидроакустических исследований показали хорошую сопряжённость с результатами авиаучётных работ

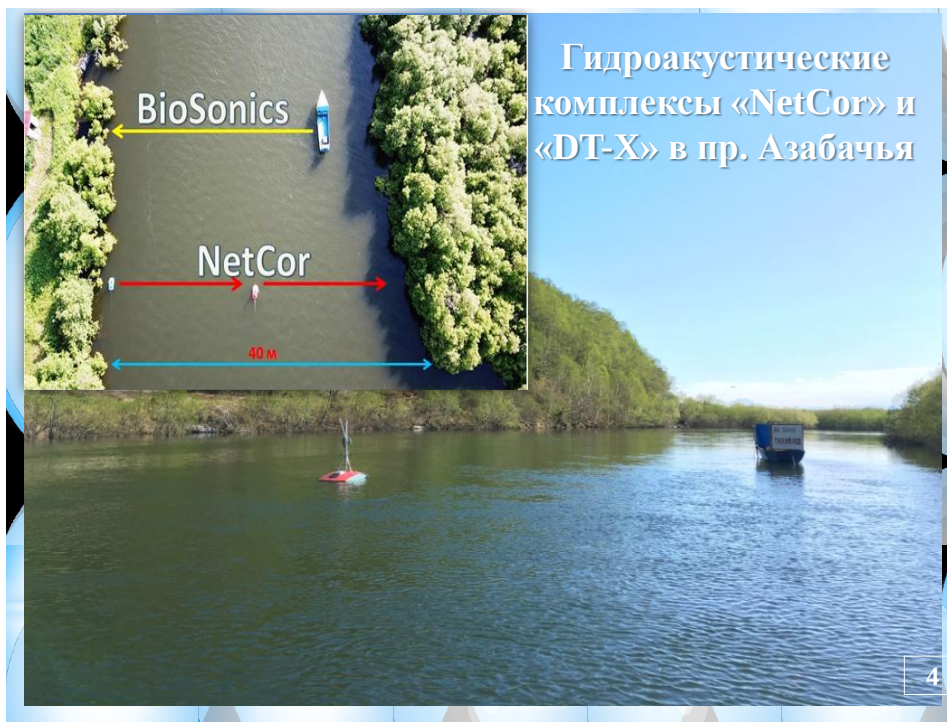


В 2018 г. был внедрён ещё один гидроакустический комплекс для учёта производителей – DT-X (BioSonics Inc, США). С целью проведения калибровочных работ комплекс был впервые апробирован в бас.р. Озерная, в истоке которой оборудован постоянный рыбоучётный створ, а учет производителей на рыбоучётном заграждении (РУЗ) осуществляется визуально.



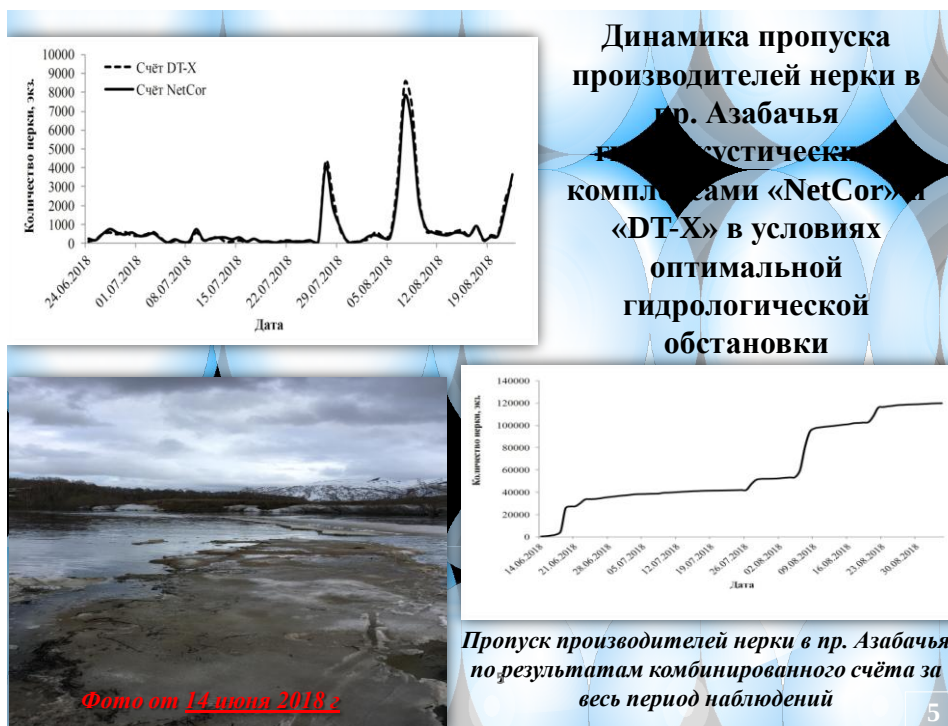
Гидроакустические комплексы «NetCor» и «DT-X» были установлены на гидроакустическом створе в протоке Азабачья в непосредственной близости друг от друга. Датчики гидроакустического комплекса «NetCor» устанавливали на две оригинальные

плавучие платформы и каждый зондировал сектор сечения протоки, в то время как датчик комплекса «DT-X» был установлен на платформе лодки со стороны отмелой части протоки и зондировал все её сечение.



В результате одновременных учётных исследований было установлено, что в условиях оптимальной гидрологической обстановки ранее внедрённый комплекс «NetCor» имеет близко сопоставимый счёт с новым комплексом «DT-X».

Учитывая преимущества каждого из комплексов в отдельные гидрологические периоды, были получены комбинированные оценки пропуска. За весь период гидроакустических исследований, проведённых с 14 июня по 4 сентября 2018 г., гидроакустическими комплексами было учтено 120 тыс. производителей нерки.



Работа комплексов тестировалась параллельными оценками численности нерестующих производителей альтернативными методами. В 2018 г. состоялось три авиаучётных обследования оз. Азабачье сотрудниками ФГБНУ «КамчатНИРО» с борта вертолетов. В режиме получения оперативных оценок по заполнению нерестилищ был также использован беспилотный летательный аппарат. Аэрофотосъёмку осуществляли с помощью квадрокоптера «Mavic PRO» от производителя «DJI». За весь период нереста нерки было проведено 3 обследования озера и его притоков.

Суммарно для двух сезонных форм по данным авиаучёта пропуск нерки в озеро оценили в 136 тыс. экз., по данным гидроакустики – 120 тыс. экз. Учитывая погрешность каждого из методов, счёт является сопоставимым.

Аэрофотосъёмка нерестилищ с помощью квадрокоптера



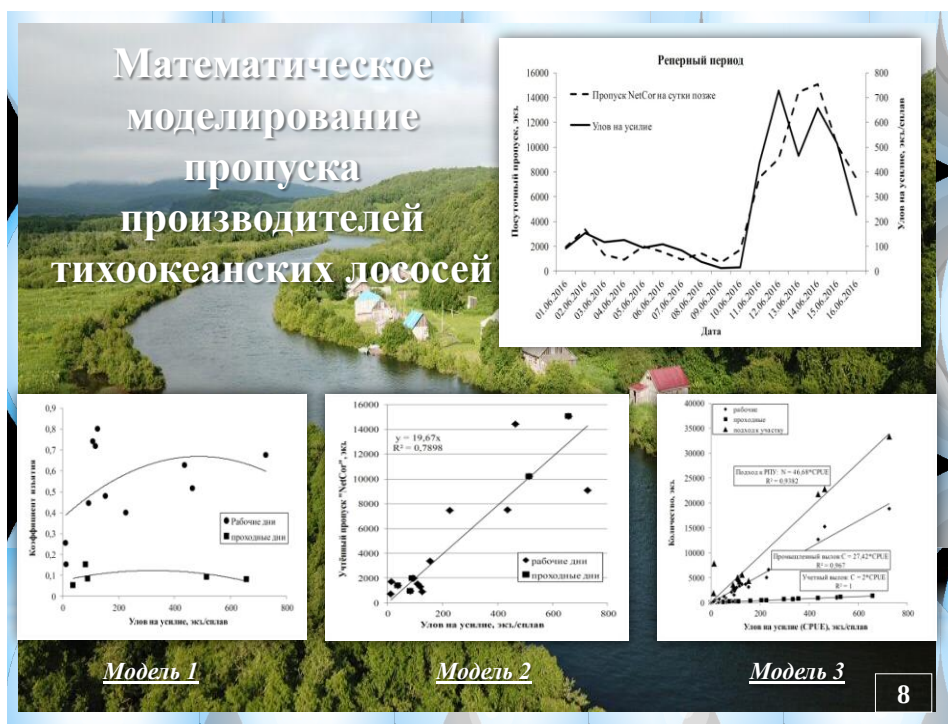
Наряду с гидроакустическими работами осуществлялся также контрольный лов на рыбопромысловом участке в бас. р. Камчатка. В периоды, определенные Комиссией по регулированию промысла анадромных видов рыб в Камчатском крае, как проходные, производилось до шести контрольных сплавов в день. Данные обловов усреднялись и в расчетах принимались как средний показатель улова на усилие за день. В промысловые дни были использованы данные из отчетов промысловых журналов.



Используя данные контрольных сплавов и промысловой статистики вылова на речном участке, была разработана математическая модель, оценивающая ежесуточный пропуск

производителей лососей в бас. р. Камчатка. Математическая модель основана на высокой корреляции данных средних промысловых усилий на контрольном участке с данными по пропуску нерки в оз. Азабачье, полученных с использованием гидроакустического комплекса в период с 01 по 16 июня 2016 г. Этот период был принят за эталонный.

Используемая модель основана на линейной регрессии. Пропуск по ней вычисляли, как разницу между подходом рыбы к участку и промышленным выловом в рабочие дни (или уловами контрольных сплавов в проходные дни). Модель достаточно хорошо адаптирована в качестве инструмента оперативного контроля пропуска для целей быстрого реагирования при регулировании промысла.



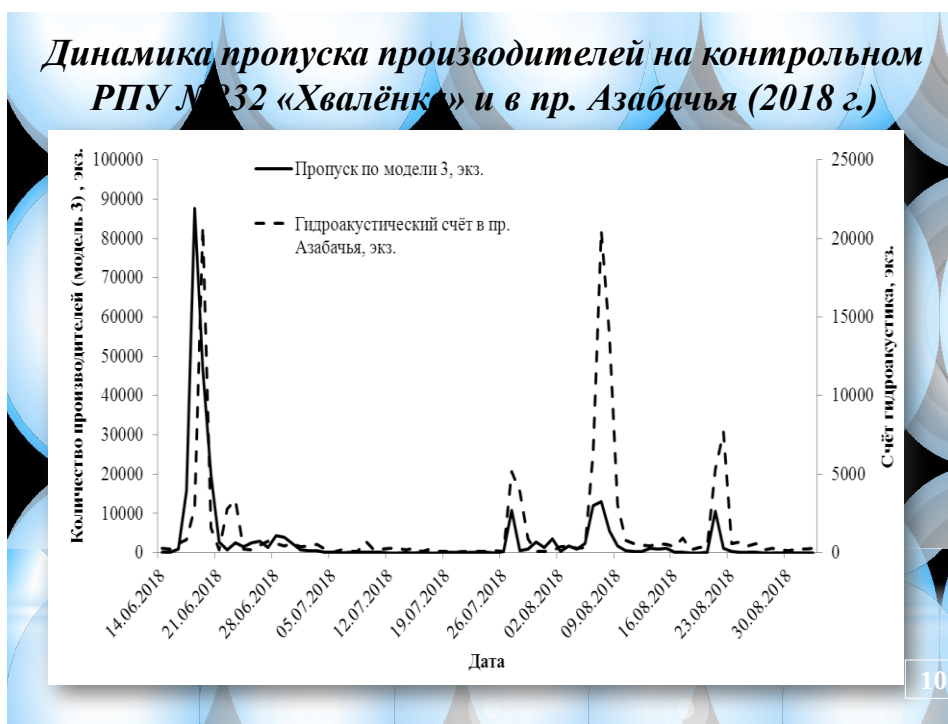
В результате оценки пропуска нерки по всему бассейну реки, полученная по результатам применения модели в 2016 г., составил 300 тыс. особей. При этом результаты авиаучётов подтвердили численность производителей на уровне 260 тыс. экз. В 2016 г. на контрольном участке проводили до двух контрольных сплавов. В следующие годы количество контрольных сплавов увеличили сначала до четырёх (2017 г.), а потом и до шести (2018 г.). Увеличение числа контрольных сплавов, равномерно распределенных в промысловом периоде, позволяет получить более точные оценки моделирования и уменьшить ошибку.

Модельная оценка пропуска нерки в 2017 г. составила 493 тыс. особей. В 2018 г. с помощью авиаучётных работ и гидроакустического комплекса были получены оценки практически по всему бассейну р. Камчатка для ранней и поздней форм нерки. Оценки с помощью вертолёт проводили сотрудники «КамчатНИРО» регулярно. В результате пропуск

по всему бас. р. Камчатка оценили в 278 тыс. особей. При этом пропуск по результатам моделирования составил 275 тыс. экз.

Сравнительные (модельные и фактические) оценки пропуска производителей нерки в бассейне Камчатки, 2016-2018 гг., тыс. экз.			
Год	Оценки		Примечания
	модельные	авиаучет	
2016	300	260	авиаучеты в бассейне р. Камчатка, ранняя и поздняя формы, оз. Азабачье (обе формы) – данные по NetCor.
2017	493	340	300 тыс. – авиаучет ранняя форма + 40 тыс. данные NetCor (поздняя форма оз. Азабачье). Авиаданные по пропуску поздней формы в остальной бассейн отсутствуют.
2018	275	278	Авиаучет включает раннюю форму всего бассейна р. Камчатка, позднюю – бас. оз. Азабачье, Двухюрточное, данные по пропуску поздней формы в остальной бассейн реки фрагментарны.

Выявлено высокое соответствие результатов применения модели и динамики пропуска производителей на контрольном РПУ, а также динамики пропуска в пр. Азабачья. Наиболее выраженное сходство динамики наблюдали в 2018 г.



Применение описанного алгоритма в отношении других видов лососей, численность которых на нерестилищах не подтверждена данными прямых учетов, дает возможность оценить их пропуск. Так, была оценена численность кеты, кижуча и чавычи, мигрировавших

на нерестилища в 2016–2018 гг. В 2018 г. модельную оценку пропуска получали в оперативном режиме для регулирования промысла.

В итоге, разработан оригинальный комплексный метод контроля пропуска, включающий в себя в качестве структурных компонентов:

1. Прямые учетные работы;
2. Гидроакустический учет в створе контрольного притока;
3. Динамика уловов на усилии в основном речном створе;
4. Биологические показатели производителей.

Эти работы позволяют получать оперативные оценки обилия мигрирующих вверх по р. Камчатка лососей в режиме реального времени. Разработанный комплексный подход, в ряду прочих, позволяет решать задачи оперативного контроля достижения ориентиров пропуска производителей и выработки управленческих решений в отношении принимаемых мер оперативного регулирования промысла объектов. Данная методика может найти своё применение на других, преимущественно крупных водотоках, в обширных бассейнах которых затруднительно получать прямые оценки пропуска производителей