

Научная статья

УДК 597.552.511:57.087.3

DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-1015-1031

EDN: JULFRV



МОДИФИКАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО УЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В РЕКАХ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

В.В. Свиридов¹, Е.В. Подорожнюк¹, В.Д. Никитин², А.В. Скорик^{2*}¹ Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),

680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а;

² Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),

693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. Оценены различные модификации беспилотного учета производителей тихоокеанских лососей в ряде рек Сахалина и Хабаровского края. Проведена маршрутная беспилотная съемка для оценки пригодности такого варианта учета численности в преднерестовых и нерестовых скоплениях. Показана малая пригодность такого подхода для ряда обследованных рек Сахалина и Хабаровского края. Для рек, мало подходящих для маршрутного беспилотного учета, предложен альтернативный подход к оценке численности производителей тихоокеанских лососей. Рекомендовано применение на них беспилотной видеосъемки над контрастным фоном, являющейся модификацией учета с наблюдательских вышек, широко используемой североамериканскими рыбохозяйственными организациями. Даны подробные технические рекомендации по организации беспилотного учета на створе, показаны ограничения данного подхода. Юг Сахалина имеет все предпосылки для широкого внедрения такого учета благодаря сочетанию пространственной компактности, транспортной доступности и жилой инфраструктуры. Маршрутный беспилотный учет, в отличие от учета на створе, позволяет проводить инвентаризацию нерестилищ лососей, оценивать эффективность их нереста. Беспилотный учет на створе нацелен на оценку пропуска для оперативного регулирования промысла, т.е. решает более узкую задачу.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, учетный створ, видеорегистрация, оценка численности, тихоокеанские лососи, Сахалин, Хабаровский край

Для цитирования: Свиридов В.В., Подорожнюк Е.В., Никитин В.Д., Скорик А.В. Модификации беспилотного учета производителей тихоокеанских лососей в реках Сахалинской области и Хабаровского края // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 4. — С. 1015–1031. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-1015-1031. EDN: JULFRV.

* Свиридов Владимир Владимирович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, vladimir.sviridov.1974@yandex.ru, ORCID 0000-0002-6060-1532; Подорожнюк Елена Владимировна, заведующая лабораторией, podorozhnyuk-tinro@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9545-6796; Никитин Виталий Дмитриевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, v.nikitin@sakhniro.ru, ORCID 0000-0002-4685-1228; Скорик Андрей Васильевич, специалист, andrey.prosto.skorik@mail.ru, ORCID 0000-0002-0922-0697.

© Свиридов В.В., Подорожнюк Е.В., Никитин В.Д., Скорик А.В., 2022

Modifications of unmanned aerial survey on spawners of pacific salmon in the rivers of Sakhalin and Khabarovsk Regions

Vladimir V. Sviridov*, Elena V. Podorozhnyuk**, Vitaly D. Nikitin***,
Andrey V. Skorik****

*, ** Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO),
13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia

, * Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),
196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

* Ph.D., leading researcher, vladimir.sviridov.1974@yandex.ru, ORCID 0000-0002-6060-1532

** head of laboratory, podorozhnyuk-tinro@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9545-6796

*** Ph.D., head of laboratory, v.nikitin@sakhniro.ru, ORCID 0000-0002-4685-1228

**** specialist, andrey.prosto.skorik@mail.ru, ORCID 0000-0002-0922-0697

Abstract. Two modifications of unmanned aerial vehicle (UAV) survey on spawners of pacific salmon are examined for certain rivers in Sakhalin and Khabarovsk Regions. The route survey along the rivers was tested to evaluate its applicability for the salmon counting in prespawning and spawning aggregations. Poor suitability of such approach was found for some of surveyed rivers. For these rivers, an alternative approach was proposed, as a localized UAV survey with shooting video over contrast background, like tower videocounts widely used in North America. This kind of survey can be easily adopted for many rivers of southern Sakhalin due to their spatial proximity, transport accessibility, and rather dense population in this area. Detailed technical recommendations for the UAV counting on observation transects are provided and limitations for this approach are shown. The route UAV survey allows to make inventory of the salmon spawning grounds and to evaluate the spawning efficiency, whereas the local UAV survey solves a narrower task for operative fishery regulation as counting the spawners escapement to rivers.

Keywords: unmanned aerial vehicle, observation transect, video survey, spawners abundance, pacific salmon, Sakhalin, Khabarovsk Region

For citation: Sviridov V.V., Podorozhnyuk E.V., Nikitin V.D., Skorik A.V. Modifications of unmanned aerial survey on spawners of pacific salmon in the rivers of Sakhalin and Khabarovsk Regions, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 4, pp. 1015–1031. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-1015-1031. EDN: JULFRV.

Введение

Аэровизуальные методы учета производителей тихоокеанских лососей в нерестовых водотоках широко применяются в России и за рубежом [Фадеев и др., 2019]. В последние годы благодаря снижению стоимости и повышению технических возможностей беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) происходит дополнение или частичное замещение аэровизуального учета беспилотным, который зачастую более экономичен, точен и доказателен [Запорожец, Запорожец, 2017; Свиридов, Золотухин, 2020; Свиридов и др., 2022]. Это является частью общей тенденции по все более активному использованию беспилотников в исследованиях различных водных биоресурсов (ВБР) [Joyce et al., 2018; Harris et al., 2019; Дуленин и др., 2021].

К сожалению, проведение беспилотной аэрофотосъемки водотоков большой протяженности сопряжено со значительными техническими, логистическими, финансовыми и кадровыми сложностями. Так, беспилотники потребительского класса сравнительно недороги, просты в освоении и эксплуатации, однако способны отснять за сутки не более нескольких десятков километров водотока, т.е. не могут в короткие сроки обеспечить околототальную съемку целевого бассейна, что необходимо для оперативного ведения лососевой путины. Даже для сравнительно небольших рек тотальный учет потребителем БПЛА зачастую невозможен из-за ограниченного (несколько километров) полетного расстояния беспилотника и транспортной недоступности отдельных участков для самого оператора. Промышленные дроны имеют большое

полетное расстояние, поэтому могут покрывать аэрофотосъемкой сотни километров в день, благодаря хорошей грузоподъемности их можно оборудовать профессиональной съемочной аппаратурой и получать фотографии повышенного качества. Однако в настоящее время они весьма дороги, сложны в эксплуатации, их обслуживание требует высокой технической квалификации.

Технические ограничения БПЛА могут усугубляться особенностями некоторых обследуемых водотоков, осложняющими получение качественных фотографий с хорошо просматриваемыми производителями: сниженной прозрачностью воды, турбулентностью, большой глубиной, смыканием береговой растительности, сильным обрастанием дна. В таких проблемных реках даже БПЛА промышленного класса не позволяют качественно учесть производителей лососей.

По предварительной оценке, ряд рек Сахалина, а также Амурского лимана и Сахалинского залива Хабаровского края мало подходит для беспилотного учета производителей из-за вышеперечисленных причин. Однако утверждать это однозначно нельзя, требуется проведение полевых испытаний различных БПЛА на данных реках, что и входило в задачи настоящей работы.

Помимо оценки возможности учета численности в данных реках посредством маршрутного (т.е. пространственного, вдоль водотоков) беспилотного учета, была поставлена задача предложить для таких рек альтернативный способ учета посредством БПЛА. Таковым является беспилотный учет на створе, представляющий собой нашу модификацию наблюдений с вышек — «tower counts» [Johnson et al., 2007]. Концептуально эти варианты оценки численности различны: маршрутный учет предполагает получение одномоментной пространственной картины по всему обследуемому бассейну, учет на створе — оценку временной динамики пропуски. Решение двух вышеперечисленных задач (анализ эффективности маршрутного беспилотного учета в ряде отобранных рек, а также отработка альтернативного способа оценки пропуски) было направлено на достижение главной цели работы — тонкую адаптацию (т.е. модификацию) беспилотного учета под специфические условия обследуемых водотоков.

Методика подсчета численности с установленных на берегу вышек активно применяется в Северной Америке с 1990-х гг. для оценки числа производителей, мигрирующих через размещенный на дне светлый (т.е. контрастный) фон. Улучшенная визуализация производителей достигается высокой контрастностью между их окраской и установленным светлым фоном. Существует модификация метода, при которой наблюдатель заменяется видеокамерами, установленными на береговой вышке или натянутом через реку тросе, записывающими видео, используемое для подсчета рыб [Hatch et al., 1994]. Как отмечают некоторые авторы, этот метод учета зачастую может служить качественной и экономичной альтернативой другим видам оценки численности производителей, например гидроакустическому, аэровизуальному и посредством рыбоучетных заграждений (РУЗ) [Johnson et al., 2007; Шевляков и др., 2013; Volk, Munro, 2015; Глубоковский и др., 2017]. В последнее десятилетие системы видеорегистрации над контрастным фоном прочно вошли в систему мониторинга и прогнозирования запасов лососей на небольших (до 15–20 м), неглубоких (до 1 м), сравнительно прозрачных североамериканских реках [Johnson et al., 2007]. Однако публикации, в которых бы упоминалось применение БПЛА вместо подвесных видеокамер, нам не известны.

В России данный подход до настоящего времени не получил должного распространения, в том числе из-за логистических и технических сложностей. Однако в 2012–2014 гг. специалисты ХабаровскНИРО провели тестовые работы на реках Искы и Коль по учету производителей горбуши и кеты посредством подвесных видеокамер над контрастным фоном [Состояние запасов..., 2014].

Предпосылками для модификации существующего метода наблюдений над контрастным фоном, вывода его на более высокий технологический уровень с помощью применения беспилотников стали значительный прогресс в технических возможностях БПЛА, их удешевление и снижение требований к навыкам операторов, отмечаемые в

последние годы. Расчет был на упрощение и удешевление методики учета посредством использования БПЛА вместо видеокамер или наблюдателя на вышке, тестирование ее на реках Сахалина, а также Амурского лимана и Сахалинского залива Хабаровского края.

Материалы и методы

Для оценки эффективности маршрутного беспилотного учета производителей в реках Сахалина и Хабаровского края провели аэрофотосъемку потребительскими и промышленными БПЛА в основном течении и нерестовых притоках ряда рек. Съемки выполняли в 2020–2022 гг. в реках юга Сахалина (Бачинская, Вознесенка, Долинка, Жуковка, Игровая, Кура, Лазовая, Островка, Очепуха, Пугачевка, Таранай, Урюм, Фирсовка), Амурского лимана (Мы, Тыми, Хузи), Сахалинского залива (Коль, Иса, Лонгари, Тывлинка), бассейна Амура (Ануй, Хор, Урми, Гера, Амгунь с притоками Дуки, Им, Керби, Нилан и Нимелен) и Охотского района (Охота, Кухтуй, Урак) Хабаровского края в период массового хода производителей горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *O. keta* (рис. 1). При организации работ использовали ранее опубликованную методику беспилотного учета производителей лососей [Свиридов и др., 2022].

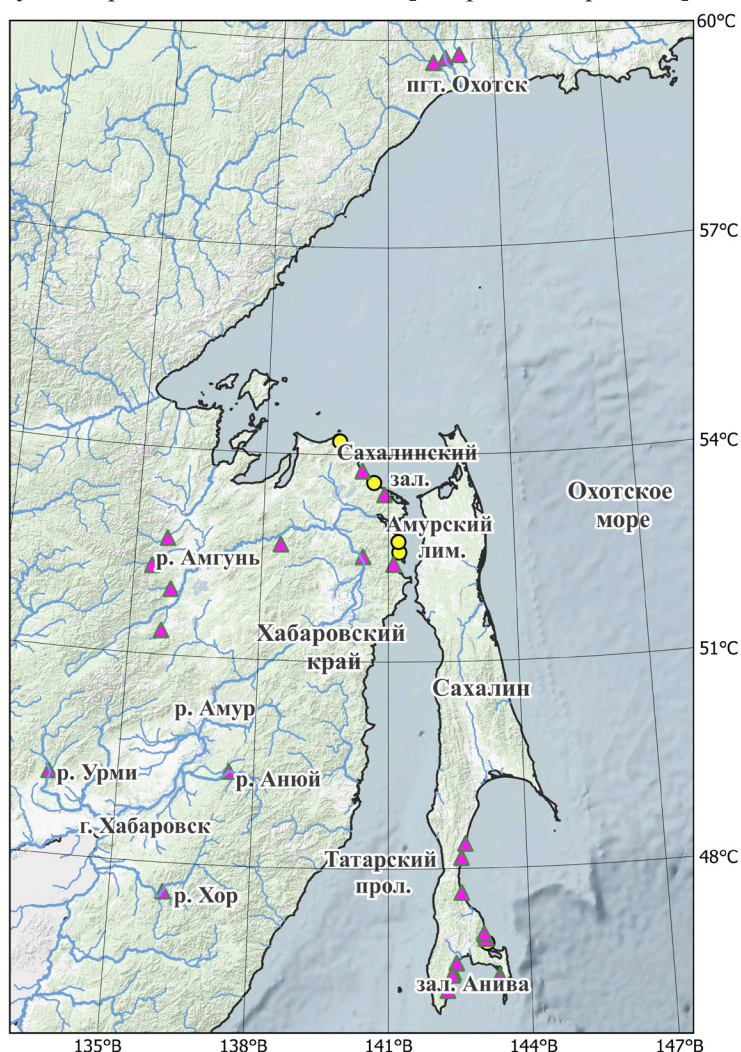


Рис. 1. Карта района работ: треугольниками обозначены места маршрутного беспилотного учета, кружками — на створе

Fig. 1. Scheme of research activities of unmanned aerial vehicles (UAV): triangles — route UAV surveys, circles — local UAV surveys on observation transect

Использовали БПЛА следующих моделей: DJI Phantom 4 Pro V2.0, DJI Mavic 2 Pro, DJI Mini 2, DJI Matrice 200 (с камерой Zenmuse X4S) и DJI Matrice 300 (с камерой Zenmuse P1). Выполняли пролеты вдоль основного русла с интервальной фотосъемкой в полетном ПО (Map Pilot Pro, DJI Pilot, DJI GO 4, DJI Fly). Фотограмметрическую обработку отснятых фотоматериалов проводили в ПО Agisoft Metashape. Полученные ортофотопланы анализировались в настольной геоинформационной системе NextGIS QGIS на предмет пригодности для подсчета производителей, оценивались качество визуализации и анализировались препятствия для оценки численности.

Для оценки пригодности ряда рек для беспилотного учета на створе использовали БПЛА тех же моделей, за исключением серии Matrice ввиду ее повышенной стоимости и неудобства для подобных работ. Съемки выполняли в 2020–2022 гг. в реках юга Сахалина (Очепуха), Амурского лимана (Мы, Хузи) и Сахалинского залива Хабаровского края (Коль, Лонгари) в период массового хода производителей горбуши и кеты (рис. 1). С целью тестирования эффективности разных подходов на реках Мы, Хузи и Коль помимо беспилотников использовали видеокамеры, закрепленные на кабеле над контрастным фоном.

В качестве контрастного фона использовали 1 ряд полипропиленовых мешков размером 55×105 см, наполовину заполненных галькой, выложенных перпендикулярно основному руслу, впритык к обоим берегам. По собственным наблюдениям, а также по опубликованным сведениям [Johnson et al., 2007] правильная выкладка мешков на нужной глубине совершенно не препятствует ходу производителей. На мелководных участках для гарантированной фиксации пересечения створа реки рыбами использовали светлые брезентовые баннеры или мелкочейную капроновую дель, закрепленные колышками из арматуры или грунтовыми анкерами.

Для установки контрастного фона отбирали поперечные участки русла глубиной не более 0,5–1,0 м (в зависимости от мутности) минимальной ширины, по возможности без древесной береговой растительности (для устранения теней на фоне и снижения его освещенности), турбулентности и создающих рябь регулярных сильных ветров. Чтобы избежать недоучета, отбирались участки в нижнем течении рек, без многорукавности, до отхождения основных притоков. По возможности для снижения расходов предпочтение отдавалось рекам с хорошей транспортной доступностью и присутствующей жилой инфраструктурой.

Оператор БПЛА проводил круглосуточную видеосъемку в разрешении 4K, в основном по 20 мин (ресурс 1 батареи) каждые 2 ч. В процессе съемки беспилотник направлялся оператором к центру контрастного фона и фиксировался на такой высоте, чтобы в кадр, помимо реки, попадало немного обоих берегов в подтверждение полного охвата водотока (обычно на 20–40 м в зависимости от ширины реки и от модели БПЛА). Корректировка положения БПЛА над створом в процессе съемки требовалась лишь изредка и не требовала от оператора значительных усилий. Даже при умеренном ветре дрон практически не менял положение и видео, передаваемое в реальном времени на пульт управления, было стабильно.

Избегали съемки с избыточной высоты, так как это приводит к уменьшению разрешения видео на местности и, соответственно, сложностям с подсчетом производителей. Для снижения бликования на видеоматериалах угол тангажа камеры выставляли с учетом положения солнца. Тангаж камеры обычно был в положении в надири, и лишь при солнце около зенита требовалось небольшое отклонение от перпендикуляра. Для предотвращения снижения разрешения видео на местности угол рыскания беспилотника выставляли так, чтобы широкая сторона кадра была параллельна створу.

В темное время суток для обеспечения нужной видимости производителей по возможности применяли непрерывно работающие береговые прожекторные подсветки на треноге, направленные на контрастный фон. Иногда оператор проводил съемку над фоном со значительного удаления (вплоть до 1,5 км). Это позволяло экономить рабочее время при размещении створа на удалении от места базирования операторов.

Для поштучного подсчета количества производителей, прошедших через учетный створ вверх по течению, отснятые видеофайлы просматривались в медиаплеере VLC media player на компьютере с монитором разрешением не менее Full HD и дискретной видеокартой. В случае миграции производителей вниз по течению их количество вычитали из учетного. При малой интенсивности хода применяли ускоренное воспроизведение видео, при большой — замедленное. Сведения вносились в табличный редактор MS Excel, в котором для получения тотальных оценок пересчитывали количество, учетное для отснятых отрезков времени, на весь период работ. Для суток, выпавших из наблюдений ввиду метеорологических или технических причин, значения пропуска получали посредством интерполяции.

Результаты и их обсуждение

Маршрутный беспилотный учет. Результаты маршрутного беспилотного учета указывают на значительные сложности в применении данного метода для получения точных оценок числа производителей в ряде обследованных рек. Это характерно для большей части обследованных рек юга Сахалина, а также Амурского лимана и Сахалинского залива Хабаровского края. Для обследованных притоков Амура установлены малые возможности маршрутного беспилотного учета для летней кеты и горбуши.

В данных водотоках проведение маршрутной беспилотной аэрофотосъемки на значительной части основного русла и главных притоков существенно осложнено сниженной прозрачностью воды, обилием участков с чрезмерными глубиной или турбулентностью, частым смыканием растительности. Известно, что при нерестовой миграции лосося часто предпочитают участки, закрытые нависающей растительностью, более глубокие, что делает реки с такими характеристиками особо проблемными для маршрутного беспилотного учета. Наглядные примеры сниженного качества материалов беспилотной фотосъемки на обследованных реках приведены ниже (рис. 2).

Однако стоит отметить, что обследованные реки Охотского района Хабаровского края согласно нашим наблюдениям в большинстве случаев хорошо подходят для маршрутного беспилотного учета благодаря отсутствию вышеописанных проблем. Хорошие возможности маршрутного беспилотного учета также установлены для осенней кеты в обследованных притоках Амура (рис. 3). Значимость и эффективность маршрутного беспилотного учета производителей тихоокеанских лососей на подходящих водотоках, а также особенности его технического обеспечения подробно описаны нами ранее [Свиридов и др., 2022]. Данная модификация беспилотной съемки позволяет оперативно получать качественные сведения о характеристиках нерестилищ и преднерестовых скоплений, необходимые для управления запасами лососей.

Хорошим способом предварительной оценки пригодности реки для маршрутного беспилотного учета может быть анализ космоснимков высокого разрешения, находящихся в свободном доступе в интернете. Было обнаружено, что космоснимки хорошо соотносятся с получаемыми для той же территории ортофотопланами, хотя различаются намного меньшим пространственным разрешением. Эти снимки позволяют оценить пригодность водотока для маршрутного беспилотного учета. По космоснимкам можно приблизительно оценить смыкание растительности над водотоком, соответствие требованиям к прозрачности и глубине и провести заблаговременную выбраковку рек, не подходящих для маршрутного беспилотного учета. Так, подходящие для маршрутного беспилотного учета водотоки характеризуются частым присутствием на космоснимках участков с просматриваемым дном, что свидетельствует о не слишком большой глубине и достаточной прозрачности. Если же на космоснимке водоток преимущественно темный, то это признак чрезмерной глубины и/или мутности, препятствующих отражению света от дна и, соответственно, подсчету производителей на фотоматериалах беспилотника (рис. 4).

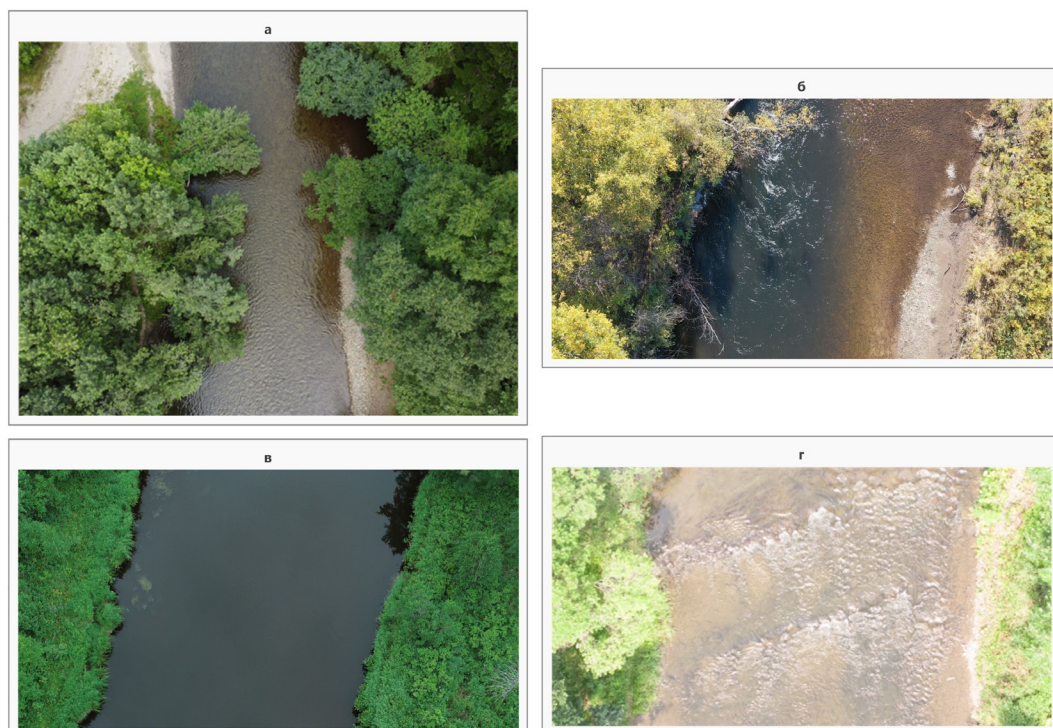


Рис. 2. Примеры ухудшения качества материалов беспилотной фотосъемки обследованных рек ввиду ряда негативных факторов: облесенность — р. Очепуха, Сахалин, 19.08.2022 г. (**а**); глубина — р. Мы, Хабаровский край, 25.09.2021 г. (**б**); мутность — р. Тывлинка, Хабаровский край, 06.08.2022 г. (**в**); турбулентность — р. Таранай, Сахалин, 18.08.2022 г. (**г**)

Fig. 2. Examples of low quality materials of route UAV surveys because of certain negative factors: **а** — dense vegetation (Ochepukha, Sakhalin, 19.08.2022); **б** — depth (My, Khabarovsk Region, 25.09.2021); **в** — low water transparency (Tivlinka, Khabarovsk Region, 06.08.2022); **г** — high turbulence (Taranay, Sakhalin, 18.08.2022)

Беспилотный учет на створе. Практика наших работ показала, что обустройство учетного створа для беспилотного учета, равно как и проведение видеосъемки, весьма просто и может проводиться как рядовыми работниками рыбохозяйственного НИИ, так и обученными сторонними исполнителями. Примеры створов для беспилотного учета наглядно показывают преимущество, которое дает контрастный фон для учета количества проходящих производителей (рис. 5). Очевидно, что точность учета производителей напрямую связана с качеством их визуализации на материалах беспилотной съемки. Сама же визуализация тем лучше, чем больше света отражается от дна или от самих рыб. Благодаря тому, что обычно от выложенного светлого фона отражается значительно больше света, чем от гораздо более темного дна, визуализация производителей на таком створе намного лучше, а подсчет легче и точнее, чем на фотоматериалах маршрутной беспилотной съемки. Производители над контрастным фоном видны намного лучше, чем над прилегающими участками дна, особенно в условиях плохого освещения и повышенной мутности. По этой причине за очень редкими исключениями беспилотный учет на створе неэффективен без контрастного фона, особенно при сниженном освещении и ночью.

Проведенные работы показали, что в обследованных реках производители тихоокеанских лососей уверенно опознаются над контрастным фоном, в том числе в ночной период при достаточной подсветке, и эффективно подсчитываются оператором на снятом видео. Качество видео позволяло уверенно разделять и учитывать отдельно горбушу и кету. В подавляющем большинстве случаев даже при интенсивном ходе



Рис. 3. Примеры условий съемки, благоприятных для проведения маршрутного беспилотного учета: кижуч в р. Охота, Охотский район, 30.09.2022 г. (а); кета в р. Дуки, притоке р. Амгунь, 19.10.2021 г. (б)

Fig. 3. Examples of conditions favorable for route UAV surveys: **a** — coho salmon counting in the Okhota, Okhotsk district on September 30, 2022; **б** — chum salmon counting in the Duky, tributary of the Amgun River, on October 19, 2021

производителей их подсчет не составлял труда благодаря возможности замедленного воспроизведения в медиаплеере. Так, на р. Очепуха интенсивность хода в светлое время суток 19.08.2022 г. была весьма высока — в среднем около 1650 экз./ч, но это не вызвало у оператора, просматривавшего видео на компьютере, проблем с подсчетом

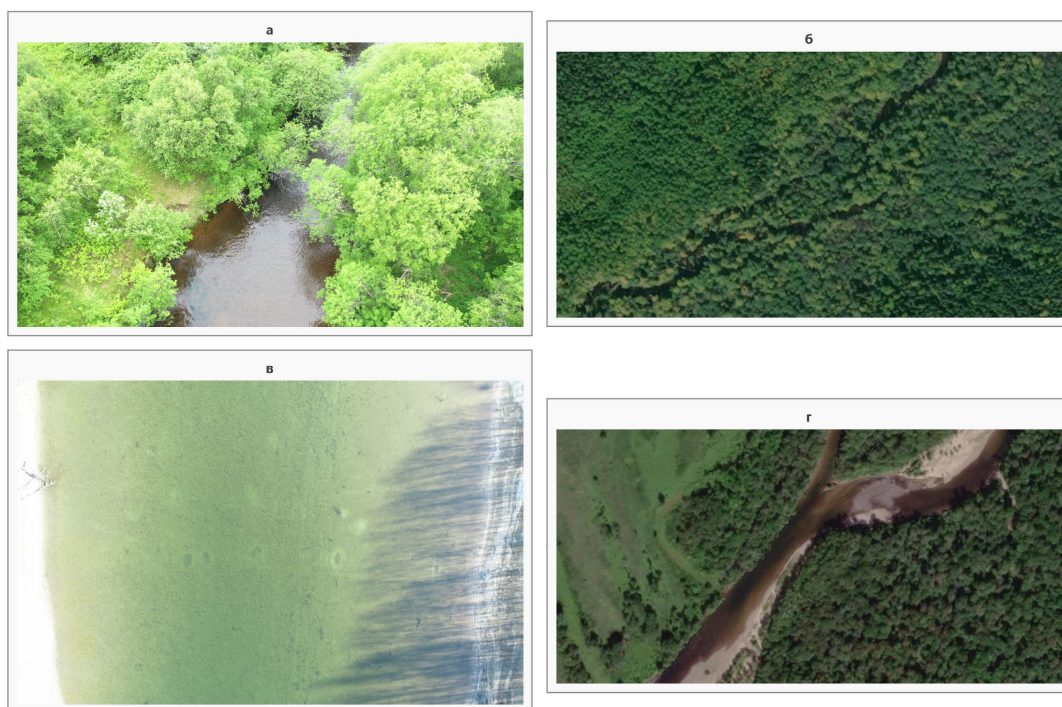


Рис. 4. Иллюстрация хорошей связи между материалами беспилотной и спутниковой съемки: р. Хузи с сильным смыканием растительности, сниженной прозрачностью и глубокими участками на фото с БПЛА, 06.07.2020 г. (а) и на космоснимке Mapbox (б); р. Урми с открытой водной поверхностью, высокой прозрачностью и умеренной глубиной на фото с БПЛА, 02.11.2021 г. (в) и на космоснимке Mapbox (г)

Fig. 4. Examples of good correspondence between images made from unmanned aerial vehicle and Mapbox satellite: а, б — the Khuzy River with dense vegetation, low water transparency and deep-water parts (06.07.2020); в, г — the Urmi River with open water surface, high water transparency and moderate depth (02.11.2021)

производителей. Для увеличения оперативности учета в случае невысокой интенсивности миграции оператор может подсчитывать производителей в процессе съемки, просматривая на планшете видео, передаваемое с беспилотника в режиме реального времени.

Приведем ряд рекомендаций по организации беспилотного учета на створе, которые, по полученному нами опыту, облегчают и повышают точность оценки численности производителей. При использовании БПЛА потребительского класса, обычно оборудованных камерами невысокого разрешения и светосилы, для оптимизации качества видео съемку необходимо вести в ручном, а не в автоматическом режиме. При хорошем естественном освещении рекомендуется использовать наименьшую светочувствительность (ISO 100) и максимально открытую диафрагму (f/2,8). Наименьшая светочувствительность минимизирует оптические шумы, а максимальное открытие диафрагмы увеличит количество света, попадающего на матрицу камеры, что улучшит качество видео. Предельное открытие диафрагмы снижает глубину резкости, но, как показывают наши наблюдения, на использованных моделях БПЛА это не ухудшает резкость видео с учетом использованной высоты съемки.

Выдержка подбирается с учетом освещенности водотока при текущих погодных условиях, выставляется в полетном ПО на основе изображения, передаваемого с БПЛА. В условиях сниженного освещения приходится значительно удлинять выдержку, чтобы добиться нужного высветления видео. Однако при сильном снижении освещенности этого недостаточно и приходится также повышать светочувствительность для вы-

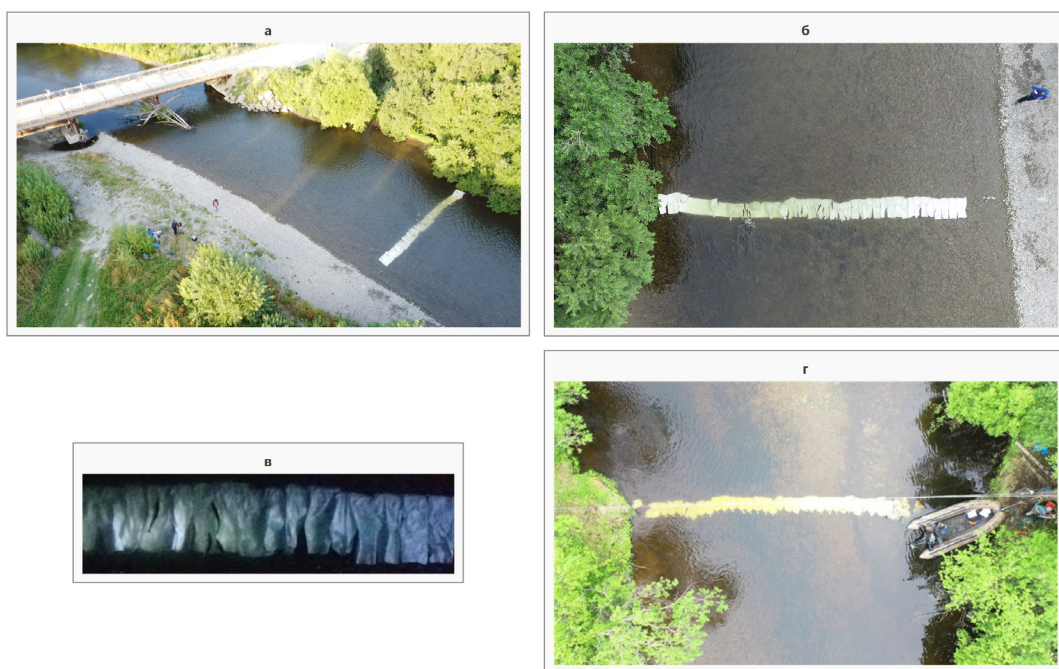


Рис. 5. Примеры контрастного фона для беспилотного учета на створе: р. Очепуха, 1,1 км от устья, ширина створа 15 м, 19.08.2022 г., высота зависания беспилотника 25 м (а); р. Очепуха, высота 12 м (б); р. Очепуха, вид фрагмента створа в ночное время при береговом освещении (в); р. Хузи, ширина 20 м, высота 16 м, 06.07.2020 г. (г)

Fig. 5. Examples of contrast background installations for localized counting by unmanned aerial vehicle (UAV) over observation transects: а — the Ochepukha, 1,1 km upstream from estuary, transect of 15 m width, UAV height 25 m, 19.08.2022; б — same place and date, UAV height 12 m; в — same place at night, with shore lighting; г — the Khuzy, transect of 20 m width, UAV height 16 m, 06.07.2020 over observation section

светления видео. Повышение светочувствительности не панацея, так как приводит к появлению на видео избыточных оптических шумов и деградации качества видео. Однако такой подход позволяет расширить период съемки, когда не требуется береговое освещение.

При съемке важно записывать субтитры, включающие ряд параметров (координаты, высота, светочувствительность, выдержка, диафрагма и т.д.), полезных при анализе возможных проблем с видеоматериалами. Для удобства желательно использовать противобликовые козырьки и планшеты с крупным ярким экраном, облегчающие оператору оценку качества снимаемого видео и при необходимости подсчет производителей.

Ежедневная съемка позволяет отслеживать временную динамику подходов с суточной дискретностью (рис. 6). Суммарная численность производителей горбуши и кеты, зашедших в р. Хузи (Амурский лиман), по данным учета подвесными видеокамерами над контрастным фоном в июле-августе 2020 г. составила 50,3 тыс. экз. Определенный недоучет в данном случае был связан с поздним началом работ. Благодаря возможности посуточных оценок величин пропуска беспилотный учет на створе особенно актуален в Сахалинской области для предотвращения переполнения нерестилищ и развития заморных явлений.

Беспилотный учет на створе при всех своих положительных сторонах, подобно другим подходам к оценке пропуска, не лишен ограничений и недостатков. Его невозможно реализовать в ряде случаев, например на реках со значительными глубинами: обычно при глубине более 1 м производители уже не видны над фоном. Этот способ

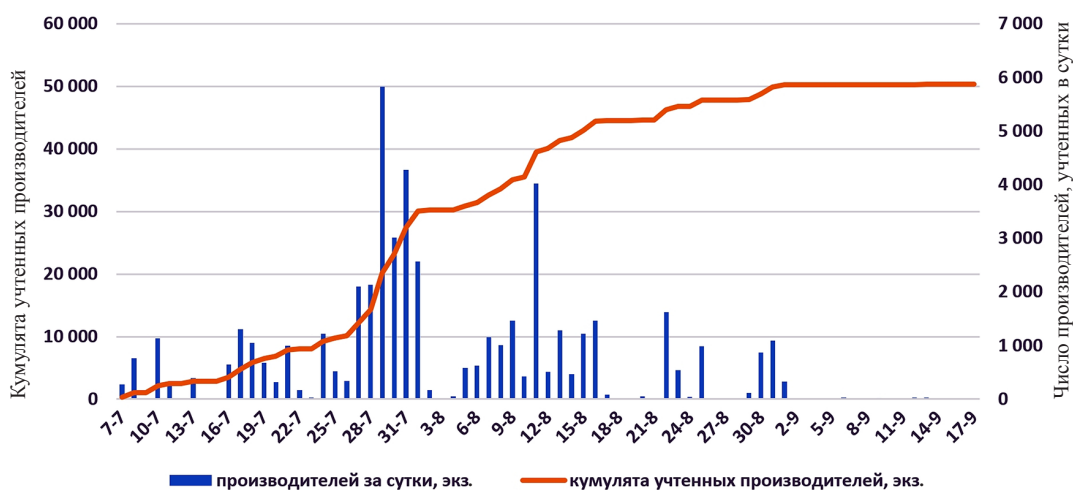


Рис. 6. Динамика нерестового хода производителей горбуши и кеты в р. Хузи по данным учета подвесными видеокамерами над контрастным фоном в июле-августе 2020 г.

Fig. 6. Dynamics of the pink and chum salmon runs in the Khuzy River on the data of localized survey by video camera suspended over the contrast background at observation transect in July-August, 2020. Abscissa — date, right ordinate — number of the counted salmon spawners per day (ind.), left ordinate — cumulative number of the counted spawners suspended

учета также неэффективен на реках с крупными притоками в нижнем течении и много-рукавностью, при плохой транспортной доступности и дороговизне обеспечения при-сутствия на месте работ.

Ранее в отношении практики учета с наблюдательских вышек в реках США и Канады отмечалась низкая эффективность таковой на реках с широким руслом и большой глубиной [Дубынин и др., 2021]. Заметим, что в случае использования дрона ширина реки не будет критичной. БПЛА может зависать в любой точке учетного створа, поэтому даже при неполном пространственном охвате всей ширины русла общую оценку можно получить путем пересчета. Реки о. Сахалин, а также Амурского лимана и Сахалинского залива Хабаровского края зачастую сравнительно неглубокие и неширокие, что делает их перспективными для беспилотного учета на створе.

Наши работы показали, что основной сложностью при беспилотном учете на створе является повышение уровня и мутности воды при обильных продолжительных осадках, приводящее к резкому падению различимости производителей на видео (рис. 7, а). В североамериканских публикациях также отмечается значимость этой проблемы [Johnson et al., 2007]. Однако данные авторы не считают это критичным и предлагают использовать интерполяцию по смежным дням для получения оценок для выпавших из наблюдений периодов. Решением, апробированным нами при учете на р. Коль, может быть оперативная установка второго и даже третьего слоя мешков поверх первого, что приведет к уменьшению расстояния до поверхности воды и нормальной различимости производителей. Разумеется, очень важно на протяжении всего периода работ контролировать наличие нужного пространства для беспрепятственного прохода рыбы и убирать мешки по окончании учета.

Большинство потребительских беспилотников не предназначено для съемки при дожде, поэтому для обеспечения непрерывности учета можно использовать водозащищенные модели беспилотников, например SwellPro SplashDrone 4. При отсутствии осадков подходят все упомянутые модели БПЛА от DJI, включая самые бюджетные из серии Mini, и даже более дешевые аналоги от компаний Hubsan и Xiaomi с матрицей от 12 Мп, способные снимать 4К-видео. Наш опыт показывает, что потребительские дроны компании DJI могут успешно проводить однократные сеансы съемки в

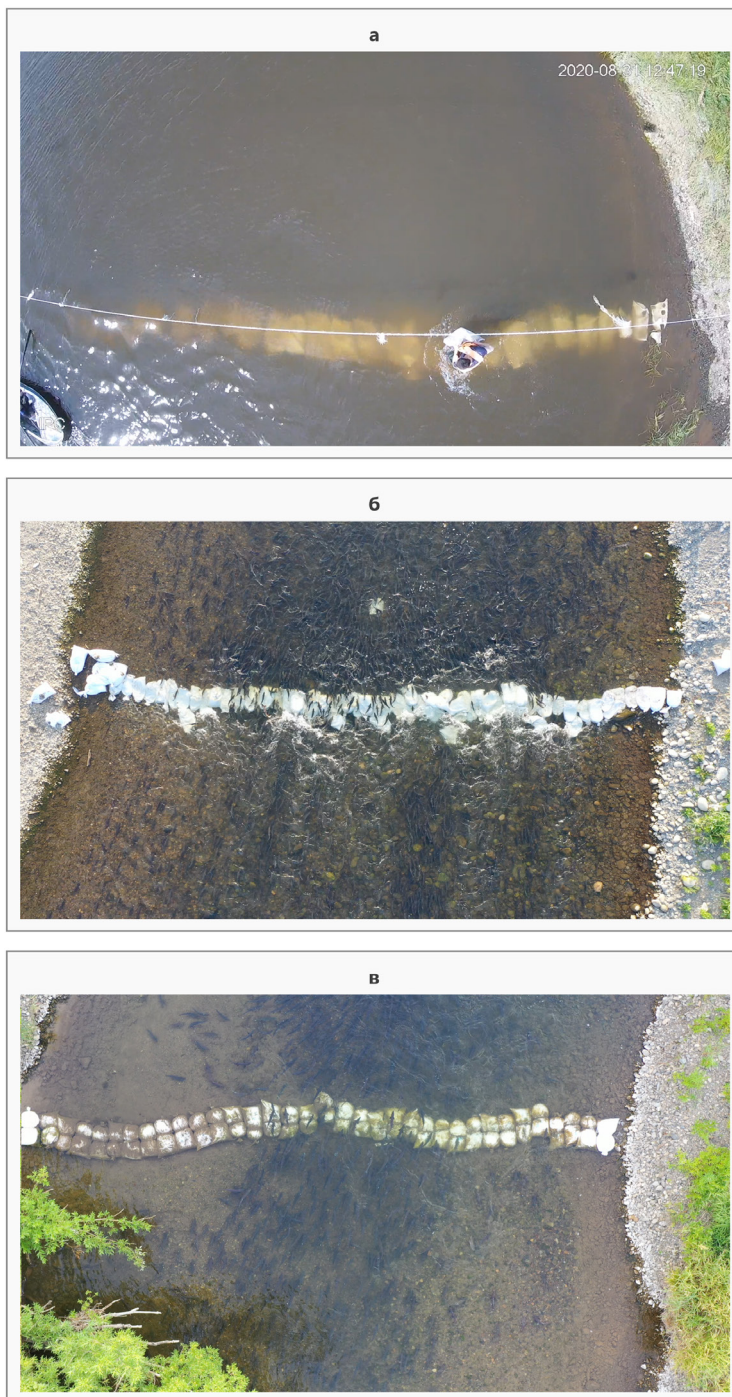


Рис. 7. Сложности, возникающие при беспилотном учете на створе: продолжительные интенсивные осадки на р. Коль, вызвавшие ухудшение видимости фона, 31.08.2020 г. (**а**); слабая выраженность и разнонаправленность перемещений производителей горбуши над фоном ввиду адаптации к пресной воде на р. Лонгари, 09.08.2021 г. (**б**); загрязнение фона на р. Лонгари на 15-е сут после выкладки мешков, 25.08.2021 г. (**в**)

Fig. 7. Examples of difficulties in counting over observation transect from unmanned aerial vehicles: **a** — long and intensive raining over the area of Kol River (August 31, 2020); **б** — inactive and chaotic movements of salmon spawners over observation transect during their adaptation to freshwater in the Longary River (August 9, 2021); **в** — pollution of the background at observation transect after 15 days of its installation in the Longary River (August 25, 2021) over observation section

условиях умеренного дождя при оперативной просушке сразу после подобных работ. Также существуют специальные водоотталкивающие чехлы для обеспечения работы при дожде. Однако подобная эксплуатация беспилотной техники сопряжена с повышенными рисками и сокращением срока ее службы.

Контрастный фон для учета на створе должен располагаться так, чтобы влияние приливно-отливных явлений отсутствовало. В противном случае прилив сделает лососей неразличимыми из-за увеличения глубины над фоном. Подобная проблема была отмечена при работах на р. Коль в 2020 г., когда из-за слабого перепада высот приливно-отливные явления отмечались на створе в 3 км от устья.

Установка контрастного фона вблизи устья плоха еще и тем, что на таких участках лососи приспосабливаются к пресной воде, передвигаясь хаотично. При этом производители могут подолгу находиться над фоном и даже скатываться обратно после прохода через створ, что затрудняет учет. Подобная проблема была отмечена при расположении учетного створа на р. Лонгари в 2020 г. (рис. 7, б). Определенные сложности создает загрязнение светлого фона осадками и обрастаниями, но оно легко устраняется регулярной чисткой (рис. 7, в).

Сравнение способов учета и перспективы их развития. Беспилотный учет на створе, несмотря на вышеописанные сложности, имеет ряд преимуществ не только перед маршрутными беспилотными оценками на некоторых реках, но и перед наблюдением с вышек или видеорегистрацией на подвесные камеры. Его выгодно отличают сниженные трудозатраты по сравнению со стационарной видеорегистрацией, наблюдательскими вышками и особенно РУЗ.

Полученный опыт показал, что благодаря простоте съемки потребителями беспилотниками требования к технической грамотности стороннего исполнителя минимальны и обучение занимает не более нескольких часов. Маршрутный беспилотный учет выдвигает повышенные требования к навыкам оператора БПЛА, а также к техническим характеристикам беспилотника.

В отличие от наблюдателя на вышке или РУЗ, беспилотник создает электронную копию данных, что обеспечивает доказательность и проверяемость оценок численности. Полученный нами опыт показал, что стационарная видеорегистрация по сравнению с беспилотным учетом на створе выдвигает повышенные требования к квалификации исполнителей и более затратна. Ситуативная корректировка ракурса съемки беспилотником и эффективная стабилизация его камеры позволяют получать намного более качественные видео, нежели от видеокамер, зафиксированных над створом. Появление в последние годы все более высокотехнологичных и доступных моделей БПЛА открывает новые перспективы для упрощения и удешевления беспилотной видеосъемки над контрастным фоном.

Использование беспилотного учета на створе сопряжено с минимальными рисками для сохранности дрона, так как, в отличие от маршрутного учета, БПЛА все время находится в непосредственной близости от оператора, быстро реагирующего на возможные угрозы для беспилотника (птицы, ухудшение метеобстановки и т.п.). Беспилотный учет на створе легче маршрутного еще и с точки зрения согласования полетов. Российское законодательство не требует согласования полетов БПЛА при условии проведения в пределах прямой видимости, на высоте до 150 м, вне бесполетных зон [Постановление правительства..., 2019, 2022]*, что и характерно для беспилотной съемки на створе, за исключением ночного периода работ.

* Постановление Правительства Российской Федерации от 25.05.2019 г. № 658 «Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации». 8 с.; Постановление Правительства Российской Федерации от 19.03.2022 г. № 415 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 25 мая 2019 г. № 658». 1 с.

Предлагаемая схема беспилотного учета на створе не является законченной. Она будет уточняться при дальнейшей реализации на практике и анализе собираемых данных. Например, при высокой внутрисуточной изменчивости интенсивности хода может потребоваться корректировка интервальности видеосъемки: 10 или 20 мин каждый час вместо использованных нами двадцати минут каждые 2 ч. Североамериканские исследователи при учете с наблюдательских вышек рекомендуют именно такую, более частую периодичность [Johnson et al., 2007].

Однако, если анализ временной динамики хода на определенной реке будет свидетельствовать об его относительной временной стабильности, то в целях экономии возможен отказ от ежедневной съемки с последующим восстановлением посредством интерполяции выпавших дней. Технический работник может приезжать с запланированной периодичностью на место выкладки контрастного фона, чтобы отработать сутки, а затем переместиться на учетный створ следующей реки. Если соотношение между дневными и ночными оценками относительно стабильно по наблюдениям на определенной реке, то дальнейшие работы можно проводить экономичнее, ограничиваясь светлым временем, рассчитывая ночные оценки по дневным.

В ходе дальнейшего совершенствования беспилотного учета на створе перспективна адаптация методов искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизации подсчета на видео производителей, проходящих через учетный створ. Повышенное, в сравнении с подвесными видеокамерами, качество материалов съемки беспилотником позволяет говорить об их большей пригодности для обработки в программах ИИ с целью автоматического подсчета прошедших через белый фон производителей. Применение ИИ актуально для всех модификаций беспилотного учета, так как при съемке дронами собираются очень большие объемы видео и фотоматериалов, ручная обработка которых весьма трудозатратна.

Заключение

Предложенный в настоящей работе подход к организации беспилотной видеосъемки над контрастным фоном в ряде обследованных рек Сахалина и Хабаровского края позволяет получать локальные оценки пропуска производителей тихоокеанских лососей. Юг о. Сахалин, характеризующийся компактностью, хорошей транспортной доступностью низовий нерестовых рек, присутствием на них многих десятков ЛРЗ и охранных постов, а также рыбодобывающих предприятий в устьевой части, имеет все предпосылки для широкого внедрения такого способа учета. Конечно, данное сочетание пространственной компактности, транспортной доступности и жилой инфраструктуры является редким явлением для лососевых рек Дальнего Востока, что весьма ограничивает применимость беспилотного учета на створе в российских реалиях.

Вышесказанное не является основанием для полного отказа от маршрутной беспилотной съемки в обследованных реках. В ряде случаев она безальтернативна, например, когда из-за низкой транспортной доступности и отсутствия инфраструктуры организация учета на створе слишком затратна на определенной реке. К тому же маршрутный беспилотный учет дополняет сведения учета на створе, позволяя оценить численность после воздействия браконьерского промысла, зачастую значительного на поздних этапах миграции. Маршрутный беспилотный учет, в отличие от учета на створе, позволяет проводить инвентаризацию нерестилищ лососей, важную для рациональной эксплуатации запасов этих видов, оценивать эффективность их нереста. Беспилотный учет на створе нацелен на оценку пропуска для оперативного регулирования промысла, что является более узкой задачей.

Беспилотный учет на створе может использоваться для получения высокоточных оценок пропуска и сопоставления их с результатами маршрутного беспилотного обследования этого же водотока. Сравнительный анализ оценок численности этими двумя способами позволит оценить степень недоучета при маршрутном варианте

обследования и предложить корректировочные коэффициенты на случай, если учет по определенной реке будет проводиться лишь таким образом. Выбор того или иного варианта реализации беспилотного учета производителей должен основываться на комплексном анализе особенностей обследуемых водотоков, а также специфики и стоимости организации работ на них.

В перспективе представляется возможным использование беспилотного учета на створе по другим видам рыб, совершающих нерестовые миграции в сравнительно прозрачных и неглубоких реках. Показанная в настоящей работе возможность модификации беспилотных технологий под специфические условия учета ВБР иллюстрирует функциональную пластичность БПЛА, свидетельствует о потенциале гибкой настройки данного класса техники для решения разнообразнейших задач рыбохозяйственной науки.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы глубоко благодарны руководителю Хабаровского филиала ВНИРО (ХабаровскНИРО), к.б.н. Д.В. Коцюку и руководителю Сахалинского филиала ВНИРО (СахНИРО), д.б.н. Н.В. Колпакову за ценные советы и замечания при выполнении работ и написании статьи, а также выражают благодарность сотрудникам Сахалинского и Хабаровского филиалов ВНИРО за участие в сборе материалов.

Authors are deeply grateful to Ph.D. D.V. Kotsyuk, director of Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO) and D.Sc. N.V. Kolpakov, director of Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO) for their valuable recommendations and comments during researches and the manuscript preparation. The authors are thankful to employees of KhabarovskNIRO and SakhNIRO for collecting materials for this study.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

The study has budget funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Концепция исследования — В.В. Свиридов, Е.В. Подорожнюк, В.Д. Никитин; сбор и обработка материала — В.В. Свиридов, Е.В. Подорожнюк, А.В. Скорик; написание текста — В.В. Свиридов.

Concept of the study — V.V. Sviridov, E.V. Podorozhnyuk, V.D. Nikitin; collection and processing the material — V.V. Sviridov, E.V. Podorozhnyuk, A.V. Skorik; writing the text — V.V. Sviridov.

Список литературы

Глубоковский М.К., Марченко С.Л., Темных О.С., Шевляков Е.А. Методические рекомендации по исследованию тихоокеанских лососей. — М. : ВНИРО, 2017. — 79 с.

Дубынин В.А., Лепская Е.В., Кириллова Е.А. Методика визуального учета производителей нерки, заходящих на нерест в озеро Курильское (Камчатка) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2021. — Вып. 63. — С. 73–81. DOI: 10.15853/2072-8212.2021.63.73-81.

Дуленин А.А., Дуленина П.А., Коцюк Д.В., Свиридов В.В. Опыт и перспективы использования малых беспилотных летательных аппаратов в морских прибрежных биологических исследованиях // Тр. ВНИРО. — 2021. — Т. 185. — С. 134–151.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. Использование фото- и видеофиксации для оценки количества производителей тихоокеанских лососей на нерестилищах и путях их миграций: некоторые методические подходы // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2017. — Вып. 47. — С. 77–90.

Свиридов В.В., Золотухин С.Ф. Методы ГИС для инвентаризации нерестилищ тихоокеанских лососей р. Амур // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 3. — С. 730–746. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-730-746.

Свиридов В.В., Коцюк Д.В., Подорожнюк Е.В. Беспилотный фотограмметрический учет тихоокеанских лососей посредством БПЛА потребительского класса // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 2. — С. 429–449. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-429-449.

Состояние запасов, биология и распределение тихоокеанских лососей в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Тугуро-Чумиканского района и Сахалинского залива : отчет о НИР (промежуточ.) / А.Н. Канзепарова, В.А. Балushкин, С.Ф. Золотухин и др. / ХфТИНРО. № ГР 01201457203. Инв. № 1811. — Хабаровск, 2014. — 52 с.

Фадеев Е.С., Шевляков Е.А., Фельдман М.Г. Комплексный мониторинг пропуска производителей тихоокеанских лососей р. Камчатка в режиме реального времени // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 197. — С. 3–20. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-3-20.

Шевляков Е.А., Шубкин С.В., Дубынин В.А. и др. Методики учета производителей тихоокеанских лососей на нерестилищах и путях миграции к ним // Бюл. № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2013. — С. 36–57.

Harris J.M., Nelson J.A., Rieucan G., Broussard W.P. Use of unmanned aircraft systems in fishery science // Trans. Am. Fish. Soc. — 2019. — Vol. 148, Iss. 4. — P. 687–697. DOI: 10.1002/tafs.10168.

Hatch D.R., Schwartzberg M., Mundy P.R. Estimation of Pacific salmon escapement with a time-lapse video recording technique // North Am. J. Fish. Manag. — 1994. — Vol. 14, Iss. 3. — P. 626–635. DOI: 10.1577/1548-8675(1994)014<0626:EOPSEW>2.3.CO;2.

Johnson D.H., Shrier B.M., O'Neal J.S. et al. Salmonid Field Protocols Handbook. Techniques for Assessing Status and Trends in Salmon and Trout Populations. — Bethesda : American Fisheries Society, 2007. — 478 p.

Joyce K.E., Duce S., Leahy S.M. et al. Principles and practice of acquiring drone-based image data in marine environments // Mar. Freshw. Res. — 2018. — Vol. 70, № 7. — P. 952–963. DOI: 10.1071/MF17380.

Volk E.C., Munro A.R. Pacific salmon escapement estimation methods and data for Alaska: NPAFC. — 2015. — Doc. 1588. — 22 p.

References

Glubokovsky, M.K., Marchenko, S.L., Temnykh, O.S., and Shevlyakov, E.A., *Metodicheskiye rekomendatsii po issledovaniyu tikhookeanskikh lososey* (Guidelines for the study of Pacific salmon), Moscow: VNIRO, 2017.

Dubynin, V.A., Lepskaya, E.V., and Kirillova, E.A., Method of quantitative visual assessment of abundance of sockeye salmon spawners running to Kurile Lake (Kamchatka) for reproduction, *Issled. Vodn. Biol. Resur. Kamchatki Sev.-Zapadn. Chasti Tikhogo Okeana*, , *Issledovaniye vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoy chasti Tikhogo okeana*, 2021, vol. 63, pp. 73–81. doi: 10.15853/2072-8212.2021.63.73-81

Dulenin, A.A., Dulenina, P.A., Kotsyuk, D.V., and Sviridov, V.V., Experience and perspectives of small unmanned aerial vehicles application for marine coastal biological studies, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2021, vol.185, pp. 134–151. doi 10.36038/2307-3497-2021-185-134-151

Zaporozhets, O.M. and Zaporozhets, G.V., Using the photo- and video records for assessment of pacific salmon escapement on migration routes and spawning grounds: some of methodical approaches, *Issled. Vodn. Biol. Resur. Kamchatki Sev.-Zapadn. Chasti Tikhogo Okeana*, 2017, no. 47, pp. 77–90.

Sviridov, V.V. and Zolotukhin, S.F., GIS methods for inventory of pacific salmon spawning grounds in the Amur River, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2020, vol. 200, no. 3, pp. 730–746. doi 10.26428/1606-9919-2020-200-730-746

Sviridov, V.V., Kotsyuk, D.V., and Podorozhnyuk, E.V., Photogrammetric counts of pacific salmon by means of unmanned aerial vehicles of consumer grade, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 2, pp. 429–449. doi 10.26428/1606-9919-2022-202-429-449

Kanzeparova, A.N., Balushkin, V.A., Zolotukhin, S.F., Zakharov, Yu.S., and Kiyashko, K.A., *Sostoyaniye zapasov, biologiya i pribytiye tikhookeanskikh lososey v reku materikovogo*

poberezh'ya Okhotskogo morya v predelakh Tuguro-Chumikanskogo rayona i Sakhalinskogo zaliva: promezhutochnyi otchet (Res. Rep. Status of stocks, biology and arrival of Pacific salmon in the river of the mainland coast of the Sea of Okhotsk within the Tuguro-Chumikansky region and Sakhalin Bay), Available from KhfTINRO, 2014, Khabarovsk, no. GR 01201457203. no. 1811.

Fadeev, E.S., Shevlyakov, E.A., and Feldman, M.G., Complex monitoring of salmon spawners escapement to the Kamchatka River in real time regime, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 197, no. 2, pp. 3–20. doi 10.26428/1606-9919-2019-197-3-20

Shevlyakov, E.A., Shubkin, S.V., Dubynin, V.A., Malykh, K.M., Golub, E.V., Golub, A.P., Kaev, A.M., and Koval, M.V., Methods for accounting for spawners of Pacific salmon in spawning grounds and migration routes to them, in *Byull. no. 8 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 8 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2013, pp. 36–57.

Harris, J.M., Nelson, J.A., Rieucan, G., and Broussard, W.P., Use of unmanned aircraft systems in fishery science, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 2019, vol. 148, no. 4, pp. 687–697. doi 10.1002/tafs.10168

Hatch, D.R., Schwartzberg, M., and Mundy, P.R., Estimation of Pacific salmon escapement with a time-lapse video recording technique, *North Am. J. Fish. Manag.*, 1994, vol. 14, no. 3, pp. 626–635. doi 10.1577/1548-8675(1994)014<0626:EOPSEW>2.3.CO;2

Johnson, D.H., Shrier, B.M., O'Neal, J.S., Knutzen, J.A., Augerot, X., O'Neal, T.A., and Pearsons, T.N., *Salmonid Field Protocols Handbook. Techniques for Assessing Status and Trends in Salmon and Trout Populations*, Bethesda: American Fisheries Society, 2007.

Joyce, K.E., Duce, S., Leahy, S.M., Leon, J., and Maier, S.W., Principles and practice of acquiring drone-based image data in marine environments, *Mar. Freshw. Res.*, 2018., vol. 70, no. 7, pp. 952–963. doi 10.1071/MF17380

Volk, E.C. and Munro, A.R., Pacific salmon escapement estimation methods and data for Alaska, *NPAFC*, 2015, doc. 1588.

Postanovleniye pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 25.05.2019 g. № 658 «Ob utver-zhdenii Pravil uchota bespilotnykh vozdukhnykh sudov s povyshennoy vzletnoy massoy ot 0,25 kilogramma do 30 kilogrammov, vvezennykh v Rossiyskuyu Federatsiyu ili proizvedennykh v Rossiyskoy Federatsii». 8 p.

Postanovleniye pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 19.03.2022 g. № 415 «O vnesenii izmeneniy v organy vlasti Rossiyskoy Federatsii ot 25 maya 2019 g. № 658». 1 p.

Поступила в редакцию 31.10.2022 г.

После доработки 7.11.2022 г.

Принята к публикации 21.11.2022 г.

The article was submitted 31.10.2022; approved after reviewing 7.11.2022; accepted for publication 21.11.2022