

УДК 639.2.081.7

ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ (*ONCORHYNCHUS*) БАССЕЙНОВ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК

Е.С. Фадеев



Стажер-иссл., Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел.: (4152) 42-49-92
E-mail: ltd-quest@mail.ru

ГИДРОАКУСТИКА, КОМПЛЕКС NETCOR, КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ, ПРОИЗВОДИТЕЛИ, ТИХООКЕАНСКИЕ ЛОСОСИ, ОЗ. АЗАБАЧЬЕ, Р. КИХЧИК

Оценена численность производителей нерки *O. nerka* протоки оз. Азабачье и производителей кижуча *O. kisutch* р. Кихчик с помощью гидроакустического комплекса NetCor в 2013 г. Выявлены особенности работы с комплексом на исследуемых водоемах, даны рекомендации по использованию комплекса NetCor для количественного учета тихоокеанских лососей в реках Камчатки. Проведен сравнительный анализ данных, полученных с помощью гидроакустического комплекса, авиаучетных работ и визуальных наблюдений. Количество зарегистрированных особей с помощью гидроакустического метода в протоке оз. Азабачье и зарегистрированных производителей при авиаучетных работах существенно различалось. Возможной причиной различия являлось значительное выедание нерки медведями на нерестилищах. Не исключена регистрация гидроакустическим комплексом гольца, что приводит к завышению оценки численности тихоокеанских лососей.

HYDROACOUSTIC ASSESSMENT OF ADULT ESCAPEMENT OF PACIFIC SALMON (*ONCORHYNCHUS*) IN SMALL AND MEDIATE RIVER SYSTEMS

E.S. Fadeev

Trainee-researcher, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberedzhnaya, 18
Tel.: (4152) 42-49-92
E-mail: ltd-quest@mail.ru

HYDROACOUSTICS, COMPLEX "NETCOR", QUANTITATIVE EVALUATION, SPAWNERS, PACIFIC SALMONS, THE AZABACH'E LAKE, THE KIKHCHIK RIVER

Abundance of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* and coho salmon *O. kisutch* spawners in the Azabach'e Lake and Kikhchik River respectively was assessed with the use of "NetCor" hydroacoustic complex in 2013. It has been figured out operation specifics of the device at mentioned water bodies and recommendations on the use in order to improve quantitative valuation of Pacific salmon in streams of Kamchatka. Comparative analysis was made for data obtained from using the hydroacoustic complex, visual observations from the air and from the land. The number of spawners in the channel of Azabach'e Lake reviled by the hydroacoustic method was strongly different from the number estimated from the helicopter. The difference possibly may be caused by extensive predation of bears on spawning grounds, reducing the number of fish. An erroneous counting chars as Pacific salmon, unavoidable for the hydroacoustic complex, also may distort true number of Pacific salmon spawners.

Оценка численности репродуктивной части популяций, эксплуатируемых промыслом, является важным элементом ведения рационального рыбного промысла. Особенно это актуально при промысле тихоокеанских лососей, поскольку оценка их численности на путях миграции, выше мест ведения промысла, позволяет осуществлять максимальное изъятие, не причиняя ущерб популяции в целом.

Гидроакустический метод регулярно применяется для оценки состояния запасов важнейших объектов морского и океанического рыболовства,

озер и водохранилищ (Мочек и др., 1993; Поддубный, Малинин, 1988; Кудрявцев и др., 2005; Simmonds, MacLennan, 2005; и др.).

Современные акустические системы учета, при наличии адекватного программного обеспечения и адаптации к условиям различных водотоков, смогут удовлетворить существующие на сегодня потребности в оценке состояния запасов. Они снабжены платформами и могут быть установлены в низовьях рек немногим выше последних рыбалок или непосредственно в нерестовых водотоках. Одна из задач состоит в разработке про-

граммного продукта, адекватного существующим особенностям нерестового хода тихоокеанских лососей, в частности способного идентифицировать отдельных особей в совокупности в период их рунного хода в реках. Подобная отработка методики и калибровка акустического комплекса была предпринята в 2010–2011 гг. в истоке р. Озерной на научном пункте КамчатНИРО, оборудованном стационарным рыбоучетным заграждением. В 2012 г. работы продолжались. Кроме того, проведены экспериментальные исследования по учету покатной молоди нерки этого стада (Дегтев и др., 2012).

В 2013 г. впервые была предпринята попытка перенести накопленный опыт на другие водотоки Камчатки: в частности, осуществлены работы по регистрации производителей нерки в протоке Азабачьей по пути их следования к нерестилищам оз. Азабачьего и кижуча в р. Кихчик гидроакустическим комплексом NetCor.

Цель данного исследования заключается в адаптации работы комплекса и модификации методики оценки в условиях средних и малых рек различного водного режима. В результате чего повысится эффективность оценки запасов гидробионтов с помощью нового гидроакустического метода количественного учета.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Научные работы проводили в два этапа. Первый, по учету производителей нерки, проходил с 19 июня по 10 августа 2013 г. в протоке Азабачьей, в 3 км от ее истока из озера, в непосредственной близости от биостанции «Радуга» (структурное подразделение Института биологии моря ДВО РАН, Владивосток) (рис. 1). Второй этап, учета производителей кижуча, был выполнен на р. Кихчик с 1 сентября по 9 октября (рис. 2).

В качестве учетной системы использовали гидроакустический комплекс NetCor, основное назначение которого — количественная оценка рыб, проходящих через сканируемое сечение водотока (Дегтев и др., 2007; Павлов и др., 2009, Борисенко и др., 2011).

Комплекс состоял из двух станций — плавучей гидроакустической и береговой контрольно-измерительной. Гидроакустическая станция оборудована плавучей платформой, гидроакустической антенной, поворотным-выдвижным устройством для изменения угла наклона гидроакустической антен-

ны, аккумулятором для питания, модулем «slave» для управления параметрами гидроакустической антенны и ненаправленной антенной для передачи информации на береговую контрольно-измерительную станцию. Береговая станция была снабжена ненаправленной антенной для приема информации с плавучей гидроакустической станции, модулем «Мастер» для записи информации и аккумулятором для питания. Радиопередача велась в нелицензируемом диапазоне радиочастот ISM 2,4 ГГц с использованием трансиверов NanoLoc (стандарт IEEE 802.15.4a) (Дегтев и др., 2012). Данные, полученные с гидроакустической антенны, передавались на береговую станцию и записывались на съемный USB-накопитель. Оператор счи-

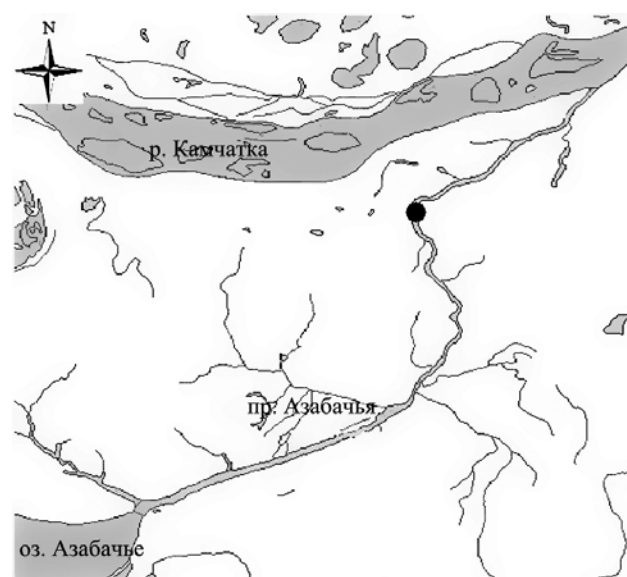


Рис. 1. Расположение станции для проведения количественного учета производителей нерки гидроакустическим методом на протоке Азабачьей

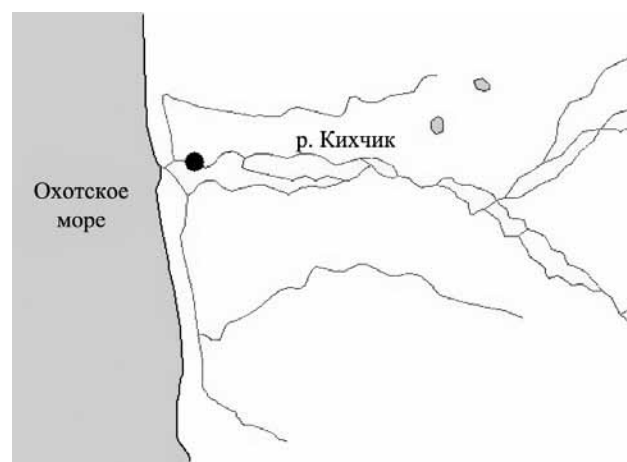


Рис. 2. Расположение станции для проведения количественного учета производителей кижуча гидроакустическим методом в р. Кихчик

тывал полученные данные и проводил их обработку. Как правило, обрабатывалась информация, полученная за предыдущие сутки работ. На обработку файлов за одни сутки требовалось около 30 минут. Математическое обеспечение системы состоит из компьютеров платформы x86 под управлением ОС Windows и программного обеспечения: программы сбора данных и управления комплексом «NetCor. Экспедиция», программы обработки данных в отложенном времени «NetCor. Обработка» и пакета программ Microsoft Office, включающего редактор электронных таблиц Excel (Дегтев и др., 2012). Автономность системы ограничивалась емкостью аккумуляторов и функционировала от одних до трех суток.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе работ, осуществленном в протоке Азабачьей, были установлены три плавучие гидроакустические станции, а на берегу оборудована контрольно-измерительная станция.

По результатам обработки файлов за весь период работ комплексом NetCor было зарегистрировано 53,384 тыс. экз. производителей нерки (рис. 3). Максимальное количество производителей (3,199 тыс. экз.), мигрировавших на нерест через контролируемое сечение протоки за день, наблюдали 17 июля, минимальное (34 экз.) — 23 июня 2013 г. (рис. 4).

Для разделения учтенной нерки на раннюю и позднюю расы был проведен анализ сезонной динамики зрелости (по гонадосоматическому индексу) самок нерки из промысловых уловов в устье р. Камчатки (рис. 5).

По результатам проведенного анализа, производителей, учтенных

комплексом до 7 июля, отнесли к нерке ранней формы, с 8 июля и позже — к нерке поздней расы. В результате, по нашим расчетам, всего в оз. Азабачье в 2013 г. зашло порядка 10 тыс. производителей нерки ранней и 43 тыс. производителей поздней расы.

По окончании работ мы сравнили результаты, полученные с помощью гидроакустического комплекса, авиаучетных работ и прямых подсчетов рыб на нерестилищах, выполненных нашими сотрудниками, а также сотрудниками биостанции «Радуга».

По данным уловов контрольной сетью, сотрудники КамчатНИРО отмечали увеличение числа производителей нерки в оз. Азабачьем возле устья р. Пономарки в двадцатых числах июня. Количество нерки, зашедшей на нерест в эту реку в 2013 г., по экспертной оценке, составило не менее 1,0 тыс. особей.

По данным сотрудников биостанции «Радуга», в реках и ключах, впадающих в оз. Азабачье, на-

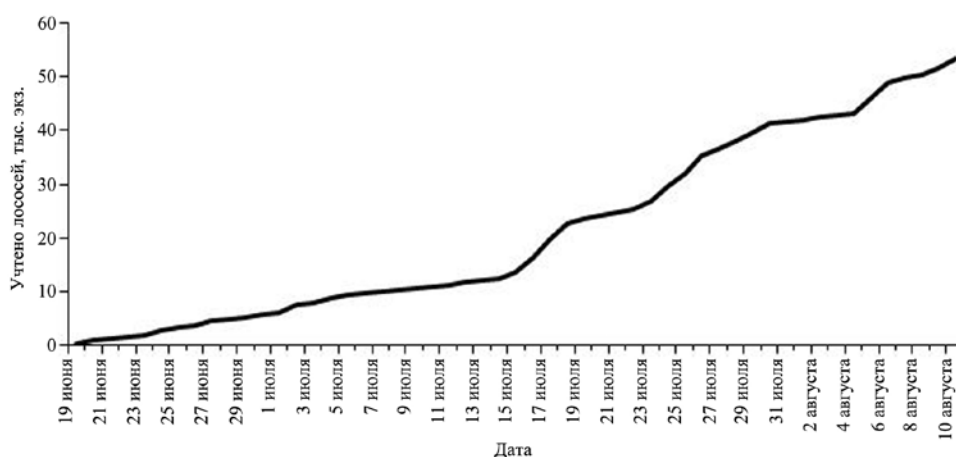


Рис. 3. Динамика учета производителей нерки в протоке Азабачьей гидроакустическим методом летом 2013 г. (с накоплением результата)

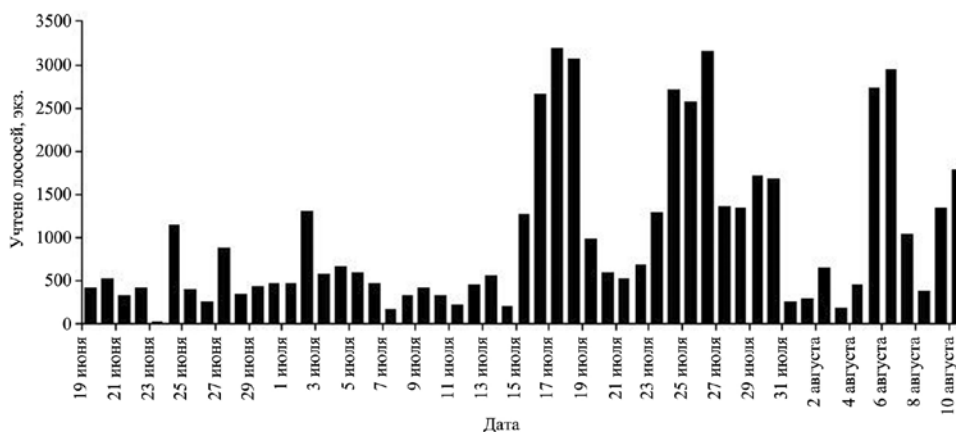


Рис. 4. Динамика учета производителей нерки в протоке Азабачьей гидроакустическим методом летом 2013 г. (по дням наблюдений)

блюдали не менее 5,0 тыс. экз. ранней нерки без учета рыб рек Бушуева и Пономарка. Учет проводился в первой половине июля. Однако данные авиаучета на нерестилищах озера имели некоторые отличия от полученных с помощью гидроакустического метода и визуальных учетов. Авиаучет производителей ранней нерки на нерестилищах в оз. Азабачьем проводился 27 июля, причем большая часть рыбы и гнезд были учтены на нерестилищах р. Бушуева. Всего на нерестилищах учли не более 2,0 тыс. производителей ранней нерки. Обобщив результаты, получили, что гидроакустическим способом на путях миграции в водоем зарегистрировано 10 тыс. производителей ранней нерки, с помощью визуального учета на нерестовых площадях отмечено не менее 5 тыс. экз., но без учета в крупных реках Бушуева и Пономарка. Авиаучет зарегистрировал не более 2,0 тыс. экз. ранней нерки в конце нереста. Из вышеизложенного можно предположить, что поскольку в мелкие ручьи производители заходили в небольших количествах, не более 200 экземпляров на один ручей, они не смогли отнереститься и были в значительной своей части съедены медведями. Нерест состоялся только в притоках с глубокими чашами либо в приустьевых пространствах притоков.

Авиаучет поздней нерки в оз. Азабачьем провели в начале сентября. Было учтено около 16 тыс. производителей нерки. По данным сотрудников биостанции «Радуга», в литоральной зоне озера нерка в 2013 г. появилась очень поздно — во второй половине августа. В этот период на литорали озера отмечено не более 700 экз. производителей нерки. В устье р. Бушуева нерку наблюдали с первой декады августа и до первой декады сентября в количестве нескольких десятков тысяч особей.

Авиаучеты ранней и поздней нерки на нерестилищах в целом показали существенно меньше лососей, чем было зарегистрировано гидроакустическим методом в протоке Азабачьей.

Отметим, что гидроакустические учетные работы в протоке Азабачьей в 2013 г. проходили в условиях экстремально низкой численности производителей, которую отмечали раньше (до 1980 г.) лишь в годы депрессии запасов. При этом последние годы можно охарактеризовать как годы стабильно высокой численности запасов и нерестовой части популяции нерки р. Камчатки в целом и ее заходов в оз. Азабачье в частности.

Данное обстоятельство, безусловно, способствовало последовательному наращиванию в бассейне озера численности медведей, которые, как известно, являются консументами высшего порядка. Рыба в период нереста является основным источником накопления жира для медведей перед зимовкой. Причем наиболее доступным источником пищи является именно ранняя нерка, нерестящаяся в мелких ключах, в отличие от нерки поздней формы, нерестящейся в литорали озера, а также в более крупной р. Бушуева. Этим обстоятельством объясняется, как могла возникнуть разница в оценке численности ранней нерки гидроакустическим комплексом и оценке с вертолета непосредственно на нерестилищах месяц спустя. По итогам анализа можно заключить, что нерест ранней нерки в оз. Азабачьем в 2013 г. состоялся на чрезвычайно низком уровне.

В целом, результаты наших работ в протоке Азабачьей показали, что технические характеристики гидроакустического комплекса позволяют регистрировать лососей, проходящих через сканируемое сечение реки, и проводить их счет по данным силы цели. Сила цели закладывается в соответствии с размерами исследуемого объекта и для конкретного водоема. Для протоки Азабачьей в программу обработки были заложены данные, позволяющие регистрировать половозрелую нерку. При этом есть предположение, что крупный голец также регистрировался на эхограммах, что могло привести к ошибке результирующей оценки по счету нерки в сторону увеличения. Сейчас нами разработан ряд изменений в настройках программного обеспечения. Это позволит из регистрации исключить большую часть гольца, тем самым существенно снизить возможную ошибку определений. Также в месте проведения гидроакустических учетных работ следует

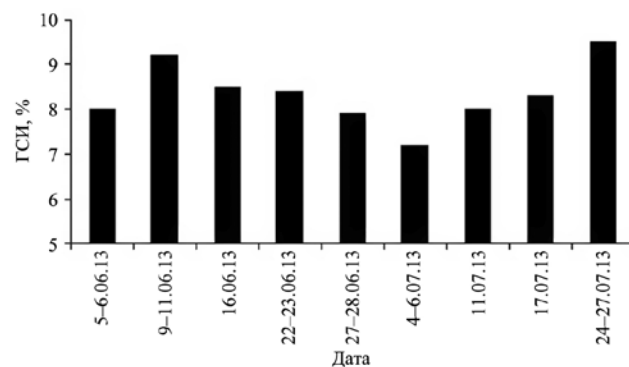


Рис. 5. Сезонная динамика зрелости нерки уловов ставных неводов в Камчатском заливе

проводить контрольные обловы, с целью оценки доли гольца в реке в период его учета при расчетах численности производителей тихоокеанских лососей.

Учет производителей кижуча в р. Кихчик на западном побережье Камчатки. Для проведения исследований была выбрана станция учета приблизительно в 3 км от устья реки. Гидроакустический комплекс установили между лицензионными участками № 703 и № 704, на которых велся промысел лосося предприятием ООО «Большереецк». Установка комплекса несколько отличалась от схемы, использованной нами в протоке Азабачьей. Так, в реке Кихчик выставили всего две антенны. Однако их было вполне достаточно, чтобы охватить зоной регистрации все русло этой реки.

Место установки плавучих платформ было выбрано достаточно удачно: не создавалось турбулентных завихрений, ширина реки составляла не более 15 метров и позволяла работать двумя гидроакустическими платформами.

За время наблюдений наиболее активный заход кижуча на нерест в р. Кихчик отмечен с 10 по 16 сентября 2013 года (рис. 6). После продолжительных осадков и штормового ветра, прошедших 18 сентября 2013 г., уровень воды в реке резко вырос, ширина увеличилась в 3 раза. При этом вынос бревен и большая скорость течения не позволили устанавливать ранее снятое оборудование, так как это могло привести к его поломке. Информации о количестве кижуча в период с 18 по 27 сентября собрать не удалось. Предположить, сколько производителей прошло в этот период, мы не можем, так как промысел был затруднен в результате половодья. Также устья реки были перемыты, что затрудняло или практически препятствовало нерестовой миграции кижуча.

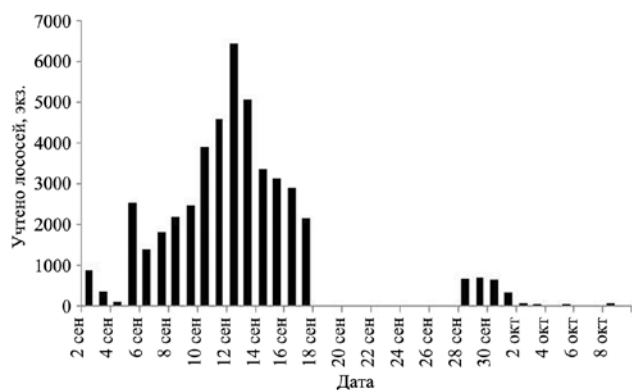


Рис. 6. Динамика учета производителей кижуча в р. Кихчик гидроакустическим методом осенью 2013 г. (по дням наблюдений)

В результате, всего за весь период наблюдений в р. Кихчик учтено немногим более 46 тыс. производителей кижуча (рис. 7). Выше по течению реки от места установки комплекса находился лицензионный рыбопромысловый участок № 704, суммарный вылов кижуча на котором в 2013 г. составил 32 т. По данным биоанализов, средняя масса тела кижуча равнялась 3,2 кг. С учетом полученной средней навески, на речном участке № 704 было выловлено 10 тыс. экз. кижуча.

Таким образом, численность кижуча, прошедшего выше рыбопромыслового участка № 704 в р. Кихчик на нерест в период проведения гидроакустических работ, составила порядка 36 тыс. экземпляров.

Также необходимо отметить, что, по данным авиаучетных работ, выполненных сотрудниками КамчатНИРО 11 сентября 2013 г., количество зарегистрированных производителей на нерестилищах в р. Кихчик находилось на одном уровне с оценками численности производителей кижуча, полученными в результате гидроакустического учета.

Из опыта работ в 2013 г. можно отметить следующее.

При определении места установки следует учитывать факторы, оказывающие влияние на качество эхограмм, такие как: скорость течения реки, ландшафт дна, ширина и глубина водоема. При проведении работ в протоке Азабачьей было выбрано место, удовлетворяющее всем этим условиям. Однако во время наблюдений столкнулись с дополнительным фактором, влияющим на качество эхограмм: активное зарастание дна водоема водной растительностью. В результате на эхограммах появлялись сильные помехи, препятствующие обработке. Сделав детальное обследование про-

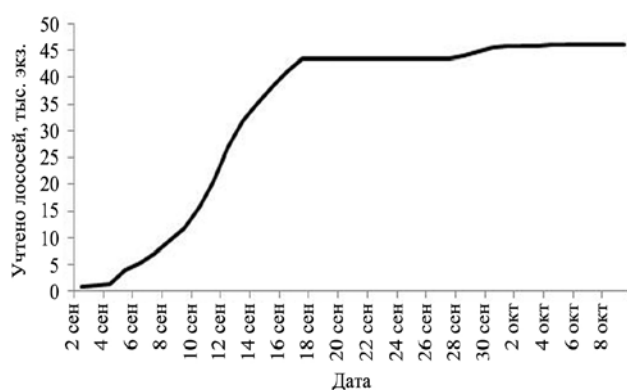


Рис. 7. Динамика учета производителей кижуча в р. Кихчик гидроакустическим методом осенью 2013 г. (с накоплением результата)

токи, на небольшом удалении от прежнего места, ниже по течению, была выбрана станция учета, удовлетворяющая всем требованиям установки гидроакустического комплекса и исключающая недостатки прежнего. Работы в 2014 г. запланированы на новом месте.

При проведении научных исследований в р. Кихчик место установки плавучих платформ было выбрано удачно: не создавалось турбулентных завихрений, ширина реки (не более 15 метров) позволяла работать двумя гидроакустическими платформами. Однако после продолжительных осадков и штормового ветра, пришедших 18 сентября 2013 г., уровень воды резко вырос. Ширина реки увеличилась в 3 раза, вынос бревен и большая скорость течения не позволили устанавливать оборудование, так как это могло привести к его поломке. В дальнейшем при проведении работ на камчатских водоемах следует отдельно рассматривать фактор резких изменений уровня воды в результате погодных и иных явлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненных работ показали, что с помощью комплекса NetCog возможно количественно оценивать производителей нерки и кижуча всех размерных групп во время нерестового хода.

Опыт работ, проведенных в 2013 г., показал, что комплекс необходимо приспособлять к условиям каждого конкретного водотока. Важно учитывать количество рыбы на путях миграции и соотносить с количеством отнерестившихся особей. Так, в годы экстремально низкой численности нерка оз. Азабачьего выедается в большом количестве медведом. Поэтому количество отнерестившейся рыбы может отличаться от рыбы, учтенной комплексом.

Учет производителей ведется в реках, где преобладает один вид тихоокеанских лососей. При этом необходимо учитывать и другие виды рыб, по размерам соотносимые с исследуемым.

Место установки влияет на качество эхограмм. Неправильно выбранное место может затруднить работу оператора, но, как правило, не влияет на количественную оценку. Так, необходимо выби-

рать узкие места со слабым течением, где рыба не отстаивается, а также где дно обильно не зарастает водной растительностью.

Обильные паводки могут сорвать работу на малых реках западного побережья Камчатки. Это вызывает резкий подъем уровня воды и вынос бревен по течению, что может привести к выходу из строя гидроакустической платформы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Борисенко Э.С., Мочек А.Д., Павлов Д.С.* 2011. Гидроакустический метод исследования рыбных ресурсов внутренних водоемов // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Т. 1. М.: Акварос. С. 74–85.
- Дегтев А.И., Моцевикин А.П., Борисенко Э.С., Мочек А.И., Смирнов Ю.В.* 2007. Количественная оценка проходных рыб гидроакустическим методом на мелководных водоемах // Рыб. хоз-во. Вып. 6. С. 69–71.
- Дегтев А.И., Шевляков Е.А., Дубынин В.А., Малых К.М.* 2012. Опыт оценки численности молоди и производителей тихоокеанских лососей гидроакустическим методом на путях миграции в пресноводных водоемах // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 170. С. 113–135.
- Кудрявцев В.И., Дегтев А.И., Соколов А.В.* 2005. Об особенностях количественной оценки запасов байкальского омуля гидроакустическим методом // Рыб. хоз-во. № 3. С. 66–69.
- Мочек А.Д., Пьянов А.И., Павлов Д.С., Борисенко Э.С.* 1993. Биотопическое распределение и точные перемещения фоновых рыб оз. Яринакоч (Перуанская Амазония) // Экология и культивирование амазонских рыб. М.: Наука. С. 143–153.
- Павлов Д.С., Борисенко Э.С., Мочек А.Д., Дегтев А.И., Дегтев Е.А.* 2009. Исследования миграций рыб с помощью гидроакустического комплекса // Матер. конф. «Тобольск научный – 2009». Тобольск. С. 84–87.
- Поддубный А.Г., Малинин Л.К.* 1988. Миграции рыб во внутренних водоемах. М.: Агропромиздат. 224 с.
- Simmonds J., MacLennan D.* 2005. Fisheries Acoustics. Theory and Practice. Second Edition. Blackwell, Oxford. 437 p.